

# UNTERSUCHUNGEN ZU HYBRIDEN SPEICHERMODELLEN IN NIEDERSPANNUNGSVERTEILNETZEN MIT HOHEM ANTEIL AN PHOTOVOLTAIKANLAGEN

Martin LÖDL(\*)<sup>1</sup>, Rolf WITZMANN<sup>2</sup>, Michael METZGER<sup>3</sup>

## Einleitung

In Deutschland wird derzeit eine kontroverse Debatte über die Energieversorgung der Zukunft geführt. Die energiepolitische Zielsetzung der Bundesregierung sieht als Ersatz für die abgeschalteten und noch abzuschaltenden Kernkraftwerke neben konventionellen Gas- und Kohlekraftwerken vermehrt die Nutzung von regenerativen Energien vor. Hier spielt neben Wasserkraft, Windkraft und Biomasse auch die Stromgewinnung aus Photovoltaik (PV) eine immer größer werdende Rolle. Ende 2011 waren schätzungsweise mehr als 24 GWp an PV-Anlagen am Energieversorgungsnetz installiert. Bis zum Jahr 2020 ist ein massiver Ausbau der Stromerzeugung aus regenerativen Energien auf mindestens 35 % des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland geplant [1].

PV-Anlagen bringen hierbei jedoch eine angebotsabhängige, teilweise stark fluktuierende Einspeiseleistung mit sich. Zudem können die Maxima aus der solaren Erzeugung auf einen lokal niedrigen Energiebedarf treffen und bei weiterem Ausbau bei Rückspeisung in überlagerte Spannungsebenen die Leitungen und Transformatoren im Verteilnetz an ihre Belastungsgrenzen bringen.

## Elektrische Speicher in Niederspannungsverteilstnetzen

Bislang müssen Verteilnetzbetreiber in diesen Fällen notwendigerweise die Stromnetze kostenintensiv ausbauen und Netzelemente verstärken oder austauschen. Als Alternative dazu könnte in Zukunft die überschüssige Energie auch lokal zwischengespeichert und in einspeiseschwachen / laststarken Zeiten genutzt werden.

Um dabei einen stabilen Netzbetrieb zu garantieren, werden die notwendigen Speicherkapazitäten ermittelt, die aus Sicht der Niederspannungs-Verteilnetze zur Einbindung dezentraler Einspeisung aus Photovoltaikanlagen notwendig sind. Diversifiziert nach verschiedenen Betriebsmodellen werden Kosten, Ausnutzung und Alterung der Investition bewertet. Durch optimierten Einsatz der Speicher können sowohl die notwendigen Kapazitäten der Speichereinheiten reduziert als auch der aus dem Speicher gedeckte Eigenverbrauch der regenerativen Stromerzeugung maximiert werden.

Für typische Einsatzbereiche dezentraler Speicher in Verbindung mit Photovoltaikanlagen sollten Speicher mit einer Leistung von ca. 60 % bis 85 % der PV-Anlagenleistung und einer Kapazität für ca. 2,5 bis vier Volllaststunden zur Verfügung stehen.

## Alterung

Abhängig vom Energiedurchsatz und den Randbedingungen im Betrieb kann die nutzbare Kapazität eines Speichers über dessen Lebensdauer abnehmen. Ein entwickeltes Simulationsmodell liefert Erkenntnisse über die Alterung von elektrischen Speichern in Verbindung mit Einspeisung aus Photovoltaikanlagen. Bereits nach wenigen Betriebsjahren kann die Restkapazität bei weniger als 80 % des Nennwerts liegen. Hinweise zur Optimierung der Betriebsweise sowie der Auslegung der verwendeten Speicher können den wirtschaftlichen Nutzen der Investition dabei erhöhen.

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Martin Lödl, Technische Universität München, Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstr. 21, 80333 München, Deutschland  
Tel. +49.89.289.22017, Fax: +49.89.289.25089, martin.loedl@mytum.de, www.een.ei.tum.de

<sup>2</sup> Prof. Dr.-Ing. Rolf Witzmann, Technische Universität München, Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstr. 21, 80333 München, Deutschland  
Tel. +49.89.289.22004, Fax: +49.89.289.25089, rolf.witzmann@tum.de, www.een.ei.tum.de

<sup>3</sup> Dr. Michael Metzger, Siemens AG, Corporate Research and Technologies  
Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München, Deutschland  
Tel.: +49.89.636.49720, michael.metzger@siemens.com, www.siemens.de

## Dezentrale „hybride Speichersysteme“

Der Idee des hybriden Speichersystems liegt zugrunde, dass kaum elektrische Energiespeicher verfügbar sind, die den vielseitigen Anforderungen wie Energiedichte, Leistungsdichte, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit gerecht werden, um dezentrale und fluktuierende Energieerzeugung rentabel zu speichern. Einerseits muss die Speicherkapazität groß genug sein, um Netzüberlastungen auch bei länger andauerndem Erzeugungsüberschuss zu verhindern. Andererseits bedingen die stark fluktuierende Einspeisung und auftretende Lastspitzen im Netz große Leistungsgradienten.

Hier versprechen hybride Speichersysteme eine mögliche Lösung, indem verschiedene Speichertechnologien kombiniert werden, mit dem Ziel deren Stärken zu verbinden und die Schwächen möglichst auszugleichen. Eine Koppelung von Blei-Säure-Batterien mit einem Energiespeicher wie bspw. dem Doppelschichtkondensator, dessen Alterung weniger von der Zyklierung abhängt, könnte hier eine Lösung sein. Essenziell bei der Konzeption jedoch ist die Ansteuerung und der gezielte Einsatz beider Speicher (siehe beispielhaft Abbildung 1).

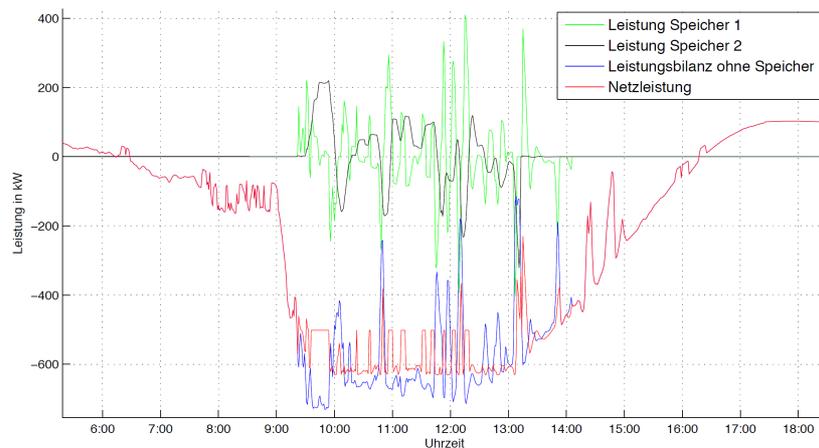


Abbildung 1: beispielhafter Tagesverlauf der beteiligten Speicher und auftretenden Leistungen

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, inwiefern sich eine Kopplung zweier verschiedener Speichertechnologien in Verbindung mit einer hohen Einspeisung aus dezentralen Photovoltaik-Anlagen auf die Belastung des elektrischen Verteilnetzes, die Auslegung der jeweiligen Speicher sowie die Alterung und Kosten der Energiespeicherung auswirkt.

Dazu werden Simulationen mit verschiedenen Verteilnetzkategorien, Speicherparametern und Betriebsweisen durchgeführt. Im Fokus der Auswertung stehen dabei die Größen, die den Preis der einzelnen Komponenten bestimmen und damit die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems aus Speichern und Erzeugungsanlage. Das rückt die benötigten Speichergrößen der beiden Speicher sowie die Alterung der Blei-Säure-Batterie in den Vordergrund. Es wird jeweils ein Vergleich zum nicht-hybriden Modell gezogen, um etwaige Vor- oder Nachteile zu demonstrieren.

Aus ökonomischem Blickwinkel betrachtet stellt sich hauptsächlich die Frage, ob die Hinzunahme des Doppelschichtkondensators und damit verbundene verlängerte Lebenserwartung der Blei-Säure Batterie gegenüber einem häufigeren Austausch der selbigen im konventionellen Fall wirtschaftlich sinnvoll ist.

Eine ausführliche Darstellung der Methodik und Ergebnisse erfolgt in der Langfassung.

## Quellen

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: *Erneuerbare Energie in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung*