

Doktorvorträge am ISEA

Donnerstag, 07. November 2019

Kurpark Terrassen, Dammstr. 40, 52066 Aachen

08:30 Uhr Martin Wunsch, M. Sc.

„Separation der Kathodenalterung in Lithium-Ionen-Batteriezellen mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie“

09:45 Uhr Pouyan Shafiei Sabet, M. Sc.

„Analysis of Predominant Processes in Electrochemical Impedance Spectra and Investigation of Aging Processes of Lithium-Ion Batteries with Layered Oxide Cathodes and Graphitic Anodes“

11:00 Uhr Georg Angenendt, M. Sc.

„Operation, optimization and additional market participation of households with PV battery storage system and power-to-heat application“



Abstracts

Martin Wunsch

Separation der Kathodenalterung in Lithium-Ionen-Batteriezellen mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie

In der vorliegenden Arbeit sind drei unterschiedliche Zelltypen (Lithium-Ionen-Zellen) unter verschiedenen Bedingungen zyklisch gealtert worden. Hierbei handelt es sich speziell um 3-Elektrodenzellen im Labormaßstab, automotive prismatische Zellen (PHEV2) sowie großformatige Pouchzellen, die ebenfalls im automotiven Sektor angewendet werden.

Während der Alterung wurden bei unterschiedlichen Ladungs- und Alterungszuständen elektrochemische Impedanzspektren vermessen und spezielle Parameter abgeleitet. Die entsprechenden Alterungsphänomene konnten über eine Post-Mortem-Analyse (PMA) zugeordnet werden. Es wurden im Zuge der PMA vorrangig die optische Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppeltem Plasma und die Raster-Elektronenmikroskopie verwendet.

In Laborzellen mit einer Referenzelektrode aus Lithium wurde festgestellt, dass bei einer Zellchemie von NMC111|Graphit der Kathodeneinfluss auf die gesamte Zellimpedanz maßgeblich ist. Anodenspektren sind vergleichsweise wenig sensitiv bezüglich des Ladungs- und Alterungszustandes der Zelle. Die Dynamik der Ladungstransferwiderstände (engl. Charge-Transfer-Resistance (CTR)) einer Gesamtimpedanz ist demnach von der Kathode dominiert und dient zur Bewertung des NMC-Zustandes.

Mithilfe der Untersuchungsreihen an prismatischen Zellen konnte gezeigt werden, dass die Sensitivität des Ladungstransferwiderstandes auf größere Zellen im automotiven Format übertragbar ist. Weiterhin dient der CTR zur Bewertung von Partikel-Cracking auf der Kathode und ist abhängig von der gewählten Temperatur und C-Rate während der Zyklisierung. Bei der zyklischen Alterung von Pouchzellen konnte ein maßgeblicher Einfluss der äußeren mechanischen Verspannung auf die Lebensdauer identifiziert werden. Des Weiteren wird ein Parameter aus dem Realteil der Impedanz abgeleitet, welcher ein optimales Verspannungskonzept von Batteriezellen frühzeitig erkennbar macht.

Pouyan Shafiei Sabet

Analysis of Predominant Processes in Electrochemical Impedance Spectra and Investigation of Aging Processes of Lithium-Ion Batteries with Layered Oxide Cathodes and Graphitic Anodes

Analysis and prediction of the state of health of batteries in the electro mobility sector is of supreme importance. In this regard, non-invasive techniques present unique opportunities. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) allows detailed investigations of predominant processes at both electrodes. However, a proper understanding of the impedance spectra is crucial, especially for the assignment of the major phenomena to their corresponding electrodes.

In the first part, an NCA-battery is measured by means of EIS and analyzed using the distribution of relaxation times and an equivalent circuit model. Additional measurements are performed, evaluation methods are developed and the predominant processes in the impedance spectra are successfully assigned to their corresponding electrode.

In the second part, an NMC-battery is investigated. It is found that the characteristics of the impedance spectra are significantly different from those of the first part. However, the predominant processes can still be assigned to their corresponding electrode.

In the third and fourth part, the previously gained insights are applied for a separate investigation of anode and cathode degradation throughout calendric and cyclic aging. Also, results from a previous dissertation are taken into account for a more precise investigation of underlying aging phenomena.



Georg Angenendt

Operation, optimization and additional market participation of households with PV battery storage system and power-to-heat application

Betrieb, Optimierung und zusätzliche Marktteilnahme von Haushalten mit PV Batteriespeicher und Strom-Wärme-Kopplung

Die Sektorenkopplung in privaten Haushalten ermöglicht die Nutzung von Strom aus Photovoltaikdachanlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung. Durch die Strom-Wärme-Kopplung mittels Wärmepumpen kann damit ein Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmesektors geleistet werden. In diesem Vortrag wird ein modernes Haus bestehend aus einem Photovoltaiksystem, einem Batteriespeicher und einer Strom-Wärme-Kopplung analysiert und Kostensenkungspotenziale untersucht. Kostensenkungen können durch prognosegestützte Betriebsstrategien, Optimierung der Bauteilgrößen und Teilnahme am Regelleistungsmarkt erreicht werden. Es wird aufgezeigt, dass Haushalte mit PV-Heimspeicher, Strom-Wärme-Kopplung und optimierten Komponentengrößen sowie fortschrittlichen Betriebsstrategien wirtschaftlich wettbewerbsfähig gegenüber Haushalten mit fossilen Heizkonzepten sind. Neben einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit moderner Haushalte, kann durch eine Teilnahme am Regelleistungsmarkt die Netzstabilität verbessert und damit die weitere Integration erneuerbarer Energien unterstützt werden.

