

Batteriematerial: Sauerstofffehlstellen schalten schnellen Ionentransport frei

20.8.2026 - Philipp Jarke | Technische Universität Graz

Experimente von TU Graz-Forschenden zeigen: Gezielt erzeugte Defekte im Kristallgitter aktivieren einen bislang blockierten Transportweg für Lithium-Ionen im Batteriematerial Lithium-Titanat.

Lithium-Titanat (LTO, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) ist ein seit vielen Jahren bekanntes Batteriematerial, das im unbehandelten Zustand Lithium-Ionen nur schlecht leitet. Seine hohe Ionenleitfähigkeit entwickelt es erst beim Laden einer Batterie, wenn zusätzliche Lithium-Ionen und Elektronen in das Material eingelagert werden. Bernhard Gadermaier und Martin Wilkening vom Institut für Chemische Technologie von Materialien der TU Graz ist es nun gelungen, reines, d.h. nicht-lithiiertes LTO mit der ursprünglichen Zusammensetzung $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ auf ganz anderem Wege in einen deutlich besseren Ionenleiter zu verwandeln: durch bewusst erzeugte „Löcher“ im Kristallgitter, sogenannte Sauerstofffehlstellen. Werden einzelne Sauerstoffatome aus dem Kristallgitter entfernt, entstehen diese Leerstellen, die einen für die Ionen bisher blockierten Wanderungspfad freischalten. „Dieser Diffusionspfad ist im Material bereits durch die LTO-Struktur vorgeprägt, wird aber durch die Defektstruktur erst aktiviert“, erläutert Wilkening. Die Ergebnisse der Experimentalstudie wurden im Fachjournal Science Advances veröffentlicht.

Erhitzen in sauerstoffarmer Atmosphäre

Um die Fehlstellen in LTO zu erzeugen, haben Gadermaier und Wilkening das Lithium-Titanat in einer sauerstoffarmen Atmosphäre auf 300 Grad Celsius erhitzt. „Durch dieses schonende Erhitzen werden einzelne Sauerstoffatome aus dem Kristallgitter entfernt“, erklärt Martin Wilkening. „Die entstehenden anionischen Leerstellen im Kristallgitter haben einen direkten Einfluss auf die Bewegungsmöglichkeiten der Lithium-Kationen und machen aus dem ursprünglich schlechten einen deutlich besseren Ionenleiter. Am Beispiel LTO zeigt sich der enorme Einfluss von atomaren Defektstrukturen auf die makroskopische Funktion eines Materials besonders deutlich.“

Aufwendiger experimenteller Nachweis

Die schnelle Ionenleitung konnten die Forschenden durch die Kombination von Leitfähigkeitsspektroskopie und Kernspinresonanzspektroskopie (NMR) experimentell nachweisen. Den direkten experimentellen Nachweis des neu aktivierten atomaren Diffusionspfads lieferten dabei die NMR-Messungen.

„Unsere Experimentalstudie zeigt eindrucksvoll, dass die Eigenschaften eines Festkörpers nicht allein durch seine chemische Zusammensetzung bestimmt werden, sondern in entscheidendem Maß auch durch seine lokale Defektstruktur und thermische Vorgeschichte“, sagt Martin Wilkening. „Wir zeigen, wie sich mit den klassischen Konzepten der anionischen Defektchemie die Beweglichkeit kleiner Lithium-Kationen gezielt steuern lässt.“

Grundlagenforschung als Motor neuer Materialfunktionen

„Die Arbeit ist zugleich ein Paradebeispiel dafür, wie zweckfreie Grundlagenforschung neue Materialfunktionen hervorbringt“, sagt Wilkening. „Die gezielte Steuerung der Ionenleitfähigkeit durch Defektchemie eröffnet langfristig Perspektiven für ionotronische, memristive und neuromorphe Bauelemente in der Mikro- und Nanoelektronik.“

Publikation:

Unlocking Dormant Li⁺ Pathways Drives Fast Ion Transport in Li₄Ti₅O₁₂ Oxide Spinel

Autoren: Bernhard Gadermaier und H. Martin R. Wilkening

In: Science Advances, 2026

DOI: 10.1126/sciadv.aef5575

Kontakt

H. Martin R. WILKENING

Univ.-Prof. Dr.rer.nat.

TU Graz | Institut für Chemische Technologie von Materialien

Tel.: +43 316 873 32330

wilkeningnoSpam@tugraz.at

<https://www.tugraz.at/news/artikel/sauerstofffehlstellen>