

## **Das photovoltaische Forschungs- und Entwicklungszentrum Mont-Soleil**

---

Dr. Rudolf Minder, Elektrowatt Ingenieur-Unternehmung AG, Zürich

### Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm

Mit dem Projekt Mont-Soleil ist ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm (F+E) verbunden, das wiederum ein Basisprogramm zur detaillierten Einschätzung der Leistungsfähigkeit der Anlage einschliesst. Besonders interessieren dabei die mit grossen Photovoltaik-Systemen zusammenhängenden Gesichtspunkte. Die Daten werden mit Hilfe eines modularen Erfassungssystems auf PC-Basis gesammelt und dann über eine stehende Telefonleitung an die Ingenieurschule in Saint-Imier weitergegeben, wo sie von einem Mikro VAX Computer analysiert werden.

Auf dem Gelände der Anlage sind zusätzlich etwa 1000 qm für die Aufstellung von PV-Modulen oder anderen, technisch neuen oder verbesserten Systemen vorgesehen. Die vorhandene Infrastruktur (Datenerfassung, meteorologische Apparate) ermöglicht es, die Leistung neuer Produkte und Konzepte schnell und genau zu beurteilen und sie mit der vorhandenen Technologie zu vergleichen. Das F+E-Programm beinhaltet die Entwicklung neuer Montagearten sowie die Arbeiten am "Hybrid-Inverter".

### Erfahrungen mit dem Betrieb der Anlage

#### **Allgemeine Erfahrungen**

Die Anlage Mont-Soleil wurde im März 1992 ans Netz angeschlossen. Mehrere Wochen lang wurden vor allem am Subsystem des Inverters kleinere Änderungen vorgenommen, um das stabile und sichere Arbeiten des Systems zu gewährleisten. Anfang Mai funktionierte alles gut. Nun liess man die Anlage für einige Zeit mit begrenzter Leistung laufen, wobei die maximale Leistung auf 440 kW gedrosselt wurde. Ende Mai wollte man dann volle Last fahren, ab da geschah der Zwischenfall mit dem Gleichstromschalter. Im Juni wurde die

Anlage ohne die beschädigten Teile neu in Betrieb genommen, wobei vorübergehend zwei (von elf) Felder an den Hauptgleichstromschalter angeschlossen wurden. Seitdem läuft die Anlage problemlos, und es kam zu keinen unvorhergesehenen Abschaltungen mehr.

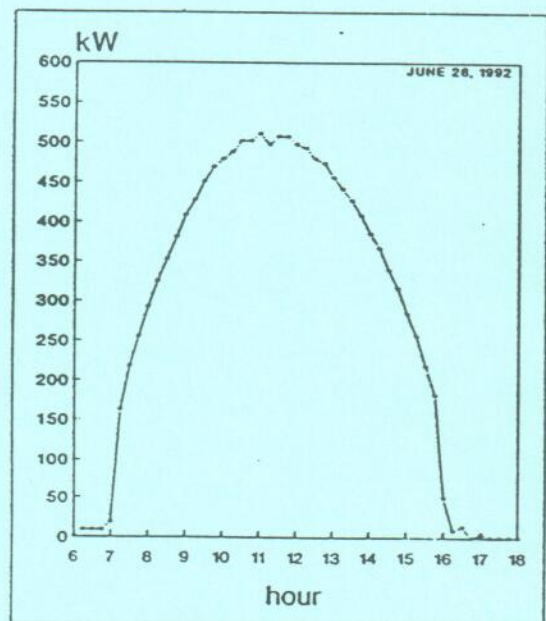
Ein Jahr nach der Installation gibt es keine grösseren Schwierigkeiten mit den geklebten Laminaten. Nur ein einziges von 10'560 Modulen fiel ohne ersichtlichen Grund aus. Ebenfalls nur einmal kam es zu einem Kurzschluss zwischen den Zellen und dem Stahl der Haltekonstruktion.

### Leistung der Anlage

Da die Anlage mit begrenzter Kraft gefahren wurde, muss die absolute Leistungsfähigkeit aus den vorhandenen Daten extrapoliert werden. Die Berechnungen ergeben, dass die Höchstabgabe von 500 kW an das 16 kV-Netz bei einer Einstrahlung von 1000 W/qm erreicht oder leicht übertroffen wird.

#### Legende:

Die Abbildung zeigt die Leistung bei klarem Himmel.

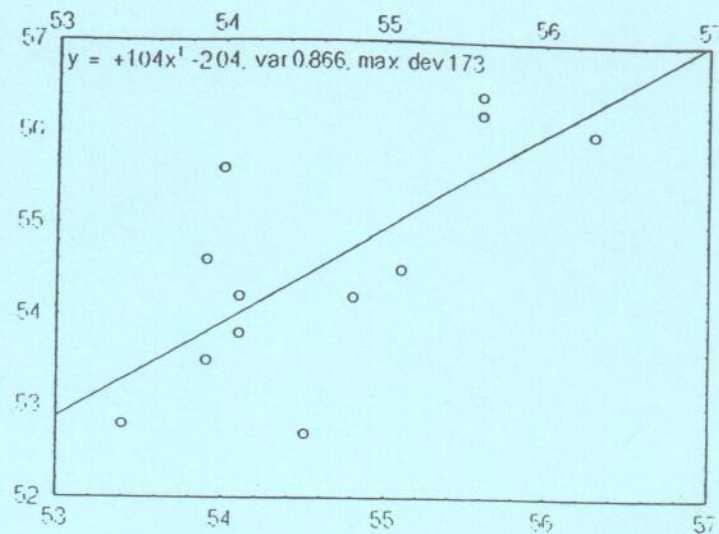


Die Leistung des PV-Generators selbst wurde auf zweierlei Weise gemessen. Zuerst wurde eine Stichprobe von 12 Laminaten zur ESTI in Ispra (ein europäisches Forschungszentrum in Italien) gebracht, wo ihre Stromspannungskennlinien gemessen wurden. Die dort festgestellten Werte stimmen gut mit den Angaben des Herstellers, der Siemens Solar Industries, überein. Weiter wurde ein Teil des PV-Feldes mit einem Stella-Stromspannungskennlinien-Kurvenscanner gemessen. Beide Methoden ergaben für die STC-Leistung einen Wert zwischen 54.5 und 55 W pro Panel. Daraus ergibt sich eine installierte Gesamtleistungsfähigkeit STC der Anlage von 580 kW +/- 5 kW.

Dieser Wert übertrifft die Durchschnittsangabe für Siemens M55 um 3 % - ein ungewöhnliches aber sehr befriedigendes Ergebnis.

**Legende:**

STC-Angaben der Leistung von 12 als Stichproben gezogenen Modulen. Die vertikale Achse zeigt die Messungen von Siemens, während die horizontale die JRC/ESTI-Messungen zeigt (beide in Watt).

Kosten - Wirtschaftlichkeit**Investiertes Kapital**

1990 waren 8,4 Millionen Schweizer Franken für den Bau des PV-Kraftwerkes Mont-Soleil bereitgestellt worden. In dieser Summe waren die Kosten für das Datenerfassungssystem und das F+E-Programm nicht eingeschlossen. Die wirklichen Kosten belaufen sich auf rund 8,5 Millionen Franken. Angesichts der Geldentwertung haben sich die Kosten exakt im Rahmen des Voranschlags gehalten: 43 % der bereitgestellten Summe wurden für die Lamine und 10 % für den Inverter ausgegeben. Die spezifischen Kosten der Anlage belaufen sich also auf 17'000 Franken pro kW Wechselstromleistung oder 15'000 Franken pro kW Gleichstromleistung.

**Kosten der Elektrizitätsproduktion**

Aufgrund einer Computersimulation wird die Jahresenergieproduktion der Anlage Mont-Soleil auf etwa 700'000 JWh geschätzt.

Die jährlichen Kosten der Anlage sind wie folgt:

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Kapitalkosten (Jahreszins 8.6 %) | 730'000 Franken |
| Betrieb und Unterhalt            | 50'000 Franken  |
| Jahreskosten insgesamt           | 780'000 Franken |

Also belaufen sich die Kosten der Elektrizitätsproduktion auf Franken 1.10 pro kWh. Diese Zahl ist natürlich nicht besonders interessant, da das Projekt ja nicht im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit erstellt wurde, sondern den Zwecken der Forschung, Entwicklung und Demonstration dienen soll. Doch zeigt der wirtschaftliche Aspekt dieser Form der Elektrizitätserzeugung, dass es noch lange dauern wird, bis PV-Anlagen in der Schweiz Strom zu konkurrenzfähigen Preisen liefern können.