

**SafeBattery
Safe Lithium-Based Traction
Batteries**

**Sichere Lithiumbasierte
Traktionsbatterien**

Programm: COMET – Competence
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: K-Projekt / COMET-Ein-
zelprojekt

Projekttyp: P4 FESTAL, 04/2017 –
03/2021, strategisch



SICHERE BATTERIEN DURCH HOMOGENE MATERIALIEN

ZUKÜNFTIGE BATTERIEN WERDEN KERAMISCHE ELEKTROLYTE NUTZEN.
CHEMISCH HOMOGENE MATERIALIEN SIND IN ZUKUNFT UNERLÄSSLICH, UM DIE
VOLLE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER SYSTEME SICHERZUSTELLEN.

Lithium-Batterien im täglichen Leben

Batterien sind ein wesentlicher Bestandteil unseres täglichen Lebens. Seit ihrer Kommerzialisierung in den 90er-Jahren durch Sony, hat sich die Lithiumionenbatterie zu einem hochgradig flexiblen elektrochemischen Energiespeichersystem für mobile Geräte und Elektrofahrzeuge entwickelt. Gelänge es, elektrische Energie mit Hilfe von Solar-, Wind- oder Gezeitenanlagen ökologisch und effizient zu speichern, wäre es möglich, unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen signifikant zu reduzieren und den bevorstehenden Klimawandel abzuschwächen.

Kommerzielle Lithiumbatterien verwenden entzündliche, wasserfreie flüssige Elektrolyte, um den Ionen-

transport zwischen den zwei Elektroden sicherzustellen. Beim thermischen Durchgehen der Batterie reagieren die Flüssigelektrolyte und fluorhaltigen Leitsalze zu toxischen, gasförmigen Zersetzungsprodukten. Mit keramischen Elektrolyten aus der Familie der Oxide, Hydride oder Sulfide, kann dieses Sicherheitsrisiko deutlich gesenkt werden.

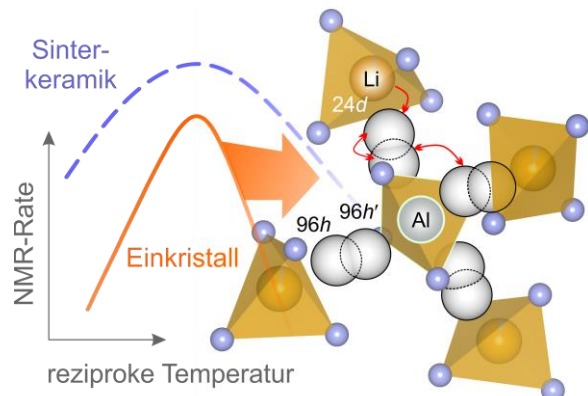
Der Weg zur Festkörperbatterie

In den letzten Jahren sind intensiv oxidische Keramiken mit Granatstruktur studiert worden, die das Potential besitzen, eine neue Ära von Festkörperbatterien einzuläuten. Voraussetzung ist jedoch, dass die Oxide, zu denen Al-stabilisiertes $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (Al-LLZO) gehört, mit Lithiummetall kompatibel sind und eine

SUCCESS STORY

hinreichend hohe elektrochemische Stabilität besitzen. Nur dann ist es möglich, Batterien mit Energiedichten zu entwickeln, die deutlich über denen in kommerziellen Systemen mit flüssigen Elektrolyten liegen. Zusätzlich müssen Grenzflächenwiderstände minimiert und ökologische Produktionsrouten entwickelt werden. Bei der Herstellung von Al-LLZO in Form polykristalliner, gesinterter Keramiken zeigt sich im Produkt häufig eine inhomogene Al^{3+} -Verteilung. Die Regionen mit geringerem Al^{3+} -Gehalt weisen eine geringere ionische Leitfähigkeit auf, als die Bereiche mit optimierter Zusammensetzung. Diese chemische Inhomogenität führt zu einer nicht einheitlichen Stromdichteverteilung und kann im Betrieb der Batterien ein Sicherheitsrisiko darstellen.

Chemisch inhomogene Pulverproben erschweren die exakte Bestimmung der mikroskopischen Wanderungspfade der Ionen. Solche Informationen werden allerdings dringend benötigt, um die Hintergründe verstehen zu lernen, die in manchen Oxiden zu einer sehr hohen ionischen Leitfähigkeit führen. Im Rahmen von SafeBattery wird deshalb die Ionendynamik in Al-LLZO *Einkristallen* untersucht, die am IKZ in Berlin mit der Czochralski-Methode gezüchtet wurden. Informationen über atomare Li-Pfade untersuchen wir mit Hilfe von kernmagnetischen Resonanzmethoden. Bei Pulverproben werden in vielen Fällen sehr breite Relaxationsratenmaxima detektiert. Die Ursache dieser Verbreiterung, die die weitere Interpretation der Daten deutlich erschwerte, blieb jedoch für viele Jahre



⁷Li Kernresonanzraten von einkristallinem Al-LLZO und einer Sinterkeramik; der Ratenverlauf enthält Informationen über Li-Bewegungsprozesse in der Kristallstruktur. © SafeBattery

unbekannt. Viel schmalere Ratenmaxima wurden jedoch für Al-LLZO-Einkristalle erhalten, so dass es nun möglich war, die Li-Hüpfpfade genau zu studieren.

Wirkungen und Effekte

Solche Informationen helfen uns zu verstehen, welche atomaren Eigenschaften erfüllt sein müssen, um einen sehr schnellen Lithiumionenaustauschprozess zu garantieren. Idealerweise sollten die zugehörigen Aktivierungsenergie für den Li-Ionentransport gering sein, damit der Batteriegesamt-widerstand auch unterhalb von Raumtemperatur niedrig ist. Hohe Innenwiderstände sind bei niedrigen Temperaturen immer ein Sicherheitsrisiko beim Laden und Entladen von Batterien.

Projektkoordination (Story)

Univ.-Prof. Dr. Martin Wilkening,
Institute for Chemistry and Technology of Materials, ICTM
Graz University of Technology
Stremayrgasse 9, 8010 Graz
T +43 316 873 32330
wilkening@tugraz.at

Kurztitel COMET-Zentrum / COMET-Projekt

Trägerorganisation/ Konsortialführung
Vehicle Safety Institute
Graz University of Technology
Inffeldgasse 23/I, 8010 Graz
T +43 316 873 30301 office.vsi@tugraz.at,

Projektpartner

- Audi, GER
- AVL List, AUT
- Daimler, GER
- Porsche, GER
- Kreisel Electric, AUT
- Bosch, GER
- SFL engineering, AUT
- TU-Graz (ICTM/VSI), AUT
- VIF, AUT

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung/ der Konsortialführung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet