

Wieso altern Batterien?

03.03.2016

Drei Jahre lang untersuchte das Zentrum für Angewandte Elektrochemie ZfAE, Teil des *Fraunhofer-Instituts für Silicatiforschung ISC* in Würzburg, im EU-Projekt ABattReLife die Ursachen für Batteriealterung. Dafür standen dem Zentrum Altbatterien aus Elektroautos zur Verfügung, die ausführlich getestet und analysiert wurden.

In Deutschland stieg in den letzten Jahren die Nutzung von Elektrofahrzeugen wie Elektroautos oder E-Bikes kontinuierlich an. Umso größer ist der Bedarf nach sicheren, langlebigen und zuverlässigen Energiespeichern, die den Ausbau der Elektromobilität weiter vorantreiben. Hersteller fokussieren sich daher auf die Entwicklung von Batterien mit längerer Lebensdauer und größeren Reichweiten. Doch dafür müssen zunächst die Ursachen für Alterung und nachlassende Leistung von Batterien geklärt werden, um mögliche Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Ab einer Restkapazität von 80% zeigen die meisten Batterien eine Änderung ihres Verhaltens: Ihre Leistungskurve erfährt einen deutlichen Knick und die nichtlineare, rapide Alterung beginnt.

Um die Gründe für diesen Alterungsprozess herauszufinden, untersuchte das *Zentrum für Angewandte Elektrochemie*, im Projekt ABattReLife, Altbatterien aus der ersten Elektrofahrzeuggeneration und verglich diese mit eigens gefertigten Laborzellen gleicher Bauweise. Sowohl die gebrauchten Batterien als auch die laborgefertigten Zellen – die einer kontrollierten, schnellen Alterung unterzogen wurden – durchliefen verschiedene mechanische, thermische und chemische Tests, deren Ergebnisse das *ZfAE* anschließend für die Analysen der Zellveränderungen nutzte. Um eine orts aufgelöste Untersuchung zu ermöglichen, wurden die kleinen Laborzellen aus verschiedenen Teilen der Elektroden gebaut.

Die Wissenschaftler stellten fest, dass kurz vor dem Leistungsknick kleine Bereiche der Kathode starke Beeinträchtigungen in Form eines metallischen Lithiumschleiers – das sogenannte Lithium-Plating – aufwiesen. Während die positive Elektrode kaum Veränderungen zeigte, war die negative Graphitelektrode durch Mikrorisse, Ablagerungen und das Lithium-Plating beeinträchtigt. Da das Plating teils irreversibel ist, griff der Vorgang im weiteren Verlauf auf benachbarte Bereiche über und die Batterie erreichte ihr Lebensende.

Für das Abscheiden von Lithium an der Kathode und den damit verbundenen Leistungsknick sind insbesondere zwei Faktoren entscheidend:

Zu schnelles Laden führt zur Abscheidung von Lithium-Metall, sodass für weitere Ladezyklen immer weniger Lithium zur Verfügung steht. Zum Zweiten konnten die Wissenschaftler des *Fraunhofer ISC* mittels Computertomographie außerdem feststellen, dass die anfänglich betroffenen Bereiche durch einen Ableiter stärker komprimiert wurden als der Rest der Batterie. Daraus ließ sich schließen, dass der mechanische Druck eine lokale Überladung erzeugt, die zu massivem Lithiumverlust führt und diesen Bereich zerstört. Somit verstärkt oder verzögert ein entsprechendes Zelldesign den Alterungsprozess. Solche mechanisch nicht ausgereiften Batterien sind für eine mögliche Zweitverwendung – beispielsweise als stationäre Energiespeicher – ungeeignet.

Um das Lithium-Plating zu verhindern, können beispielsweise Batteriezellen gebaut werden, deren Ableiter so angebracht wird, dass lokale Verspannungen bzw. Druckspitzen vermieden werden können. Da auch zu hohe Laderaten, zu hohe Entladetiefen und zu niedrige Temperaturen den Alterungsvorgang beschleunigen, sollte darüber hinaus der Ladevorgang genau gesteuert werden, sodass Ladetemperatur, -geschwindigkeit und -spannung kontrolliert ablaufen.

Neben der Durchführung von Analysen und Tests zu bestimmten Batterietypen forscht das *ZFAE* an neuen Materialien und Zellkomponenten für leistungsfähigere und langlebigere Batterien. Dazu gehören funktionelle Schutzbeschichtungen für moderne Elektrodenmaterialien und Materialien für zukünftige Festkörperbatterien aus organisch-anorganischen Hybridpolymeren bis hin zu reinen Glaskeramiken, die eine hohe chemische Stabilität und damit eine längere Haltbarkeit gewährleisten.

Originalveröffentlichung:

Tobias Bach, Simon Schuster, Elena Fleder, Jana Müller, Martin J. Brand, Henning Lormann, Andreas Jossen und Gerhard Sextl; „*Nonlinear aging of cylindrical lithium-ion cells linked to heterogeneous compression*“;

Journal of Energy Storage