

## Die Batterie, die dem Feuer trotzt

**Ursprünglich wurde sie für Elektroautos entwickelt, heute versorgt sie Mobilfunkantennen mit Strom, und morgen vielleicht ganze Wohngebiete: Die Salzatterie ist eine sichere und langlebige Batterietechnologie mit enormem Potenzial. Empa-Forscher arbeiten mit einem Industriepartner daran, diese besonderen Batterien weiterzuentwickeln.**

1997 kippte die Mercedes-Benz-A-Klasse beim Elchtest aus der Kurve. Eine der Ursachen für den berühmtesten Vorfall: Die A-Klasse war ursprünglich als Elektroauto konzipiert. Durch den Wechsel auf den Verbrennungsmotor entfiel die schwere Batterie, und der Schwerpunkt verlagerte sich zu weit nach oben.

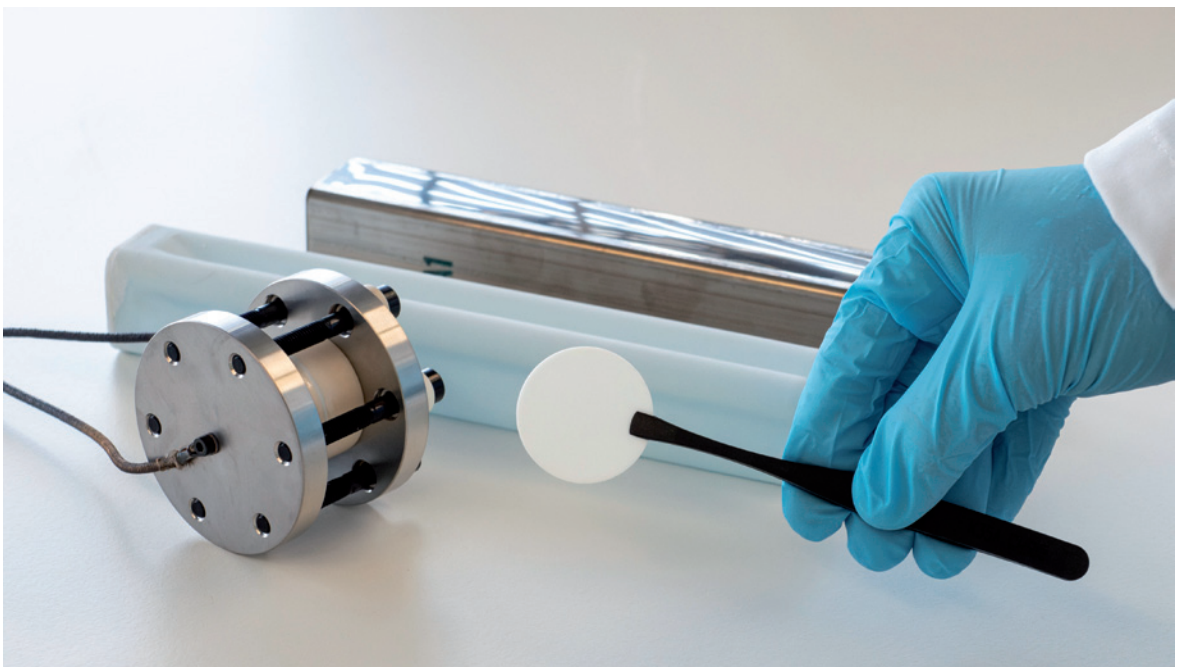
Die Batterie, die in der A-Klasse hätte verbaut werden sollen, war eine sogenannte Salzatterie. Im Gegensatz zu den meisten anderen Batterien, bei denen Kathode und Anode in einem gemeinsamen flüssigen Elektrolyten «schwimmen», ist der Elektrolyt bei einer Salzatterie ein Feststoff, na-

mentlich ein keramischer Ionenleiter auf Natriumaluminiumoxid-Basis. Der Festelektrolyt ist nicht brennbar und ermöglicht zudem eine Abtrennung von Anode und Kathode, was die Lebensdauer der Batterie erhöht. Die Kathode einer Salzatterie basiert auf einem Granulat aus Kochsalz und Nickelpulver, die Natriummetallanode entsteht erst beim Aufladen.

Für die Elektromobilität hat sich diese Batterietechnologie nicht bewährt: Heutige Elektroautos fahren mit Lithiumionen-Akkus, die leichter sind und sich schneller laden lassen. Doch in anderen Anwendungsbereichen ist die Salzatterie ihrer Lithiumionen-Konkurrenz überlegen. Deshalb werden Salzatterien heute aktiv erforscht – unter anderem an der Empa.

### Langlebig und sicher

Die Forschungszusammenarbeit begann 2016, als der Tessiner Salzatterierhersteller Horien Salt Battery Solutions, ehemals bekannt als FZSoNick, auf die Empa zuzug. Das Unternehmen wollte im Rahmen eines Innosuisse-Projekts den keramischen Natriumaluminiumoxid-Elektrolyten in ihren Bat-



Im Hintergrund ist eine kommerzielle Salzatterie samt ihrem Elektrolyten zu sehen, im Vordergrund links eine Laborzelle, wie sie gegenwärtig an der Empa entwickelt wird. Vorne links ist ein Scheibchen des Keramikelektrolyten zu sehen. (Bild: Empa)



Die Empa-Forschenden Enea Svaluto (links) und Meike Heinz im neuen Batterielabor auf dem Empa Campus in Dübendorf. (Bild: Empa)

teriezellen verbessern. Daraus folgten weitere Projekte zu Zellgeometrie und Elektrochemie der Salzbatte­rie, denn diese unterscheidet sich stark von anderen Batterietypen. «Der Zusammenbau von Salzbatte­riezellen für Forschungszwecke ist sehr aufwändig, und es gibt kaum Studien zu deren genauer Funktionsweise. Das macht diese Projekte so interessant für uns: Wir können sehr viel lernen und entwickeln unser Verständnis zusammen mit dem Industriepartner weiter», sagt Empa-Forscherin Meike Heinz aus der Abteilung «Materials for Energy Conversion», die von Corsin Battaglia geleitet wird.

Ihr andersartiger Zellaufbau bringt der Salzbatte­rie aber auch einige Vorteile gegenüber Lithiumionen-Batterien. Zum Beispiel in Sachen Sicherheit: Zwar brauchen Salzbatte­rien eine Betriebstemperatur von rund 300°C, aber sie können weder brennen noch explodieren. Deshalb kommen sie auch an Orten zum Einsatz, wo Lithiumionen-Akkus gar nicht erst zugelassen sind, etwa im Berg- und Tun-

nelbau und auf Offshore-Öl- und Gasförderplatt­formen. Durch die hohe Betriebstemperatur sind Salzbatte­rien ausserdem wesentlich weniger temperaturempfindlich als ihre Lithiumionen-Kontra­henten. Dies macht sie zu idealen Notstromspeichern für kritische Infrastruktur, beispielsweise Mobilfunkantennen. Selbst an abgelegenen und exponierten Orten können die langlebigen und wartungsfreien Salzbatte­rien ihre Arbeit über Jahrzehnte zuverlässig verrichten.

Die Betriebstemperatur ist aber auch ein Nachteil dieser Batterietechnologie: Salzbatte­rien brauchen eine «Standheizung», um einsatzbereit zu sein. Aber ist eine Batterie, die Strom braucht, überhaupt wirtschaftlich? «Je nach Anwendung ist es wirtschaftlicher, eine Batterie warmzuhalten als sie zu kühlen», erklärt Meike Heinz. «Beim Laden und Entladen entsteht durch die natürlichen Zellwiderstände Wärme. In einem optimalen System kann sich eine grosse Batterie dadurch selbst heizen», fügt Empa-Forscher Enea Svaluto-Ferro hinzu.

# Speichertechnologien für die Energiezukunft

Ob im Elektroauto, im Handy oder im Keller als stationärer Stromspeicher – Batterien sind ein Schlüsselement für die Energiewende und spielen bereits heute in unserem Alltag eine zentrale Rolle. Und ihre Bedeutung wird in den kommenden Jahren noch weiter zunehmen.

## Vielfältige Anforderungen

Je nach Anwendung brauchen Batterien ganz unterschiedliche Eigenschaften. Mal müssen sie möglichst kompakt und leicht sein, mal möglichst grosse Energiemengen speichern können, mal sollten sie möglichst rasch geladen werden können, mal eine lange Lebensdauer haben. Und nicht zuletzt sollten Batterien idealerweise auch noch aus nachhaltigen Materialien bestehen, sicher sein – und natürlich kostengünstig. Das sind ganz schön viele Anforderungen. Doch gerade durch diese Vielfalt entsteht auch eine enorme Chance für neue interessante Technologien.

Empa-Forschende arbeiten in ihren Labors eng mit Industriepartnern zusammen und suchen nach neuen Ansätzen, wie sich die Energiespeicher weiter optimieren lassen. Es geht einerseits darum, basierend auf Experimenten und Modellierungen neue Materialien und Prozesse zu entwickeln, welche die Leistung, Stabilität und Nachhaltigkeit der Speicher verbessern und gleichzeitig zu tieferen Produktionskosten führen. Andererseits wollen die Forschenden auch dazu beitragen, dass die wertvollen Materialien in den Batterien möglichst effizient genutzt und recycelt werden.

## Speicher aus Papier

Dabei gehen die Forschenden auch ungewohnte Wege. So entwickelt beispielsweise die Gruppe um Gustav Nyström Energiespeicher auf Papierbasis, die sich nach dem Gebrauch ohne Probleme entsorgen lassen. Solche Batterien eignen sich beispielsweise für elektronische Geräte mit geringem Stromverbrauch wie etwa Wecker mit LCD-Anzeigen. Da sowohl das Pa-

pier als auch die anderen Komponenten der Batterien biologisch abbaubar sind, könnten sich die Umweltauswirkungen von Wegwerf-Elektronik so deutlich minimieren lassen.

## Alternative zu Lithium-Akkus

Eine besonders wichtige Rolle spielen heute Lithium-Ionen-Akkus. Sie werden nicht nur in Smartphones und Laptops eingesetzt, sondern auch in Autos und Satelliten. Obwohl es sich um die derzeit ausgereifteste Batterietechnologie handelt, sind diese Akkus nicht für alle Anwendungen ideal. Lithium-Ionen-Batterien büssen mit jedem Lade- und Entladezyklus an Kapazität ein, sie laden sich verhältnismässig langsam auf und funktionieren nur in einem engen Temperaturbereich richtig gut.

Das Empa-Spin-off «BTRY» will nun eine Alternative entwickeln. Das junge Unternehmen arbeitet an Dünnschichtbatterien, die nicht nur sicherer und langlebiger sind als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, sondern auch wesentlich umweltfreundlicher in der Herstellung. Besonders interessant ist, dass sich diese neuartigen Speicher in nur einer Minute auf- und entladen lassen.

## Recycling mit Roboter

In den nächsten Jahren werden immer mehr gebrauchte Batterien und Akkus anfallen. Umso wichtiger ist es, dass die heiklen Rohstoffe aus den Batterien zurückgeholt werden können, so dass ein Kreislauf der wertvollen Metalle und Materialien entsteht. Im Batterieforschungsprojekt «CircuBAT» untersuchen die Empa-Forschenden Nora Bartolomé und Roland Hischier vom Technology and Society Labor, wie sich Autobatterien mithilfe von Roboterarmen demontieren lassen.

### Zellchemie für die Zukunft

Als Materialforschende fokussieren sich Meike Heinz und ihr Team auf die Zellchemie. Die Rohstoffe für Schmelzsalzbatterien sind mehrheitlich günstig und in grossen Mengen verfügbar. Die Architektur der Zelle ermöglicht zudem ein einfaches Recycling. Da das Kathodenmaterial Nickel aber zunehmend als kritisch eingestuft wird, machten sich Horien und die Empa im Rahmen des durch das Bundesamt für Energie (BFE) geförderten Projektes «HiPerSoNick» unter anderem daran, den Nickelgehalt der Zellen zu reduzieren. Keine leichte Aufgabe, da für eine effiziente und langlebige Salzbatterie die Zusammensetzung und die Mikrostruktur in der Zelle sehr genau aufeinander abgestimmt sein müssen.

Im Rahmen des EU-Projekts «Solstice», das noch bis Mitte 2025 läuft, untersuchen Horien und die Empa, gemeinsam mit weiteren Projektpartnern, ob sich das Nickel in Schmelzsalzbatterien sogar ganz durch Zink ersetzen liesse. «Der niedrige Schmelzpunkt von Zink ist bei der aktuellen Betriebstemperatur aber eine Herausforderung», so Meike Heinz. Dennoch konnten die Forschenden bereits vielversprechende Ansätze finden, um

die Kathodenmikrostruktur zu stabilisieren. Auch weitere Folgeprojekte sind bereits angedacht, in denen die Empa-Forschenden versuchen wollen, Nickel-freie Salzbatterien weiter zu verbessern – und zu skalieren. Denn mit ihrer Sicherheit, ihrer langen Lebensdauer und dem Verzicht auf kritische Rohstoffe würden sich Salzbatterien ausgezeichnet als stationäre Speicher eignen. Wenn es gelingt, Salzbatterien günstig und in grossen Mengen herzustellen, könnten sie eines Tages nicht nur Mobilfunkantennen, sondern ganze Wohngebiete mit Strom versorgen.

Anna Etlin, Empa Dübendorf

Der vorliegende Artikel erschien erstmal im Oktober 2024 auf dem Online-Portal der Empa.



Empa-Forscherin Meike Heinz hält ein Scheibchen des Keramikelektrolyten für die Salzbatterie. Bild: Empa