

## A U F G A B E N S T E L L U N G

Masterarbeit

### **Entwicklung eines mathematischen Modells zur Ermittlung der Spannungsrelaxation nach einer Änderung des Ladezustandes bei Lithium-Ionen-Batterien**

Eine Lithium-Ionen-Zelle altert mit fortschreitender Lebensdauer. Entweder durch die kalendarische Alterung oder die zyklische Alterung. Um eine Aussage über den Zustand der Batterie und den vorherrschenden Degradationsmechanismen treffen zu können gibt es verschiedene Methoden. Eine Methode stellt die Messung der Entropieänderung dar. Dieses ist ein nichtinvasives Messverfahren, das Informationen zur Alterung liefert und zusätzlich morphologische Veränderungen aufklärt, die eine Batterie während ihrer Lebensdauer erfährt.

Zur Ermittlung der Entropie werden Spannungsänderungen gemessen, die durch eine Änderung der Temperatur bewirkt werden. Dies stellt allerdings eine Herausforderung dar, da die Zellspannung sich nach einer Änderung des Ladezustandes durch einen angelegten Lade- oder Entladestroms einem neuen Gleichgewicht nähert. Diese Relaxation kann je nach Struktur und Chemie der Zelle über Stunden oder sogar Tage beobachtet werden. Für die Ermittlung der Entropieänderung muss nun die Relaxation für den Zeitraum der Temperaturänderung durch ein **mathematisches Modell** ermittelt und bei der gemessenen Spannung berücksichtigt werden (siehe untere Abbildung).

**Ziel der Arbeit** ist die Erstellung eines mathematischen Modells in Matlab, das die Spannungsrelaxation berechnet. Dafür werden Relaxationskurven bei verschiedenen Ladezuständen an kommerziellen Zellen ermittelt. Diese Zellen werden an einen Potentiostat angeschlossen und der Spannung nach einer Änderung des Ladezustandes aufgezeichnet. Ein Großteil der Relaxation tritt während der ersten 10 Minuten ein. Danach ist der Relaxationsverlauf glatt genug, dass die Kurve approximiert werden kann. Des Weiteren sollen die berechneten Daten direkt in die ermittelte Spannungsdifferenz (untere Abbildung e-h) einfließen. Da die Relaxation von der Chemie der Zelle abhängt, soll diese Methode auf verschiedene Zelltypen angewandt werden.

**Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei auf der Erstellung des mathematischen Modells.**

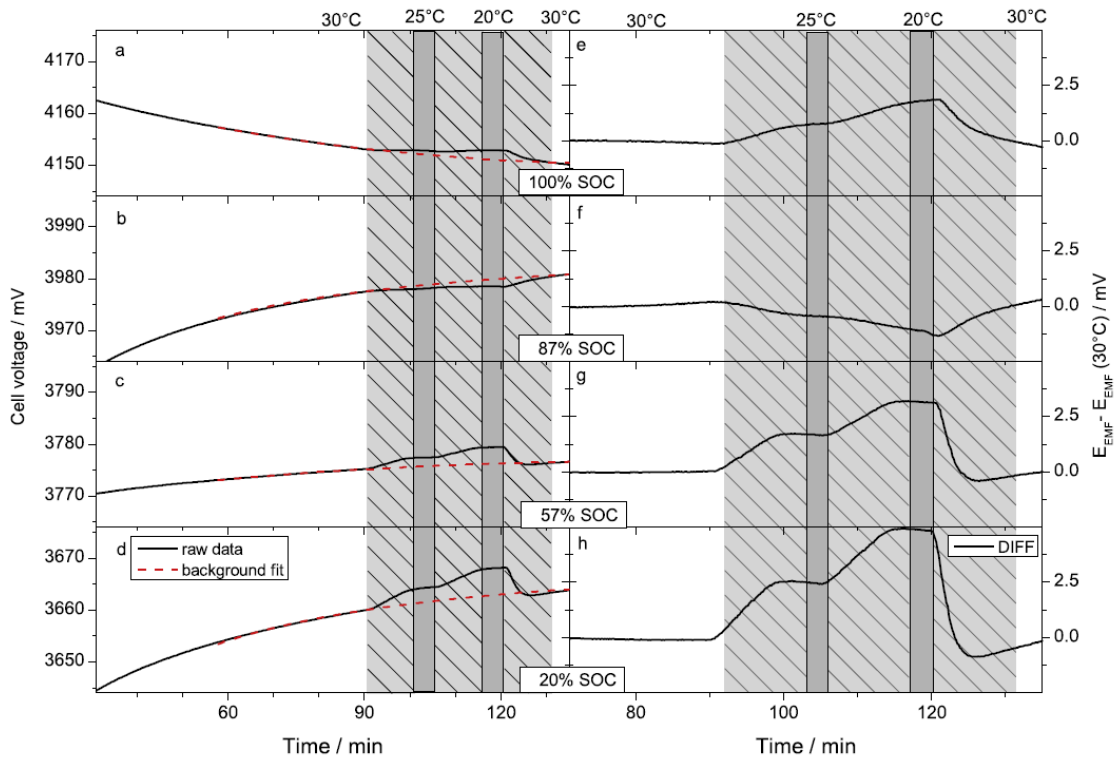


Fig. 3. Relaxation behaviour of the cell voltage for NMC cell a) 100% SOC, b) 87% SOC, c) 57% SOC and d) 20% SOC including the voltage response of temperature changes to 25°C and 20°C respectively plotted with the mathematical fitted background. In e-h), the resulting subtraction of the measured voltage and the calculated relaxation background for the respective state of charge is shown.

Abbildung 1: P.Osswald, H. Hoster: Fast and Accurate Measurement of Entropy Profiles of Commercial Lithium-Ion Cells

Die Arbeit ist unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen sowie unter Beachtung der Hinweise der Mitarbeiter des Lehrstuhls für Energietechnik bezüglich der Bearbeitung von Bachelor- und Masterarbeiten anzufertigen.

Anfragen bitte nur mit vollständigen Bewerbungsunterlagen (Anschreiben, Lebenslauf, Zeugnisse).

Auskunft erteilt:

M.Sc. Thomas Meyer – Raum MA 326 – 0203 379 1540 – [thomas.meyer@uni-due.de](mailto:thomas.meyer@uni-due.de)