

# Universitäts-PV-Anlage

## Netzgekoppelte 1,8 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage installiert

von E. Westphal, G. Nauvertat, H. Halfpaap

Seit vielen Jahren liefert das Institut für Elektrowärme (EWH) an der Universität Hannover einen Beitrag zur Ausbildung von Studierenden im Bereich der regenerativen Energien. Mit der Fertigstellung einer eigenen 1,8 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage, die aus einer feststehenden und einer der Sonne nachgeführten Modulebene besteht, kann das Ausbildungsprogramm am Fachbereich Elektrotechnik nun erweitert werden.

### Geschichte

Die Idee zur Aufstellung einer Photovoltaikanlage an der Universität Hannover wurde im studentischen Arbeitskreis „Regenerative Energien“ geboren, der sich aus Studierenden aller Fachrichtungen der Universität zusammensetzt. Für die Umsetzung dieses Vorhabens konnte das EWH gewonnen werden. Das Institut führte das Projekt durch und bot während der Projektierungs- und Installationsphase Studenten des Fachbereichs Elektrotechnik die Möglichkeit, aktiv an der Entstehung der Anlage im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten mitzuwirken.

Die Anlage, bestehend aus den Komponenten Solargenerator mit Aufständerung, Wechselrichter und Meßwerterfassung, konnte Ende 1994 fertiggestellt werden. Zum erfolgreichen Abschluß des Projektes haben durch finanzielle Unterstützung die Hastra AG, die Hannoversche Hochschulgemeinschaft, das Land Niedersachsen, die PreussenElektra AG, Radio Menzel, die Stadtwerke Hannover AG und das EWH selber beigetragen.

### Gegenwärtiger Stand der Dinge

Die PV-Anlage (siehe Abb. 1) wird seit der Fertigstellung störungsfrei parallel zum Universitätsnetz betrieben und ist mit einer umfangreichen Meßwerterfassung ausgestattet.

Inhalt zukünftiger Arbeiten soll die Auswertung der Meßdaten sein, wobei die Effizienz und die Praxis-tauglichkeit der Nachführung von großem Interesse ist. Die Beurteilung der verwendeten MIS-I-Zellen-Technologie und des Standortes Hannover sind weitere Untersuchungsschwerpunkte. In naher Zukunft soll die Anlage auch in Form eines Laborversuchs in die praktische Ausbildung integriert werden. Weiterhin bieten das EWH und der Arbeitskreis seit Mai diesen Jahres allen Interessierten Führungen an der Anlage an. Dieses Angebot ist bisher sehr gut und zahlreich angenommen worden.

### Technische Daten der Anlage

Zur Auslegung der Anlage wurde der Bedarf eines energieoptimierten Vier-Personen-Haushalts zugrunde gelegt. Die Anlage soll in einem Jahr die Energie liefern, die diese vier

Personen durchschnittlich benötigen. Der gemittelte Energiebedarf eines 4-Personen-Haushaltes von 4.150 kWh (Datenstand 1988) kann durch Ersatz veralteter elektrischer Geräte, dem Einsatz eines Gas- statt Elektroherdes und durch energiesparsames Verhalten der Bewohner auf einen Wert von ca. 1.400 kWh gesenkt werden. Die Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen führte zu der Errichtung einer Anlage mit 1,8 kW Spitzenleistung.

Der Solargenerator besteht aus monokristallinen Siliziumzellen des Typs Nukem PS 94 MC 102, die in MIS-I-Technik gefertigt sind. Die insgesamt 18 Module sind in neun parallele Stränge, bestehend aus jeweils zwei in Reihe geschalteten Modulen, unterteilt. Die Module haben nach Herstellerangaben einen Wirkungsgrad von 13 % und decken insgesamt eine Fläche von ca. 17 m<sup>2</sup> ab. Bei Standard-Test-Bedingungen wäre theoretisch eine Spitzenleistung von 1,8 kW<sub>p</sub> bei einer Ausgangsspannung von 74,8 V möglich. Die photovoltaisch gewandelte Energie wird einphasig über den Wechselrichter Ufe NEG 1600 direkt in das elektrische Hochschulnetz eingespeist. Der Wechselrichter hat eine Nennleistung von 1,6 kW mit Wirkungsgraden von 92 % bei Nennleistung und 94 % bei halber Nennleistung. Mit dieser Dimensionierung des Wechselrichters wird der Tatsache Rechnung getragen, daß mittlere Strahlungsleistungen wesentlich häufiger auftreten als hohe.

Von den 18 Modulen sind 16 feststehend in Südausrichtung mit einem Winkel von 30° zur Horizontalen installiert und zwei Module werden, ebenfalls mit einem Winkel von 30° zur Horizontalen in Südrichtung, der Sonne einachsigt nachgeführt. Die Nachführung der Firma Kyocera basiert auf einem thermohydraulischen Prinzip, welches die Wärme der Sonne nutzt, um die Module in die Sonne zu drehen. Eine Flüssigkeit in den seitlichen Holmen der Nachführung erwärmt sich je nach Sonnenstand unterschiedlich und verdampft bzw. kondensiert. Der Ausgleich der Druckverhältnisse führt zu einer Gewichtsverlagerung der Module und dreht diese in die Sonne. Es muß entsprechend dieser passiven Nachführung keine zusätzliche Energie aufgewendet werden, so daß der

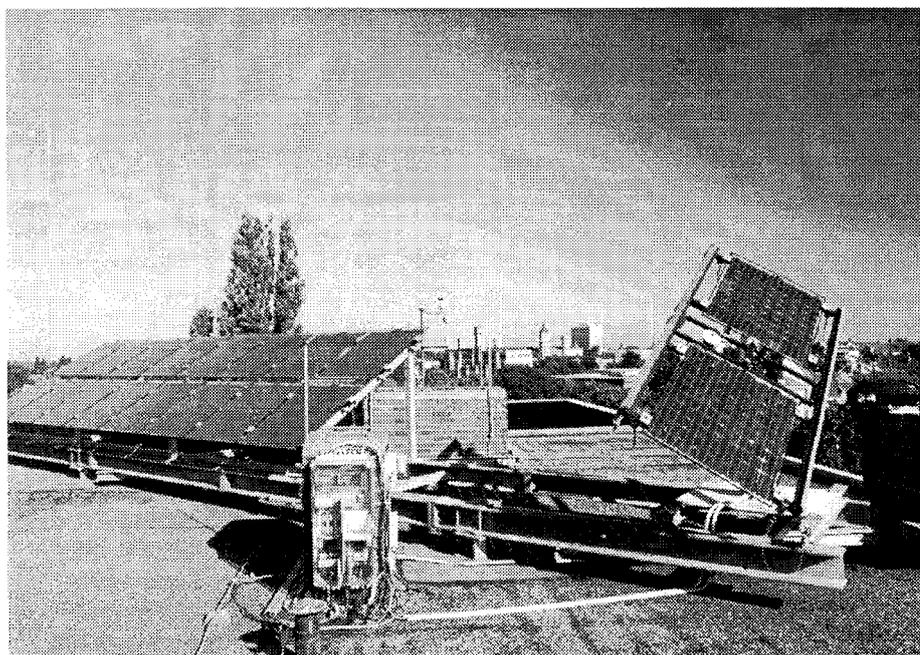


Abb. 1: 1,8 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage an der Universität Hannover

Mehrertrag dieser Module vollständig dem Verbraucher zur Verfügung steht.

Gemessen werden an der Anlage sämtliche elektrische sowie meteorologische Daten, die über einen Zweidrahtbus zu einem PC geleitet werden. Mit Hilfe dieses Rechners ist eine permanente Kontrolle der Anlage möglich. Die auflaufenden Daten werden verarbeitet, graphisch dargestellt und gespeichert. Der schematische Aufbau der PV-Anlage und der Meßwerterfassung sind in Abb. 2 zu sehen.

**Erste Ergebnisse**

Die monatliche globale Einstrahlungen auf die beiden Modulebenen ist in Abb. 3 dargestellt. Die Wirkung der Nachführung auf die Energieeinstrahlung pro Quadratmeter Modul wird hier deutlich.

Im August 1995, als Beispiel für einen Sommermonat, ist eine Steigerung der monatlich kumulierten Einstrahlungsleistung von 16,2 % gegenüber der festen, um 30° geneigten Modulfläche und von 33,7 % gegenüber der horizontalen Ebene erzielt worden. Da im Winter die diffuse Strahlung vorherrscht, wird zu dieser Zeit durch die Nachführung nur ein geringfügig größerer Anteil an eingestrahelter Energie absorbiert. Im Dezember unterscheiden sich die spezifischen Einstrahlungen auf die verschiedenen Ebenen also kaum. Der jährliche Mehrertrag durch die Nachführung gegenüber der horizontalen Ebene liegt bei 19,3 %.

Die monatlich eingespeiste Energie der letzten zwölf Monate ist in Abb. 4 dargestellt. Insgesamt wurden 1260 kWh elektrische Energie an das Netz geliefert. Damit liegt der Ertrag etwas unterhalb des bei der Projektierung erwarteten Wertes. Ursache hierfür sind neben den Verschaltungsverlusten auch die Fertigungstoleranzen der Module. Es ergibt sich ein Wert von 686 kWh pro Jahr und installiertem kW<sub>p</sub>.

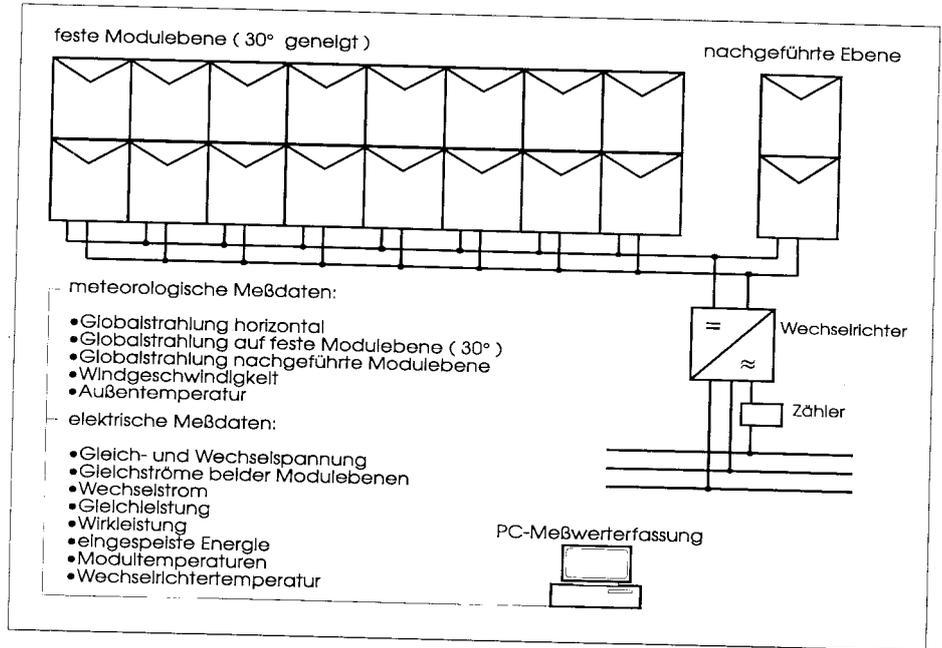


Abb. 2: Prinzipbild der PV-Anlage mit umfangreicher Meßwerterfassung

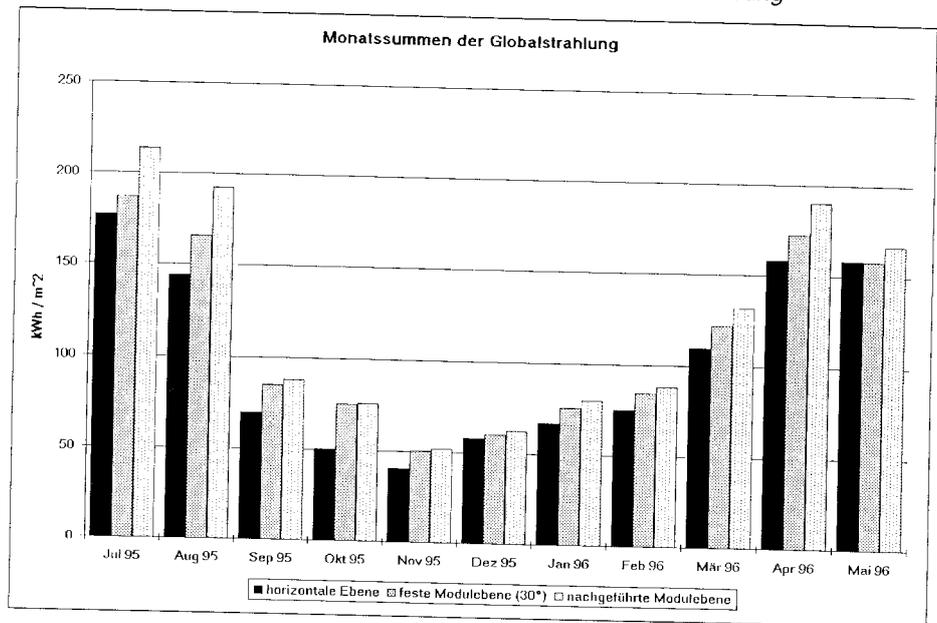


Abb. 3: Monatssummen der Globalstrahlung auf die horizontale, feste und nachgeführte Ebene

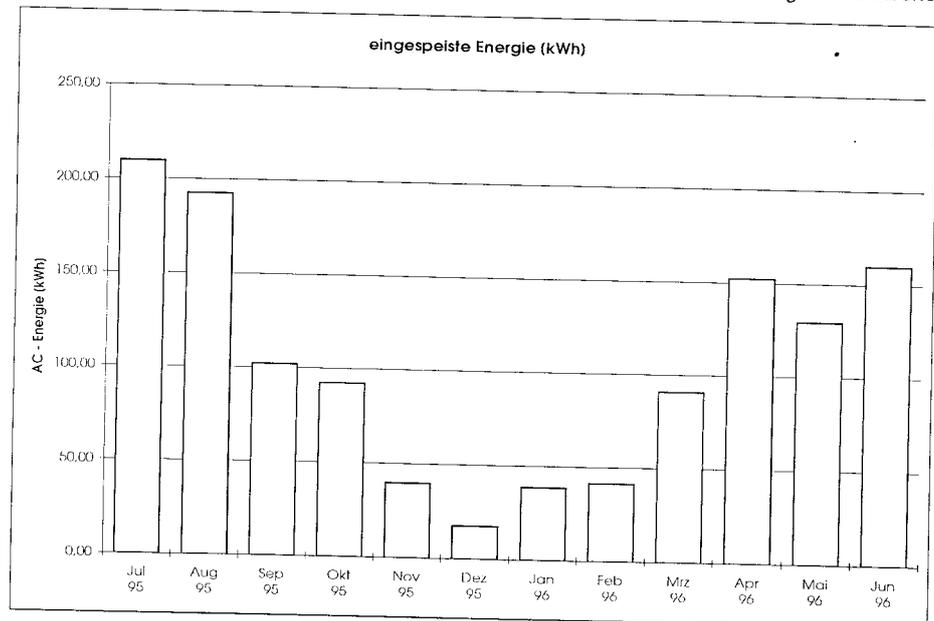


Abb. 4: Monatlich eingespeiste AC-Energie in das Universitätsnetz über ein Jahr

E. Westphal, G. Nauvertat und H. Halfpaap sind an der Universität Hannover, Institut für Elektrowärme tätig.