



Einweihung, 28. April 1992

## Sonnenkraftwerk Mont-Soleil

### Photovoltaisches Solarkraftwerk PHALK Mont-Soleil

---

#### Projekt-Kurzbeschreibung

Spitzenleistung des Solarzellenfelds bei STC	560 kW DC
Wechselstromausgangsleistung 16 kV (bei STC)	500 kW AC
Photovoltaik-Betriebsspannung	840 VDC ( $\pm 420$ V)
Solarzellenfläche	4'500 m <sup>2</sup>
Neigung der Solarzellenfelder	50°
Anlage-Gesamtfläche	20'000 m <sup>2</sup>
Jährlicher Energieertrag	720'000 kWh

#### Auftraggeber/Betreiber

Projektinitiative durch Elektrowatt AG, Zürich und die Bernischen Kraftwerke BKW. Das heutige Realisierungskonsortium umfasst neben den beiden Initianten einen Partner aus der Industrie und neun Elektrizitätsgesellschaften.

Die Finanzierung des Projekts erfolgt durch das Konsortium, wobei der Nationale Energie-Forschungs-Fonds NEFF und der Kanton Bern sich mit namhaften Beiträgen beteiligen.

Der Routinebetrieb des PV-Kraftwerks wird durch das lokale Elektrizitätswerk Société des Forces Electriques de la Goule erfolgen. Das ausgedehnte Mess- und Forschungsprogramm wird durch eine Trägerschaft aus Industrie, Hochschulen, Ingenieurschulen mit finanzieller Beteiligung der Eidgenossenschaft durchgeführt werden.

#### Standort

Auf einer Sommerweide oberhalb von Saint-Imier im Berner Jura auf einer Höhe von 1'270 m ü.M. Koordinaten km 566.0/223.7. Gelände relativ eben, Neigung von ca. 6° gegen SSE, Südabweichung ca. 30°. Lage oberhalb der üblichen Nebelgrenze. Auf Grund der METEONORM-Daten kann für diesen Standort mit einer Einstrahlung von ca. 1'400 kWh/m<sup>2</sup>a gemessen auf Panelebene gerechnet werden.

Der gewählte Standort für das Solarzellenkraftwerk ist repräsentativ für einen Gebirgsstandort mittlerer Höhenlage. Die Besonnung ist dank geringer Beschattung und weitgehender Nebelfreiheit optimal. Der Standort erfordert von der Infrastruktur her weder lange Zufahrtswege noch grossen Aufwand für den Mittelspannungsnetzanschluss. Wasser und Telefonanschluss sind ebenfalls verfügbar. Der Standort ist ganzjährig gut zugänglich, auch mit öffentlichen Verkehrsmittel, fügt sich gut in die Landschaft ein und ist von der lokalen Bevölkerung und den Behörden gut akzeptiert.

Nach Inbetriebnahme ist beabsichtigt, das Areal des Solarkraftwerks als Schafweide zu nutzen.

## **Projektziel**

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 Solarzellenkraftwerks mit 500 kW Spitzenleistung. 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.

## **Potovoltaik-Generator**

Die insgesamt 10'560 ungerahmten, monokristallinen Solarzellenlamine vom Typ Siemens M55 sind auf 110 Tragkonstruktionen, Tische genannt, in hangparallelen Reihen aufgestellt. Jede Tragkonstruktion besteht aus zwei Köcherfundamenten, in welche ein Stahlträger einbetoniert ist. Die Stahlträger sind durch ein solides Stahlprofil miteinander verbunden, auf dem je 12 vorfabrizierte Grossmodule mit acht Solarzellenlaminaten montiert sind, die mittels Silikonklebetechnik auf der Stahlkonstruktion befestigt sind. Ein Tisch umfasst also 96 Lamine mit einer Gesamtleistung von 5 kW. Die gewählte Montageart ist das Resultat einer Optimierung aus Wetter- und Klimaresistenz (Wind, Schnee, Regen), Dauerhaftigkeit, Montagefreundlichkeit und Kostenaufwand.

Bedingt durch eine im Boden verlegte Trinkwasserleitung der Gemeinde Saint-Imier ist das Feld in eine östliche und westliche Hälfte unterteilt. Elektrisch ist das Solarzellenfeld aus fünf parallelen Teilfeldern zusammengesetzt. Die Betriebsspannung beträgt 840 VDC mit geerdetem Mittelpunkt, entsprechend  $\pm 420$  V. Der Strom aus der 4'500 m<sup>2</sup>-Solarzellenfläche erreicht maximal 670 A.

## **Netzeinspeisung**

Direkt oberhalb des PHALK-Areals verläuft eine bestehende Mittelspannungsfreileitung 16 kV des lokalen Werkes Société des Forces Electriques de la Goule, in die die Energie aus dem Solarzellenfeld eingespeist wird.

## **Wechselrichter**

Niederfrequent getakteter, selbstgeführter 500 kW-GTO-Wechselrichter mit zwei Gruppen zu sechs Schaltelementen. Diese werden mit max. 250 Hz versetzt getaktet und über zwei unterschiedlich verschaltete Transformatoren (Stern, resp. Dreieck) mit dem 16 kV-Netz verbunden. Dieses Konzept ergibt einen guten Wirkungsgrad bei geringem Oberwellenanteil.

Der Inverter ist so ausgelegt, dass er später mit einem hochfrequent getakteten, pulsbreitenmodulierten Wechselrichter kleinerer Leistung (z.B. 100 kW) kombiniert werden kann. Dieser kleine Wechselrichter kann im tiefen Teillastbereich mit hohem Wirkungsgrad selbständig arbeiten und wird bei höheren Leistungen im Parallelbetrieb mit dem Hauptwechselrichter die Rolle eines aktiven Oberwellenfilters übernehmen. Die Vorabklärungen für dieses Konzept werden gemeinsam vom Institut für Automatik und Industrielle Elektronik der ETH Zürich und ABB Drives AG durchgeführt.

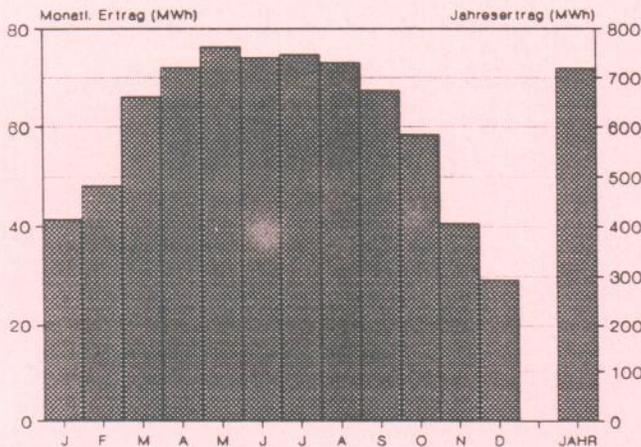
## Spezielles

Das heutige Projekt eines 500 kW-Solarzellenkraftwerks auf dem Mont-Soleil basiert auf mehrjährigen Vorarbeiten. In den Jahren 1986/87 wurde von der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich (EWI), eine standortunabhängige Konzeptstudie mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Energiewirtschaft erarbeitet. Der Titel der Studie "PHALK 500" ergab sich als Abkürzung für Photovoltaisches Alpines Kraftwerk mit 500 kW Leistung.

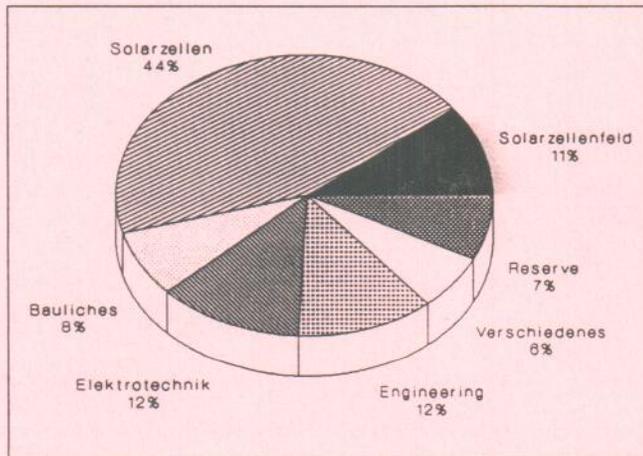
Die Anlagekosten für PHALK Mont-Soleil wurden auf 8,4 Mio Franken veranschlagt (ohne die Kosten des Forschungs- und Entwicklungsprogramms). Davon entfallen 44% auf die Solarzellenlaminate. Die Aufteilung der Anlagekosten ist aus dem beigelegten Diagramm ersichtlich. Da es sich beim PHALK Mont-Soleil um ein Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekt handelt, steht die Frage der Wirtschaftlichkeit bzw. der Strom-gestehungskosten nicht im Zentrum. Man erwartet heute Kosten von ungefähr einem Fr. 1.10 pro kWh.

## Zeitplan

Beginn der Bauarbeiten im Sommer 1991. Offizielle Inbetriebnahme im Frühjahr 1992.



Jahresverlauf der erwarteten monatlichen Elektrizitätsproduktion



Aufteilung der Anlagekosten