

Bis zu 30 Prozent mehr Kapazität für Lithium-Ionen-Akkus

Erfolg für Materialforschung am KIT – Wichtige Erkenntnis auf dem Weg zur Hochenergie-Batterie



Ein Forscherteam am KIT erklärt bislang unverstandene Degradationsmechanismen im Kathodenmaterial für zukünftige Hochenergie-Lithium-Ionen-Batterien. (Foto: Amadeus Bramsiepe, KIT)

Durch Untersuchungen struktureller Veränderungen während der Synthese von Kathodenmaterialien für zukünftige Hochenergie-Lithium-Ionen-Akkus haben Forscherinnen und Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und kooperierender Einrichtungen neue und wesentliche Erkenntnisse über Degradationsmechanismen gewonnen. Diese könnten zur Entwicklung von Akkus mit deutlich erhöhter Kapazität beitragen, die etwa bei Elektrofahrzeugen eine größere Reichweite möglich machen. Über die Ergebnisse berichtet das Team in der Zeitschrift *Nature Communications*. (DOI 10.1038/s41467-019-13240-z)

Ein Durchbruch der Elektromobilität wird bislang unter anderem durch ungenügende Reichweiten der Fahrzeuge behindert. Helfen könnten Lithium-Ionen-Akkus mit einer größeren Ladekapazität. „Wir sind dabei, solche Hochenergie-Systeme zu entwickeln“, sagt Professor Helmut Ehrenberg, Leiter des Instituts für Angewandte Materialien –



KIT-Zentrum Energie: Zukunft im Blick

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-21105
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Pressekontakt:

Dr. Martin Heidelberg
Redakteur/Pressereferent
Tel.: +49 721 608-21169
E-Mail: martin.heidelberg@kit.edu

Weitere Materialien:

Animation eines einzelnen Partikels des Hochenergie-Kathodenmaterials, basierend auf einer Synchrotron-Messung:
<https://bit.ly/2rUj6Hc>

Zur Publikation in *Nature Communications*: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-13240-z#citeas>

Energiespeichersysteme (IAM-ESS). „Auf Basis eines grundlegenden Verständnisses der elektrochemischen Vorgänge in den Batterien sowie durch den innovativen Einsatz von neuen Materialien lässt sich die Speicherkapazität von Lithium-Ionen-Akkus nach unserer Einschätzung um bis zu 30 Prozent erhöhen.“ Am KIT läuft diese Forschung im Rahmen des Center for Electrochemical Energy Storage Ulm & Karlsruhe (CELEST), der größten deutschen Forschungsplattform für elektrochemische Speicher, deren stellvertretender Sprecher Ehrenberg ist.

Die Hochenergievariante der Lithium-Ionen-Technologie unterscheidet sich von der herkömmlichen durch ein spezifisches Kathodenmaterial: Während bislang überwiegend Schichtoxide mit unterschiedlichen Verhältnissen von Nickel, Mangan und Kobalt eingesetzt werden, kommen nun manganreiche Materialien mit Lithium-Überschuss zum Einsatz, was die Energiespeicherfähigkeit pro Volumen/Masse Kathodenmaterial deutlich erhöht. Allerdings gibt es beim Einsatz dieser Materialien bislang noch ein Problem: Bei der Ein- und Auslagerung von Lithium-Ionen – also der grundlegenden Funktionsweise einer Batterie – degradiert das Hochenergie-Kathodenmaterial. Das Schichtoxid wandelt sich nach einiger Zeit in eine Kristallstruktur mit sehr ungünstigen elektrochemischen Eigenschaften um. Als unerwünschte Folge sinkt die mittlere Lade- und Entladespannung von Beginn an, was die Entwicklung von brauchbaren Hochenergie-Lithium-Ionen-Akkus bislang verhinderte.

Neue Erkenntnisse über Degradation

Wie genau dieser Degradationsprozess abläuft, war noch nicht vollständig verstanden. Ein Forscherteam aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des KIT und kooperierender Einrichtungen hat den grundlegenden Mechanismus nun in der Zeitschrift *Nature Communications* beschrieben: „Auf Basis von detaillierten Untersuchungen des Hochenergie-Kathodenmaterials konnten wir zeigen, dass die Degradation nicht direkt, sondern indirekt über die Bildung einer bislang wenig beachteten lithiumhaltigen Kochsalzstruktur abläuft“, sagt Weibo Hua (IAM-ESS), einer der Hauptautoren der Studie. „Außerdem spielt auch Sauerstoff bei den Reaktionen eine entscheidende Rolle.“ Neben diesen Ergebnissen zeigt die Studie außerdem, dass neue Erkenntnisse über das Verhalten einer Batterietechnologie nicht unbedingt direkt aus dem Degradationsprozess stammen müssen: Ihre Entdeckung hatten Weibo und die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nämlich anhand von Untersuchungen gewonnen, die während der Synthese des Kathodenmaterials durchgeführt wurden.



Das Forscherteam am KIT (v.l.n.r.): Michael Knapp, Sylvio Indris, Weibo Hua, Björn Schwarz. (Foto: Amadeus Bramsiepe, KIT)

Auf dem Weg zu Hochenergie-Lithium-Ionen-Akkus für Elektroautos stellen die Forschungsergebnisse des KIT einen wichtigen Schritt dar: Sie machen es möglich, nun neue Ansätze zur Minimierung der Degradation in den Schichtoxiden zu testen und in die eigentliche Entwicklungsarbeit zu diesem neuen Batterietyp einzusteigen.

Originalpublikation:

Weibo Hua, Suning Wang, Michael Knapp, Steven J. Leake, Anatoliy Senyshyn, Carsten Richter, Murat Yavuz, Joachim R. Binder, Clare P. Grey, Helmut Ehrenberg, Sylvio Indris, and Björn Schwarz: Structural insights into the formation and voltage degradation of high-energy lithium- and manganese-rich layered oxides. Nature Communications, 2019. DOI 10.1038/s41467-019-13240-z

<https://www.nature.com/articles/s41467-019-13240-z#citeas>

Über die Forschungsplattform CELEST mit dem Exzellenzcluster POLiS

Die Forschungsplattform CELEST (Center for Electrochemical Energy Storage Ulm & Karlsruhe) wurde 2018 von den Partnern KIT, Universität Ulm und dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) zur strategischen Zusammenarbeit gegründet und zählt im internationalen Vergleich zu den größten Aktivitäten in der Batterieforschung. 45 Arbeitsgruppen aus 29 Instituten des KIT, der Universität Ulm und des ZSW bringen ihre komplementäre Expertise in die Plattform CELEST ein – von der Grundlagenforschung über die praxisnahe Entwicklung bis zum Technologietransfer. CELEST ist in drei Forschungsfeldern aktiv: Lithium-Ionen-Technologie, Energiespeicherung jenseits von Lithium sowie alternative Techniken zur elektrochemischen Energiespeicherung und -konversion.

Eingebunden in CELEST ist auch das Exzellenzcluster POLiS (Post Lithium Storage Cluster of Excellence). Im Rahmen von POLiS forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Karlsruhe und Ulm an der Batterie der Zukunft. Das Cluster wurde Ende 2018 im Zuge der hochkompetitiven Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder eingeworben und ist mit rund sieben Millionen Euro pro Jahr für zunächst sieben Jahre ausgestattet. Partner sind das KIT, die Uni-

versität Ulm, sowie die assoziierten Partner ZSW und Universität Gießen. Die rund 100 Forschenden verteilen sich in etwa hälftig auf die Standorte Karlsruhe und Ulm.

Mehr zu CELEST: <https://www.celest.de/>

Mehr zum Exzellenzcluster: <https://www.postlithiumstorage.org/>

Details zum KIT-Zentrum Energie: <http://www.energie.kit.edu>

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 24 400 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Das KIT ist eine der deutschen Exzellenzuniversitäten.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:
www.sek.kit.edu/presse.php

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-21105. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.

Mit seinem **Jubiläumslogo** erinnert das KIT in diesem Jahr an seine Meilensteine und die lange Tradition in Forschung, Lehre und Innovation. Am 1. Oktober 2009 ist das KIT aus der Fusion seiner zwei Vorgängereinrichtungen hervorgegangen: 1825 wurde die Polytechnische Schule, die spätere Universität Karlsruhe (TH), gegründet, 1956 die Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH, die spätere Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.