

Anodenmaterial für sichere und langlebige Batterien

Lithium-Lanthan-Titanat-Partikel ermöglichen selbst in Mikrometergröße hohe Leistungsdichten –
Publikation in *Nature Communications*



Mit neuen Materialien will das Forscherteam sichere und langlebige Hochleistungszellen ermöglichen. (Foto: Julia Maibach, KIT)

Ein vielversprechendes Anodenmaterial für künftige Hochleistungsbatterien haben Forschende am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und an der Jilin-Universität in Changchun/China untersucht: Lithium-Lanthan-Titanat mit Perowskit-Kristallstruktur (LLTO). Wie das Team in der Zeitschrift *Nature Communications* berichtet, kann LLTO die Energiedichte, Leistungsdichte, Laderate, Sicherheit und Lebensdauer von Batterien verbessern, ohne dass eine Verkleinerung der Partikel von der Mikrometer- auf die Nanometerskala erforderlich ist. (DOI: 10.1038/s41467-020-17233-1)

Die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen steigt. Zugleich wächst der Bedarf an intelligenten Stromnetzen für eine nachhaltige Energieversorgung. Diese und weitere mobile und stationäre Technologien erfordern geeignete Batterien. Möglichst viel Energie auf möglichst kleinem Raum bei möglichst geringem Gewicht zu speichern – diese Anforderung erfüllen Lithium-Ionen-Batterien (LIB) nach wie vor am besten. Die Forschung zielt darauf, Energiedichte, Leistungsdichte, Sicherheit und Lebensdauer dieser Batterien zu steigern. Dabei kommt



KIT-Zentrum Energie: Zukunft im Blick

Monika Landgraf
Leiterin Gesamtkommunikation
Pressesprecherin

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

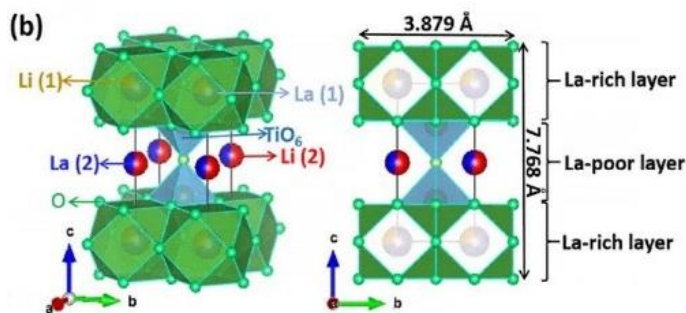
Weiterer Pressekontakt:

Martin Heidelberger
Redakteur/Pressereferent
Tel.: +49 721 608-41169
martin.heidelberger@kit.edu

Weitere Materialien:

Veröffentlichung in *Nature Communications*:
<https://www.nature.com/articles/s41467-020-17233-1>

es wesentlich auf die Elektrodenmaterialien an. Anoden in LIB bestehen aus einem Stromableiter und einem darauf aufgebrachtem Aktivmaterial, in dem Energie in Form chemischer Bindungen gespeichert wird. Als Aktivmaterial dient ganz überwiegend Graphit. Negative Elektroden aus Graphit haben allerdings eine niedrige Laderate. Zudem weisen sie Sicherheitsprobleme auf. Unter den alternativen Aktivmaterialien wurde Lithium-Titanat-Oxid (LTO) bereits kommerzialisiert. Negative Elektroden mit LTO bieten eine höhere Laderate und gelten als sicherer als solche mit Graphit. Allerdings haben LIB mit LTO-Anoden tendenziell eine niedrigere Energiedichte.



Schematische Darstellung der Perowskit-Kristallstruktur von Lithium-Lanthan-Titanat. (Abbildung: Fei Du/Jilin-Universität)

Das Team um Professor Helmut Ehrenberg, Leiter des Instituts für Angewandte Materialien – Energiespeichersysteme (IAM-ESS) des KIT, hat nun ein weiteres vielversprechendes Anodenmaterial erforscht: Lithium-Lanthan-Titanat mit Perowskit-Kristallstruktur (LLTO). Wie die gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Jilin-Universität in Changchun, China, und weiterer Forschungseinrichtungen in China und Singapur durchgeführte Studie ergeben hat, weisen LLTO-Anoden im Vergleich zu kommerzialisierten LTO-Anoden ein niedrigeres Elektrodenpotenzial auf, wodurch sich eine höhere Zellspannung und eine höhere Kapazität erreichen lassen. „Zellspannung und Speicherkapazität bestimmen letztendlich die Energiedichte einer Batterie“, erklärt Ehrenberg. „Künftig könnten LLTO-Anoden besonders sichere und langlebige Hochleistungszellen ermöglichen.“ Die Studie trägt zur Arbeit der Forschungsplattform für elektrochemische Speicher CELEST (Center for Electrochemical Energy Storage Ulm & Karlsruhe) bei, einer der größten Batterieforschungsplattformen weltweit, in die auch das Exzellenzcluster POLiS eingebettet ist.

Neben Energiedichte, Leistungsdichte, Sicherheit und Lebensdauer entscheidet auch die Laderate über die Eignung einer Batterie für anspruchsvolle Anwendungen. Grundsätzlich hängen maximaler Entladestrom und minimale Ladezeit vom Ionen- und Elektronentransport im Festkörper und an den Grenzflächen zwischen Elektroden- und Elektrolytmaterialien ab. Um die Laderate zu verbessern, ist es üblich, die Partikelgröße des Elektrodenmaterials von der Mikrometer- auf die Nanometerskala zu reduzieren. Wie die in der Zeitschrift *Nature Communications* veröffentlichte Studie der Forscher des KIT und ihrer Kooperationspartner zeigt, ermöglichen bei perowskitstrukturisiertem LLTO aber selbst Partikel von einigen Mikrometern eine höhere Leistungsdichte und eine bessere Laderate als LTO-Nanopartikel. Dies führt das Forscherteam auf sogenannte pseudokapazitive Eigenschaften von LLTO zurück: An diesem Anodenmaterial lagern sich nicht nur einzelne Elektronen an, sondern ladungstragende Ionen, die über schwache Kräfte gebunden sind und reversibel Ladungen an die Anode übertragen können. „Dank der größeren Partikel ermöglicht LLTO prinzipiell einfachere und kostengünstigere Verfahren der Elektrodenherstellung“, erläutert Ehrenberg.

Originalpublikation (Open Access):

Lu Zhang, Xiaohua Zhang, Guiying Tian, Qinghua Zhang, Michael Knapp, Helmut Ehrenberg, Gang Chen, Zexiang Shen, Guochun Yang, Lin Gu & Fei Du: Lithium lanthanum titanate perovskite as an anode for lithium ion batteries. Nature Communications, 2020. DOI: 10.1038/s41467-020-17233-1

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 25 100 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.