

Langlebiges Energiespeichersystem für erneuerbare Energiesysteme

Projektpartner:

Lehrstuhl für Technische Elektrochemie (TEC), TUM

Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik (EES), TUM

Gefördert durch:

Stiftung Nagelschneider, München



Projektbeschreibung:

Das Projekt **„Langlebiges Energiespeichersystem für erneuerbare Energiesysteme“** ist ein Kooperationsprojekt zwischen den Lehrstühlen für Technische Elektrochemie und für Elektrische Energiespeichertechnik.

Es beinhaltet eine naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Arbeit mit den zwei Unterthemen:

„Herstellung von Elektroden und Zellen sowie Untersuchung der Degradationsmechanismen“ sowie

„Untersuchung des Alterungsverhaltens und Entwicklung geeigneter Betriebsstrategien“

Ziel dieses Projektes ist die Erforschung eines Energiespeichersystems mit hoher Lebensdauer und die Entwicklung geeigneter Methoden für den Betrieb in erneuerbaren Energiesystemen.

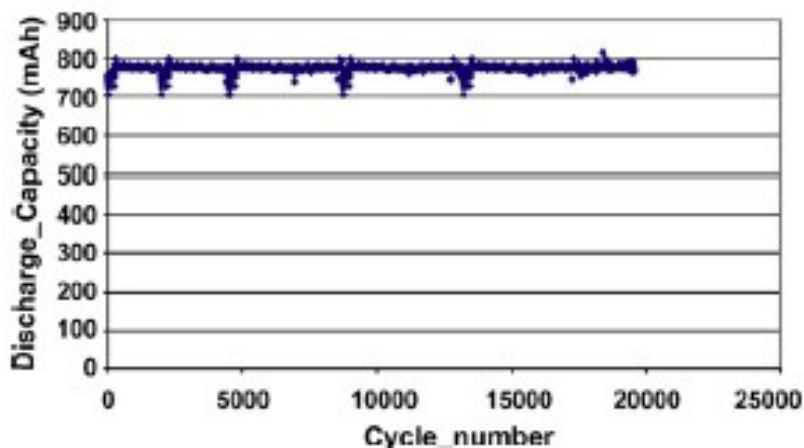
Aufgrund des schwankenden Energieangebotes von Sonne und Wind, erzeugen Solar- und Windkraftanlagen fluktuierende Leistungen, die nicht mit der Nachfrage übereinstimmen. Mit zunehmendem Anteil an erneuerbaren Energien in unserer Stromversorgung können diese Schwankungen nicht mehr vollständig durch Regeln konventioneller Kraftwerke ausgeglichen werden. Der Einsatz von Energiespeichersystemen wird somit immer wichtiger und stellt langfristig eine zentrale Komponente im Bereich erneuerbarer Energien dar.

Bedingt durch die starken Leistungsschwankungen, werden Speicher benötigt, die sehr hohe Zyklenlebensdauern aufweisen. Heutige Li-Ionen und Bleibatterien werden aufgrund Ihrer begrenzten Zyklenfestigkeit nur kurze Lebensdauern erzielen, was hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ein großer Nachteil ist. Das hier neu zu entwickelnde System soll mehrerer positiver Materialeigenschaften eine sehr hohe Zyklenfestigkeit aufweisen.

Als Lösungsansatz für die Speicherung von regenerativer Energie versprechen Batteriesysteme, bestehend aus Lithiumtitanat (LTO) für die Anode und Lithiumeisenphosphat (LFP) für die Kathode, eine extreme Langzeitstabilität.



Figur 1: Kristallstrukturen von Lithiumtitanat und Lithiumeisenphosphat^[1]. Guerfi et al. ^[2] zeigen, dass dieses Batteriesystem über 20.000 Zyklen ohne nennenswerten Kapazitätsverlust betrieben werden kann (siehe Figur 1).



Figur 2: Zyklenlebensdauer von $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{LiFePO}_4$ bei einer Entladerate von 10C und einer Laderate von 5C mit organischem Elektrolyt.

Diese Langlebigkeit ist darauf zurückzuführen, dass LTO im Gegensatz zu dem üblicherweise eingesetzten Graphit. Keine Volumenarbeit beim Laden und Entladen zeigt^[3]. Ein weiterer Vorteil des LTO ist das die höheren Potentialen ($\sim 1.3 \text{ V}$)^[4] gegenüber Graphit. Aus diesem Grund bildet sich keine nachteilige Deckschicht auf dem Material und die Bildung von elementarem Lithium wird zuverlässig verhindert.

Lithiumeisenphosphat hat ein geringeres Potential ($\sim 3.5 \text{ V}$)^[5] im Vergleich zu herkömmlichen Kathodenmaterialien wie Lithiumcobaltoxid ($\sim 4.0 \text{ V}$)^[5].

Aufgrund dessen wird eine größere Stabilität des Elektrolyten garantiert. Zudem ist LFP im Vergleich zu Lithiumcobaltoxid günstig, nicht giftig und umweltfreundlich.

Aufgrund seiner geringen spezifischen Energie spielt dieses System keine große Rolle in der Elektromobilität, die momentan die Treibende Kraft der Batterieforschung ist.

In dieser Kooperationsarbeit zwischen Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften soll das Batterie-System LTO/LFP besser verstanden werden und es sollen geeignete Methoden zum Betriebsführung erarbeitet werden, um einen Einsatz als Speichersystem für regenerative Energien zu erreichen.

In der naturwissenschaftlichen Arbeit werden die Erforschung der beiden Elektrodenmaterialien, sowie der Bau von Musterzellen vorgenommen. Diese Zellen werden mit verschiedenen elektrochemischen Analysemethoden (CV, DEMS, XRD, ...) untersucht, um einen Degradationsmechanismus der einzelnen Komponenten zu entwickeln. So können der Alterungsprozess und der Einfluss der Zersetzungsprodukte auf Kapazität, Zellspannung usw. des Batteriesystems beschrieben werden.

In der ingenieurwissenschaftlichen Arbeit werden Modelle des Batteriesystems entwickelt, das Alterungsverhalten der Zellen wird systematisch untersucht, es werden Methoden zur Zustandsbestimmung erarbeitet und es werden Methoden zur Betriebsführung abgeleitet. Aufgrund der sehr konstanten Zellspannung können die bei klassischen Li-Ionen Batterien verwendeten Verfahren für dieses neue System nicht eingesetzt werden. Daher müssen mathematische Modelle entwickelt werden.

Referenzen:

- [1] Reale et al. *Journal of the Electrochemical Society* **151** (2004) A2138-A2142
- [2] Guerfi et al. *Journal of Power Sources* **159** (2010) 845-852
- [3] Allen et al. *Journal of Power Sources* **159** (2006) 1340-1345
- [4] Christensen et al. *Journal of the Electrochemical Society* **153** (2006) A560-A565
- [5] Pahdi et al. *Journal of Electrochemical Society* **144** (1997) 1188-1194

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Hubert Gasteiger

TUM, Lehrstuhl für Technische Elektrochemie

Lichtenbergstrasse 4

85748 Garching

Tel.: +49-(0)89-289-13628

E-Mail: hubert.gasteiger "at" tum.de

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jossen

TUM, Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik

Karlstrasse 45

80333 München

Tel.: +49- (0)89-289-26966

E-Mail: andreas.jossen "at" tum.de

Projektbearbeitung:

Dipl.-Chem. Rebecca Zeh

Tel.: +49-(0)89-289-13658

E-Mail: rebecca.zeh "at" tum.de

und

Dipl.-Ing. Ralph Karl

Tel.: +49-(0)89-289-26967

E-Mail: