

Entwicklung einer Energieeffizienzkennzahl für PV-Batteriespeicher

Hauke Loges

Tag der mündlichen Prüfung: 04.12.2018

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel

2. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer

Vorsitzender: Prof. Regine Mallwitz

Die vorliegende Forschungsarbeit entwickelt eine Energieeffizienzkennzahl für PV-Batteriespeicher unter Nutzung repräsentativer Belastungsannahmen, die sowohl die Lade- als auch die Entladeverhältnisse am Batteriesystem widerspiegeln. Die Belastungsannahmen ermöglichen eine einfache Bewertung der Wirkungsgradkennlinien, die gemäß dem Effizienzleitfaden für PV-Batteriespeicher aufgenommen werden können.

Aus den gewichteten Teilwirkungsgraden lässt sich der gewichtete Batteriesystemwirkungsgrad (gBatS) bestimmen. Dieser ermöglicht einen Topologie übergreifenden Vergleich unterschiedlicher Batteriesysteme. Die Bestimmung des gewichteten Batteriesystemwirkungsgrads ist dabei transparent und zugleich einfach zu berechnen.

Die Notwendigkeit dieser Effizienzkennzahl resultiert aus nicht vorhandenen einheitlichen Datenblättern für Batteriesysteme sowie fehlenden verbindlichen Messvorschriften. Der Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme formuliert eine erste Prüfanleitung. Die gestellten Anforderungen an einen Effizienztest, insbesondere die Skalierbarkeit der Ergebnisse sowie ein überschaubarer Messaufwand, können mit diesem Test erfüllt werden. Eine repräsentative Kennzahl resultiert aus diesen Messergebnissen jedoch nicht. Der in dieser Arbeit durchgeführte Anwendungstest liefert zwar eine Kennzahl, die einen AC-System-Vergleich zulässt, weitere Anforderungen hinsichtlich Skalierbarkeit oder Messaufwand lassen sich aber nicht realisieren.

Anhand der Belastungsannahmen für einen Referenzhaushalt kann, in Kombination mit den Messergebnissen, die nach Anleitung des Effizienzleitfadens für PV-Speichersysteme bestimmt werden können, für jedes Batteriespeichersystem eine vergleichende Effizienzkennzahl ermittelt werden. Ergänzend zum gBatS werden in der vorliegenden Forschungsarbeit Berechnungsvorschriften für die Regelungseffizienz und dem Bereitschaftsverbrauch aufgestellt. Kombiniert man diese Kennzahlen zu einer dreidimensionalen Matrix, so lassen sich alle Batteriespeichersysteme in ein Energieeffizienzlabel einordnen. Dieses ermöglicht eine

transparente und zugleich bekannte Darstellung der Effizienz des Batteriesystems anhand einer Farbskala.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit werden mittels einer Sensitivitätsanalyse hinsichtlich der Robustheit überprüft. Hierzu werden Auswirkungen unterschiedlicher Haushaltslastprofile sowie anderer Erzeugungssituationen untersucht. Die Ergebnisse der Analyse zeigen eine hohe Robustheit der Kennzahl gegen Abweichungen vom Referenzprofil.

Development of an energy efficiency index for PV battery storage

The present research develops an energy efficiency index for PV battery storage systems representative load assumptions that reflect both the charging and discharging conditions of the battery system. The load assumptions allow a simple evaluation of the efficiency curves that can be recorded according to the PV battery storage efficiency guide.

From the weighted partial efficiencies, the weighted battery efficiency (gBatS) can be determined. This enables a comparison across different battery systems. The determination of the gBatS is transparent and at the same time easy to calculate.

The necessity of this efficiency indicator results from non-existent standardized data sheets for battery systems as well as missing binding measuring regulations. The efficiency guideline for PV storage systems formulates a first test lead. The requirements placed on an efficiency test, in particular the scalability of the results and a manageable measurement effort, can be met with this test. However, a representative ratio does not result from these measurement results. Although the application test carried out in this work provides a key figure that permits an AC system comparison, further requirements with regard to scalability or measurement effort cannot be realized.

Based on the load assumptions for a reference household, a comparative efficiency index can be determined for each battery storage system in combination with the measurement results that can be determined according to the instructions for the PV storage system efficiency guideline. In addition to the gBatS, calculation regulations for the control efficiency and the standby consumption are set up in the present research work. Combining these key figures into a three-dimensional matrix means that all battery storage systems can be classified in an energy efficiency label. This allows a transparent and at the same time known representation of the efficiency of the battery system using a color scale.

The results of this research are checked by means of a sensitivity analysis regarding the robustness. To this end, the effects of different household load profiles as well as other generation situations are examined. The results of the analysis show a high robustness of the characteristic against deviations from the reference profile.