idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Pressemitteilung

Technische Universität München
Dr. Andreas Battenberg

22.03.2022
http://idw-online.de/de/news790590

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Chemie, Elektrotechnik, Energie, Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften
überregional

Licht macht Ionen beweglich: Licht könnte die Leistung von Brennstoffzellen und Lithium-Ionen-Akkus steigern

Lithium-Ionen-Akkus, Brennstoffzellen und viele andere Devices sind auf eine gute Beweglichkeit von Ionen angewiesen. Doch dieser steht eine Vielzahl von Hindernissen entgegen. Ein Forschungsteam um Jennifer L. M. Rupp von der Technischen Universität München (TUM) und Harry L. Tuller vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat nun erstmals gezeigt, dass sich Licht nutzen lässt, um die Beweglichkeit der Ionen zu erhöhen und die Leistung entsprechender Geräte zu verbessern.

Elektrische Ladung kann auf verschiedene Weise durch ein Material transportiert werden. Am bekanntesten ist die elektrische Leitfähigkeit von Metallen, bei der die Ladung von Elektronen getragen wird. In vielen Devices allerdings sind Ionen für den Ladungstransport zuständig. Ein Beispiel sind Lithium-Akkus, bei denen beim Laden und Entladen Lithium-Ionen bewegt werden. In ähnlicher Weise sind Brennstoffzellen auf den Transport von Wasserstoff- und Sauerstoff-Ionen angewiesen, wenn ein Strom fließen soll.

Als Festelektrolyte für den Transport von Sauerstoff-Ionen werden derzeit Keramiken untersucht. Aber: „Wir stellten bei unseren Untersuchungen immer wieder fest, dass die Ionenleitfähigkeit – also die Geschwindigkeit, mit der sich die Ionen bewegen können – oft deutlich dadurch verschlechtert wird, dass Korngrenzen im keramischen Material die Ionen behindern, was die Effizienz der resultierenden Geräte begrenzt“, sagt Prof. Harry L. Tuller vom Massachusetts Institute of Technology.

Licht verleiht Ionen Flügel

In ihrer aktuellen Publikation zeigen Tuller und seine Kollegin Jennifer L. M. Rupp, Professorin für Festkörperelektrolytchemie an der Technischen Universität München, wie Licht genutzt werden kann, um die Barriere zu senken, auf die Ionen an Korngrenzen treffen.

Einige auf Ionenleitfähigkeit basierende Vorrichtungen, wie Festoxid-Brennstoffzellen, müssen bei sehr hohen Temperaturen betrieben werden, damit die Ionen die Korngrenzbarriere überwinden können. Betriebstemperaturen von bis zu 700° Celsius bringen jedoch ihre eigenen Probleme mit sich: Die Materialien altern schneller und die Infrastruktur zum Aufrechterhalten dieser hohen Temperaturen ist kostspielig.

„Unser Traum war es, ein Werkzeug zu finden, mit dem wir die Barrieren auch bei niedrigeren Temperaturen überwinden und damit die gleichen Leitfähigkeiten erreichen können“, sagt Erstautor und Doktorand Thomas Defferriere. Als ein solches Werkzeug stellte sich Licht heraus, das in diesem Zusammenhang noch nie zuvor erforscht worden war.

Höhere Wirkungsgrade bei Energieumwandlung und -speicherung

„Unsere Forschung zeigt, dass die Belichtung keramischer Materialien für Brennstoffzellen und in Zukunft vielleicht auch Batterien die Ionenbeweglichkeit erheblich erhöhen kann“, sagt Rupp. „In Gadolinium-dotiertem Ceroxid, einer Keramik die als Brennstoffzellen-Festkörperelektrolyt eingesetzt wird, erhöhte die Belichtung die Leitfähigkeit an den Korngrenzen um den Faktor 3,5.“

Dieser neu entdeckte „opto-ionische Effekt“ könnte in Zukunft viele Anwendungen haben. Beispielsweise könnte er die Leistung dünner Feststoffelektrolyte in zukünftigen Lithium-Ionen-Akkus verbessern und somit höhere Laderaten ermöglichen, oder den Weg für die Entwicklung neuer elektrochemischer Speicher- und Umwandlungstechnologien ebnen, die bei niedrigeren Temperaturen arbeiten und höhere Wirkungsgrade erzielen.

Licht kann auch präzise fokussiert werden, was eine räumliche Steuerung des Ionenflusses an genau festgelegten Punkten oder ein Schalten der Leitfähigkeit in keramischen Materialien ermöglicht.

###

Die Arbeiten wurden gefördert durch das US Department of Energy im Rahmen des Programms Basic Energy Services, die National Science Foundation der USA, die Japan Society for the Promotion of Science im Rahmen des Core-to-Core Programms, den Schweizer Nationalfonds, zwei Kakenhi Grant-In-Aid für junge Wissenschaftler und die Equinor ASA.

Ein Teil der Arbeiten wurde am Materials Research Science and Engineering Center am Massachusetts Institute of Technology durchgeführt, ein weiterer Teil am Center for Nanoscale Systems, das Teil des National Nanotechnology Coordinated Infrastructure Network der National Science Foundation ist.

Prof. Harry L. Tuller forscht am Materials Research Laboratory des MIT und am International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (I2CNER) der Kyushu University. Jennifer L. M. Rupp ist Associate Professor für Materials Science and Engineering am MIT und Professorin für die Chemie der Festkörperelektrolyte an der Technischen Universität München sowie CTO der TUMint.Energy Research GmbH.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

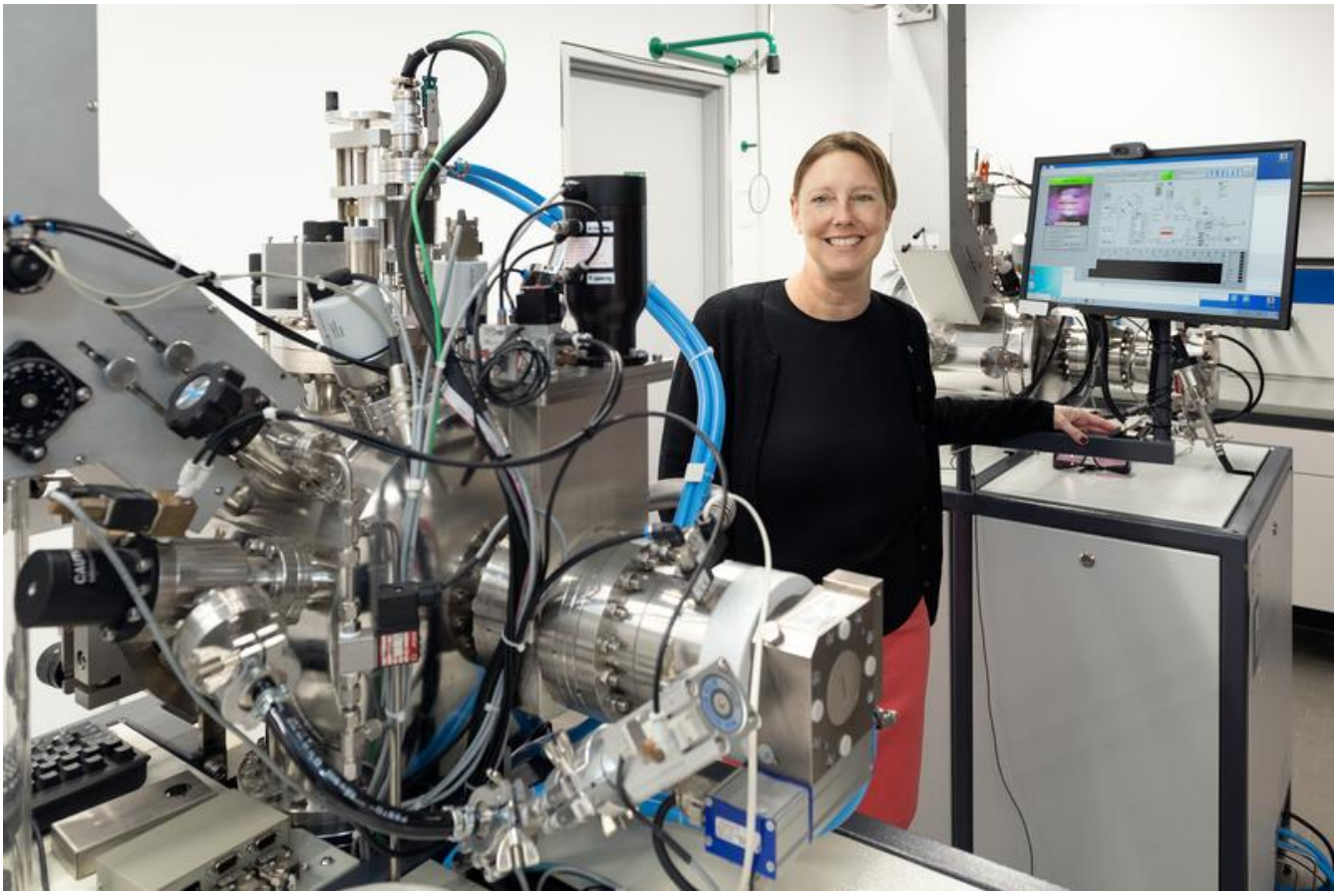
Prof. Dr. Jennifer Rupp
Professur für Festkörperelektrolyte und
CTO TUMint.Energy Research GmbH
Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching, Germany
Tel.: +49 89 289 54440 – E-Mail: jrupp@tum.de

Originalpublikation:

Photo-enhanced ionic conductivity across grain boundaries in polycrystalline ceramics
Thomas Defferriere, Dino Klotz, Juan Carlos Gonzalez-Rosillo, Jennifer L. M. Rupp and Harry L. Tuller
Nature materials, 13.01.2022 – DOI: .1038/s41563-021-01181-2

URL zur Pressemitteilung: https://www.nature.com/articles/s41563-021-01181-2 Originalpublikation

URL zur Pressemitteilung: https://www.tum.de/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/details/37275
Presseinformation auf der TUM-Website



Prof. Dr. Jennifer Rupp, Professorin für Chemie der Festkörperelektrolyte in ihrem Labor im Gebäude der Fakultät für Chemie der Technischen Universität München.
Uli Benz / TUM