

## PRESSEMITTEILUNG

### Energiereiche Festkörperbatterie

Feststoffbatterie erzielt hohe Energiedichte mit Lithium-Anode und Hybridelektrolyt

Jülich, 26. Februar 2019 – Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich und der Universität Münster haben eine neue Festkörperbatterie vorgestellt, die über eine Anode aus reinem Lithium verfügt. Lithium gilt als ideales Elektrodenmaterial, mit dem sich die höchsten Energiedichten erreichen lassen. Das Metall ist sehr reaktiv, was einer Verwendung als Anode bisher entgegenstand. Möglich wurde der Einsatz jetzt durch zwei zusätzliche Lagen aus einem neuartigen Polymer. Diese schützen den keramischen Elektrolyten der Batterie und verhindern, dass sich das Metall auf zerstörerische Weise ablagert. In Labortests funktionierte das so gut, dass die Zellen über Hunderte Ladezyklen kaum an Kapazität verloren.



Noch im Laborstadium: Komponenten der Lithium-Festkörperbatterie mit Hybridelektrolyt  
Copyright: Forschungszentrum Jülich / T. SchlöBer

Feststoffbatterien gelten als großes Versprechen für die Zukunft. Die Technologie könnte der Elektromobilität, aber auch Nischenanwendungen in der Medizin- und Raumfahrtstechnik zu neuen Durchbrüchen verhelfen. Festkörperakkus enthalten keine Flüssigkeiten, die auslaufen oder in Brand geraten können. Aus dem Grund gelten sie als deutlich sicherer, zuverlässiger und langlebiger als aktuelle Lithium-Ionen-Batterien mit flüssigem Elektrolyt. Gleichzeitig besitzen Festkörperbatterien das Potenzial, mehr Energie auf demselben Raum bei geringerem Gewicht zu speichern.

„Ziel war es, unser Konzept für eine Festkörperbatterie so zu erweitern, dass der stabile Betrieb mit einer Lithium-Anode möglich wird, und das haben wir geschafft“, erklärt Dr. Hermann Tempel vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-9). Lithium als Anode gilt als Material der Wahl, wenn es darum geht, möglichst hohe Energiedichten

zu erzielen. Denn das leichteste Metall ist gleichzeitig auch das elektronegativste aller chemischen Elemente.

Die neue Festkörperbatterie kommt bezogen auf beide Elektroden auf eine Energiedichte von 460 Wh/kg. Im Vergleich mit aktuellen Lithium-Ionen-Batterien ist das ein sehr guter Wert. Hinzu kommen weitere Vorteile, die die Bauweise mit sich bringt. So sind Festkörperbatterien deutlich weniger temperaturempfindlich als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien mit Flüssigelektrolyt. Daher benötigen sie keine Vorrichtungen für das Temperaturmanagement, wie sie bislang in Elektroautos verbaut werden, was zusätzlich Gewicht einsparen dürfte.

### Hintergrund: Polymer schützt Festelektrolyt

Möglich wurde die Verwendung einer Anode aus reinem Lithium durch den Einbau einer Polymerfolie zwischen Anode und Elektrolyt. Reines Lithium neigt dazu, beim Laden unkontrollierte Auswüchse auszubilden. Diese sogenannten Dendriten können die Zelle kurzschließen oder sie mechanisch zerstören. In der Anode heutiger Lithium-Ionen-Akkus werden Lithium-Atome daher in einem Speichermedium, meist Graphit, eingelagert. Das Gewicht der Elektrode und der gesamten Batterie erhöht sich dadurch um ein Vielfaches.



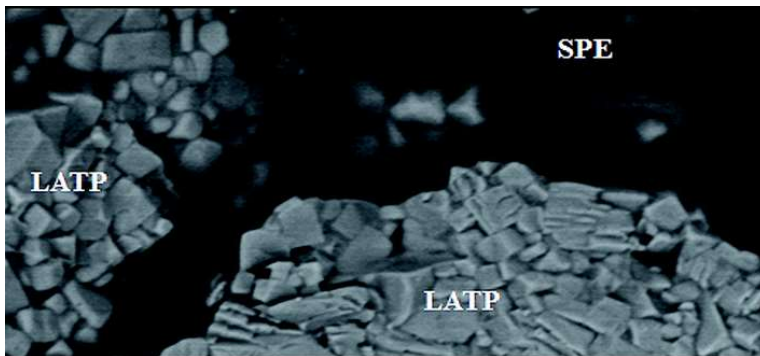
Aufbau Festkörperbatterie

Copyright: S. Yu et al., J. Mater. Chem. A, 2019, Advance Article , DOI: 10.1039/C8TA11259B with slight modification (CC BY 3.0)

**„Das Polymer funktioniert wie eine Schutzschicht, die die Verwendung einer Lithium-Anode überhaupt erst möglich macht“, erklärt Hermann Tempel. „Sie verhindert, dass der keramische Elektrolyt in direkten Kontakt mit dem metallischen Lithium an der Anode kommt. So werden schädliche Prozesse wie die Dendritenbildung und chemische Veränderungen des keramischen Elektrolyten unterbunden, die die Funktion der Batterie beeinträchtigen.“ Erste Tests im Labor verliefen bereits sehr erfolgreich. Über 500 Lade- und Entladezyklen hinweg ließen sich kaum Performanceeinbußen feststellen.**

**„Das Besondere an der Zelle ist, dass sie trotz der moderat leitenden Polymere funktioniert; in mancher Hinsicht sogar besser als ohne“, konstatiert Professor Hans-Dieter Wiemhöfer vom Helmholtz-Institut Münster (HI MS), der das spezielle Polymer, das zu der Klasse der Polyphosphazene zählt, entwickelt hat. Er koordiniert das BMBF-Verbundprojekt MEET-HiEnD II, aus dem die neue Batterie hervorgegangen ist.**

Die Polymerschicht bei der Herstellung wird flüssig aufgetragen und dringt tief in den porösen keramischen Elektrolyten ein. Das verbessert den Kontakt zwischen dem festen Elektrolyt und der festen Elektrode, bei Festkörperakkus ein häufiges Problem. So wird kein stabiles und entsprechend schweres Gehäuse benötigt, das die verschiedenen Komponenten mechanisch zusammenpresst und dadurch für eine gute Verbindung sorgt. Das spart ebenfalls Gewicht und trägt dazu bei, die Energiedichte zu erhöhen.



Elektronenmikroskopische Aufnahme der Grenzfläche von porösem Elektrolyt (LATP) und Festpolymer (SPE)

Copyright: S. Yu et al., J. Mater. Chem. A, 2019, Advance Article , DOI: 10.1039/C8TA11259B (CC BY 3.0)

### Doppelte Energiedichte bei längerer Ladezeit

Als zusätzliche Barriere zwischen den einzelnen Komponenten wirken sich die Polymer-schichten jedoch auch nachteilig auf die Performance der Batterie aus, insbesondere auf den Stromfluss. Im letzten Jahr hatten Jülicher Wissenschaftler eine gut funktionierende, schnellladefähige Festkörperbatterie vorgestellt, die innerhalb einer halben Stunde ge- und entladen werden kann. Mittels Lithium-Anode und Hybridelektrolyt ist es ihnen nun zwar gelungen, die theoretische Energiedichte zu verdoppeln. Die Ladezeit verlängerte sich dadurch jedoch auf zwei Stunden. Für Festkörperbatterien ist das immer noch ein guter Wert.

Auch andere Aspekte zeigen: Die Batterie ist noch in einem frühen Entwicklungsstadium und nur begrenzt reif für die Praxis. So muss die Zelle im Betrieb momentan auf einer Mindesttemperatur von 50 Grad Celsius gehalten werden, damit der hybride Elektrolyt für Ladungsträger durchlässig bleibt. „Für niedrigpreisige Anwendungen ist das Herstellungsverfahren bis jetzt auch noch zu aufwendig. Die funktionierende Zelle zeigt aber, dass es der Hybridelektrolyt ermöglicht, typische Probleme an den Grenzflächen von Festkörperbatterien zu umgehen“, erklärt Professor Rüdiger-A. Eichel, Institutsleiter am Forschungszentrum Jülich (IEK-9). Für Nischenanwendungen, bei denen Kosten eine nicht so große Rolle spielen, ist die inhärent sichere Batterie mit der hohen Energiedichte möglicherweise jetzt schon interessant. „Aber auch für kostenkritische Anwendungen wie die Elektromobilität birgt der Ansatz großes Potenzial.“

### Originalpublikation:

S. Yu, S. Schmohl, Z. Liu, M. Hoffmeyer, N. Schön, F. Hausen, H. Tempel, H. Kungl, Hans-D. Wiemhöfer and Rüdiger-A. Eichel

Insights into a layered hybrid solid electrolyte and its application in long lifespan high-voltage all-solid-state lithium batteries

J. Mater. Chem. A, 2019, Advance Article , DOI: [10.1039/C8TA11259B](https://doi.org/10.1039/C8TA11259B)

### Weitere Informationen:

Die Arbeit entstand im [BMBF-Verbundprojekt MEET-HiEnD II](#), in dem die Westfälische Wilhelms-Universität Münster, das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen zusammenarbeiten.

[Institut für Energie- und Klimaforschung, Grundlagen der Elektrochemie \(IEK-9\)](#)

[Institut für Energie- und Klimaforschung, Helmholtz-Institut Münster: Ionics in Energy Storage \(IEK-12\)](#)

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Rüdiger-A. Eichel

Leiter des Instituts für Energie- und Klimaforschung, Grundlagen der Elektrochemie (IEK-9)

Tel.: +49 2461 61-5124

E-Mail: [Sekretariat-Eichel@fz-juelich.de](mailto:Sekretariat-Eichel@fz-juelich.de)

Dr. Hermann Tempel

Institut für Energie- und Klimaforschung, Grundlagen der Elektrochemie (IEK-9)

Tel.: +49 2461 61-96570

E-Mail: [h.tempel@fz-juelich.de](mailto:h.tempel@fz-juelich.de)

Dr. Shicheng Yu

Institut für Energie- und Klimaforschung, Grundlagen der Elektrochemie (IEK-9)

Tel.: +49 2461 61-96894

E-Mail: [s.yu@fz-juelich.de](mailto:s.yu@fz-juelich.de)

Prof. Dr. Hans-Dieter Wiemhöfer

Institut für Energie- und Klimaforschung, Helmholtz-Institut Münster: Ionics in Energy Storage (IEK-12), Forschungszentrum Jülich und Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Tel.: +49 251 83-33115

E-Mail: [h.wiemhoefer@fz-juelich.de](mailto:h.wiemhoefer@fz-juelich.de)

### Pressekontakt:

Tobias Schlößer

Unternehmenskommunikation

Tel.: +49 2461 61-4771

E-Mail: [t.schloesser@fz-juelich.de](mailto:t.schloesser@fz-juelich.de)