

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 78 (1987)

**Heft:** 6

**Artikel:** Solarzellen auf dem Hausdach zur Verminderung der Spitzenlast?

**Autor:** Kerle, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-903840>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Sonnenzellen auf dem Hausdach zur Verminderung der Spitzenlast?

W. Kerle

*Eine deutsche Studie hat die Möglichkeiten des Einsatzes von Sonnenzellen in Verbindung mit Speichern zur Entlastung des Netzes während Spitzenbelastungszeiten untersucht. Dieser noch etwas utopisch anmutende Vorschlag zeigt einige technische und wirtschaftliche Aspekte einer solchen dezentralen Stromerzeugung im Netzverbund auf, die vielleicht für Länder mit Spitzenlastproblemen einmal interessant werden könnte.*

*Une étude allemande a examiné les possibilités de l'utilisation de cellules solaires conjointement à des accumulateurs pour décharger le réseau durant les heures de charges de pointe. Cette proposition, qui semble encore un peu utopique, met en évidence certains aspects techniques d'une telle production d'électricité décentralisée dans le réseau d'interconnexion, proposition qui pourrait éventuellement devenir une fois intéressante pour des pays ayant des problèmes de charges de pointe.*

## Adresse des Autors

Wigand Kerle, dipl. El.-Ing., Vizepräsident des Zentralvorstandes der BIOSOL, Grossmünsterplatz 1, 8001 Zürich

## 1. Vorwort

Eine Studie der AEG [1] zeigt eigene Wege zur Nutzung der Sonnenenergie auf, bei denen die Möglichkeiten des Netzverbundes zwecks Verminderung der Lastspitzen im Vordergrund stehen.

Der oft erwähnten einfacheren Speicherung von Energie in solarthermischen Kraftwerken und deren Einsatz zur elektrischen Spitzendeckung in den Tagesstunden mit höchster Nachfrage muss heute entgegengehalten werden, dass gerade für Spitzendeckungsaufgaben die photovoltaischen Anlagen prädestiniert wären. Wenn man sich mit Blick in die Zukunft von der Umwandlung von elektrischer Energie in potentielle Energie (z.B. mittels Pumpspeicherwerk) löst, bleibt die Batteriepufferung. Und hier ist einiges in Bewegung, wie die enormen Forschungsfortschritte auf dem Sektor «Elektrische Speicher» demonstrieren.

Ein vielleicht zu diesem Zeitpunkt noch etwas utopischer Vorschlag zielt nun aber nicht auf solarelektrische Grosskraftwerke, sondern auf zahlreiche Kleinanlagen mit photovoltaischen Generatoren auf unseren Hausdächern.

Photovoltaische Zellen arbeiten sowohl mit direkter Einstrahlung wie auch bei diffusem Licht; sogar bei Regen erreichen sie etwa 10% ihrer Nennleistung.

## 2. Das photovoltaisch gepufferte Hausnetz

Das Niederspannungsnetz im Wohnhaus ist entweder einphasig (220 V) oder als Drehstromnetz (380 V) ausgeführt. Ein photovoltaisches Netz könnte – aus der Sicht der Verbraucherseite – einphasig realisiert werden, da praktisch sämtliche im Handel erhältlichen Apparate für eine

Anschlussspannung von 220 V gebaut sind.

Würde das photovoltaische Netz nun über einen elektrischen Speicher und einen Wechselrichter mit einer Netzphase verbunden, könnte dieser Speicher grundsätzlich den Spitzenenergiebedarf abdecken. Die speziellen Anlagen der Elektrizitätswerke zu dessen Deckung könnten damit reduziert werden. Dieser Gedanke liegt dem Konzept von AEG zugrunde.

In der Bundesrepublik wie in der Schweiz nimmt der Haushalt rund einen Drittel des Gesamtstrombedarfes in Anspruch. Er verursacht auch die extrem unsymmetrischen Lastprofile des Netzes. Eine dezentralisierte Netzentlastung durch «photovoltaische Dächer» könnte eine zukunftsweisende Entlastung bringen. Der Verbrauch im Haushalt dürfte durch die zunehmende Nutzung von elektrischem Strom, ausgelöst durch ein fast unübersehbares Angebot von Elektrogeräten sowie durch die steigende Zahl elektrisch angetriebener Wärmepumpen, eher noch ansteigen.

## 3. Die Architektur des zukünftigen Landhauses

Ein photovoltaischer Generator ist im Hause der Zukunft funktionell einzugliedern. Die einzelnen Module<sup>1</sup> sind als wasserdichte Abdeckung direkt über Hinterlüftung und Wärmedämmung des Daches oder aber sogar als lichtdurchlässige Dachfläche (z.B. für ein Studio oder eine Dachwohnung) anzubringen.

<sup>1</sup> Ein Solargenerator besteht aus einzelnen Baugruppen, Module genannt; diese sind wiederum meist aus Siliziumzellen in Parallel- und Serieschaltung aufgebaut.

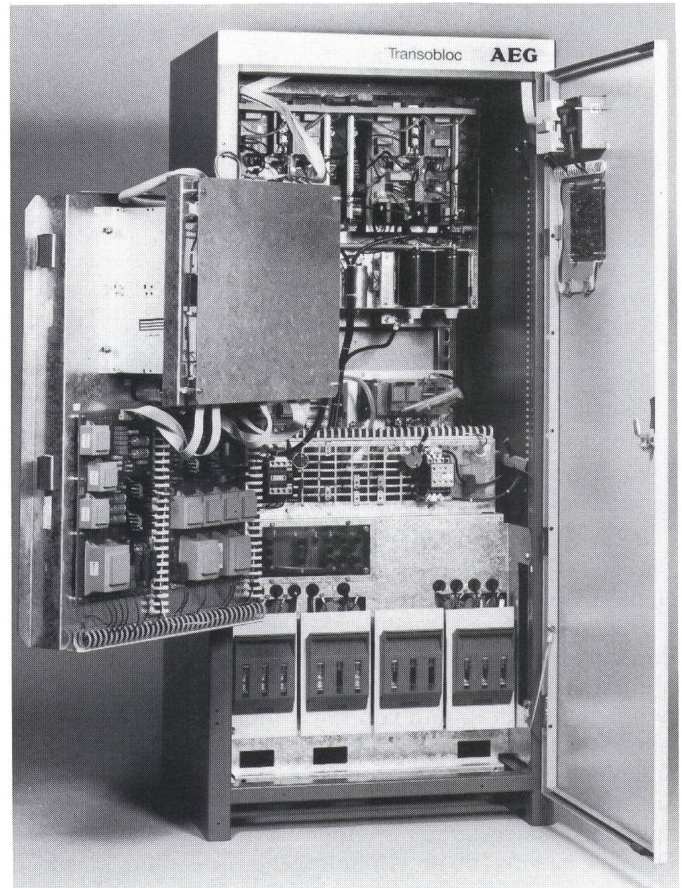
Die BIOSOL, Schweizerische Gesellschaft für Sonnenenergie und erneuerbare Energieträger, wurde 1983 gegründet.

BIOSOL will weite Bevölkerungskreise über die Möglichkeiten und Problematik der Sonnenenergienutzung informieren. Losgelöst von wirtschaftlichen und politischen Interessen werden objektive Problemanalysen gefördert und anhand von konkreten Projekten glaubwürdige Lösungsmöglichkeiten dargestellt. BIOSOL geht von der gegebenen Gesellschafts- und Wirtschaftsstruktur aus; sie will Evolution, nicht Revolution.

Viermal pro Jahr wird das «Bulletin BIOSOL» mit technischen und wirtschaftlichen Beiträgen über erneuerbare Energien herausgegeben. Der Geschäftssitz ist in 8001 Zürich, Grossmünsterplatz 1.

**Figur 2**  
Der Wechselrichter  
für die Haus-  
stromversorgung  
220 V / 50 Hz  
(monophasig)

Photo AEG



Die Generatoren werden ein neues gestaltendes Element bilden; das Dach wird sich ähnlich wie die bekannten Konstruktionen von Wintergärten präsentieren.

Es müssen konstruktive Lösungen für den Einsatz der Module gefunden werden. Soll das Modul als ungerahmtes Element (ähnlich einer Isolierglasscheibe) in eine Rahmenkonstruktion

aus Metallprofilen wasserdicht eingelegt werden, kann nach einem hinterlüfteten Zwischenraum eine zweite Verglasung mit steuerbarer elektrostatischer Abtönung (gegen direktes Son-

nenlicht) verwendet werden. Neben einer guten Wärmeisolierung könnte ein darunter liegender Raum dabei an Lichtfülle gewinnen.

Da mit recht geringen elektrischen Ausfällen von Solarmodulen zu rechnen ist (vergleiche den Bericht über die Anlage TISO 15 [2]), wäre ein Wechsel eines defekten Moduls unter erschwerten Bedingungen zu verantworten.

Am Beispiel eines Einfamilien-Musterhauses haben AEG (als Herstellerin der Module) und OKAL (ein Fertighausfabrikant aus Berlin) einen 30 m<sup>2</sup> grossen photovoltaischen Generator, bestehend aus 48 Modulen, im Dach integriert (Fig. 1). Die maximale Nennleistung beträgt 2 kW. Der erzeugte Gleichstrom wird in einem Wechselrichter in einphasigen Wechselstrom von 220 V umgesetzt. Ziel dieses Projektes ist zu untersuchen, ob eine vierköpfige Familie in diesem Haus mit 200 m<sup>2</sup> Wohnfläche mit einem angenommenen durchschnittlichen Verbrauch von 15 kWh pro Tag auskommen und die vorgesehene Spitzendeckung durch das Solarsystem (Generator und Speicher) erbracht werden kann. Im Lastprofil des Haushaltes findet man den maximalen Stromkonsum über den Mittag und während der frühen Abendstunden.



**Figur 1** Einfamilien-Musterhaus der Firmen AEG und Okal mit 30 m<sup>2</sup> Solarzellen. Der Solargenerator besteht aus 48 Modulen und liefert bei optimalen Verhältnissen eine elektrische Leistung von 2 kW.

Foto AEG

## 4. Die Möglichkeiten der Speicherung und des Netzverbundes

Die Speicherung der Solarenergie kann auf zwei Arten erfolgen:

- Mittels eines individuellen Speichers pro Solargenerator und nachgeschaltetem Umrichter (Gleich- in Wechselspannung und umgekehrt). Diese Lösung erlaubte auch die Entnahme aus dem Netz zwecks Nachladung des Speichers (nach mehreren sonnenarmen Tagen).
- Mittels eines Grossspeichers am öffentlichen Netz und einem Wechselrichter pro Solargenerator.

Beide Systeme erlauben zusätzliche Energielieferung zur Abdeckung der Haushaltspitzen ab Speicher.

Die AEG-Studie schätzt für die Bundesrepublik, dass von rund fünf Millionen Ein- und Zweifamilienhäusern deren 5% aufgrund von Lage und Abmessungen für die Umrüstung auf Solargeneratoren prädestiniert wären. Sie nimmt weiter an, dass bei einer mittleren - nach Süden orientierten - Dachfläche von 100 m<sup>2</sup> ein Solargenerator von 7 kW eingebaut werden könnte. Ein so grosser Generator wäre aber imstande, auch das Nachbarhaus mitzuversorgen.

Würden alle fünf Millionen Häuser - so die Studie - mit einem Solargenerator von durchschnittlich 3 kW ausgerüstet, könnten etwa 4,3% des Strombedarfes abgedeckt werden. Trotz dieses geringen Beitrages ist aber der hohe Verfügbarkeitsgrad zu beachten, für welchen die dezentralen und hauseigenen Speicherkapazitäten sorgen. Vom ökonomischen Standpunkt aus gesehen, müssten deshalb die Elektrizitätswerke - immer gemäss der Studie - nun den Preis für Spitzenstromerzeugung für den Solarstrom vergüten.

Bei der Beurteilung dieses Konzeptes ist jedoch nicht zu übersehen, dass zumindest derzeit die Wirtschaftlichkeit eines solchen Systems keineswegs gegeben ist: Allein die Sonnenzellen für den oben im Zusammenhang mit dem Musterhaus erwähnten 2-kW-Solargenerator erfordern Investitionen in der Grössenordnung von etwa Fr. 25 000.-, hinzu kommen noch die Kosten der Peripherieanlagen, des Speichers sowie des - oder gar der - Wechselrichter. Diese Hinweise machen deutlich, dass ein solches Konzept allenfalls in Ländern mit äusserst grosszügiger Subventionierungspraxis diskutabel ist. Es dürfte zudem vor al-



Figur 3 Ein ganzes Hausdach mit photovoltaischen Kollektoren bedeckt: Eine Milchfarm der Universität Cork auf Fota Island (Irland). Die gesamte Dachfläche erreicht eine Nennleistung von 50 kW.

Foto AEG

lem für solche Länder von Interesse sein, bei denen dem Problem der Spitzenlastdeckung eine wesentlich grössere Bedeutung für die Elektrizitätsversorgung zukommt als etwa in der Schweiz, wo - dank der in den Speicherkraftwerken installierten grossen Leistungen - zumindest für die Stromproduktion die Deckung der Spitzenlast ein weniger gravierendes Problem darstellt.

## 5. Die heute zur Verfügung stehenden Mittel

Für die Hausstromversorgung entwickelte AEG einen einphasigen Wechselrichter mit 90% Wirkungsgrad in einer Leistungsbandbreite von 2,5 bis 15 kVA. In dieser Auslegung wird die Gleichspannung durch Schalttransistoren gepulst. Beliebige Laständerungen sollen innerhalb von Millisekunden ausgeregelt werden. Der Oberwellenanteil wird ausgefiltert.

Bei einer Netzeinspeisung beginnen nun aber bereits die Probleme. Ein Einphasen-Wechselrichter kann das Drehstromnetz unsymmetrisch belasten. Bei mehreren Häusern ist ein Ausgleich durch unterschiedliche Phasenanschlüsse denkbar. Wird aber ein Haus dreiphasig angespiesen - was für die Schweiz seit Jahren üblich ist - verliert das System fast alle Vorteile.

Denn in der hausinternen Verteilung werden ja die einzelnen Verbraucher auf die drei Phasen so aufgeteilt, dass mit einer annähernd symmetrischen Belastung des Drehstromnetzes zu rechnen ist. Hier könnte nur noch eine Anordnung mit drei Wechselrichtern, welche auf der Gleichstromseite parallel geschaltet sind, mit individueller Phasenüberwachung Erfolg bringen. Ob dabei ein hauseigener Speicher oder aber eine netzseitige Speicherung verwendet wird, ändert nichts an den hohen Aufwendungen für die Wechselrichter, bringt jedoch andererseits geringe Anforderungen für die Lastsymmetrierung innerhalb des Hausnetzes des Konsumenten.

### Literatur

- [1] K.-H. Korupp: Photovoltaic house supply for decentralized relief of the grid - an advanced application. AEG, Fachbereich Neue Technologien und Raumfahrt, D-2000 Wedel (Holstein), 1986.
- [2] M. Camani, P. Ceppi und D. Iacobucci: Die netzgekoppelte photovoltaische Anlage TISO 15, Bull. SEV/VSE 77(1986)6.