



## Masterarbeit

# Quantitative Bestimmung der Verlustprozesse in Lithium-Ionen-Batterien bei variierender Elektrolytkonzentration

### Forschungsbereich

Lithium-Ionen-Batterien

### Ausrichtung

- Experimentell
- Elektrische Charakterisierung
- Werkstoffanalytik
- Entwicklung von Messtechnik
- Modellierung
- Simulation
- Literatur und Recherche

### Studiengang

- Elektro- und Informationstechnik
- Maschinenbau
- Chemieingenieurwesen
- Physik
- Technomathematik
- Wirtschaftsingenieurwesen

### Einstieg

Ab sofort

### Ansprechpartner

Benjamin Hauck, M. Sc.  
Raum 346  
Tel: +49 721 608-47565  
E-Mail: [benjamin.hauck@kit.edu](mailto:benjamin.hauck@kit.edu)

<http://www.iam.kit.edu/wet/>

### Motivation

Lithium-Ionen-Batterien sind der derzeit wichtigste Energiespeicher für sowohl mobile als auch stationäre Anwendungen. Die Anforderungen bezüglich der Energie- und Leistungsdichte nehmen dabei stetig zu. Während des Betriebs kommt es innerhalb einer Lithium-Ionen-Batterie zu unterschiedlichen Verlustprozessen, sowohl innerhalb des Aktivmaterials als auch im Elektrolyten, welche die Leistungsfähigkeit der Batterie senken. Im Elektrolyten spielt dabei neben den ohmschen Verlusten hervorgerufen durch eine begrenzte ionische Leitfähigkeit, die Elektrolytdiffusion eine entscheidende Rolle. Aufgrund der Elektrolytdiffusion kommt es bei hohen Lade- beziehungsweise Entladeströmen zu einer Verarmung bzw. Anreicherung der Lithiumleitsalzkonzentration des Elektrolyten in den porösen Elektroden. Diese veränderte lokale Leitsalzkonzentration beeinflusst weitere Verlustprozesse, wie beispielsweise den Ladungstransferprozess. Dabei führt sowohl eine Anreicherung als auch eine Verarmung der Leitsalzkonzentration im Elektrolyten zu erhöhten Verlustprozessen in den porösen Elektroden. Diese Verlustprozesse sollen im Rahmen dieser Arbeit bei unterschiedlichen Leitsalzkonzentrationen quantitativ an kommerziellen Elektroden bestimmt werden. Für diese Analyse werden in einem ersten Schritt PAT-Cell Experimentalzellen aufgebaut (Elektrode-Separator-Lithium). In diesem Setup werden die Elektroden formiert und in den gewünschten Ladezustand gefahren. Anschließend werden die Elektroden in einem symmetrischen Zellaufbau bestehend aus Elektrode-Separator-Elektrode mit variierender Leitsalzkonzentration aufgebaut. Mittels Impedanzspektroskopie wird dann die Elektrodenimpedanz in Abhängigkeit der Leitsalzkonzentration und der Temperatur bestimmt. Anschließend werden die aufgezeichneten symmetrischen Impedanzspektren mit einem Kettenleitermodell gefittet. Damit können die Verlustprozesse innerhalb der porösen Elektrode quantitativ ermittelt werden. Die von der Leitsalzkonzentration abhängigen Verlustprozesse werden anschließend zur Parametrierung eines erweiterten Kettenleitermodell verwendet, welches auftretende Nichtlinearitäten bei hohen Stromraten berücksichtigt. Mit den in dieser Arbeit bestimmten Parametern wird eine bessere Übereinstimmung zwischen den gemessenen und modellierten Lade- bzw. Entladekurven erwartet.

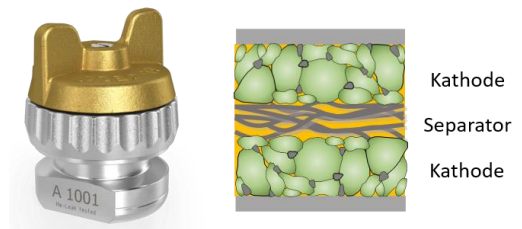


Abbildung 1: Links: PAT-Cell Experimentalzellengehäuse;  
Rechts: Symmetrischer Zellaufbau.

### Die Arbeit unterteilt sich in folgende Schritte:

- Literaturrecherche
- Aufbau von Experimentalzellen bestehend aus Elektrode-Separator-Lithium: Formierung der Elektroden sowie Anfahren des gewünschten Ladezustands
- Aufbau von symmetrischen Experimentalzellen bestehend aus Elektrode-Separator-Elektrode unter Verwendung eines Elektrolyten mit variierender Leitsalzkonzentration
- Aufnahme von Impedanzspektren bei unterschiedlichen Temperaturen
- Fit der Impedanzspektren durch ein Kettenleitermodell
- Quantitative Bestimmung der einzelnen Verlustprozesse in den Elektroden in Abhängigkeit der Elektrolytkonzentration
- Dokumentation der Arbeit sowie Erstellung eines Zwischen- und Endvortrags

### Hinweise

Wir bieten Ihnen eine hervorragende Betreuung und die Möglichkeit in einem interdisziplinären Team auf einem zukunftsweisenden Themengebiet mitzuarbeiten. Vorausgesetzt werden selbständiges Arbeiten und die Motivation, sich in neue Themengebiete einzuarbeiten. Nähere Auskünfte erhalten Sie jederzeit bei Ihrem Ansprechpartner Herr Hauck.

Prof. Dr.-Ing. Ellen Ivers-Tiffée