

Gepoolte PV-Heimspeicher zur Bereitstellung von Primärregelleistung

Raphael Hollinger

Tag der mündlichen Prüfung: 16.04.2018

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Christof Wittwer

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Regine Mallwitz

Die Erzeugung elektrischer Energie durch PV-Anlagen zur Eigenversorgung ist wirtschaftlich und ökologisch interessant und seit vielen Jahren üblich, insbesondere bei Einfamilienhäusern. Ein wachsender Anteil dieser Einfamilienhäuser mit PV-Anlagen nutzt eine Batterie zur weiteren Reduktion des Strombezugs aus dem öffentlichen Stromnetz. Die Batterien speichern überschüssige Energie für die spätere Entnahme zur Deckung der Haushaltslast zwischen. Batterien allein zu diesem Zweck zu installieren und zu betreiben ist jedoch im Regelfall nicht wirtschaftlich und auch gesamtsystemisch nicht zwingend vorteilhaft.

Das Konzept zur Bereitstellung von Primärregelleistung (schnellste Art der Regelleistungsreserve) durch PV-Heimspeicher erschließt für die investitionsintensiven Speicher eine weitere Erlösquelle. Zudem leistet das Konzept einen Beitrag zu einer sicheren und kostengünstigen Energiewende, da erst die Übernahme der Systemdienstleistungen durch Speicher und erneuerbare Energien das (zeitweise) vollständige Herunterfahren der konventionellen Kraftwerke ermöglicht.

Die entwickelten Algorithmen setzen das Konzept der Nutzung der PV-Heimspeicher sowohl zur Erhöhung des lokalen Autarkiegrades als auch zur Bereitstellung von Primärregelleistung optimal um. Neben den Algorithmen zur Doppelnutzung wurde eine Pooling-Strategie für die optimale Bereitstellung elektrischer Leistung aus einer Vielzahl von Batterien entwickelt. Die Pooling-Strategie erhöht die Effizienz und vermeidet, dass einzelne Batterien an Kapazitätsgrenzen stoßen, während andere Batterien im Pool noch Kapazitätsreserven haben. Der entwickelte Algorithmus zur optimalen Nutzung regulativer Freiheitsgrade in der Bereitstellung von Primärregelleistung ermöglicht die Beeinflussung der in der Primärregelleistung bereitgestellten kumulierten Energie und damit den Verlauf des Speicherfüllstandes. Dies erlaubt es, den Speicherfüllstand zu stabilisieren, so die Resilienz des Pools zu erhöhen und Korrekturmaßnahmen zur Vermeidung von vollen oder leeren Batterien zu minimieren.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt das hohe ökonomische Potenzial sowohl der Doppelnutzung der Batterie als auch der Algorithmen zur Optimierung der

Betriebsführung. Die Arbeit leistet zudem einen Beitrag zur Ermittlung der Auswirkung verschiedener regulativer Rahmenbedingungen hinsichtlich der vorzuhaltenden Speicherkapazität und der Freiheitsgrade in der Erbringung von Primärregelleistung.

Pooled PV home storage for the provision of primary control power

The local production of solar energy by PV systems for self-supply with electrical energy is both economically and ecologically interesting and has been common for many years, especially in single-family houses. A growing proportion of these single-family houses with a PV system is using a locally installed battery to further reduce the electricity consumption from the public electricity grid. The batteries store the excess electricity from the PV system for later withdraw to cover the electrical load. However, to install and operate batteries alone for this purpose is often not economically feasible and also not necessarily beneficial from a systemic perspective.

The concept developed in this work to provide primary control reserve (fastest type of operating reserve) by PV home batteries can generate additional streams of revenue for the investment-intensive battery. In addition, the concept contributes to a secure and cost-effective energy transition, since only the provision of the ancillary services by storages and renewable energies enable the temporary shut down of conventional power plants.

The developed algorithms implement the concept of using PV home batteries, both for increasing the local degree of self-sufficiency and for providing primary control reserve optimally. In addition to the dual-use algorithms, a pooling strategy has been developed for the optimal provision of electrical power from multiple individual home batteries. This allows to maximize efficiency (especially with respect to the inverter efficiency) and prevents individual batteries from reaching capacity limits while other batteries in the pool still have capacity reserves. The development of an algorithm for the optimal utilization of regulative degrees of freedom in the provision of primary control reserve enables to influence the cumulative energy provided in the primary control reserve and thus the development of the state of charge. It can be used to stabilize the storage level, thus increasing the resilience of the pool and minimizing corrective measures to avoid full or empty batteries.

The cost-effectiveness analysis shows the high economic potential of both the double use of the battery and the algorithms for optimizing operation. The work also contributes to the assessment of the impact of different regulatory frameworks on

storage capacity and the degree of freedom in the provision of primary control reserve.