

PV-Speichersysteme: schneller, effizienter und besser geworden

Die Entwicklung von PV-Speichersystemen aus Sicht der Macher der Stromspeicher-Inspektion

Bereits das fünfte Jahr in Folge vergleicht die Stromspeicher-Inspektion die Energieeffizienz von Photovoltaik (PV)-Speichersystemen für Privathaushalte. Dabei wurden seit 2018 schon mehr als 60 Solarstromspeicher verglichen. Die Testergebnisse bestätigen, dass viele Hersteller wichtige Stellschrauben zur Effizienzsteigerung erkannt und ihre Geräte optimiert haben. Damit sind zunehmend mehr hocheffiziente PV-Speichersysteme am Markt erhältlich.

Bis Ende 2021 wurden in Deutschland etwa 2 Mio. PV-Anlagen mit einer Leistung bis 20 kW in Betrieb genommen. Gleichzeitig sind aktuell bereits über 400 000 Heimspeicher im Bereich bis 20 kWh in Deutschland installiert. Allein 140 000 sind im vergangenen Jahr dazu gekommen. Innerhalb weniger Jahre haben sich PV-Heimspeicher von einem Nischenprodukt hin zu in einem Markt mit mehr als 60 Herstellern und zahlreichen Systemen entwickelt. Die Analyse der Datenblätter macht allerdings deutlich: Vergleichbare

Effizienzparameter sind derzeit nur in Einzelfällen zu finden. Hier setzt der jährliche Speichervergleich im Rahmen der Stromspeicher-Inspektion an und sorgt für mehr Transparenz im Markt.

Pluspunkte bei der Umwandlung

An den 5 bisherigen Inspektionen beteiligten sich seit 2018 insgesamt 23 Hersteller mit 64 unterschiedlichen Systemkonfigurationen. Etwa zwei Drittel der analysierten Geräte sind DC-gekoppelte Systeme. Bei den weiteren 20 Systemen handelt es sich um AC-gekoppelte Batteriesysteme. Tabelle (1) stellt neben der Bandbreite die Entwicklung des Mittelwerts verschiedener Systemeigenschaften

über die vergangenen 5 Jahre anhand der teilnehmenden Systeme dar. Die Entwicklung der mittleren Umwandlungswirkungsgrade kann für die einzelnen Energiewandlungspfade PV-Einspeisung (PV2AC), PV-Batterieladung (PV2BAT), AC-Batterieladung (AC2BAT) und AC-Batterieentladung (BAT2AC) analysiert werden. Hier wird deutlich, dass sich die für eine hohe Gesamteffizienz wichtige Umwandlungseffizienz der Wechselrichter stetig verbessert hat.

Die Gründe sind vielfältig. Zum einen ist der Batteriespannungsbereich ausschlaggebend. Während bei der ersten Stromspeicher-Inspektion im Jahr 2018 noch etwa 30 % der Batteriespeicher eine



Bilder (2): Pixabay

Wie gut ist das Speichern von Solarstrom inzwischen geworden? Nach fünf Jahren blicken die Macher der Stromspeicherinspektion der HTW-Berlin zurück. Sie sind überwiegend sehr zufrieden, sie mahnen aber auch, genau hinzuschauen. Pluspunkte gibt es u.a. bei der Effizienz in der Umwandlung und bei der Reaktionsgeschwindigkeit der Systemregelung.



Bild: SMA

Die zunehmende Eigenstromnutzung aus Photovoltaik lässt den Solarstromspeichermarkt boomten. Die Zahl der Anbieter solcher Systeme ist in den vergangenen Jahren rasant gestiegen.

Klemmenspannung unter 60 V hatten, lag die Batteriespannung in der diesjährigen Ausgabe lediglich bei einem System unter diesem Wert. Wichtig zu wissen: Eine höhere Batteriespannung ermöglicht tendenziell auch höhere Wechselrichterwirkungsgrade im Lade- und Entladebetrieb. Zum anderen ist die Entwicklung auf den vermehrten Einsatz von Leistungshalbleitern auf Siliziumkarbid-Basis zurückzuführen. Hohe Umwandlungswirkungsgrade oberhalb von 90% sind dadurch auch bei geringer Auslastung von wenigen hundert Watt realisierbar, selbst bei 10-kW-Hybridwechselrichtern. Hohe Teillastwirkungsgrade sollten dementsprechend auch im Fokus bei der Systemauswahl stehen.

In der Branche hört man oft: DC-gekoppelte PV-Speichersysteme haben naturgemäß eine höhere Effizienz im Vergleich zu AC-Systemen. Die Gegenüberstellung der Minimal- und Maximalwerte der verschiedenen Pfadwirkungsgrade verdeutlicht allerdings, dass zum Teil Wirkungsgradunterschiede zwischen deren Hybridwechselrichtern von bis zu 12 Prozentpunkten auftreten. Damit DC-Systeme ihre Effizienzvorteile ausspielen können, sind sie auf hohe Batteriespannungen von mehreren hundert Volt angewiesen.

Systemregelung zieht Tempo an

Weiterhin fokussierten sich die Hersteller auf die Verbesserung der Systemregelung. Die Einschwingzeit sank von durchschnittlich 8,1 s im Jahr 2018 auf 4,2 s in diesem Jahr. Die besten Systeme können Sprünge in der Haushaltslast mittlerweile innerhalb von nur 700 ms vollständig ausregeln. Andere brauchen dafür hingegen bis zu 33 s bzw. reagieren überhaupt erst nach 5 s auf den Leistungssprung. Je nach Systemkonfiguration ist ein Batteriespeicher jährlich zwischen 2000 h und 4000 h entladen. Logisch, dass die Stand-by-Leistungsaufnahme in diesem Zustand möglichst gering sein sollte.

Während das sparsamste System mit einer Leistungsaufnahme von unter 2 W punkten kann, bezieht ein anderes Batteriesystem mehr als 70 W. Nimmt man eine mittlere Standzeit von 3000 h im entladenen Zustand an, variiert der zusätzliche Netzbezug zwischen 6 kWh/a und 210 kWh/a. Die Zunahme des Systemverbrauchs der in den vergangenen 5 Jahren analysierten Systeme lässt sich auch damit begründen, dass die Systeme zunehmend mit größer dimensionierten Wechselrichtern und Batteriespeichern ausgestattet sind.

Weitere technische Neuheiten

Bereits seit mehreren Jahren ist die Entwicklung hin zu Batterien mit höheren Speicherkapazitäten zu erkennen. Dies ist zum einen durch die Verwendung von größeren Batteriemodulen zu erklären. Zum anderen werden in einigen Produkten zunehmend größere Batteriezellen verbaut. Deren Einsatz geht allerdings mit erhöhten Anforderungen an die Strombelastbarkeit der Batterieeingänge der Wechselrichter einher. Im Markt sind daher auch mehr leistungsfähigere Wechselrichter mit hohen max. Lade- und Entladeströmen von z.B. 30 A erhältlich. Darüber hinaus bieten einige Wechselrichterhersteller bereits standardmäßig jeden PV-Wechselrichter mit integriertem Batterieanschluss an. Solche Hybridwechselrichter vereinen alle leistungselektronischen Systemkomponenten in einem Gerät und werden zukünftig weiter an Marktrelevanz gewinnen. Weitere Trends finden sich in der Stromspeicher-Inspektion 2021. ▶

Der System Performance Index (SPI)

Zu den HTW-Eigenentwicklungen zählt auch der System Performance Index (SPI). Eine Kennzahl, die zur Bewertung und zum Vergleich der Energieeffizienz von PV-Speichersystemen dient, indem das Betriebsverhalten einer Anlage über den Zeitraum von einem Jahr simuliert wird. Der SPI wird für zwei Referenzklassen ermittelt: Referenzfall 1 für den SPI ist eine PV-Anlage mit 5 kW Leistung und ein Haushalt, der 5010 kWh Strom pro Jahr verbraucht. Referenzfall 2 für den SPI ist eine doppelt so große PV-Anlage, 10 kW, dazu ein Haushalt, der 5010 kWh Strom im Jahr verbraucht, aber zudem auch noch eine Wärmepumpe betreibt (+ 2664 kWh/a) und ein Elektroauto fährt (+ 1690 kWh/a). Wie der SPI konkret berechnet wird und welche Größen darin einfließen, ist in der ersten HTW-Speicherinspektion 2018 beschrieben. Diese, wie alle bis heute folgenden auch, gibt es zum Download.

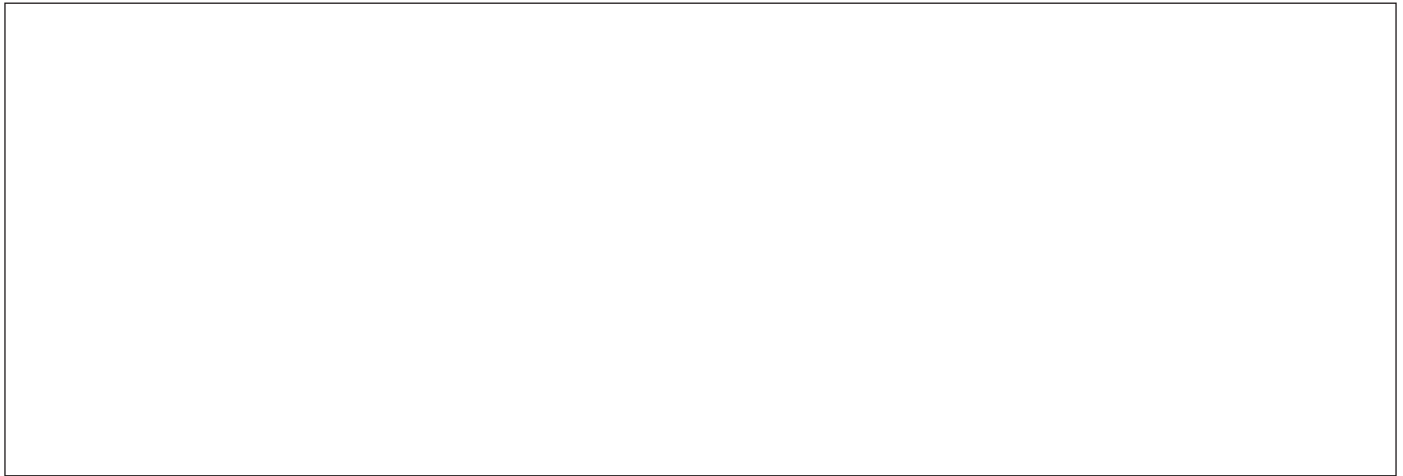


Bild: HTW Berlin

Die Tabelle zeigt die Entwicklung wichtiger Systemeigenschaften der bisher in der Stromspeicher-Inspektion untersuchten 64 PV-Speichersysteme. Die Werte der Jahre 2018 bis 2022 sind Mittelwerte.

stellt, die einen vom Referenzfall unabhängigen Vergleich zwischen dem SPI (5 kW) und SPI (10 kW) ermöglichen. Erfreulich ist: Annähernd die Hälfte der mit dem SPI (10 kW) bewerteten Systeme erreicht dieses Jahr die höchste Effizienzklasse A. Noch zwei Jahre zuvor schaffte das lediglich ein System. Im Vergleich zu den hocheffizienten Systemen G2 und D2 sind die Gesamtverluste des Systems J2 mehr als doppelt so hoch. Das System erreicht lediglich die Effizienzklasse F.

Verbesserungspotenzial bleibt bestehen

Es bleibt festzuhalten, dass die Hersteller in den vergangenen Jahren ihre PV-Speichersysteme stetig verbessern konnten.

Allerdings sind im Markt weiterhin zum Teil deutliche Effizienzunterschiede identifizierbar. Verbesserungspotenzial besteht häufig vor allem noch im Bereich der Umwandlungseffizienz und im Standby-Verbrauch. Bei der Auswahl eines hocheffizienten PV-Batteriesystems gilt es daher alle Verlustkategorien im Auge zu behalten. ◀

Autoren: Nico Orth, Johannes Weniger, Lucas Meissner und Volker Quaschnig forschen an der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin zur effizienten Speicherung von Solarstrom. Mehr unter: <https://solar.htw-berlin.de/>

Danksagung: Die Stromspeicher-Inspektion 2022 wurde im Projekt „Perform“ vom Bundesministe-

rium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Link zur Studie: Die ausführlichen Testergebnisse der Stromspeicher-Inspektion 2022 stehen kostenfrei unter folgendem Link bereit: www.stromspeicher-inspektion.de

Die Stromspeicher-Inspektion

Die Stromspeicher-Inspektion 2022 ist mittlerweile die fünfte, seit die Forschungsgruppe Solarspeichersysteme der HTW Berlin sie 2018 erstmals publizierte. Sie erscheint jährlich. Auch wenn sie nur einen Teil des Marktes abbildet, so ist sie doch der beste Vergleichsleitfaden zum Thema PV-Stromspeicher, den man derzeit in die Hände bekommen kann. Sämtliche bisher erschienenen Studien von 2018 bis 2022 gibt es zum kostenlosen Download unter www.stromspeicher-inspektion.de. Die nächste Ausgabe ist für Frühjahr 2023 geplant.

Bild: HTW Berlin

Die Solarstromspeicher-Inspektion hat in diesem Jahr ihre 5. Auflage erlebt. Die nächste Ausgabe ist für Frühjahr 2023 geplant.