

Kurzfassung der Dissertation

Antragssteller: Dipl.-Ing. Nils Lohmann

**Alterungsuntersuchungen an Li-Ionen Zellen für Kfz-Anwendungen –
Messtechnik, Charakterisierungsmethodik und Alterungseffekte**

**Aging Investigations on Li-Ion Cells for Automotive Applications –
Measurement Equipment, Characterization Methodology and Aging Effects**

Die Elektrifizierung des automobilen Antriebsstranges ist ein vielversprechender Ansatz zur Emissionsreduzierung und zur Senkung des Bedarfs an fossilen Brennstoffen. Zentrale Komponente in Hybrid- und Elektrofahrzeugen ist dabei der elektrochemische Energiespeicher, bei dem in letzter Zeit hauptsächlich Lithium-Ionen Technologie zum Einsatz kommt. Neben der Verbesserung von Leistungs- und Energiedichte ist die Alterung des Speichers die größte Herausforderung.

Die vorliegende Arbeit behandelt drei zentrale Aspekte von Alterungsuntersuchungen an Lithium-Ionen Zellen für Kfz-Anwendungen. Diese sind die elektronische Messtechnik für die Durchführung von Langzeit-Alterungsstudien, die Beschreibung von Charakterisierungsverfahren sowie Experimente zur systematischen Betrachtung von Alterungseffekten mit neuartigen Untersuchungsmethodiken und Erkenntnissen.

Der erste Hauptteil der Arbeit widmet sich der elektronischen Messtechnik. Für Langzeit-Alterungsstudien wird Testequipment benötigt, welches sowohl hohe automobile Lastströme ermöglicht, als auch eine flexible und dynamische Ansteuerung sowie eine präzise Messtechnik bietet. Es wird ein neuer Einzelzelltester vorgestellt, der einen maximalen Entladestrom von 600A und eine dauerhafte Verlustleistung von 2 kW erlaubt. Besonderes Augenmerk wurde auf die thermische Betrachtung der Leistungsbaulemente gelegt. Mit diesem neuen Zelltester wurde ein bestehendes Testzentrum erweitert, so dass dort nun 120 Zelltester zur Verfügung stehen.

Der zweite Hauptteil der Arbeit betrachtet Charakterisierungsverfahren zur Beschreibung des Alterungszustandes einer Zelle. Dies umfasst die Größen Kapazität, Innenwiderstand und Impedanzspektrum. Es wird der prinzipielle Einfluss von Alterung auf die Charakterisierungsgrößen dargestellt und die Eignung als Alterungsindikator untersucht. Außerdem wird der Einfluss der Messprozedur auf das Messergebnis analysiert. In Bezug auf die Elektrochemische Impedanzspektroskopie wird zudem gezeigt, wie die Charakterisierung mit deutlich verringerter Messzeit und Ladungsdurchsatz durchgeführt werden kann. Dies ist von besonderer Wichtigkeit, um eine Änderung des Alterungszustandes durch die Messung selbst zu verhindern.

Der dritte Hauptteil widmet sich schließlich den Alterungsuntersuchungen und ihren Ergebnissen. Es kann gezeigt werden, dass eine Beschleunigung der zyklischen Belastung durch die Reduktion von Pausenzeiten erreicht werden kann, ohne zusätzliche Alterungseffekte hervorzurufen. Diese Methode kann zur Lebensdauerprognose unter realitätsnahen Bedingungen verwendet werden. Außerdem wird für unterschiedliche Szenarien die Vertauschbarkeit von Belastungs-Szenarien gezeigt, womit die Wegunabhängigkeit der Degradation nachgewiesen wird. Schließlich wird analysiert, welche Parameter zur Bewertung der charakteristischen Degradation von realen Belastungsprofilen herangezogen werden können.