

**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:** 90 (1999)

**Heft:** 10

**Artikel:** Überlegungen zur energiewirtschaftlichen Bewertung des Photovoltaikstromes

**Autor:** Roth, Stefan

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-901940>

### **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:** 21.02.2026

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

# Überlegungen zur energiewirtschaftlichen Bewertung des Photovoltaikstromes

Photovoltaik, die lärm- und schadstoffemissionsfreie Umwandlung des für menschliche Begriffe unerschöpflich zur Verfügung stehenden Sonnenlichtes in elektrischen Strom entspricht so ziemlich genau der Idealvorstellung eines nachhaltigen Energiesystems. Welche Bedeutung jedoch hat nun der Photovoltaikstrom in unserem Stromversorgungsnetz? Welchen Einfluss hat der Zubau von Photovoltaik-Kapazität auf den konventionellen Kraftwerkspark? Welche Versorgungsautonomie ergibt sich für den privaten Besitzer einer Photovoltaikanlage? Auf diese Fragen soll im folgenden Beitrag vertieft eingegangen werden.

■ Stefan Roth

## Einleitung

Die Frage, was denn die Produktion des Stromes aus einer Photovoltaikanlage unter den schweizerischen meteorologischen Verhältnissen kostet, ist schon umfassend debattiert worden. Das Spektrum der Angebote reicht von über 1.50 Fr./kWh bis hinunter auf etwa 70 Rp./kWh. Wie steht es aber um den betriebswirtschaftlichen Wert dieser Energie in unseren Versorgungsnetzen? Dieser richtet sich nämlich nicht nach den Kosten der Erzeugung, sondern ausschliesslich nach der zeitlichen Verfügbarkeit der installierten Leistung und nach dem, notabene zeitlich variablen, Verkaufserlös auf dem Markt. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass elektrische Energie heute überwiegend als homogenes Produkt, das heisst unabhängig von deren Erzeugungsart, vermarktet wird.

Die Kunst, ein elektrisches Netz stabil zu betreiben, besteht ja bekanntlich darin, dass die eingesetzte Kraftwerksleistung in einer Regelzone zu jedem Zeitpunkt, Tag und Nacht, Sommer und Winter, mit der von der Gesamtheit aller Kunden abgerufenen Leistung im Gleichgewicht steht. Dazu bedarf es eines diversifizierten Kraftwerksparks mit der notwendigen Flexibilität im Grund-, Mittel- und Spitzenlastbereich. Wie fügt sich die Photovoltaik nun in dieses komplexe System ein? Ist es so, dass aufgrund einer an sonnigen Tagen vorliegenden, viel zitierten Kongruenz zwischen den Tagesverläufen der Sonneneinstrahlung und der Netzbelastung ein Teil der konventionellen Kraft-



Bild 1 Die als Pergola gestaltete Photovoltaikanlage auf dem Dach des Grundlagentraktes des Neu-Technikums Buchs/SG (Foto: A. Montani).

### Adresse des Autors

Stefan Roth, Dipl.-Ing. ETH  
NOK Nordostschweizerische Kraftwerke  
Parkstrasse 23  
CH-5401 Baden  
rts@nok.ch

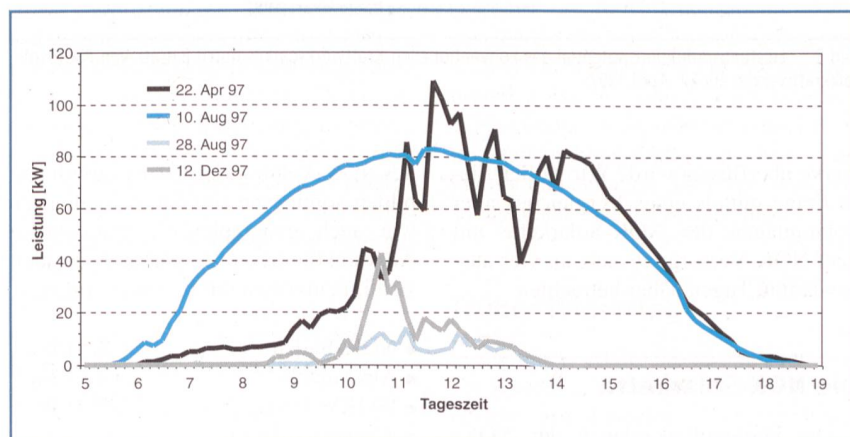


Bild 2 Leistung der Photovoltaikanlage Disentis-Caischavedra an vier ausgewählten Tagen im 1997.



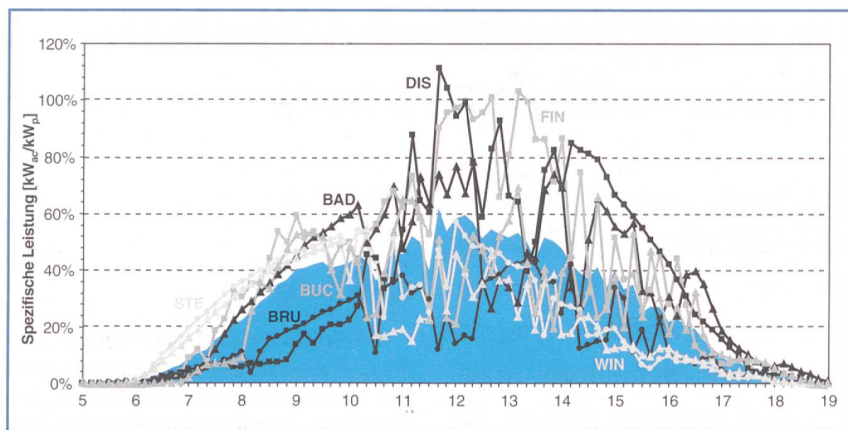


Bild 3 Leistung aller Anlagen der NOK-Solarkette (blau ausgefüllt: Summenkurve) am 22. April 1997.

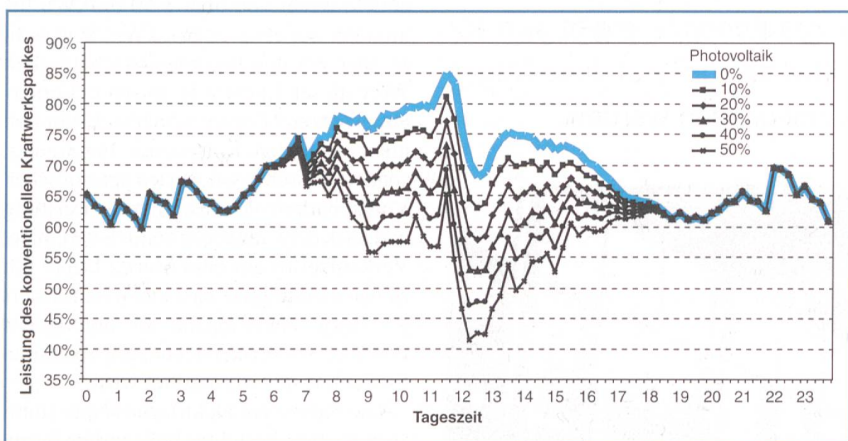


Bild 4 Die vom konventionellen Kraftwerkspark zu deckende Leistung am 22. April 1997 (blau: gemessener Lastverlauf ohne Photovoltaik).

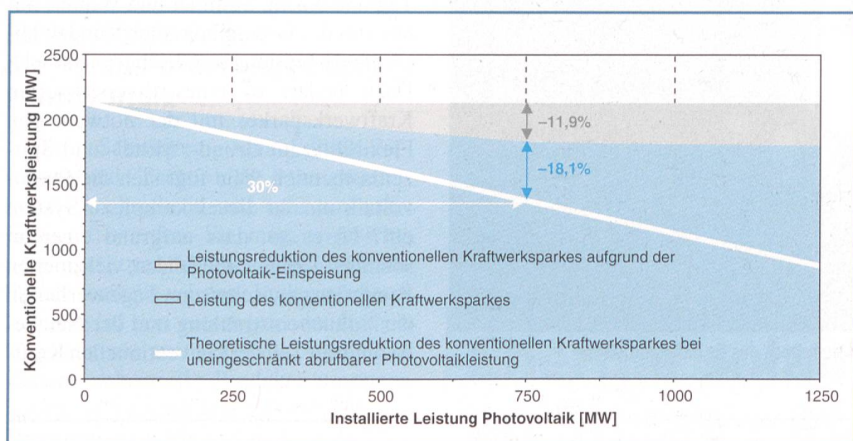


Bild 5 Leistungsreduktionspotential des konventionellen Kraftwerksparkes durch Einsatz von Photovoltaikkraftwerken am 22. April 1997.

werke überflüssig wird? Wir wollen diese Frage mittels eines Vergleiches aller Solaranlagen der NOK-Solarkette mit dem NOK-Versorgungsnetz an vier ausgewählten Tagen näher betrachten.

## Die NOK-Solarkette

Die Photovoltaikanlagen der NOK-Solarkette sind über die ganze Regelzone

des NOK-Versorgungsnetzes verteilt und bilden somit eine sowohl technologisch wie auch geographisch repräsentative Auswahl für diesen Vergleich. Es handelt sich im einzelnen um folgende Anlagen:

• NOK-Baden	2,5 kW <sub>p</sub>
• Alp Findels	13,3 kW <sub>p</sub>
• ISOKW Brugg	52,0 kW <sub>p</sub>
• Kirche Steckborn	19,4 kW <sub>p</sub>
• Disentis-Caischavedra	97,8 kW <sub>p</sub>

• Migros-Winterthur	67,4 kW <sub>p</sub>
• Neu-Technikum Buchs	20,4 kW <sub>p</sub>

## Das NOK-Versorgungsnetz

Das NOK-Versorgungsnetz beliefert die Werke der Kantone Zürich, Aargau, St.Gallen, Appenzell, Thurgau, Schaffhausen, Glarus und Zug und erfüllt vertragliche Lieferverpflichtungen gegenüber Dritten. Die maximal zu deckende Leistung beträgt rund 2,5 GW, die jährlichen Energielieferungen belaufen sich auf etwa 20 TWh.

## Auswahl der Daten

Für den Vergleich wurden anhand der Betriebsdaten der Solaranlage Disentis-Caischavedra vier interessante Tage aus dem Jahr 1997 ausgewählt (Bild 2):

*Dienstag, 22. April:* (maximale Leistung: 109 kW bzw. 111% der nominalen Zellenleistung; Energieertrag: 459 kWh bzw. 4,7 kWh/kW<sub>p</sub>). Das ist der Tag, an dem die Solaranlage die höchste Momentanleistung des Jahres erreichte.

*Sonntag, 10. August:* (maximale Leistung: 83 kW bzw. 85% der nominalen Zellenleistung; Energieertrag: 633 kWh bzw. 6,5 kWh/kW<sub>p</sub>). Das ist ein wolkenloser Sonntag mit einem sehr hohen Tagesenergieertrag der Solaranlage.

*Donnerstag, 28. August:* (maximale Leistung: 15 kW bzw. 15% der nominalen Zellenleistung; Energieertrag: 26 kWh bzw. 0,3 kWh/kW<sub>p</sub>). Ein bedeckter, regnerischer Sommertag mit geringer Leistung der Solaranlage.

*Freitag, 12. Dezember:* (maximale Leistung: 43 kW bzw. 44% der nominalen Zellenleistung; Energieertrag: 57 kWh bzw. 0,6 kWh/kW<sub>p</sub>). Ein trüber Wintertag mit einigen wenigen Aufhellungen.

## Tag maximaler Leistung der Solaranlage in Disentis

Tage, an denen Solaranlagen die maximalen Momentanleistungen erreichen, sind typischerweise geprägt von Wolken durchgängen, welche durch diffuse Lichtreflexionen die Einstrahlung während eines Wolkenfensters verstärken, so dass Leistungen zum Teil beträchtlich über der Nominalleistung der Solarzellen möglich sind. Die Leistung der Summe aller Anlagen in der gesamten Regelzone gleicht sich dabei zum grössten Teil aus, so dass die im Netz verursachten Leistungsgradienten deutlich geringer



ausfallen als jene der einzelnen Anlagen (Bild 3).

Im NOK-Versorgungsnetz tritt zurzeit eine maximale Netzbelastung von 100% = 2,5 GW auf. Diese wird heute weitgehend durch Wasser- und Nuklearanlagen (konventioneller Kraftwerkspark) abgedeckt. Nun wird folgendes Szenario gemacht: Im Versorgungsgebiet werden jeweils 10%, 20%, 30%, 40% bzw. 50% dieser Leistung von 2,5 GW durch Photovoltaikkraftwerke ergänzt. Welche Leistung muss dann an diesem bestimmten Tag noch von den konventionellen Kraftwerken erbracht werden? Die entsprechenden Verläufe sind in Bild 4 dargestellt.

Aus der Sicht des Netzbetreibers stellt sich nun die interessierende Frage, ob sich durch den Zubau von photovoltaischer Kraftwerksleistung die Leistung des konventionellen Kraftwerksparkes an diesem ausgewählten Tag reduzieren liesse (Vergleich der maximal auftretenden Netzbelastung mit und ohne Photovoltaik), und wenn ja, in welchem Masse.

Im beschriebenen Szenario könnte die konventionelle Kraftwerksleistung bis 30% PV-Leistung um 11,9% gesenkt werden (also 88,1% konventionelle Kraftwerke + 30% Photovoltaikkraftwerke = 100% Lastabdeckung über den ganzen Tag). Bei einem weiteren Photovoltaik-Ausbau ist keine zusätzliche Reduktion mehr möglich, da die verbleibende Netzspitzenleistung ausserhalb der Photovoltaikbetriebszeit auftritt (Bild 5).

Das technische Potential der Photovoltaik ist im übrigen um ein vielfaches höher als der im Modell angenommene Ausbau von 50% = 1250 MW<sub>p</sub>, welcher einer Solarzellenfläche von etwa 10 km<sup>2</sup> oder weniger als 1% der Landflächen des Versorgungsgebietes entspricht.

## Schöner Sonntag im Sommer

Am Sonntag, 10. August 1997, als die Solaranlage in Disentis einen sehr hohen Tagesertrag erzielte, sind die Leistungsverläufe aller Anlagen, mit Ausnahme des ISOKW-Brugg, welches um 11.40 Uhr von einer Wechselrichterstörung ereilt wurde, sehr gleichmässig (Bild 6). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang vielleicht, dass trotz optimaler Witterungsverhältnisse die Nominalleistung der Solaranlagen nirgends erreicht wurde. Die Anlage in Disentis beispielsweise erreichte lediglich etwa 83%. Dieser Sachverhalt ist für Photovoltaikanlagen symptomatisch und liegt in ein paar technisch/physikalischen Widerwärtig-

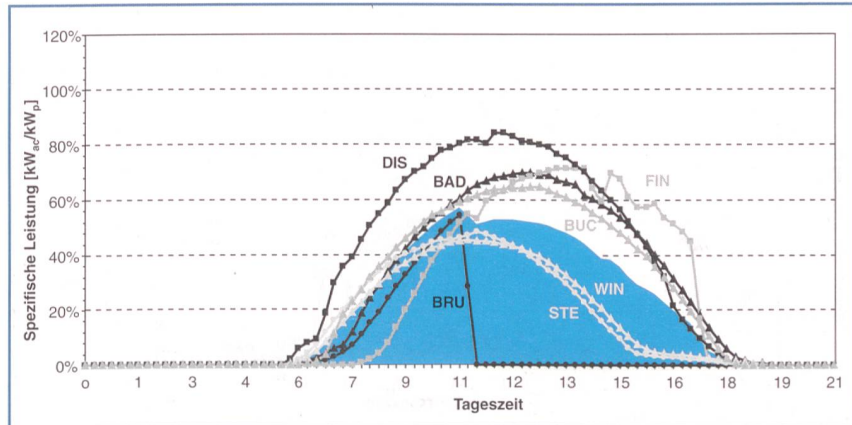


Bild 6 Leistung aller Anlagen der NOK-Solkette (blau ausgefüllt: Summenkurve) am 10. August 1997.

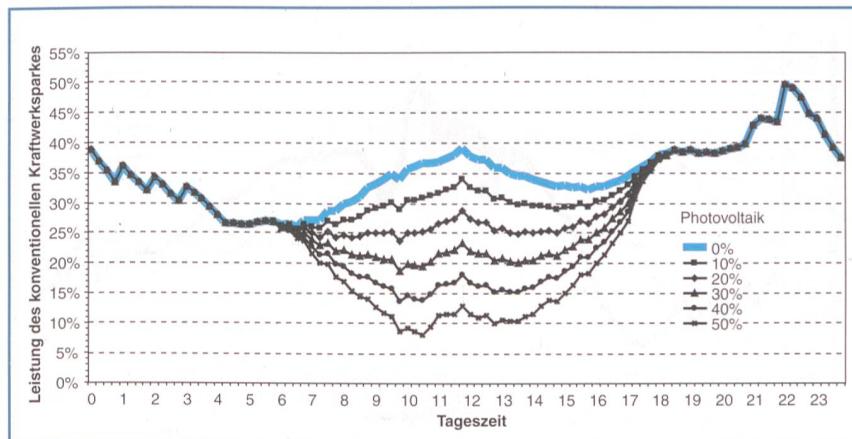


Bild 7 Die vom konventionellen Kraftwerkspark zu deckende Leistung am 10. August 1997 (blau: gemessener Lastverlauf ohne Photovoltaik).

keiten (erwärmte Solarzellen, Wechselrichterverluste, Ungenauigkeiten im MPPT usw.) begründet. Die maximale Leistung aller Anlagen zusammen erreicht damit ungefähr 60% derer Nominalleistung. Die Wechselrichterstörung der ISOKW-Anlage ist im übrigen statistisch nicht relevant, da sich solche technischen Unregelmässigkeiten bei genügend grosser Anzahl Anlagen in der Summe nicht mehr bemerkbar machen würden. Über die Mittagszeit würden bei einem 50prozentigen Photovoltaikausbau gerade noch etwa 10% der Leistung von den konventionellen Kraftwerken erbracht werden müssen (Bild 7). Da jedoch die Tageshöchstleistung im Stromnetz in der Dunkelheit der Nacht auftritt (um 22 Uhr), ist das Leistungsreduktionspotential für den konventionellen Kraftwerkspark für diesen Tag naturgemäss gleich Null.

## Regnerischer, bedeckter Sommertag

Der 28. August 1997 war in der ganzen Schweiz von unfreundlichem Wetter ge-

prägt. Vereinzelt Aufhellungen führten regional zu grossen Leistungsgradienten der Solaranlagen. In der Summe werden diese jedoch wieder stark geglättet. Der Anlagenpark der NOK-Solkette erreichte Leistungen bis etwa 12% der installierten Nominalleistung (Bild 8). Die Verbrauchskurve mit einem ausgeprägten Peak kurz vor Mittag und einer relativ schwachen Last in der Nacht ist typisch für einen Werktag im Sommer. Der Beitrag der Photovoltaik an diesem Tag ist aufgrund der Bewölkungssituation sehr bescheiden. Um den Tagesbedarf abzudecken, dürfte die Leistung des konventionellen Kraftwerksparkes um lediglich 1,2% geringer sein, dies bei einem Photovoltaik-Ausbauzustand von 30%. Die Photovoltaikanlagen sind für die Leistungsbilanz also bedeutungslos.

## Trüber Wintertag

Zwischen erhöhtem Strombedarf auf der Kundenseite und nasskaltem Wetter besteht ein kausaler Zusammenhang. Deshalb ist es unmöglich, dass Photovoltaikanlagen ohne Zwischenspeicher im



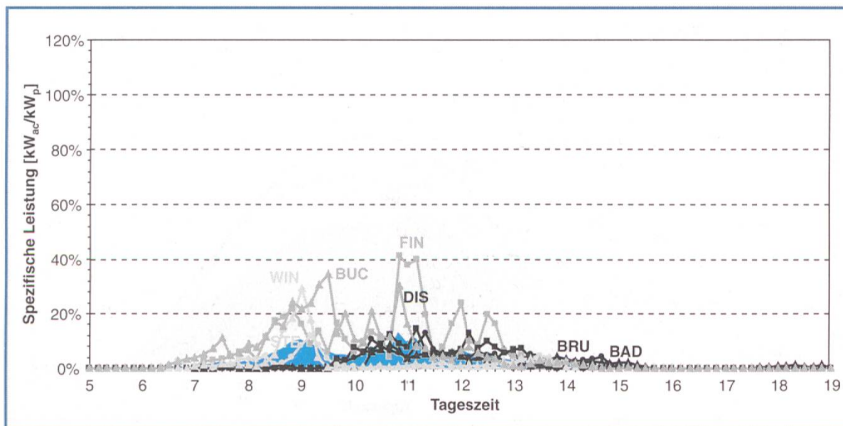


Bild 8 Leistung aller Anlagen der NOK-Solarkette (blau ausgefüllt: Summenkurve) am 28. August 1997.

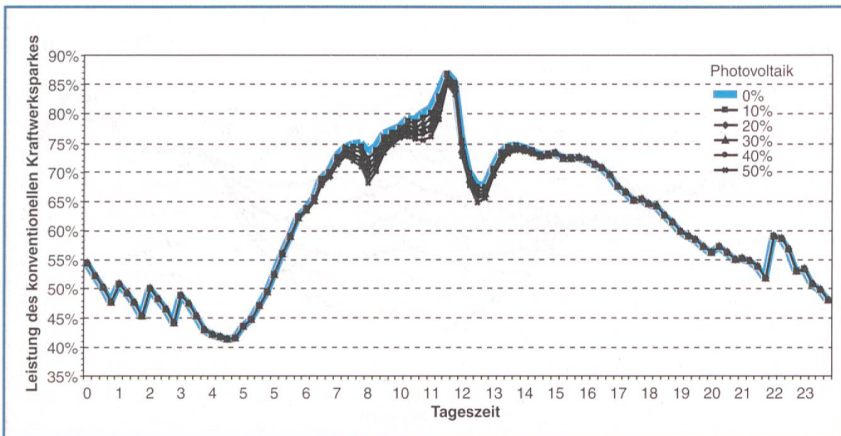


Bild 9 Die vom konventionellen Kraftwerkspark zu deckende Leistung am 28. August 1997 (blau: gemessener Lastverlauf ohne Photovoltaik).

Winter einen substantiellen Beitrag an die Leistungsbilanz in einem Stromnetz leisten können. Dies bringen auch die Daten des 12. Dezember 1997 zum Ausdruck. An diesem von wechselhaftem Wetter geprägten Tag erreichen die einzelnen Anlagen immer wieder Leistungen bis 50%, alle Anlagen zusammen bringen es jedoch nur kurzzeitig über 20% (Bild 10). Das bedeutet, analog zum vorgängig betrachteten Tag, dass die Leistungseinsparung im konventionellen Kraftwerkspark nur marginal wäre, nämlich 1,6% bei einem Photovoltaikanteil von 30% (Bild 11).

## Schlussfolgerungen

Allgemein gilt, dass bei lagerbaren Erzeugnissen zwischen der Fertigung und der Nutzung des Produktes eine zeitliche Flexibilität besteht, die verschiedene Bewirtschaftungsstrategien zulässt. So kann als praktisches Beispiel WC-Papier dann beschafft werden, wenn die Rahmenbedingungen günstig sind, beispielsweise während einer Aktion im Warenhaus, und zwar in dem Umfang, wie es auf-

grund der anschliessend anfallenden Lagerkosten und der Verzinsung des gebundenen Kapitals optimal ist. Dieses Lager wird anschliessend nach dem persönlichen Bedarf individuell abgearbeitet.

Demgegenüber ist bei nicht oder nur mit grossem Zusatzaufwand lagerbaren Erzeugnissen ein zu jedem Zeitpunkt eingehaltenes Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch eine zwingende Bedingung für ein stabil funktionierendes System.

Beim elektrischen Strom handelt es sich offensichtlich um ein Erzeugnis der zweitgenannten Kategorie, folglich ist der zeitlichen Verfügbarkeit der einzelnen Produktionsanlagen ein übergeordnetes Gewicht beizumessen. Der moderne Ausdruck der «Just-in-time»-Produktion ist hier im wahrsten Sinne des Wortes zutreffend und seit bald einem Jahrhundert eine meist unbewusst vorausgesetzte Selbstverständlichkeit. Der direkten Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung, in unseren Breiten neben der etablierten Wasserkraft die Wind- und Sonnenenergie, haftet hiermit der Mangel an, dass die stochastisch auftretenden Angebotsschwankun-

gen mittels unabhängig regelbaren Kraftwerkseinheiten ausgeglichen werden müssen. Regeltechnisch sind Photovoltaikanlagen als Störgrössen (nur im technischen Sinne natürlich!) zu betrachten. Sie müssen vom Netzbetreiber wie ein «negativer» Kunde behandelt werden. Limitierend für die Netzstabilität sind die zur Verfügung stehenden Leistungsreserven in einer Regelzone. Im NOK-Versorgungsgebiet stehen für die Netzregelung heute rund 765 MW zur Verfügung. Solange die installierte Photovoltaikleistung in einer Regelzone deutlich geringer als die Regelleistung ist, sind Solaranlagen betrieblich für das Stromnetz unproblematisch. Für den Netzbetreiber gehen die Photovoltaikanlagen jedoch ausschliesslich in die **Energie**-, jedoch nicht in die **Leistungsbilanz** ein, da von diesen Anlagen übers Jahr gesehen keine garantierte Leistung, und zwar insbesondere an jenen Tagen mit der höchsten Netzbelastung, zur Verfügung steht. Das bedeutet, dass durch Photovoltaikanlagen ohne zusätzliche Speichereinrichtungen keine konventionelle Kraftwerksleistung ersetzt werden kann. Von der weitverbreiteten Idee, das elektrische Verteilnetz diene als Energiespeicher, müssen wir uns definitiv lösen. Diese vermeintliche Speicherwirkung wird nicht durch das Netz, sondern durch die konventionellen Kraftwerke im Hintergrund ermöglicht.

Die Überlegungen, die für die Kraftwerksleistung gemacht wurden, gelten im übrigen auch für die Kapazitäten der Übertragungsleitungen. Auch hier kann zu den kritischen Zeiten durch Photovoltaikanlagen keine Entlastung erreicht werden.

Im heutigen politischen und wirtschaftlichen Umfeld, wo externe Kosten noch nicht verursachergerecht umgewälzt werden, ist somit aus betriebswirtschaftlicher Sicht der Wert der Energie aus Solaranlagen gleich den vermiedenen Kosten für die Beschaffung gleichwertiger Energie. Bei nicht regulierbarer und nicht prognostizierbarer Leistung sind die vermiedenen Beschaffungskosten äusserst tief und entsprechen praktisch den eingesparten Brennstoffkosten einer Gasturbine bzw. dem Strompreis auf dem Spotmarkt, welcher sich in der Grössenordnung von 3 Rp./kWh bewegt.

Dass für den privaten Haushaltskunden der Nutzen ungleich höher, nämlich gleich den beim lokalen EW vermiedenen Kosten, im Schnitt also etwa 16 Rp./kWh, ist, liegt einzig am ungenügenden Tarifsystem (nur Arbeitspreis, kein Leistungspreis, keine Grenzkostentarifizierung), welches die kostenfreie Inanspruchnah-



me der Netzdienstleistungen wie Reservehaltung, Frequenz- und Spannungshaltung usw. zulässt. Ausschliesslich auf dieser fragwürdigen Basis haben sich im übrigen auch kleine wärmegeführte Blockheizkraftwerke (Gasmotor-WKK-Anlagen bis etwa 300 kW<sub>el</sub>) zu eigentlichen Rennern entwickelt.

Worin liegt nun der Sinn, Photovoltaik als Technologie zu unterstützen und weiter zu entwickeln, wenn sich doch der betriebliche Nutzen im Gesamtversorgungssystem so gering und die ökonomische Situation derart unvorteilhaft präsentieren?

Die Antwort hierauf bedarf eines über die üblichen betriebswirtschaftlich relevanten Betrachtungszeiträume hinausgehenden Horizontes: Langfristig werden der Menschheit ausschliesslich erneuerbare Energiequellen zur Verfügung stehen. Der Raubzug auf die fossilen Energieträger, die vor vielen Millionen Jahren in der Erdkruste eingelagert wurden, und nun von der Menschheit in wenigen hundert Jahren aufgebraucht werden, wird in absehbarer Zeit ein Ende finden. Wir tun gut daran, bis spätestens zu diesem Zeitpunkt Alternativen in geeignetem Umfang bereitzustellen. Die Photovoltaik hat diesbezüglich ein enormes theoretisches Potential. Die auf die Erdoberfläche eingestrahlte Sonnenenergie entspricht etwa dem 15 000fachen (!) des heutigen Weltenergiebedarfes. Allerdings entsprechen die heute mühsam und aufwendig zusammengebauten Solarmodule noch lange nicht den Anforderungen, die an die zukünftigen Systeme zur umfassenden solaren Energieversorgung gestellt werden. Bis die marktreife, hocheffiziente Dünnschichtzelle, welche mit minimalem Energieaufwand aus toxikologisch unbedenklichen Substanzen in grosser Menge billig hergestellt werden kann, fertig entwickelt ist, bedarf es noch einigen Forschungsaufwand. Deshalb stellt sich die Frage, ob heute die vielfach ausschliesslich politisch motivierten Massnahmen zur Breitenförderung von Photovoltaikanlagen aktueller Technologie in Zeiten beschränkter Mittel sinnvoll sind, oder ob ein zielgerichteter Einsatz dieser Unterstützungsbeiträge in die Forschung und in Pilotanlagen nicht eher angezeigt wäre. Die Folgen einer undifferenzierten Subventionswirtschaft sind bekanntlich nicht selten Ineffizienz und sogar die Verhinderung des technischen Fortschritts.

In der schnelllebigen Zeit sind wir alle zu ungeduldigen Zeitgenossen geworden. Wir möchten unsere Wünsche und berechtigten Anliegen lieber gestern als

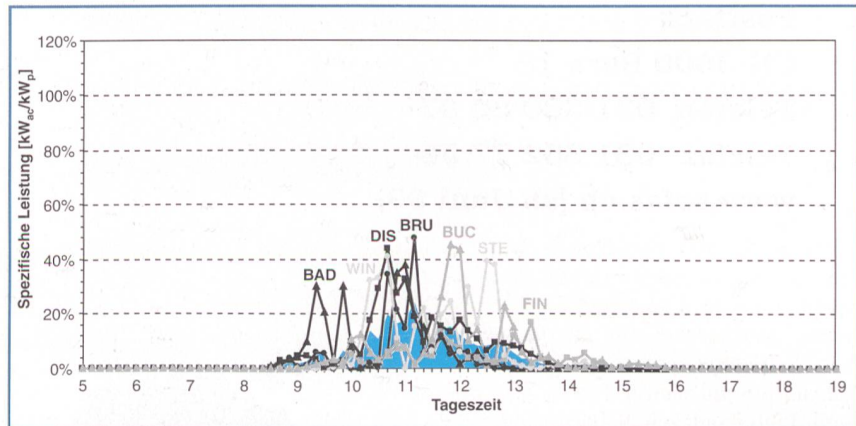


Bild 10 Leistung aller Anlagen der NOK-Solarkette (blau ausgefüllt: Summenkurve) am 12. Dezember 1997.

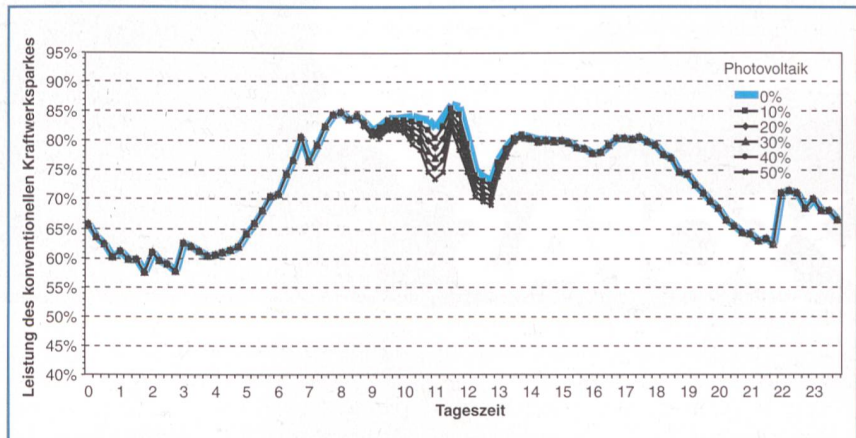


Bild 11 Die vom konventionellen Kraftwerkspark zu deckende Leistung am 12. Dezember 1997 (blau: gemessener Lastverlauf ohne Photovoltaik).

heute erfüllt sehen. Aber gerade der Umbau einer Energieversorgung ist ein langwieriger und mühevoller Prozess, welcher Stabilität und Weitsicht verlangt. Die begrenzten Ressourcen, und zwar die personellen wie die finanziellen, müssen unbedingt gebündelt und zielgerichtet eingesetzt werden.

Leider wird das Potential der Photovoltaik kurzfristig ganz massiv überschätzt, langfristig jedoch vielfach genau so stark unterschätzt. Diese Problematik führt leicht zu falschen Entscheiden und unzweckmässigen Massnahmen.

## Literatur

- [1] Roth, S.: 1-Megawatt-Solarkette der NOK, Normierte Daten 1997, Jahresbericht.
- [2] Gross, A., Bogensperger, J.: Spannungshaltung in Niederspannungsnetzen unter Einfluss dezentraler Photovoltaikanlagen, e&i 1996/3.
- [3] Gross, A.: Leistungsschwankungen im Stundenbereich durch Betrieb grossräumig verteilter Photovoltaikanlagen, e&i 1996/3.
- [4] Bogensperger, J., Gross, A.: Veränderung der Speicherbewirtschaftung und Substitution kalorischer Stromerzeugung durch grossflächige Stromeinspeisung aus Photovoltaik, e&i 1996/3.
- [5] Tillesen, U.: Solarstrom – Zukunftsenergie der Schweiz? «Aargauer Zeitung» vom 20.3.1999.

## Considérations relatives à l'appréciation de l'électricité solaire du point de vue de l'économie énergétique

Le système photovoltaïque, conversion silencieuse et non polluante de l'énergie solaire inépuisable à vue humaine en électricité, correspond pour ainsi dire à la représentation idéale d'un système énergétique durable. Quelle est toutefois l'importance de l'électricité solaire dans notre réseau d'approvisionnement en électricité? Quelle influence l'augmentation de la capacité photovoltaïque a-t-elle sur le parc de centrales conventionnel? De quelle autonomie d'approvisionnement le propriétaire d'une installation photovoltaïque privée dispose-t-il? L'article traite en détail ces questions.



**Sonnenenergie - Fachverband  
Schweiz SOFAS**

**Postfach**

**CH-3000 Bern 16**

**Telefon 031 350 00 07**

**Telefax 031 352 77 56**

**www.sofas.ch (ab Juni 99)**

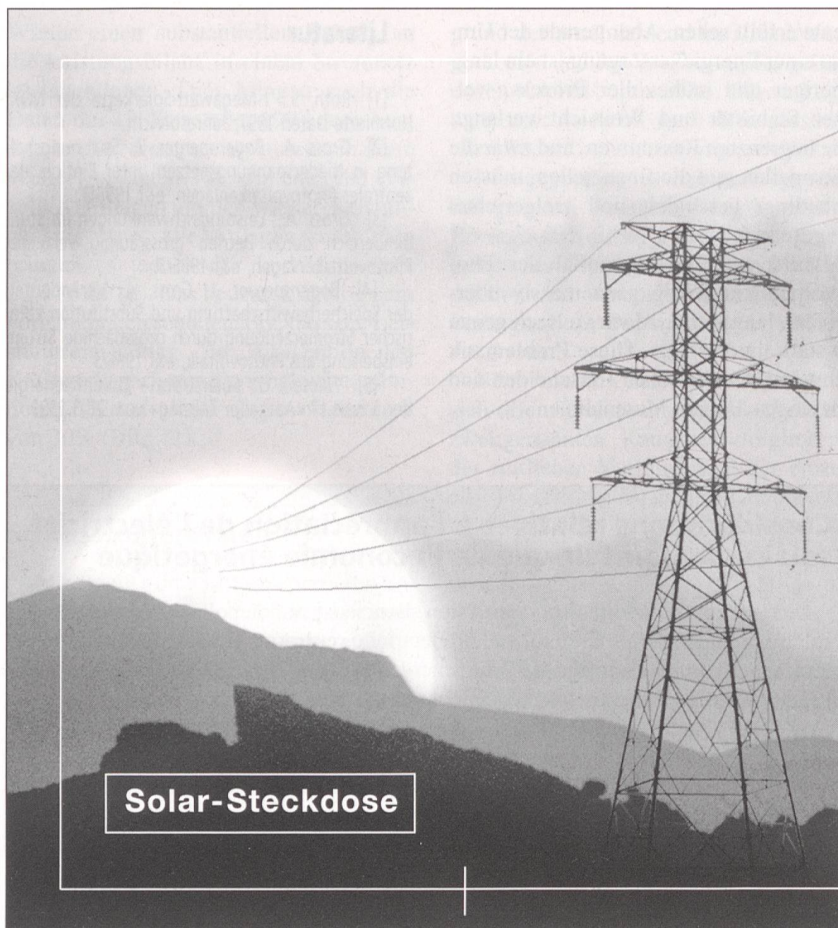
*Beim Bau einer  
Sonnenenergie-  
Anlage kommt es  
auf einige kritische  
Punkte an, die  
sonst in der Bau-  
branche wenig  
Beachtung finden.*

*Unsere 170  
Mitgliederfirmen  
haben dieses  
Know-how. Und  
helfen Ihnen wei-  
ter. Damit Ihre  
Sonnenenergie-  
Anlage ein Solar-  
Flip und nicht ein  
Solar-Flop wird.*



*... das Passwort für eine sonnige Zukunft.*

**Bestellen Sie jetzt GRATIS das  
aktuelle Verzeichnis mit den  
Schweizer Solarfirmen!**



**Solar-Steckdose**



Strom aus der Sonne – wir liefern dazu  
die neueste Technik! Vom unverpol-  
baren Stecker bis zum Standalone-Kit:  
unser PHOTOVOLTAIK-Programm ist  
vollumfassend. Bestellen Sie unseren  
Katalog!

Der Zeit voraus mit Solartechnik.  
Nutzen Sie unsere Erfahrung.

**Besuchen Sie uns im Internet**

**MAX HAURI AG**

CH-9220 Bischofszell Tel.+41 71 424 25 25 Fax+41 71 424 25 90  
Internet: [www.maxhauri.ch](http://www.maxhauri.ch) e-mail: [info@maxhauri.ch](mailto:info@maxhauri.ch)