

Speicher auf dem Prüfstand

Systemeffizienz: Sie ist ein wichtiges Auswahlkriterium beim Speicherkauf. Sonst kann der Mehrwert einer Solarbatterie schnell schrumpfen. Was ist bei der Suche nach einem effizienten Solarstromspeicher zu beachten?

Das Streben nach Unabhängigkeit vom Stromversorger beflügelt den zunehmenden Einsatz von PV-Speichersystemen in Wohngebäuden. Das vorrangige Ziel eines PV-Speichersystems ist es, den Netzbezug eines Gebäudes zu senken. Die Speicherung der solaren Stromüberschüsse verringert allerdings auch die in das Netz eingespeiste Energie. Je geringer die Verluste eines PV-Speichersystems sind, desto mehr Solarstrom lässt sich in das Netz einspeisen. Zudem muss dann auch weniger Strom aus dem Netz bezogen werden. Die Höhe der Effizienzeinbußen wirkt sich somit unmittelbar auf die erzielbaren Kosteneinsparungen aus.

Blätter ohne vergleichbare Daten

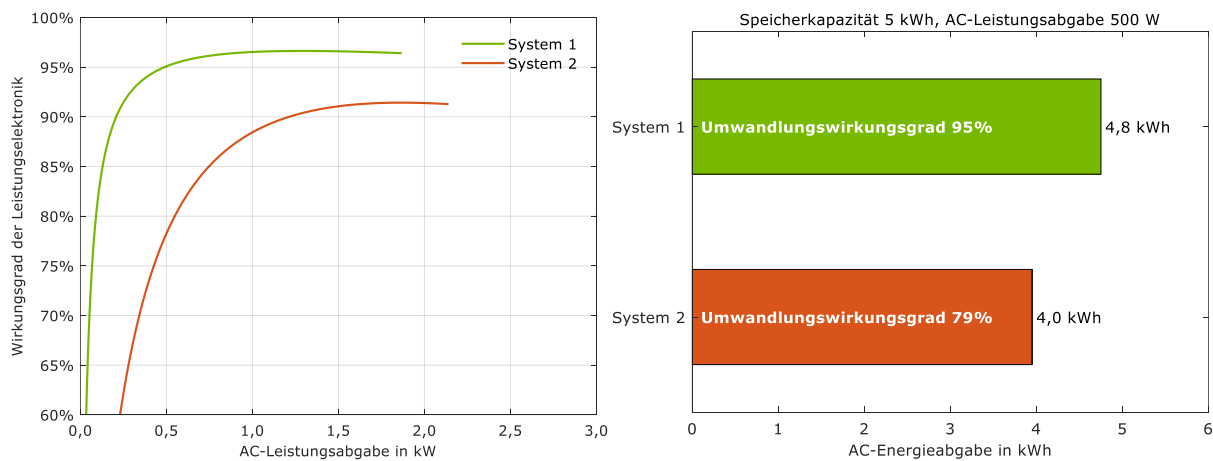
Wirft man einen Blick in die Datenblätter, stellt man schnell fest: Je nach Hersteller unterscheiden sich bereits die Bezeichnungen der einzelnen Systemeigenschaften. In Bezug auf die Effizienz ist in den Datenblättern häufig der maximale Wirkungsgrad für einzelne Systemkomponenten oder ausgewählte Umwandlungspfade zu finden. Unter welchen Betriebsbedingungen diese Maximalwerte erreicht werden, ist nur selten angegeben. Ein verlässlicher Vergleich der Effizienz von verschiedenen Speichersystemen ist daher heute auf Basis der Datenblattangaben kaum möglich.

Um eine bessere Vergleichbarkeit der PV-Speichersysteme zu erzielen, haben die Branchenverbände BVES und BSW im Jahr 2017 unter Beteiligung zahlreicher Hersteller, Prüfinstitute und Hochschulen den „Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“ veröffentlicht. Mit dem Effizienzleitfaden werden einerseits die Begrifflichkeiten und andererseits die Prüfverfahren zur Bestimmung der Systemeigenschaften im Labor vereinheitlicht. Kurz gesagt: Die Labormessungen nach dem Effizienzleitfaden sind die Grundlage, um die einzelnen Effizienzparameter der PV-Speichersysteme miteinander vergleichen zu können. Bisher haben jedoch nur wenige Hersteller ihre Datenblattangaben entsprechend den Vorgaben des Effizienzleitfadens aktualisiert oder Prüfberichte veröffentlicht. Daher kommt immer wieder die Frage auf, ob Hersteller, die keine Messergebnisse zur Verfügung stellen, etwas zu verbergen haben?

Relevanz der Entladeverluste

Eines ist klar: Die Gesamteffizienz eines PV-Speichersystems wird von einer Vielzahl von Verlust- und Einflussfaktoren bestimmt. In der Regel dominieren die Umwandlungsverluste, insbesondere die Verluste in der Leistungselektronik [1]. Eine besondere Rolle spielt dabei die Umwandlungseffizienz während des Entladevorgangs im Teillastbereich. Je nach Systemkonfiguration und Lastprofil des Wohngebäudes werden bis zu 60% der jährlichen Energie des Batteriespeichers bei Leistungen unterhalb von 500 W abgegeben. Schließlich wird der Speicher überwiegend in den Abend- und Nachtstunden bei geringem Stromverbrauch entladen. Der Umwandlungswirkungsgrad der Leistungselektronik kann in diesem Leistungsbereich je nach System sehr unterschiedlich ausfallen. Auf Effizienz getrimmte Systeme erreichen bei einer AC-Leistungsabgabe von 500 W Spitzenwirkungsgrade von bis zu 95%. Schluckspechte kommen dagegen nur auf Umwandlungswirkungsgrade unter 80%. Da die Umwandlungsverluste als Abwärme verpuffen, tragen insbesondere ineffiziente Speichersysteme ungewollt zur Gebäudeheizung bei.

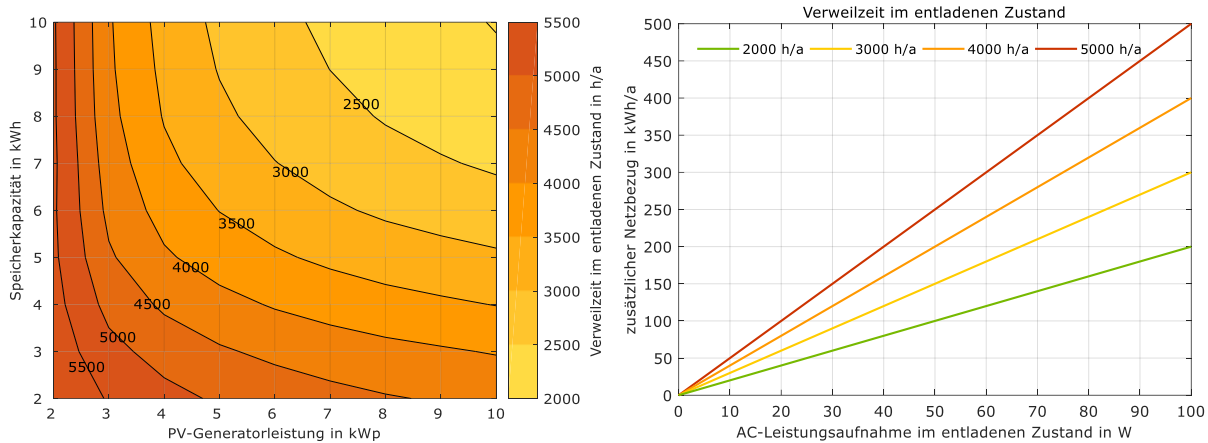
Die Bedeutung der Entladeverluste kann man auch aus einem anderen Blickwinkel betrachten. Denn sie wirken sich unmittelbar darauf aus, welcher Anteil der gespeicherten DC-Energie während des Entladevorgangs überhaupt auf der AC-Seite an das Hausnetz abgegeben wird. Bei einer Speicherkapazität von 5 kWh und dem zuvor beschriebenen Beispiel mit einem Umwandlungswirkungsgrad von 95% sind es immerhin 4,8 kWh, wenn das System konstant mit 500 W entladen wird. Beträgt der Umwandlungswirkungsgrad unter diesen Betriebsbedingungen lediglich 80%, sind es nur 4 kWh, die AC-seitig abgegeben werden. Die Umwandlungseffizienz während des Entladevorgangs wirkt sich demnach sehr stark auf die AC-seitig entnehmbare Energie aus. Oder anders formuliert: Das effizientere System ist nicht so schnell entladen und kann damit mehr Netzbezug vermeiden. Unter Umständen können sogar verlustarme Asketen mit einem kleinen Batteriespeicher höhere Einsparungen als ineffiziente Artgenossen mit großer Speicherkapazität erzielen. Eine reine Fokussierung auf die Größe des Batteriespeichers, ohne dabei die Effizienz der Leistungselektronik im Blick zu haben, ist daher wenig sinnvoll.



Links: Umwandlungseffizienz der Leistungselektronik im Entladebetrieb für zwei PV-Speichersysteme. Werden die beiden Systeme mit 500 W entladen, beträgt der Unterschied im Umwandlungswirkungsgrad mehr als 15 Prozentpunkte. (Daten: KIT Batterietechnikum [2]). Rechts: Einfluss der Umwandlungsverluste auf die AC-Energieabgabe der beiden PV-Speichersysteme bei einer AC-Entladeleistung von 500 W. Je ineffizienter ein PV-Speichersystem ist, desto weniger Energie lässt sich aus dem Speicher AC-seitig entnehmen (Annahme: Speicherkapazität 5 kWh).

Verlustbehaftete Stillstandszeit

Darüber hinaus wird oft die Bedeutung des Standby-Verbrauchs unterschätzt. Dabei ist der Batteriespeicher je nach Systemkonfiguration jährlich 2000 bis 5000 h entladen. Das ist rund ein Viertel bis die Hälfte aller Stunden im Jahr. Die Verweilzeit im entladenen Zustand ist in der Regel umso höher, je kleiner das PV-Speichersystem ist. Ein System mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 5 kWh und einer PV-Generatorleistung von 5 kWp ist rund 4000 h im Jahr leer. Nimmt das System in dieser Zeit AC-seitig 10 W auf, werden 40 kWh pro Jahr zusätzlich aus dem Netz bezogen. Der Netzbezug der PV-Speichersysteme steigt mit zunehmender Stillstandszeit und AC-Leistungsaufnahme. Bei Systemen mit einer AC-Leistungsaufnahme von 50 W und mehr können schnell mehrere hundert Kilowattstunden pro Jahr zusammenkommen, die vom Netz in das PV-Speichersystem fließen. Die sich daraus ergebenden Verluste muss man in Relation zur jährlichen AC-Energieabgabe des Batteriesystems betrachten: Je nach Systemdimensionierung können dadurch immerhin 10% bis 20% des durch den Batteriespeicher vermiedenen Netzbezugs aufgrund des Standby-Verbrauchs wieder verloren gehen. Hinzu kommt, dass sich einige Systeme im Standby-Betrieb auch aus dem Batteriespeicher versorgen. Dieser DC-seitige Standby-Verbrauch wird dann zu einem späteren Zeitpunkt durch Solar- oder Netzstrom kompensiert.



Links: Verweilzeit des Batteriespeichers im entladenen Zustand in Abhängigkeit von der Dimensionierung des PV-Speichersystems. Je größer die PV-Anlage und der Batteriespeicher ist, desto seltener ist das System entladen (Daten: Simulationsrechnungen mit einem Lastprofil (5010 kWh/a)). Rechts: Höhe der resultierenden Bereitschaftsverluste im entladenen Zustand je nach AC-Leistungsaufnahme und Verweilzeit im entladenen Zustand.

Sauber ausgeregelt

Neben den Umwandlungs- und Bereitschaftsverlusten dürfen die Regelungseigenschaften nicht außer Acht gelassen werden. Von besonderem Interesse ist zum einen eine schnelle Einschwingzeit der Lade- und Entladeleistung des Batteriespeichers. Nach einem Leistungssprung der PV-Erzeugung oder des Stromverbrauchs sind sehr gute Systeme innerhalb von 2 s ausgeregelt. Zum anderen spielt auch die Genauigkeit der Leistungsregelung eine Rolle. Wird der Sollwert über- oder unterschritten, kommt es zu einem ungewollten Energieaustausch mit dem Netz. Damit die resultierenden Regelungsverluste möglichst gering ausfallen, sollten die stationären Regelungsabweichungen eines PV-Speichersystems über den gesamten Leistungsbereich möglichst unter 10 W liegen.

Fünf Eigenschaften hocheffizienter Solarstromspeicher für Eigenheime

- > **90%** Wirkungsgrad der Leistungselektronik bei 500 W
- < **5 W** AC- und DC-Leistungsaufnahme im Standby
- > **95%** Energetischer Batteriewirkungsgrad
- < **2 s** Einschwingzeit der Systemregelung
- < **10 W** Stationäre Regelungsabweichungen

Hohe Effizienz ist entscheidend

Den Siegeszug von PV-Anlagen in Kombination mit Batteriespeichersystemen stellt heute niemand mehr ernsthaft in Frage. Wie gut Speichersysteme die Energieverbräuche voranbringen oder ob sie gar für höhere Kohlendioxidemissionen sorgen, hängt allerdings maßgeblich von deren Effizienz ab [3]. Daher sind nicht nur aus ökonomischen Gründen, sondern auch aus ökologischen Gründen geringe Speicherungsverluste erstrebenswert. Sind die entsprechenden Effizienzparameter nicht auf dem Datenblatt zu finden, lohnt es sich also, beim Systemanbieter danach zu fragen.

Literatur

- [1] J. Weniger, T. Tjaden, und V. Quaschnig, „Vergleich verschiedener Kennzahlen zur Bewertung der energetischen Performance von PV-Batteriesystemen“, in *32. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Bad Staffelstein, 2017.
- [2] N. Munzke, B. Schwarz, F. Büchle, und J. Barry, „Lithium-Ionen Heimspeichersysteme: Performance auf dem Prüfstand“, in *32. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Bad Staffelstein, 2017.
- [3] R. L. Fares und M. E. Webber, „The impacts of storing solar energy in the home to reduce reliance on the utility“, *Nature Energy*, Bd. 2, Nr. 2, 2017.

Autoren

Johannes Weniger, Nico Orth, Selina Maier, Volker Quaschnig
Forschungsgruppe Solarspeichersysteme
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin
<https://pvspeicher.htw-berlin.de/>

Danksagung

Dieser Beitrag entstand im Forschungsprojekt „Bewertung und Optimierung der Energieeffizienz von Photovoltaik-Batteriesystemen (EffiBat)“. Das Projekt wird gefördert mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.