

Zustandsdiagnose und Modellbildung von Lithium-Ion Batteriesystemen zur Weiterverwendung in der Energieversorgung

Hannes Haupt

Tag der mündlichen Prüfung: 28.04.2016

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Rüdiger Canders

Das Energiekonzept der Bundesregierung Deutschland für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung setzt hohe Ziele an den Ausbau erneuerbarer Energien im Stromsektor. Ein wichtiger Baustein zur Erreichung dieser Ziele ist die Schaffung von Kapazitäten zur Verlagerung und Speicherung von fluktuierend erzeugtem Strom. Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Energiekonzeptes ist die Verbrauchsreduzierung im Sektor „Verkehr“, zu dessen Erreichung eine konsequente Einführung hoch effizienter, elektrisch angetriebener Fahrzeuge beitragen soll. Die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Zustandsdiagnose und Modellbildung von Lithium-Ion Batteriesystemen zur Weiterverwendung in der Energieversorgung“ greift in diesem hoch dynamischen Umfeld die Fragestellung auf, wie die in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen vorhandenen Batteriespeicher zum Aufbau von Speicherkapazitäten in der elektrischen Energieversorgung beitragen können. Dabei wird insbesondere betrachtet, wie ein Verfahren zur Bewertung der weiteren Nutzung in einem Energieversorgungssystem ausgestaltet werden kann.

Zu diesem Zweck wird zunächst eine szenarienbasierte Analyse der Rücklaufmengen an Batteriespeichern aus Elektrofahrzeugen durchgeführt und mit dem Bedarf an Energiespeichern in der Energieversorgung verglichen. Auf Grund der hohen Bandbreite an Belastungen eines Batteriespeichers in einem Elektrofahrzeug durch z.B. unterschiedliches Fahr- und Ladeverhalten und regional bedingte Temperaturdifferenzen, ist es ein erstes Ziel dieser Arbeit ein Verfahren zur Zustandsdiagnose zu entwickeln. Dieses Verfahren bildet die Grundlage, rücklaufende Batteriezellen hinsichtlich der möglichen Weiterverwendung zu gruppieren. Um die weitere Lebensdauer eines Batteriespeichers in unterschiedlichen Anwendungen der Energieversorgung bewerten zu können wird ein Simulationsmodell aufgebaut und mit einer empirischen Untersuchung von Zellen parametrisiert.

Abschließend wird dieses Simulationsmodell eingesetzt um die Weiterverwendung von Batteriespeichern in Haushalten zur Erhöhung des Eigenverbrauchs von

Photovoltaik-Anlagen zu simulieren. Das dann vorliegende Verfahren zur Zustandsdiagnose und Modellbildung kann eingesetzt werden, um den Beitrag von weiterverwendeten Batteriespeichern zur Erreichung der Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung für eine umweltschonende, bezahlbare und zuverlässige Energieversorgung zu bestimmen.

Current state diagnosis and modelling of Lithium-Ion Batteries for second use in energy storage systems

The concept for an environment-friendly, reliable and affordable energy supply sets high goals for the development of renewable energies in the electricity sector. An important factor for the successful implementation of these goals is the creation of load-shifting and electricity storage capacities. Another important part of the energy concept is the reduction of energy consumption in the traffic sector. In order to achieve this, the introduction of highly efficient, electric powered vehicles is necessary. This work addresses the question how battery storage systems of electric vehicles can help to provide electricity storage capacities for the electricity sector under these highly dynamic boundary conditions.

In order to achieve this, a scenario-based analysis shows the potential of used battery storage systems from electric vehicles and compares it to the projected need of electricity storage capacity in the electricity supply sector. Due to the high variability of stress factors on a battery storage system in an electric vehicle, e.g. different driving and charging profiles and differences in regional temperature profiles, the state of health of battery systems can vary significantly over time. Therefore it is another goal of this work to develop a procedure for the diagnosis of battery cells in order to build clusters regarding future deployment in a stationary energy storage system.

Finally, a simulation model is set up in order to analyze the deployment of used energy storage systems in households with photovoltaic generators to raise the self-consumption quota. The parameters for the simulation model are derived from the empirical examination of cells. The result of this work is a method that can be used to determine the state of used battery systems of electric vehicles and to analyze their potential for the deployment in stationary battery systems.