

PV-Strom für Studentenwohnheim

Ganzjährige Netzunabhängigkeit

von Ch. Walter

Bereits zwei Winter sind in dem Niedrigstromhaushalt eines Elektrotechnikstudenten vergangen, seitdem er im Oktober '90 vom Stromnetz der Erlanger Stadtwerke abgekoppelt wurde. Das Demonstrationsvorhaben ist gelungen: Mit einer minimalen Modulfläche (Abb. 1) kann bei der Stromverbrauchsstruktur in einem Studentenappartement bei optimaler Energieausnutzung Netzunabhängigkeit ohne Nachlademöglichkeit auch im Winter erreicht werden. Der Jahresstromverbrauch wurde um 75 % reduziert. Zusätzliche Halogenspots erhöhen den elektrischen Luxus im Sommer.

Motivation

Die Entscheidung für Netzunabhängigkeit fiel noch vor Inkrafttreten der neuen Bundestarifordnung. Stromsparen für Kleinverbraucher, wie Studentenappartements, gestaltete sich z.B. so: Bei einem Abrechnungszeitraum von ca. 4 Monaten und einem Verbrauch von 129 kWh betrug die Stromrechnung DM 88,-. Bei halbem Stromverbrauch, also ca. 65 kWh, wäre der Rechnungsbetrag durch die Grundgebühr nur um DM 13,- niedriger ausgefallen. Was für ein Sparanreiz? Somit bliebe als sinnvollste PV-Anwendung nur die Netzunabhängigkeit übrig, um sämtliche Grundgebühren einzusparen. Mit Einwilligung des Studentenwerkes (Eigentümer) und Unterstützung der Erlanger Stadtwerke und der Elektroberatung Bayern konnte die Anlage in Eigenleistung erstellt werden und am 26. 10. 1990 in Betrieb gehen.

Systembetrachtung

Der Solargenerator besteht aus vier AEG Modulen vom Typ PQ 10/40/02L (Abb. 1) mit einer Gesamtleistung von 136 W_p. Die Systemspannung beträgt 24 V. Auf dieser Spannungsebene steht eine Speicherkapazität von 200 Ah (vier Varta solar) zur Verfügung. Neben der zusätzlichen 24 V Installation wird das vorhandene Leitungsnetz, das jetzt ein 600 W Sinuswechselrichter speist, genutzt. Die Energiezentrale mit Meßgeräten wurde an Stelle des überflüssig gewordenen Kühlschranks in die Kochnische integriert.

Energiemanagement

Bei vorausgegangenen Verbrauchsanalysen wurde festgestellt, daß beim durchschnittlichen Tagesverbrauch von 1,09 kWh ca. 0,65 kWh auf den mit 135 l für ein 1-Zimmer-Appartement zu groß dimensionierten Kühlschrank entfielen. Selbst in den Sommermonaten hätte die vorgesehene Modulleistung nicht ausgereicht, um nur diesen einen Verbraucher zu versorgen. Mit der Vorgabe,

die Solarernte optimal zu nutzen und ganzjährige Netzunabhängigkeit zu erreichen, mußten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Anschaffung eines dem Bedarf angepaßten Kühlaggregates: Vol.: 25 l, Verbrauch: 0,1 kWh bei 7°C Innentemperatur
- Kühlbetrieb nur im Sommer, natürliche Kühlung im Winter
- Kochen mit Gas
- Umstellung häufig betriebener Kleinverbraucher auf 24 V Gleichstrom, um Verluste durch den Sinuswechselrichter zu begrenzen (Energiesparlampen mit Vorschaltgeräten, Kühlgerät, sonstige Kleinverbraucher)
- Betrieb des Wechselrichters nur für Staubsauger, HiFi-Anlage, Küchengeräte und Kochplatte für Solarüberschuß im Sommer

Als Verbraucher kamen zusätzlich noch 5 fernbedienbare Halogenspots und ein Anrufbeantworter hinzu.

Meßeinrichtung und Ergebnisse

Nachdem sich die extrem energieoptimierte Planung nach dem er-

sten Winter zur vollsten Zufriedenheit bestätigte, wurde im Februar '91 das Meßprogramm begonnen und bis Januar '92 fortgesetzt. Das bereits vorhandene Bilanziergerät DCC 2000 konnte um einen weiteren Amperestundenzähler ergänzt werden, um getrennt die gewonnene Solarernte zu ermitteln. Die in Abb. 2 angegebenen Ergebnisse sind tägliche Monatsmittelwerte. Lediglich der Verbrauch vorher wurde als jahreszeitlich konstant angenommen und stellt einen täglichen Jahresmittelwert dar. Die gemessenen Ah-Werte sind mit einem Spannungsfaktor versehen und in kWh umgerechnet, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit dem vorherigen Verbrauch zu erreichen. Dieser Faktor wurde aus dem monatlich gemittelten Ladezustand der Akkumulatoren über einen charakteristischen Lade-/Entladestrom der Module/Verbraucher ermittelt. Mit der installierten Modulleistung von 136 W_p konnte ein Jahresenergieertrag von 110,9 kWh erzeugt werden. Der Jahresstromverbrauch von 396 kWh vorher wurde durch die getroffenen Maßnahmen auf 97 kWh gesenkt! Dies entspricht einer Reduzierung des täglichen Verbrauchs von 1,08 kWh (Abb. 2) auf durchschnittlich ca. 0,26 kWh/d. Dabei ist die jahreszeitliche Verteilung (Abb. 3) von Interesse, da der Verbrauch an die monatliche Ernte gebunden ist (keine Nachlademöglichkeit im Winter). Dessen Reduzierung reicht von einem Faktor 2,4 im Juli bis zu einem Faktor 18 im Dezember (Abb. 2).

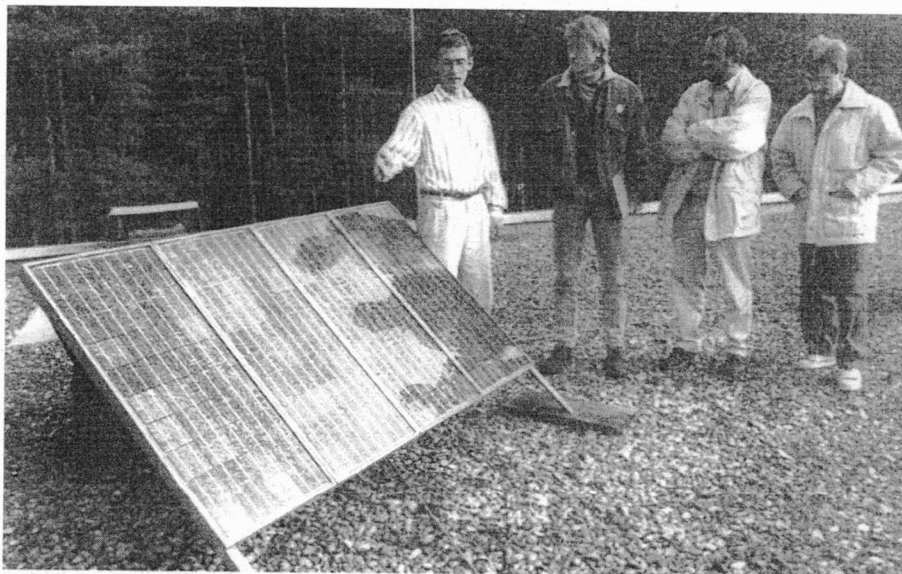


Abb. 1: Modulfläche auf dem Flachdach des Wohnheimes. Pressestermin bei der Inbetriebnahme.

Der Verbrauch war mit Berücksichtigung des Akku-Jahreswirkungsgrades ($n = 0,87$) in den Wintermonaten November und Dezember höher als die Solarernte. Ab diesem Zeitpunkt sank der Ladezustand der Akkus, der im Dezember seinen tiefsten Wert erreichte. Dieser blieb im Monat Januar nahezu konstant und steigt dann bei noch extrem sparsamen Verbrauchsgewohnheiten bis Anfang März wieder an (Abb. 2). Die Speicherkapazität der Akkumulatoren reichte also bezogen auf den extrem niedrigen Verbrauch in den Monaten November bis Januar aus, um für diese Jahreszeit eine Art saisonaler Speicherung zu realisieren.

Erfahrung und Beurteilung

Die Anpassung des Verbrauchs an die über das Jahr verteilte Ernte und somit das Erreichen der ganzjährigen Netzunabhängigkeit wurde hauptsächlich durch die Vermeidung des Strombedarfs für die Kühlung im Winter und durch die Umstellung des Kochens auf Gas erreicht. Das dem Bedarf angepaßte Kühlgerät (6-fach geringerer Stromverbrauch) war vom 15. 03. 91 bis 18. 10. 91 in Betrieb. Im übrigen Zeitraum leistete eine Box am Fensterbrett als „Nullenergiekühltruhe“ die gleichen Dienste, da sich keine Möglichkeit anbot, die Kühlbox an einem Ort aufzustellen, der in diesem Zeitraum ständig niedrige Temperaturen aufweist. Mit dem Verbrauch von 1,2 kg Butan/Propangemisch konnten ca. 15,4 kWh Strom im Meßzeitraum substituiert werden. Dieser Wert erscheint insgesamt als relativ niedrig, mit täglich durchschnittlich 0,04 kWh fällt er jedoch besonders in den Wintermonaten ins Gewicht (Abb. 2). Diese Zusatzenergie ist in Abb. 2 auf Grund der Übersichtlichkeit nicht mitberücksichtigt.

Der Hauptstromverbraucher im Winter ist somit bei der Beleuchtung zu suchen. Nur durch die ausschließliche Benutzung der Energiesparlampen im Winter konnte der extrem niedrige Verbrauch in dieser Zeit realisiert werden. Der gelegentlich kurze Betrieb des Staubsaugers oder eines Küchengerätes ist dagegen zu vernachlässigen. Beim Musikhören wurde festgestellt, daß es nicht immer HiFi-Qualität sein muß, sondern oftmals auch ein wesentlich sparsames Kofferradio oder ein Walkman ausreichte. Die Versorgungssicherheit der Anlage mußte zu keiner Zeit in Frage gestellt werden. Nach dem ersten Winter war entgegen mancher Bedenken von Fachleuten sicher, daß die Stromversorgung auch in der sonnenärmsten Zeit des Jahres ohne Möglichkeit der Nachladung der Akkus gewährleistet ist. Der Überschuß im Sommer konnte mehrmals sogar zum Kochen und für eine zusätzlich installierte, fernbedienbare Halogenspotbeleuchtung verwendet werden. Natürlich darf der niedrige Ladezustand der Akkus über den Zeitraum von drei Monaten in Bezug auf die Lebensdauer nicht unter den Tisch fallen. Der Verbrauch im Januar zeigt jedoch, daß bei noch früherer Umstellung der Verbrauchsgewohnheiten (bereits im November) auch dieses Problem gelöst werden kann. Sicherlich erfordert diese wohl einmalig gezeigte Art der Netzunabhängigkeit in unseren Breiten ein gewisses Maß an Bereitschaft, das eigene Verbraucherverhalten gerade in den Wintermonaten zu ändern. Die Tatsache aber, daß bei erhöhtem Luxus an elektrischen Geräten (zusätzliche Halogenspots) mit einer 2,4 fachen Reduzierung des Stromverbrauchs im Juli auch noch Überschuß an der Herdplatte „abgepackelt“ werden

mußte, sollte doch wieder einmal mehr Grund zum Überdenken unserer Energieeinsparpotentiale geben. Ein zusätzlicher Bonus in unseren Breiten kann paradoxerweise in den kalten Wintermonaten gesucht werden. Bei vernünftiger Integration von Kühl- und Tiefkühlgeräten in das Haus wird dadurch das fehlende Solarenergieangebot teilweise kompensiert. Dieser Vorteil kann in klimatisch heißen Gegenden natürlich nicht ausgenutzt werden. Sicherlich kann diese Anlage nicht als repräsentativ für ein Ein- oder Mehrfamilienhaus gelten, das auf Grund der Verbraucherkonstellation im Winter ohne Nachlademöglichkeit, z.B. über ein Kraftwärmekopplungsaggregat, nicht auskommen kann. Die angesprochenen Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs gelten jedoch auch dort uneingeschränkt. Mit weniger Energieeinsatz das Gleiche zu erreichen ist eine lohnenswerte und befreiende Erfahrung, die nicht nur zu einem bewußteren Umgang mit elektrischer Energie führt, sondern auch andere von einer auf Konsum ausgerichteten Gesellschaft induzierte Verhaltensregeln in Frage stellen läßt.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Der Schlüssel zum Betrieb einer Photovoltaikanlage im optimalen Kosten/Nutzen Verhältnis ist also nicht an den Standort gebunden und folgt dem Grundsatz: Senken des Verbrauchs durch energieintelligente Nutzung, Erzeugung des Restverbrauchs mit Solarstrom. Die Einsparung von Energie ist bekanntlich billiger als deren Erzeugung. Was bei der konventionellen Stromversorgung gilt, ist bei dem noch teureren Solarstrom ein absolutes Muß. Folgende Betrachtung soll dies belegen: Die Gesamtkosten der Anlage beliefen sich auf DM 7.140,-, davon DM 800,- für das Kühlaggregat. Die Module konnten preisgünstig erstanden werden. Aus einem speziellen Förderprogramm der Stadt Erlangen wurde ein Zuschuß von 50 % gewährt. In dieser Situation beträgt die Kapitalrückflußdauer ca. 15 Jahre, wenn man eine jährliche Stromkostenersparnis von DM 230,- zugrunde legt. Die gleiche Rechnung bei Beibehaltung der herkömmlichen „Stromfresser“ verursacht ca. die doppelten Kosten. Das heißt, daß dabei auch die Kapitalrückflußdauer auf 30 Jahre ansteigt, der halbe Nutzen, um das gleiche zu zeigen! Die Devise „Weniger ist mehr“ gilt also interessanterweise auch für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Solaranlage und sollte bei der Planung jeglicher Solarenergieanwendungen in verstärktem Maße berücksichtigt werden.

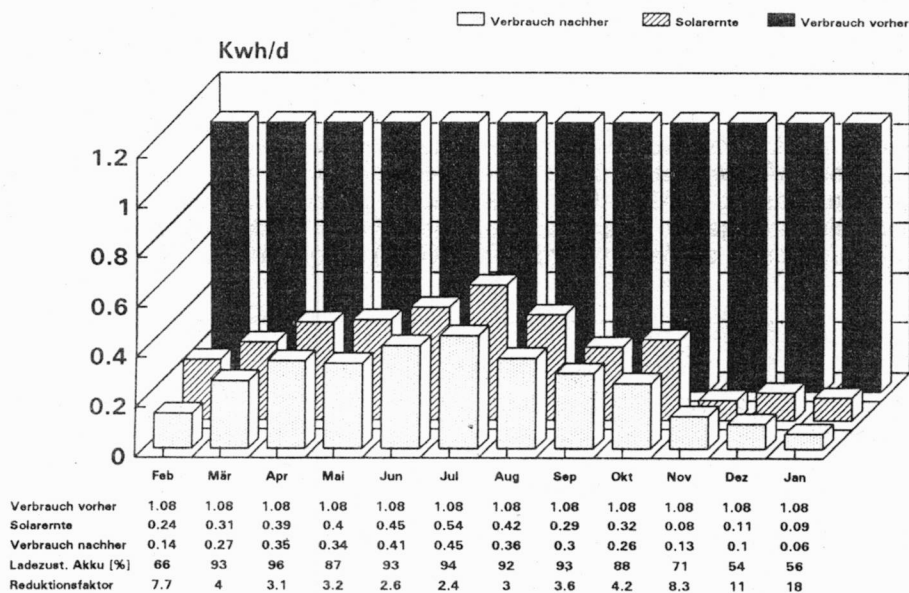


Abb. 2: Meßergebnisse als tägliche Monats- oder Jahresmittelwerte