

GradiBatt - Inhomogene Alterung in Li-Ionenbatterien

Im dem vom BMWK über das AiF geförderten Projekt „GradiBatt – Inhomogene Alterung“ wurden am Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen University und dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW) die Alterung von Lithium-Ionen-Zellen unter inhomogenen Temperaturverteilungen untersucht. Dazu wurden im Rahmen des Projekts sowohl Alterungsexperimente unter sehr definierten thermischen Randbedingungen mit Labor- und kommerziellen Batteriezellen durchgeführt, Um die beobachteten Phänomene besser interpretieren zu können, wurden die Alterungsuntersuchungen von Stromverteilungsmessungen zur Untersuchung der zellinternen Stromaufteilung und Zellöffnungen begleitet, die letztlich in Berechnungsmodelle einfließen.

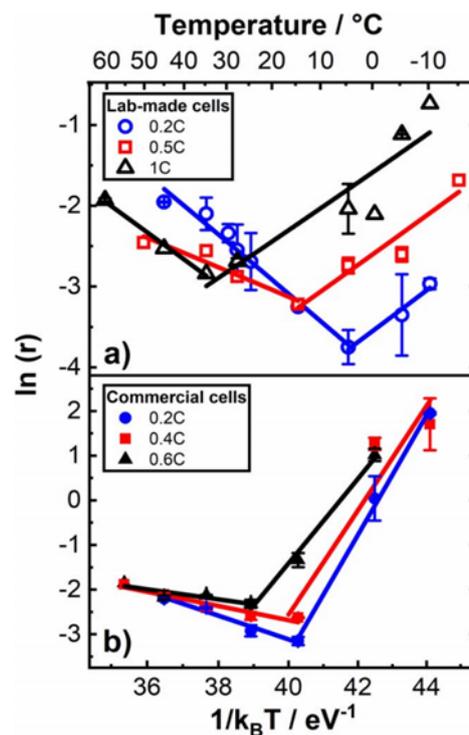


Abbildung 1 Arrheniusplots der Alterungsraten für zwei Typen von Lithium-Ionen-Zellen bei unterschiedlichen C-Raten. Die Minima entsprechen Optima mit maximaler Lebensdauer [1].

[1] M. Bozorgchenani, G. Kucinskis, M. Wohlfahrt-Mehrens, T. Waldmann, J. Electrochem. Soc. 169 (2022) 030509. <https://dx.doi.org/10.1149/1945-7111/ac580d>

Lithium-Ionen-Batterien weisen typischerweise ein Minimum ihrer Alterungsrate bei einer bestimmten Temperatur auf. Dieses Minimum im entsprechenden Arrheniusplot (siehe Abbildung 1) entspricht der längsten zyklischen Lebensdauer. Dieses

Optimum ergibt sich aus einem Übergang zwischen zwei konkurrierenden Alterungsmechanismen, wobei SEI-Wachstum bei hohen und Lithium-Plating bei niedrigen Temperaturen dominieren. Im Projekt GradiBatt wurde experimentell beobachtet, dass sich dieses Minimum mit höheren C-Raten, d.h. bei Schnellladung zu höheren Temperaturen verschiebt. Die Alterungsexperimente mit den zwei Batteriezelltypen konnten nachweisen, dass die Übergangstemperatur von der Elektrodendicke abhängt, d.h. bei Hochenergiezellen (typischerweise mit dickeren Elektrodenbeschichtungen) ändert sich der Mechanismus hin zu Lithium-Abscheidung bei höheren Temperaturen.

Die Alterungsversuche unter Temperaturgradienten konnten zeigen, dass die Alterung von Hochenergiezellen deutlich von der Größe des Gradienten abhängt. Insbesondere ab Gradienten von 10 K normal zum Elektrodenstack kann die Alterungsgeschwindigkeit deutlich zunehmen. Basierend auf Stromverteilungsexperimenten und Zellöffnungen konnte die schnellere Alterung auf die mit dem Temperaturgradienten zunehmenden Folgen von Lithium-Plating zurückgeführt werden.

Die Berücksichtigung der Verschiebung des dominanten Alterungsmechanismus in Abhängigkeit von der Temperaturverteilung, der Lade-C-Rate und des Zelltyps kann dazu beitragen, Batteriesysteme mit verlängerter Lebensdauer zu entwickeln.

Autoren: **M.Sc. Matthias Faber**
RWTH Aachen Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, ISEA
Dr. Thomas Waldmann
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Alexander Rassmann
T 069- 6603 -1820

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20884-N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen. **Weitere Informationen unter www.fva-net.de.**