



GESELLSCHAFT
MONT-SOLEIL
C/O BKW ENERGIE AG

VIKTORIAPLATZ 2
CH-3000 BERN 25
TELEFON +41 (0)58 477 51 11
TELEFAX +41 (0)58 477 56 35
www.societe-mont-soleil.ch

Mont-Soleil, 27. Mai 2015

Es gilt das gesprochene Wort

MONT-SOLEIL – 25 JAHRE PHOTOVOLTAIK-FORSCHUNG

Dr. Rudolf Minder, Leiter Forschung Gesellschaft Mont-Soleil

Einleitung und Hintergrund

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auf dem Gebiet der Photovoltaik war von Beginn an eines der Hauptziele des Projekts Sonnenkraftwerk Mont-Soleil. Die wichtigsten Tätigkeiten sind dabei:

- Betrieb des Sonnenkraftwerkes und die technisch-wissenschaftliche Auswertung seines Langzeitverhaltens.
- Die Führung eines internationalen Testzentrums zur Erprobung neuer Komponenten und Systeme.
- Die Information der Öffentlichkeit über das Sonnenkraftwerk und das Testzentrum sowie über die gewonnenen Erkenntnisse.

Diese von den Partnern der Gesellschaft aktiv mitgetragenen Ziele wurden und werden in verschiedenen Forschungsprojekten mit internen und externen Partnern umgesetzt.

Internationale Forschungs-Zusammenarbeit

Bereits während der Planungsphase 1990-92 wurde die internationale Zusammenarbeit intensiv gepflegt. Zu dieser Zeit gab es in Europa keine Anlage, die eine Leistung über 300 kW aufwies. Nur in den USA waren – auf Grund der staatlichen Förderung – in Kalifornien einige Grossanlagen gebaut worden. Das Interesse an dieser Technologie war jedoch auch in Europa vorhanden, sodass sich im Rahmen des EU-Forschungsprogramms «Joule 2» eine Gruppe von interessierten Experten mit dem Engineering von grossen PV-Anlagen befasste. Der Austausch mit Fachleuten aus Italien, Spanien, Deutschland und anderen Ländern erwies sich als wertvoll für die Planung der Anlage Mont-Soleil.

Eine wichtige Gelegenheit für die Vertiefung der internationalen Zusammenarbeit ergab sich im Oktober 1992, als in Montreux die 11. Europäische Photovoltaik-Konferenz stattfand. Die GMS wurde eingeladen, das sich in der Testbetriebsphase befindliche Projekt in einem Plenarvortrag vorzustellen. Ebenfalls wurden für die Konferenzteilnehmer Besichtigungsmöglichkeiten für die Anlage angeboten und rege benutzt. Besonderes Interesse fanden dabei die von der GMS offen kommunizierten Probleme mit den Gleichstromschaltern, die während der Testphase auftraten und zu Schäden in einem Schaltschrank führten. Man darf davon ausgehen, dass diese an sich

Partnerunternehmungen:

BKW Energie AG, ABB Schweiz AG, AEK Energie AG, AEW Energie AG, onyx Energie Mittelland AG, Société des Forces Electriques de La Goule SA.

Affilierte Partner:

Bourgeoisie de Saint-Imier, Municipalité de Saint-Imier.



negative Erfahrung den Planern anderer Grossanlagen wertvolle Informationen zur Optimierung ihrer Systeme und Verbesserung deren Sicherheit geliefert hat.

Interessante Möglichkeiten der internationalen Zusammenarbeit ergaben sich auch im Rahmen verschiedener Projekte der Internationalen Energie-Agentur. Das Photovoltaik-Programm der Internationalen Energie-Agentur – IEA-PVPS – fasst 29 in diesem Gebiet führende Länder und Branchenorganisationen in einem Netzwerk zusammen. Die Resultate aus dem IEA-PVPS Programm umfassen zahlreiche Publikationen, Bücher, Workshops, Konferenzen, Datenbanken usw. Das Programm ist in verschiedene Teilprogramme gegliedert. Für die Gesellschaft Mont-Soleil besonders aktuell sind die Fragen in Zusammenhang mit wachsenden Anteilen der photovoltaischen Stromerzeugung in den Netzen. Die fluktuierende Produktion dieser Produktionseinrichtungen erfordert Massnahmen im Bereich Netzauslegung und Netzbetrieb sowie Speicherrungs- und Transportkapazitäten wie durch Hr. Dr. Vollenweider dargelegt.

Energieertrag

Seit der Inbetriebsetzung im Frühjahr 1992 werden die Produktionsdaten des Solarkraftwerks detailliert erhoben und ausgewertet. Damit stehen heute Daten von 22 vollen Kalenderjahren zur Verfügung, welche aussagekräftige statistische Ergebnisse liefern. Die mittlere Jahresproduktion beträgt ca. 548'000 kWh. Der höchste Ertrag wurde 2003 mit 657'000 kWh, der tiefste mit 406'000 im Jahr 2000 erzielt. Vergleicht man die Monatserträge sind die Schwankungen vor allem im Winter wesentlich grösser. Für den Monat Dezember war der beste Ertrag doppelt so gross wie der Durchschnittswert, der schlechteste hingegen erreichte nur gerade 40% davon.

Auf ein spezielles Ereignis sei noch kurz hingewiesen: Am 20. März 2015 ereignete sich eine Sonnenfinsternis, welche einen gut spürbaren Leistungseinbruch der Solaranlagen in den betroffenen Zonen bewirkte. Bei der Anlage Mont-Soleil reduzierte sich die Leistung während rund einer Stunde um etwa zwei Drittel. Netzbetreiber in Deutschland, wo gebietsweise sehr viele Solaranlagen installiert sind, hatten Bedenken, dass die Sonnenfinsternis zu Instabilitäten führen könnte, da sämtliche Anlagen praktisch gleichzeitig reagieren.

Die Ergebnisse aus der Auswertung der meteorologisch bedingten Schwankungen der jährlichen Stromproduktion sind wertvolle Grundlagen für die Arbeiten in Zusammenhang mit Netzintegration von Solaranlagen.

Langzeiterfahrungen

Das Sonnenkraftwerk Mont-Soleil ist seit 1992 in Betrieb und damit die älteste Anlage der 500-kW-Klasse in Europa. Damit sind die Erfahrungen, welche bezüglich der Leistungskonstanz und Lebensdauer der einzelnen Komponenten in 23 Betriebsjahren gemacht wurden einzigartig und von weltweitem Interesse. In den ersten Betriebsjahren wurde die Anlage von der Ingenieurschule St-Imier (heute HE Arc) wissenschaftlich überwacht, seit 2001 ist sie in das Langzeit-Messprogramm der Berner Fachhochschule in Burgdorf integriert.

Eine wichtige Frage betrifft die Abnahme der Leistung der Solarmodule während der Lebensdauer. Ursprünglich wurde bei der Anlageplanung eine Modul-Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Heute kann mit grosser Sicherheit gesagt werden, dass dieser Wert deutlich übertroffen wird. Generell sind die Module grossmehrheitlich in einem guten Zustand. Auch die Leistung



hat sich gegenüber der Anfangsleistung nur leicht vermindert. Auf Grund statistischer Daten kann eine Leistungsabnahme von der Grössenordnung von 0.3% pro Jahr geschätzt werden, was einer Einbusse von wenigen Prozent gegenüber dem Neuzustand entspricht. Eine Prognose für die Restlebensdauer anzugeben ist zwar spekulativ, aber auf Grund des heutigen Anlagezustands sind weitere 10 bis 15 Betriebsjahre sicher realistisch.

Im gesamten bisherigen Betriebsverlauf mussten gut 100 Module ersetzt werden, entsprechend einem Anteil von nur gerade 1% der Gesamtzahl. Der Hauptgrund war Glasbruch, wobei die Ursache nicht immer klar war. Elektrische Defekte gab es vergleichsweise wenige. Der grösste Modulschaden ereignete sich im März 2009, wo riesige Mengen von nassem Neuschnee anfielen. An mehreren Stellen steckten die Module tief im Schnee und der Schneedruck führte zum Glasbruch.

Bei der zweiten Hauptkomponente, dem Wechselrichter ist die Situation anders. Üblicherweise wird für solche Geräte eine Lebensdauer von 15 Jahren angenommen. Bei der Anlage Mont-Soleil wurde der erste Wechselrichter-Ersatz nach 20 Betriebsjahren vorgenommen, also auch hier wurde die Erwartung übertroffen.

Wie jede technische Anlage sind auch bei einem Sonnenkraftwerk gewisse Teile einem Verschleiss oder der Alterung unterworfen. Die Anlage Mont-Soleil wurde 2006 überprüft und einige kritische Bauelemente ersetzt.

Ausblick und Schlussfolgerungen

Von Besuchern des Sonnenkraftwerks wird immer wieder die Frage gestellt, was heute bei einem Neubau der Anlage anders gemacht würde und wie sich ein neues Sonnenkraftwerk mit dem bestehenden vergleichen lässt.

In den vergangenen 20 – 25 Jahren hat sich die photovoltaische Technik enorm weiterentwickelt. Wichtige Aspekte sind dabei die Kosten und der Wirkungsgrad der Module. Modernste Solarzellen haben heute einen so hohen Wirkungsgrad, dass die Fläche der Flügel genügt, um die Antriebsenergie eines Flugzeugs zu produzieren, wie das Projekt SolarImpulse von B. Piccard und A. Borschberg zeigt. Solarzellen mit ähnlichen Leistungsdaten könnten die jetzigen Zellen auf dem Mont-Soleil ersetzen und dabei die Anlagenleistung nahezu verdoppeln.

Auch die Kostenentwicklung war enorm. Massive Subventionen für Solarstrom in vielen Ländern haben zu einer starken Ausweitung der weltweiten Produktion geführt. Von 2008 bis 2014 verzehnfachte sich die jährlich installierte Leistung, sie liegt heute bei rund 180 GW pro Jahr. Die starke Zunahme der Produktionskapazitäten in Verbindung mit dem raschen Abbau von Subventionen in einigen Ländern resultierte in einem starken Preiszerfall. Heute betragen die Preise von Solarmodulen noch ungefähr einen Zehntel der Preise zur Zeit des Baus der Anlage Mont-Soleil. Ähnliches gilt auch für die Solar-Wechselrichter. Der Preiszerfall hat weltweit zum Ausscheiden auch renommierter Unternehmen geführt.

Trotz der grossen Turbulenzen in der Photovoltaik-Branche wird sich in den nächsten Jahren der Markt weiter ausweiten, wenn auch nicht gleichermassen in allen Weltregionen. Auch die technische Entwicklung bei den Solarmodulen hat ihr Potential noch lange nicht ausgeschöpft. Im Hinblick auf den zunehmenden Anteil des Solarstroms in der Schweiz wird sich die Gesellschaft



Mont-Soleil prioritär mit den Fragen der Netzintegration befassen und auf diesem Gebiet mit nationalen und internationalen Akteuren zusammenarbeiten.