

# PV-EIGENVERBRAUCH

## ÖKONOMIE VON PHOTOVOLTAIKSYSTEMEN IM EIGENVERBRAUCHSZEITALTER

Bisher konnten sich PV-Systeme ausschließlich durch die Einnahmen aus der Netzeinspeisung refinanzieren. Um zukünftig einen wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen, muss ein Teil des erzeugten Stroms zeitgleich verbraucht werden. Wie hoch der für die Wirtschaftlichkeit erforderliche Eigenverbrauchsanteil ist, zeigen Berechnungen der HTW Berlin.

Früher wurden PV-Systeme für die Einspeisung des erzeugten Solarstroms in das Netz errichtet. Die Erlöse dieser netzgekoppelten PV-Systeme ließen sich vergleichsweise einfach über die jeweilige Einspeisevergütung und den zu erwartenden Energieertrag bestimmen. Daher war bislang lediglich die Schwankung der jährlich erzeugten Energiemenge die entscheidende Unbekannte bei der ökonomischen Bewertung von PV-Systemen.

### Übergang vom Einspeise- zum Eigenverbrauchszeitalter

In den vergangenen Jahren fielen die Einspeisevergütungssätze sowie die Gestehungskosten der PV-Energie drastisch (Bild 1). Dies ist insbesondere auf starke Preissenkungen bei den PV-Systemen zurückzuführen, die neben der erwarteten Verzinsung des eingesetzten Kapitals die Höhe der Stromgestehungskosten entscheidend beeinflussen (Bild 2). Gleichzeitig stiegen die Strombezugskosten privater Haushalte. Dadurch liegen inzwischen die Stromgestehungskosten von PV-Systemen im Haushaltsbereich unter den Netzstrombezugskosten. Solarstrom vom Dach ist somit günstiger als Strom aus dem Netz. Das Erreichen dieser sogenannten Netzparität ist der Beginn des Übergangs vom Einspeise- zum Eigenverbrauchszeitalter.

Ein weiteres entscheidendes Ereignis ist der Schnittpunkt zwischen der Einspeisevergütung und den Haushaltsstrompreisen Anfang 2012. Spätestens seitdem ist es für Haushalte finanziell vorteilhafter, den erzeugten Solarstrom selbst zu nutzen, anstatt diesen in das Netz einzuspeisen. Dadurch gewinnt der Eigenverbrauch des Solarstroms bei weiter steigenden Strompreisen und sinkenden Kosten für den Solarstrom zunehmend an Bedeutung. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Gleichzeitigkeit der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs.

Durch die starke Degression der Einspeisevergütung in den vergangenen Jah-

ren liegen mittlerweile die Vergütungssätze unterhalb der Stromgestehungskosten typischer PV-Systeme. Dadurch sind die Einnahmen aus der Netzeinspeisung nicht mehr ausreichend, um rein netzeinspeisende Systeme rentabel zu betreiben. Daher rechnen sich nur noch PV-Systeme, wenn ein Teil der erzeugten PV-Energie zeitgleich genutzt wird. Nur aufgrund der dadurch erzielten Einsparungen des vergleichsweise teuren Netzstroms ist ein rentabler Betrieb der PV-Systeme möglich. Dies ist ein weiterer Meilenstein bei der Solarstromnutzung: Der Beginn des Eigenverbrauchszeitalters. Der Eigenverbrauch oder alternative Vermarktungskonzepte sind zukünftig die entscheidende Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit der PV-Systeme. Dies eröffnet aber auch neue Chancen für die Photovoltaik. In immer mehr Regionen der Welt rechnen sich PV-Systeme zunehmend auch ohne entsprechende Einspeisetarife allein durch den Eigenverbrauch.

In Zukunft werden die Strombezugskosten voraussichtlich weiter ansteigen und die Einspeisevergütungssätze weiter abgesenkt. Dadurch nimmt der finanzielle Vorteil durch den Eigenverbrauch weiter zu und die zeitgleiche Nutzung des Solarstroms vor Ort gewinnt an Attraktivität. Zur Refinanzierung der PV-Systeme tragen somit neben den Einnahmen aus der Netzeinspeisung zunehmend die eingesparten Netzstrombezugskosten bei. Die Ökonomie von photovoltaischen Eigenverbrauchssystemen wird daher entscheidend von der langfristigen Entwicklung der Strombezugskosten sowie der Höhe der zeitgleich verbrauchten PV-Energie beeinflusst.

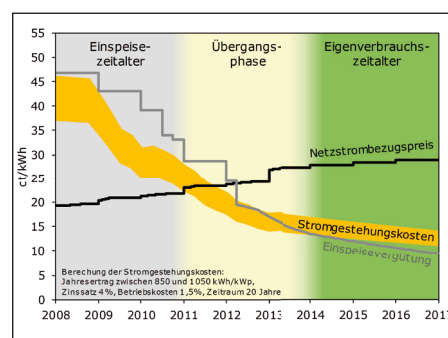


Bild 1: Der Übergang vom Einspeise- zum Eigenverbrauchszeitalter im Haushaltsbereich in Deutschland (Daten: Destatis, BNetzA, BSW)

### Wirtschaftlichkeit nur durch Eigenverbrauch

Der sogenannte Eigenverbrauchsanteil hängt dabei von zahlreichen Einflussgrößen ab, die die zeitliche Korrelation der PV-Erzeugung und des Stromverbrauchs bestimmen. Maßgeblich sind die Größe des PV-Systems und die Höhe des Strombedarfs, wie Bild 3 zeigt. In einem Einfamilienhaushalt mit einem durchschnittlichen Strombedarf von 4 MWh (4.000 kWh) pro Jahr lassen sich im Jahresmittel rund 30 % der erzeugten Energie eines 4-kWp-PV-Systems zeitgleich verbrauchen. Somit werden noch 70 % des Jahresertrags als Überschuss in das Netz eingespeist. Ein größeres PV-System führt in der Regel zu höheren Überschüssen, wodurch der Eigenverbrauchsanteil sinkt. Ein höherer Stromverbrauch reduziert hingegen die überschüssige PV-Energie und erhöht den Eigenverbrauchsanteil. Auch durch die Verkleinerung des PV-Systems kann ein hoher Anteil der erzeugten PV-Energie zeitgleich verbraucht werden. Allerdings lässt sich durch kleine PV-Systeme nur ein vergleichsweise geringer Anteil des Strombedarfs photovoltaisch versorgen, was für die Energiewende und den Klimaschutz nicht zielführend ist.

Ob sich ein Eigenverbrauchssystem rechnet, hängt entscheidend vom Anteil des Eigenverbrauchs an der gesamten erzeugten PV-Energie ab. Aus Bild 4 lässt sich ablesen, wie hoch der Eigenverbrauchsanteil in Abhängigkeit der Vergütungshöhe und Stromgestehungskosten sein muss, damit ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Liegt die Vergütung über den Gestehungskosten, ist der Ei-

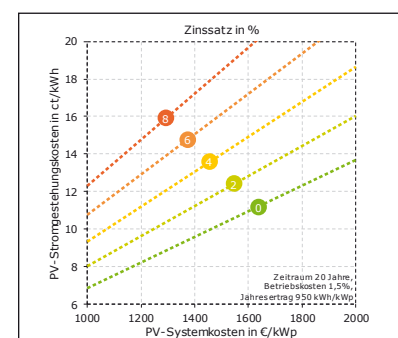
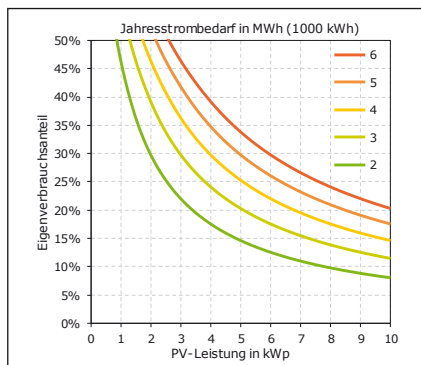
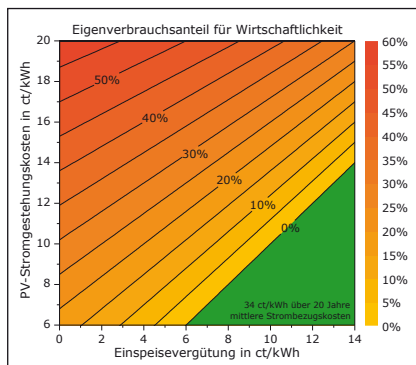


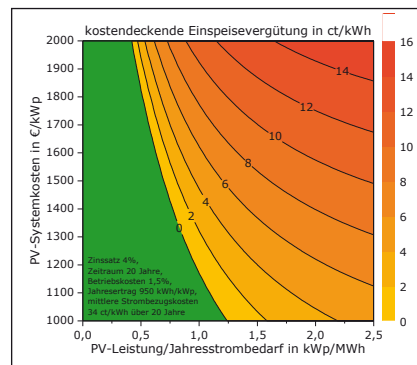
Bild 2: Einfluss der PV-Systemkosten und der erwarteten Kapitalverzinsung (gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten) auf die PV-Stromgestehungskosten



**Bild 3:** Erzielbarer jahresmittlerer Eigenverbrauchsanteil in Einfamilienhaushalten in Abhängigkeit des Strombedarfs und der Größe des PV-Systems.



**Bild 4:** Minimal erforderlicher Eigenverbrauchsanteil zur Wirtschaftlichkeit von PV-Systemen



**Bild 5:** Zur Wirtschaftlichkeit von PV-Systemen erforderliche Einspeisevergütung in Abhängigkeit der PV-Systemkosten und der auf den Jahresstrombedarf normierten PV-Leistung

genverbrauch für die Rentabilität nicht zwingend erforderlich (grüner Bereich). Wird die Netzeinspeisung mit einem Preis vergütet, der unter den Kosten des photovoltaisch erzeugten Stroms liegt, muss ein Anteil der erzeugten PV-Energie vor Ort verbraucht werden. Mit zunehmender Differenz zwischen Einspeisevergütung und Stromgestehungskosten ist ein höherer Eigenverbrauchsanteil für die Wirtschaftlichkeit notwendig. Bei einem Strompreisanstieg in den nächsten 20 Jahren um jährlich 2 % (Inflation) ergibt sich im Mittel ein Netzstrombezugspreis von 34 ct/kWh. Unter Berücksichtigung dieser Annahme muss ein Eigenverbrauchsanteil von über 50 % realisiert werden, damit beispielsweise ein PV-System mit Stromgestehungskosten von 17 ct/kWh auch ohne Netzeinspeisevergütung rentabel ist. Wie Bild 3 zeigt, lässt sich so ein hoher Eigenverbrauchsanteil nur mit sehr kleinen PV-Systemen von unter 3 kWp in typischen Haushalten realisieren.

### Einspeisevergütung für große PV-Systeme weiterhin erforderlich

Die Höhe des Eigenverbrauchsanteils bestimmt maßgeblich, ob zur Refinanzierung der Systeme eher die Einnahmen aus der Netzeinspeisung oder die Einsparungen der Netzbezugskosten beitragen. Kleine PV-Systeme mit hohem Eigenverbrauchsanteil können sich überwiegend durch die vermiedenen Strombezugskosten refinanzieren. Die Rentabilität von großen PV-Systemen mit geringem Eigenverbrauchsanteil und überwiegender Netzeinspeisung ist entscheidend von der Höhe der Einspeisevergütung abhängig. Bild 5 zeigt, wie hoch die Einspeisevergütung je nach Größe des PV-Systems und Höhe der spezifischen PV-Systemkosten mindestens sein muss, damit die Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Die PV-Systemgröße wurde dabei auf den jährlichen Stromverbrauch normiert,

um Aussagen für unterschiedliche jährliche Stromverbräuche zu erhalten. Wird in einem Haushalt mit einem Stromverbrauch von 4 MWh (4.000 kWh) pro Jahr ein PV-System mit einer Leistung von 10 kWp (2,5 kWp/MWh) für 2.000 €/kWp installiert, ist eine Netzeinspeisevergütung von über 14 ct/kWh für einen rentablen Betrieb erforderlich. Bei 1.400 €/kWp wären nur noch rund 9 ct/kWh nötig. Sinkt die Einspeisevergütung unter diesen Wert, ließe sich die Rentabilität bei gleichen Systemkosten nur durch eine Verkleinerung der PV-Systemgröße erzielen. PV-Systeme mit geringer Leistung haben jedoch oft höhere spezifische PV-Systemkosten. Würde der in das Netz eingespeiste Strom nicht mehr vergütet werden, wären bei PV-Systemkosten von 1.400 €/kWp nur noch PV-Systeme mit einer Leistung von bis zu 0,75 kWp/MWh rentabel. Das wäre im obigen Beispiel eine Leistung von 3 kWp. Grundsätzlich kommen kleine PV-Systeme mit hohem Eigenverbrauchsanteil auch ohne Einspeisevergütung aus (grüner Bereich). Größere PV-Systeme mit geringerem Eigenverbrauchsanteil würden sich dann jedoch nicht mehr rentieren.

Würde die Netzeinspeisung zukünftig nicht mehr vergütet werden, blieben große Anteile des Dachflächenpotenzials im Haushaltsbereich ungenutzt. Die für die Energiewende erforderliche Photovoltaikleistung müsste dann zu einem späteren Zeitpunkt auf Freiflächen realisiert werden, was zusätzliche Kosten verursachen würde und für die Akzeptanz der Energiewende nicht förderlich wäre. Daher ist auch weiterhin die Vergütung der Netzeinspeisung insbesondere von PV-Systemen mit höherer Leistung erforderlich, um verfügbare Dachflächen für den erforderlichen Ausbau der Photovoltaik nicht ungenutzt zu lassen. Auch die Einführung einer Umlage auf eigenverbrauchten Solarstrom würde die Wirtschaftlichkeit photovoltaischer Eigenver-

brauchssysteme negativ beeinträchtigen und somit die Erschließung des Dachflächenpotenzials gefährden.

Darüber hinaus müssen andere Lösungsansätze entwickelt werden, um einen möglichst hohen Anteil der PV-Energie vor Ort zu nutzen. Hierzu kommen photovoltaische Eigenverbrauchssysteme mit Batteriespeicher, eine Erhöhung des Eigenverbrauchs durch die Elektromobilität und die thermische Nutzung von Überschüssen in Frage. Gelingt es, langfristig die PV-Systemkosten sowie die Kosten für Batteriespeicher weiter zu reduzieren, kann die Kombination von PV-Systemen mit Batteriespeichern gegenüber Systemen ohne Speicherung sogar ökonomisch vorteilhaft sein <sup>1)</sup>. Dadurch könnten photovoltaische Eigenverbrauchssysteme mit Speicher eine neue Dynamik für den dringend erforderlichen PV-Ausbau auslösen.

### Danksagung

Das Forschungsprojekt PVprog wird im Umweltentlastungsprogramm II gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Berlin (Projektnummer: 11410 UEP II/2).

### Literatur

<sup>1)</sup> Weniger, J.; Tjaden, T.; Quaschnig, V.: Sizing of Residential PV Battery Systems. In: Energy Procedia Vol. 46 (2014), S. 78-87

### ZU DEN AUTOREN:

► Johannes Weniger, Tjarko Tjaden, Volker Quaschnig  
Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin

<http://pvspeicher.htw-berlin.de>