

<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>	84 (1993)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Das Solarkraftwerk Phalk Mont-Soleil : Betriebserfahrung und erste Bilanz
<b>Autor:</b>	Minder, Rudolf
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-902686">https://doi.org/10.5169/seals-902686</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:** 18.02.2026

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

Ein knappes Jahr nach Inbetriebnahme des Solarkraftwerks auf dem Mont-Soleil kann eine erste Bilanz wie folgt gezogen werden: Das Kraftwerk arbeitet nach Überstehen einiger Kinderkrankheiten – gut. Die spezifischen Leistungswerte werden im wesentlichen erreicht, wobei über den Jahresertrag noch keine definitive Aussage gemacht werden kann. Aus Planung, Bau und Betrieb liegen bereits viele wertvolle Erfahrungen vor, die bei verschiedenen neueren in- und ausländischen Projekten bereits berücksichtigt wurden. Durch den intensiven Kontakt mit anderen Photovoltaik-Fachleuten erfolgt eine rasche Umsetzung der erzielten Resultate.

# Das Solarkraftwerk Phalk Mont-Soleil: Betriebserfahrungen und erste Bilanz

■ Rudolf Minder

## Vorgeschichte des Projekts

Während mehrerer Jahre arbeitete die Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG an einem Konzept für ein photovoltaisches Kraftwerk in der Schweiz. Diese Arbeiten wurden unter dem Arbeitstitel «Phalk 500 – photovoltaisches alpines Kraftwerk mit 500 kW Leistung» durchgeführt.

1988 entschlossen sich die Elektrowatt AG und die Bernischen Kraftwerke AG das Projekt gemeinsam weiter zu verfolgen, wobei die Standortsuche sich auf den Kanton Bern beschränken sollte. Relativ rasch konnte man sich auf den Standort Mont-Soleil im Berner Jura einigen, so dass anschliessend ein Vorprojekt erarbeitet werden konnte.

Am 17. Mai 1989 konnte das Projekt der Öffentlichkeit vorgestellt werden. In der Zwischenzeit formierte sich auch eine breit abgestützte Trägerschaft, indem neun Elektrizitätswerke und ein Industriekonzern sich den beiden Gründungsmitgliedern des Konsortiums Phalk Mont-Soleil anschlossen.

Die heutige Trägerschaft besteht somit aus folgenden Firmen:

EW	Elektrowatt AG, Zürich
BKW	Bernische Kraftwerke AG, Bern
AEW	Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau
EGL	Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG, Laufenburg
EWB	Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern
AEK	Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn
EBM	Elektra Birseck Münchenstein, Münchenstein

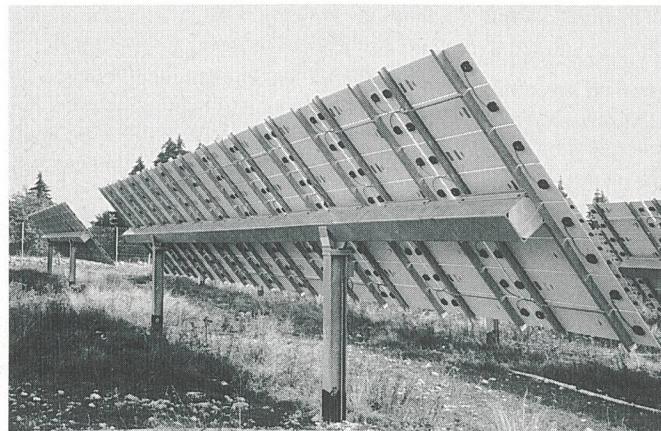


Bild 1 Solarzellen-Tisch auf dem Mont-Soleil, von hinten gesehen

### Adresse des Autors:

Dr. Rudolf Minder, Vizedirektor,  
Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG,  
Bellerivestrasse 36, Postfach, 8022 Zürich.

EEF	Freiburgische Elektrizitätswerke, Freiburg
ENSA	Electricité Neuchâtel SA, Neuchâtel
EWW	Elektrizitätswerke Wynau, Langenthal
ABB	Asea Brown Boveri AG, Baden
SEG	Société des Forces Electriques de la Goule, Saint-Imier

Der Nationale Energie-Forschungs-Fonds NEFF sowie der Kanton Bern sicherten substantielle Beiträge an die Finanzierung der Anlage zu, und das Bundesamt für Energiewirtschaft bewilligte ein Gesuch um Mitfinanzierung des begleitenden Forschungsprogramms.

Im Sommer 1991 wurde der Bau der Anlage in Angriff genommen. Nach einigen Wochen Testbetrieb konnte die Anlage Ende April 1992 im Beisein des schweizerischen Energieministers, Bundesrat Adolf Ogi, eingeweiht werden.

### Projektziele

Die Trägerschaft definierte die Projektziele wie folgt:

Phalk Mont-Soleil ist ein schweizerisches Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekt im Gebiet der photovoltaischen Elektrizitätserzeugung. Das Projekt umfasst die Planung, den Bau und den Betrieb eines nach heutigem Stand technisch und wirtschaftlich optimierten Solarzellen-Kraftwerks mit 500 kW Spitzeneleistung. Das Projekt soll ausgedehnte, auch längerfristige Möglichkeiten für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowohl am Gesamtsystem als auch an einzelnen Komponenten bieten. Ebenso soll es für Ausbildungszwecke genutzt werden können. Der gewählte Standort soll repräsentativ für Gebirgsstandorte mittlerer Höhe in der Schweiz sein.

### Die Wahl des Standorts Mont-Soleil

Der Entscheid für den Standort Mont-Soleil erfolgte nach umfangreichen Vorarbeiten und sorgfältigen Abklärungen. Mögliche Standorte in verschiedenen Regionen der Schweiz wurden geprüft, wobei folgende wichtigste Auswahlkriterien berücksichtigt wurden:

**Höhenlage:** Der ausgewählte Standort sollte repräsentativ für Gebirgsstandorte mittlerer Höhenlage sein.

**Besonnung:** Die lokalen Besonnungsverhältnisse sollten möglichst optimal sein (geringe Beschattung, oberhalb Nebelgrenze).

**Infrastruktur:** Der Standort sollte möglichst gut erschlossen sein, so dass keine langen Zufahrtsstrassen und Leitungen zum Netz erstellt werden müssen.

**Zugänglichkeit:** Der Standort sollte während des ganzen Jahres gut zugänglich sein; eine Verbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln ist wünschenswert.

**Akzeptanz:** Das Projekt sollte bei der lokalen Bevölkerung sowie bei den Behörden von Standortgemeinde und -kanton positiv aufgenommen werden.

**Ästhetik:** Die Einbettung der Anlage in die Landschaft sollte gut möglich sein.

Mit dem relativ geringen Platzbedarf von rund 2 ha (20 000 m<sup>2</sup>) lassen sich in Gebirgsregionen der Schweiz ohne Zweifel viele günstige Standorte finden. Die Projektträger sind jedoch aufgrund der Erfahrungen bei Planung und Bau überzeugt, dass mit dem Standort Mont-Soleil für eine erste Anlage dieser Art in der Schweiz ein nahezu idealer Standort gefunden wurde.

### Allgemeine Erfahrungen beim Bau der Anlage

Im grossen und ganzen konnte der Bau der Anlage gemäss Planung abgewickelt werden. Nach einem wetterbedingt verspäteten Start im Frühsommer 1991 konnte zügig gearbeitet werden. Eine Verzögerung und unvorgesehene Kosten ergaben sich, als eine durch das Grundstück führende Wasserleitung durch die Bauarbeiten beschädigt wurde und auf einer Länge von 150 m ersetzt werden musste. Im Herbst konnte die Verlegung der Kabelkanäle und der Kabel, wiederum wetterbedingt erst später als geplant in Angriff genommen werden, so dass teilweise bei Temperaturen weit unter Null gearbeitet werden musste.

Die Qualität der Arbeiten der beteiligten, meist aus der Region stammenden Unternehmen, war im allgemeinen gut. Rückblickend ist festzustellen, dass zu viele einzelne Firmen an der Anlage beteiligt waren. Probleme mit Kosten, Terminen und «Reibungsverlusten» hätten durch die Zusammenfassung von Aufträgen zu grösseren Arbeitspaketen vermutlich reduziert werden können. Das Budget von 8,4 Mio. Fr. konnte praktisch eingehalten werden, die effektiven Baukosten betragen 8,69 Mio. Fr.

### Montage der Solarmodule

Eines der Ziele des Projekts Phalk Mont-Soleil ist es, einen Beitrag zur Weiterentwicklung und Verbilligung der Solarzellen-Anwendungstechnik zu leisten. Für die Montage der rund 10 000 Solarzellen-Module wurde deshalb anstelle der konventionellen Schraubtechnik (40 000 Schrauben!) ein klebetechnisches Verfahren gewählt.

Der Bauablauf für das Solarzellenfeld war wie folgt: zuerst wurden die Betonfundamente für die Tische erstellt. Anschliessend wurden die Tragstrukturen, bestehend aus zwei vertikalen Pfeilern und einem horizontalen Vierkant-Rohr montiert. Parallel zu diesen Arbeiten wurden in einem 500-m<sup>2</sup>-Zelt auf der Baustelle die Grossmodule hergestellt. Jeweils acht Lamine wurden auf einen Rahmen aus verzinkten Stahlprofilen aufgeklebt.

Diese Grossmodule mit den Dimensionen von 1,3 m x 2,6 m und einem Gewicht von etwa 80 kg wurden dann in das Feld transportiert, mit einem an einen Traktor gekoppelten kleinen Hydraulikkran auf die Tragstruktur aufgesetzt und mit zwei Bolzen verschraubt.

Aufgrund der Erfahrungen kann heute gesagt werden, dass die klebetechnische Montage insgesamt etwas kostengünstiger ist als die Schraubmontage. Die Kosteneinsparungen ergeben sich vor allem durch grössere

zulässige Toleranzen bei den Tragstrukturen sowie durch geringeren Materialaufwand wegen des wegfallenden Gewichts der Modulrahmen.

Bild 1 zeigt einen der 110 «Tische» des Solarzellenfeldes von hinten. Die einfache mechanische Struktur der Tische ist das Resultat von umfangreichen Versuchen und statischen und dynamischen Berechnungen. Die wesentliche mechanische Belastung der Solarzellen und der Montagestrukturen ist durch die relativ hohen auf dem Mont-Soleil auftretenden Windgeschwindigkeiten gegeben.

Als vorläufige Bilanz der verwendeten Klebetechnik können folgende Vor- und Nachteile aufgelistet werden:

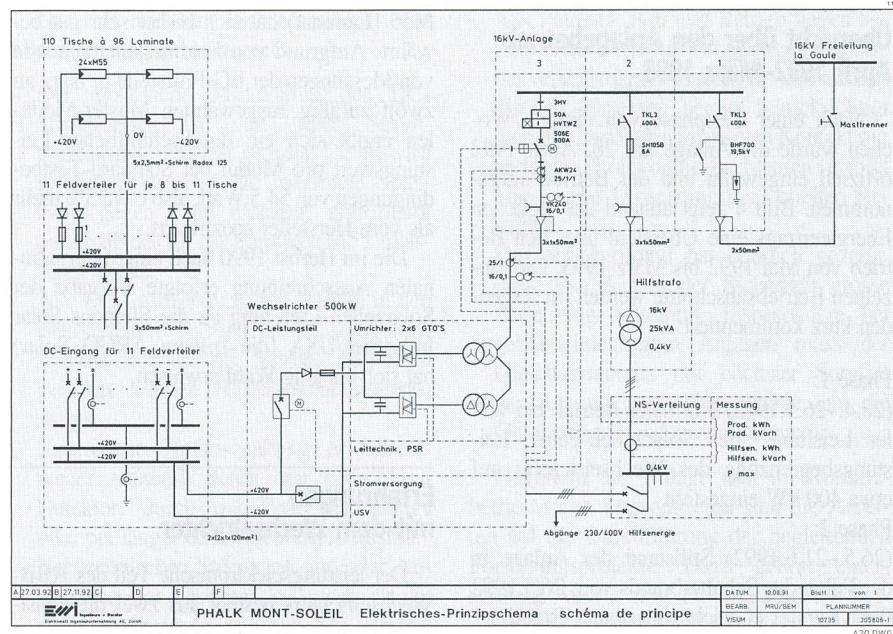
### Vorteile:

- Einfache, schnelle und kostengünstige Montage
  - Keine Korrosionsprobleme Alurahmen/Stahl
  - Gute Spannungsfestigkeit Modul/Erde
  - Leichte, einfache und kostengünstige Tragstruktur
  - Verbesserter Erntefaktor wegen Wegfall von rund 15 t Aluminium
  - Ansprechende Ästhetik

### *Nachteile:*

- Beschädigungsgefahr bei Montage und Unterhalt grösser
  - Grösserer Aufwand beim Auswechseln eines defekten Laminats (etwa 0,5–1 Monteurstunde pro Laminat)
  - Grössere Empfindlichkeit bei Blitz einschlag

Zum letzten Punkt wurden an der Ingenieurschule Burgdorf (ISB) im Rahmen von verschiedenen Semester- und Diplomarbeiten umfangreiche Versuche gemacht. Dabei zeigte es sich, dass ein Stossstrom in der Tragstruktur, der bezüglich Steilheit und Scheitelwert einem natürlichen Blitz entspricht, beim geklebten Modul Schäden bewirken kann. Offenbar entstehen auf der Zelloberfläche (Frontkontakt) Induktionsströme, welche die Sammelelektroden der Zelle thermisch zerstören können, was beim be-



### Bild 3 Elektrisches Prinzipschema der Anlage

treffenden Modul zu einer Abnahme des Füllfaktors führt.

Bild 2 zeigt eine vergrösserte Aufnahme einer derart behandelten Zelle, wo die Unterbrüche in den Leiterbahnen deutlich sichtbar sind.

Insgesamt kann aber gesagt werden, dass die Empfindlichkeit von Solarzellen-Modulen bei Stromstößen in der Montagestruktur gering ist. Über die Wirkung eines direkten Überschlags auf den Zellen-Stromkreis ist damit natürlich noch nichts ausgesagt.

Zusammengefasst darf die vorläufige Bilanz über die angewandte Klebetechnik als positiv beurteilt werden. Nach dem zweiten Winter kann über das Langzeitverhalten noch wenig ausgesagt werden, auch wenn bisher keinerlei Anzeichen von Alterung der Klebefugen zu beobachten sind. Aufgrund von Erfahrungen mit der Klebetechnik in anderen Bereichen, zum Beispiel Fassadenbau («structural glazing»), werden auch längerfristig keine größeren Probleme erwartet.

Einheit verbunden, die im folgenden «Tisch» genannt wird (Bild 1).

Jeder der 110 Tische enthält zwei elektrische Stränge (Strings) mit je 48 in Serie geschalteten Modulen. Die Verschaltung ist gegenüber dem Erdpotential symmetrisch, das heißt die Betriebsspannung der Stränge von 840 Volt teilt sich auf einen positiven und einen negativen Pol auf mit +420 bzw. -420 V Spannung. Jeder Tisch weist eine Nennleistung von etwa 5 kW auf.

Jeweils acht bis elf Tische werden elektrisch zu einem Teilfeld von rund 50 kW Leistung zusammengefasst. Die Kabel von den entsprechenden Tischen führen zu einem Feldverteil-Kasten, der die Strangdioden, Sicherungen, Überspannungsableiter sowie Lasttrennschalter enthält. Von den insgesamt elf Feldverteilern führt je ein Leistungskabel zur Zentrale.

Diese Kabel ( $3 \times 50 \text{ mm}^2$ ) werden zunächst auf einen Klemmenkasten im Untergeschoss des Technikgebäudes geführt. Dieser enthält wiederum Überspannungsableiter sowie Messwandler, die für die Fehlerstrom-Detektion benötigt werden.

Im Erdgeschoss direkt oberhalb des Klemmenkastens ist der DC-Eingangsschrank montiert. Er enthält Strom- und Spannungswandler für die Messung der einzelnen Teilfelder, die entsprechenden Anzeigegeräte sowie Lasttrennschalter, welche mit denen in den Feldverteilern identisch sind. Vom DC-Eingangsschrank wird die Energie dem DC-Hauptschalschrank zugeführt und von dort zum Wechselrichter. Der Wechselrichter arbeitet auf zwei Transformatoren, die über eine standardmässige 16-kV-Schaltanlage mit dem Netz gekoppelt sind.

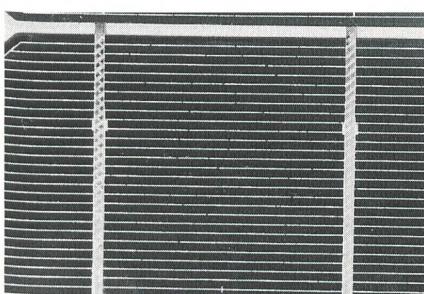


Bild 2 Durch Stossströme in der Montagestruktur  
beschädigte Solarzelle

## Betriebserfahrungen

## Anlagekonzept

Da sich die Betriebserfahrungen mit der Anlage Phalk Mont-Soleil vorwiegend auf den elektrotechnischen Teil beziehen, sei zunächst das technische Konzept vorgestellt. Bild 3 zeigt das Übersichtsschema des gesamten Kraftwerks.

Das Solarzellenfeld besteht aus 10560 Modulen des Typs Siemens M55 mit je 53 Watt Nennleistung. Jeweils 96 Module sind zu einer mechanischen und elektrischen

### Übersicht über den Anlagebetrieb April 1992–März 1993

Nach einer Testphase von einigen Wochen wurde die Anlage am 28. April 1992 offiziell eingeweiht und der Betrieb aufgenommen. Bild 4 zeigt anhand des täglichen Energieertrags eine Übersicht über den Betrieb von Mai 1992 bis März 1993. Die einzelnen Betriebsabschnitte werden im folgenden kurz kommentiert:

#### Phase 1:

(28.4.–26.5.1992) Normaler Betrieb bei voller Leistung des Solarzellen-Felds, Leistungsbegrenzung des Wechselrichters auf etwa 400 kW eingestellt

#### Phase 2:

(26.5.–21.6.1992) Stillstand der Anlage in der Folge des Schalterbrands vom 26.5.1992 (vgl. Kapitel «Gleichstromschalter-Brand»)

#### Phase 3:

(22.6.–12.10.1992) Betrieb mit reduzierter Leistung (18% der Nennleistung bzw. 2 von 11 Teilfeldern)

#### Phase 4:

(12.–21.10.1992) Stillstand wegen Montagearbeiten zur Wiederinbetriebnahme

#### Phase 5:

(ab 22.10.1992) Betrieb bei voller Leistung

Infolge der Stillstandsperioden bzw. der Periode mit reduzierter Leistung kann heute noch keine definitive Aussage über den erzielbaren Jahresenergie-Ertrag gemacht werden. Erste Abschätzungen zeigen jedoch, dass die ursprünglich berechnete Zahl von 720 000 kWh voraussichtlich etwas zu optimistisch ist.

### Erfahrungen mit dem Solar-generator

Der aufgrund der günstigsten Systemkosten ausgewählte Solarmodultyp Siemens

M55 (Laminat) hat sich bisher sehr gut bewährt. Aufgrund von Feldmessungen sowie von Messungen der EG-Prüfstelle in Ispra an zwölf zufällig ausgewählten Muster-Modulen ergibt sich ein durchschnittlicher Leistungswert pro Modul bei Standard-Testbedingungen von 54,5 Watt, also etwa 3% mehr als vom Hersteller spezifiziert.

Die im Herbst 1990 nach einer internationalen Ausschreibung erfolgte Vergabe der Solarzellen-Lieferung an die Siemens Solar Industries/USA (die frühere ARCO Solar) hat sich als gute Wahl erwiesen.

### Erfahrungen mit dem Wechselrichter

Der leistungselektronische Teil des ABB-Wechselrichters besteht aus zwei dreiphasigen Brücken mit je sechs GTOs. Diese sind auf der Gleichstromseite parallel geschaltet und arbeiten wechselstromseitig auf zwei separaten Transformatoren, welche sekundärseitig in Serie geschaltet sind und damit die erforderliche Spannung von 16 kV erreichen.

Die GTOs arbeiten mit einer fünffachen Taktung, das heisst einer Schaltfrequenz von 250 Hz. Durch die Wahl eines geeigneten Taktmusters kann ein relativ verzerrungsarmer Strom erzeugt werden; auf passive Filterung wurde deshalb zunächst verzichtet.

Das Leitsystem des Wechselrichters basiert auf einem programmierbaren schnellen Rechner (PSR) der von ABB bei vielen grösseren Umrichtern eingesetzt wird. Damit ist der Wechselrichter sehr flexibel und kann bei Vorliegen neuer Erkenntnisse leicht nachoptimiert werden. Eine Änderung des «Maximum Power Tracking»-Algorithmus zum Beispiel kann rein softwaremässig erfolgen.

In der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme ergaben sich einige Wechselrichter-Ausfälle wegen Störimpulsen auf der Hilfsenergie-

Versorgung. Durch Einbau von Filtern und verbesserter Erdung konnten diese Fehlerquellen eliminiert und ein zuverlässiger Betrieb des Wechselrichters erreicht werden.

Der Wirkungsgrad des Wechselrichters ist sehr gut und entspricht innerhalb der Messgenauigkeit den spezifizierten Werten. Bild 5 zeigt den Verlauf des Wirkungsgrads in Funktion der DC-Leistung.

### Der Gleichstromschalter-Brand vom 26. Mai 1992

Am 26. Mai 1992 ereignete sich auf der Anlage Mont-Soleil ein Schalterbrand im DC-Teil, der zwar nicht einen sehr grossen Schaden bewirkte, hingegen dazu führte, dass die Anlage eine gewisse Zeit ausser Betrieb genommen und anschliessend während einer längeren Periode nur mit einem Teil der Leistung betrieben werden konnte.

Um die aus diesem Ereignis gewonnenen Erfahrungen weiterzugeben, soll im folgenden etwas ausführlicher über dessen Hintergründe und die daraus gezogenen Lehren berichtet werden.

Bereits während des Testbetriebs im März/April 1992 wurde festgestellt, dass die Leistungsschalter, mit welchen manuell einzelne Teilfelder von je etwa 50 kW zu- bzw. weggeschaltet werden können, unter ungünstigen Umständen den Stromkreis nicht zu unterbrechen vermögen.

Um die Anlage trotz dieser erkannten Schwachstellen bis zu deren Behebung weiter betreiben zu können, wurde eine provisorische Bedienungsvorschrift erlassen, gemäss welcher diese Schalter nur in stromlosem Zustand betätigt werden sollten. Gleichzeitig wurde das Problem dem Lieferanten unterbreitet und ein Vorschlag zur Nachbesse rung verlangt. Ebenfalls wurden nochmals verschiedene Schaltertypen, die als Ersatz für die eingebauten Typen dienen könnten, evaluiert. Im weiteren wurde beschlossen, vor dem Einsatz neuer Schalter dieselben auf der Anlage zu testen.

Diese Arbeiten waren im Gange, als am 26. Mai 1992 – einem sehr sonnigen Tag – eine Ingenieurequipe Einstellungsarbeiten am Wechselrichter vornahm. Die Anlage wurde dazu abgeschaltet und das Solarzellenfeld aus Sicherheitsüberlegungen kurzgeschlossen.

Nach etwa einer Stunde Kurzschlussbetrieb hörte einer der anwesenden Ingenieure einen Zischton aus dem Schalterschrank, in dem die Feldschalter installiert waren. Als Ursache wurde sofort ein Lichtbogen in einem Schalter vermutet. Durch Öffnen des Kurzschliessers wurde versucht, den Stromkreis zu unterbrechen. Da der Lichtbogen zu diesem Zeitpunkt aber nicht mehr nur im Kontaktbereich des Schalters, sondern be-

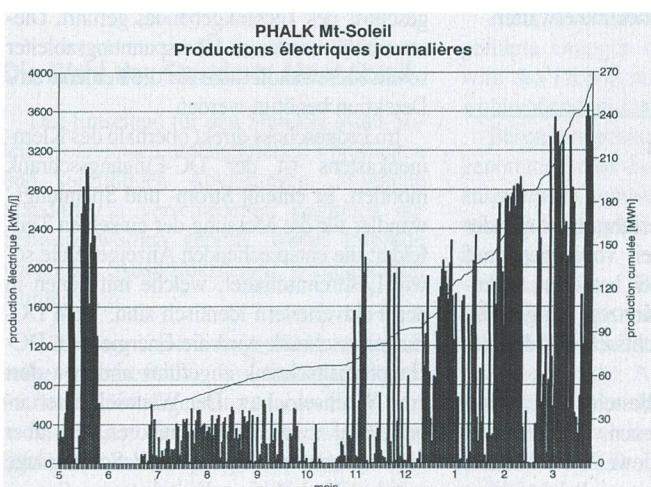


Bild 4 Tageserträge des Kraftwerks Mai 1992–März 1993

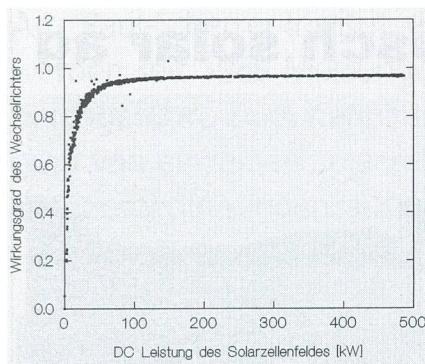


Bild 5 Wechselrichter-Wirkungsgrad  
(Messwerte vom März 1993)

reits zwischen Plus- und Minuspol der Sammelschiene brannte, hatte das Öffnen des Kurzschlissers nicht den gewünschten, sondern einen gegenteiligen Effekt. Anstelle eines Stroms von rund 50 A, mit dem der primäre Lichtbogen gespiesen wurde, flossen nach Öffnung des Kurzschlissers der volle Anlagestrom von über 500 A über den Lichtbogen. Natürlich wurde daraufhin der Kurzschliesser sofort wieder eingeschaltet, worauf der Lichtbogen nach kurzer Zeit verlöschte. Das ganze Ereignis spielte sich innerhalb weniger Minuten ab, hatte aber zur Folge, dass der betroffene Schaltschrank vollständig verrusst war. Wegen dieser Verschmutzung und der durch die Verbrennung von Kunststoffen entstandenen korrosiven Gase war eine Reparatur dieses Schranks nicht möglich.

Eine sorgfältige Analyse des Schadensfalls ergab, dass das Ereignis vermutlich wie folgt abgelaufen war:

Die eingesetzten Feldschalter verfügten über eine thermische Auslösung, die auf 80 A eingestellt war. Bei einem Schalter löste dieser Leitungsschutz aus, obwohl nur ein Strom von maximal 60 A floss. Offenbar war das Thermopaket defekt. Da der von Kurzschluss auf Leerlauf schaltende Schalter die dabei entstandene Spannungsdifferenz von rund 1000 V nicht abzuschalten vermochte, entstand zunächst in den Kontaktkammern ein Lichtbogen mit den oben beschriebenen Folgen.

Aufgrund des beschriebenen Ereignisses wurde beschlossen, den DC-Teil der Anlage und insbesondere das Schutzkonzept genau zu überprüfen und Massnahmen zu ergreifen, die einen ähnlichen Zwischenfall in Zukunft ausschliessen sollten. Die Priorität wurde dabei bewusst auf die Verbesserung der Anlagensicherheit und nicht auf eine möglichst rasche Wiederinbetriebnahme gelegt.

Um während der Reparaturzeit die Anlage dennoch betreiben zu können, wurden zwei der elf Teilfelder provisorisch direkt auf den DC-Hauptschalter geschaltet.

Das nun realisierte Schutzkonzept weist folgende Hauptelemente auf:

- Der elektrische Mittelpunkt des DC-Stromkreises ist nun (über Stromtransformatoren) fest geerdet. Damit wird im Erdschluss-Fall die maximale Spannung gegen Erde reduziert und bleibt unterhalb des für die Laminate M55 zulässigen Werts.
- Alle DC-Lasttrennschalter, sowohl in den Feldverteilern als auch im DC-Eingangsschrank können bei Störung elektrisch geöffnet werden (Unterspannungsauslösung).
- Eine solche «Notabschaltung» erfolgt entweder manuell, durch den Erdschluss-Detektor, durch die Feuermeldeanlage oder bei länger dauerndem Stromausfall.
- Bei technischen Störungen und/oder Ansprechen der Feuermelde-Anlage erfolgt eine Alarmierung der für den Betrieb verantwortlichen Elektrizitätsgesellschaft (La Goule).

### Schlussfolgerungen und Ausblick

Ein knappes Jahr nach Inbetriebnahme des Solaranlagen auf dem Mont-Soleil kann eine erste Bilanz wie folgt gezogen werden:

- Das Kraftwerk arbeitet – nach Überstehen der beschriebenen Kinderkrankheiten – gut. Die spezifischen Leistungswerte werden im wesentlichen erreicht, wobei über den Jahresertrag noch keine definitive Aussage gemacht werden kann.

- Aus Planung, Bau und Betrieb liegen bereits viele wertvolle Erfahrungen vor, die bei verschiedenen neueren in- und ausländischen Projekten bereits berücksichtigt wurden. Durch den intensiven Kontakt mit anderen Photovoltaik-Fachleuten erfolgt eine rasche Umsetzung der erzielten Resultate.
- Der Schalterbrand hat deutlich gezeigt, dass dem Aspekt der Sicherheit grosse Bedeutung zukommt. Insbesondere bei gebäudeintegrierten Anlagen muss der Gleichstromkreis mit höchster Sorgfalt geplant und ausgeführt werden, um die Gefahr von Bränden zu minimieren.

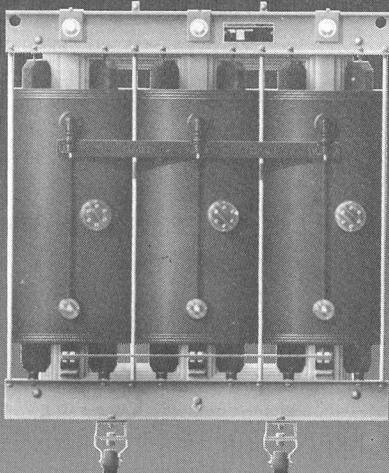
Nachdem die Anlage nun im Routinebetrieb steht, konzentrieren sich die Arbeiten auf die Durchführung der begleitenden Forschungsprojekte. Dazu gehört einerseits die Auswertung der anfallenden Messdaten, andererseits die Planung und Ausführung neuer Forschungsvorhaben. Die als Experimentierfeld reservierte Fläche im Kraftwerkssareal soll mit neuwertigen, hocheffizienten Solarzellensystemen bestückt werden, um die Verbesserungsmöglichkeiten durch neue Technologien im Feldversuch zu prüfen. Ebenso sind verschiedene spezielle Studien an der laufenden Anlage im Gang oder geplant mit dem Ziel, Möglichkeiten zur Verbesserung der Kosteneffizienz zu finden. Das Projekt Phalk Mont-Soleil ist also keineswegs abgeschlossen, sondern soll in den folgenden Jahren noch viele weitere wertvolle Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen vermitteln.

## La centrale solaire Phalk Mont-Soleil: expériences opérationnelles et premier bilan

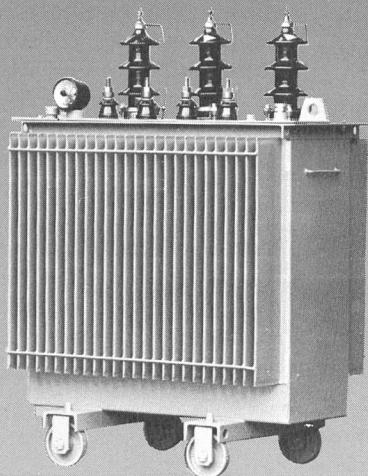
Une année à peine après la mise en exploitation de la centrale solaire de Mont-Soleil, il est possible de tirer le premier bilan suivant: à part quelques vices de mise en train, la fiabilité de la centrale est bonne. Les valeurs de puissance spécifiques sont en grande partie atteintes; un calcul définitif du rendement annuel ne peut toutefois pas encore être présenté. De nombreuses et intéressantes expériences concernant la planification, la construction et l'exploitation ont déjà été faites, expériences qui ont été prises en considération pour de nouveaux projets suisses et étrangers. Grâce aux contacts étroits avec d'autres professionnels du photovoltaïque, les résultats obtenus peuvent être mis rapidement en pratique. L'installation étant maintenant normalement opérationnelle, les travaux portent dès à présent sur la réalisation des projets de recherche complémentaires tels que le dépouillement des données de mesure enregistrées ainsi que la planification et la concrétisation de nouveaux projets de recherche.

# Unsere Transformatoren

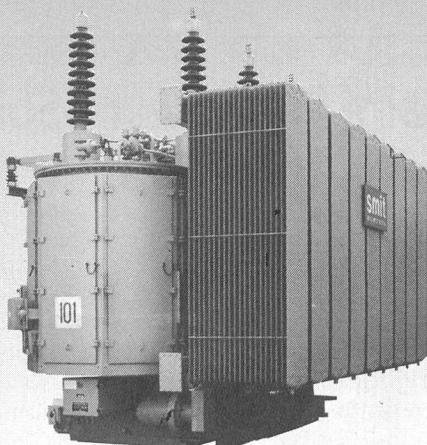
## Giessharz-Netztransformatoren



## Öl-Netztransformatoren



## Großtransformatoren

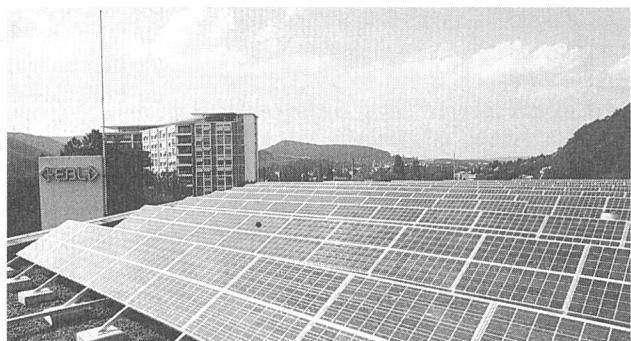


Unsere Produkte sind nicht nur preisgünstig, auch die Verluste werden optimiert. Wir unterbreiten Ihnen gerne ein Angebot.

**ELTAVO Walter Bisang AG**  
Elektro- und Industrieprodukte  
CH-8222 Beringen/Schaffhausen  
Tel. 053/35 31 81/Fax 053/35 31 52

**eltavo**

# glas Trösch solar ag



18-kWp-PV-Anlage in Liestal (Flachdachmontage)

## Ihr Spezialist für Planung und Realisierung von Photovoltaikanlagen

- Optimierte Flachdach-Systeme
- Modular aufbaubare Schrägdach-Systeme
- Dachintegrierte Solarzellenfelder
- Fassadenintegration: Die neue energiebewusste Architektur mit unbegrenzten Möglichkeiten

Verlangen Sie weitere Unterlagen bei:  
Glas Trösch Solar AG, 4937 Ursenbach  
Tel. 063 56 38 56      Fax 063 56 32 31

**STROM VOM HAUSDACH**

Qualitäts- und Hochleistungskomponenten einzeln oder im Set bei



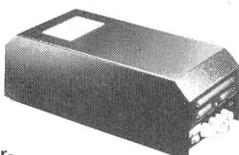
**HOLINGER SOLAR AG**  
**CH-4410 Liestal**

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 2-4 Geräten, RS232 für Auswertungssoftware PV-Data, u. v. m. SUN-KING 1000 für Anlagen bis 1,3 kWp + 15%: 3900.– exkl. Wust SUN-KING 1800 für Anlagen bis 2,3 kWp + 15%: 5000.– exkl. Wust SUN-KING 5000 für Anlagen bis 6,4 kWp + 15%: 9950.– exkl. Wust SUN-KING PV-Data Auswertungssoftware: 800.– exkl. Wust



### Photovoltaik-Solarmodule:

monokristallin, 10 Jahre Garantie, Leistungstoleranz 5%  
 BP 270      70 Wp 17,0 Vmpp 1188 x 530 mm  
 BP 275      75 Wp 17,0 Vmpp 1188 x 530 mm  
 BP 495      95 Wp 30 Vmpp 1188 x 530 mm  
 GPV 110M    110 Wp 33 Vmpp 1300 x 650 mm



Verlangen Sie Datenblätter, Set-Preise, Referenzliste, Fragebögen und/oder eine konkrete Offerte.