

Elektrochemische-mechanische Modellierung und Simulation von Lithium-Ionen-Batterien

Kurz ALIB (Ausdehnung von Lithium-Ionen-Batteriezellen)

Der verstärkte Ausbau der Elektromobilität erfordert eine Verbesserung der Kernkomponente eines Elektrofahrzeugs: der Lithium-Ionen Batterie als Energiespeicher. Aufgrund ihrer hohen Kosten muss ihre Lebensdauer deutlich erhöht werden. Das Verständnis der limitierenden Degradationsmechanismen ist daher für die Industrie unbedingt notwendig. Ein wesentlicher Degradationseffekt resultiert aus der Volumenänderung einiger Anodenmaterialien während der Interkalation von Lithium-Ionen: So ändert z. B. Silizium, das durch seine hohe gravimetrische Kapazität als sehr vielversprechendes neues Anodenmaterial gilt, sein Volumen um 300 Prozent. Die entstehenden mechanischen Spannungen können zu Rissen innerhalb der Elektrode und so zum Kapazitätsverlust führen können.

Um diese Einflüsse besser bewerten zu können, arbeiteten im AiF-Projekt ALIB (Ausdehnung von Li-Ionen Batteriezellen) das Institut für Technische Thermodynamik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Stuttgart und das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern zusammen, um durch physikalische Modellierung und numerische Umsetzung Werkzeuge zu entwickeln, die eine gekoppelte Simulation der elektrochemischen und mechanischen Prozesse erlauben. Ergänzt wurden diese Arbeiten durch Experimente, die ebenfalls am DLR durchgeführt wurden.

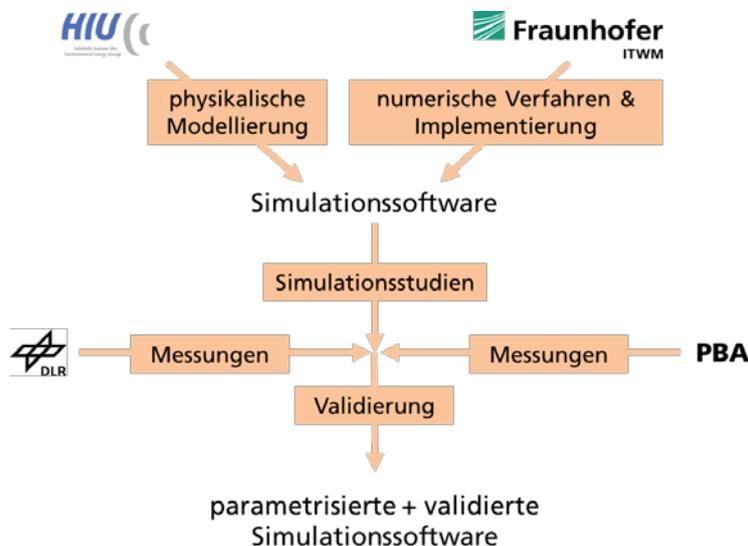


Abbildung 1: ALIB Projektstruktur.

Die Modellierungs- und Simulationsansätze unterschieden hier zwei verschiedene Längenskalen: Die Mikroskala, bei der ein Ensemble von nur einigen Mikrometer großen Elektrodenaktivpartikeln beschrieben wird, sowie der Zellskala, wo das Mikromodell durch geeignete Mittelungen und Zusatzannahmen zu einer makroskopischen Beschreibung hochskaliert werden kann. Die theoretischen Arbeiten wurden durch experimentelle Messungen ergänzt, die zum einen der Methodenentwicklung und zum anderen der Modellparametrisierung dienten. Hierzu wurde am DLR eine *in situ* Zelle entwickelt, die durch Röntgenbeugung die Verzerrungen des Atomgitters der Elektrodenmaterialien während des Betriebs der Zelle ermöglicht und so in der Lage ist, die ladezustandsabhängige Verformung

zu quantifizieren. Die entwickelten Modelle und ermittelten Ausdehnungsparameter wurden numerisch umgesetzt und stehen nun in der Fraunhofer Simulationssoftware BEST (Battery and Electrochemistry Simulation Tool) dem Anwender für gekoppelte elektrochemisch-mechanische Simulationen sowohl auf der Mikro- wie auch auf der Zellskala zur Verfügung.

Autoren: Katharina Becker-Steinberger, Oliver Freitag, Prof. Arnulf Latz, DLR Stuttgart Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart

Dr. Jochen Zausch, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA),
Alexander Raßmann
T 069- 66 03- 18 20

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 177966 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 Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 211 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik.

Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken.

Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.