



Batterieforschung an der Jacobs University Bremen: Axel Haupt, ein Mitarbeiter von Chemieprofessor Gerd-Volker Rösenthaller, bei der Arbeit im Labor.

FOTO: CHRISTIAN KOSAK

Die Akkus der Zukunft

Ob Fernbedienung, Laptop oder Smartphone: Diese und andere Geräte lassen sich nur deshalb bequem einsetzen, weil es Batterien gibt. Wiederaufladbare Energiespeicher heißen Akkumulatoren, kurz Akkus. Forscher suchen Wege, sie zu verbessern.

Geschichte. Um Autos mit Verbrennungsmotor zu starten, werden noch immer Bleiakku verwendet, deren Anfänge bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen. Der deutsche Arzt und Naturforscher Wilhelm Josef Sinstedt konstruierte 1854 einen Bleiakku, mit dem sich Funken erzeugen ließen. Wie andere Batterien besitzen Bleiakku zwei Anschlüsse (Elektroden): einen Plus- und einen Minuspol. Verbunden sind sie im Innern der Batterie über einen Elektrolyten, eine Lösung, die elektrischen Strom leiten kann. In einem aufgeladenen Bleiakku baut der aus reinem Blei bestehende Minuspol im Elektrolyten – bei der Autobatterie handelt es sich um verdünnte Schwefelsäure – eine negative Ladung auf. Bei ihm herrscht ein Elektronenüberschuss. Der Pluspol, bei dem es einen Elektronenmangel gibt, ist mit Bleioxid umhüllt; dies gewährleistet eine hohe Elektronenaufnahme. Dreht man den Zündschlüssel herum und bringt so mit dem Anlasser einen Verbraucher ins Spiel, schickt der Minuspol über ein Anschlusskabel Elektronen beziehungsweise elektrischen Strom zum Pluspol. Auf dem Weg dorthin leisten die Elektronen im Anlasser die gewünschte Arbeit.

Elektroautos gibt es etwa genauso lange wie Benzinfahrzeuge. Als Carl Benz und Gottlieb Daimler in den 1880er-Jahren die ersten Automobile mit Verbrennungsmotor präsentierten, waren in Paris bereits elektrisch betriebene Wagen unterwegs. Der französische Erfinder Gustave Trouvé nutzte für sein 1881 vorgestelltes Elektrofahrzeug Bleiakku. Verbrennungsmotoren setzten sich erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch, als die Ansprüche stiegen. Ihre Reichweite war höher als die von Elektrofahrzeugen mit ihren schweren Akkus, die zudem lange aufgeladen werden mussten.

Bleiakku können den Motor zwar starten, liefern aber nicht so viel Energie, dass moderne Fahrzeuge damit fahren könnten. Lithium-Ionen-Akkus weisen nicht nur eine hohe Energiedichte auf, sondern sind auch vergleichsweise leicht. Lithium ist das leichteste Metall und zeichnet sich dadurch aus, dass sich mit ihm eine höhere elektrische Spannung aufbauen lässt als mit anderen Materialien. Wenn ein elektrischer Strom entsteht, bedeutet das, dass elektrische Ladungsträger bewegt werden, also beispielsweise die elektrisch negativ geladenen Elektronen in einem Leiter. Den Aus-



Ein Bleiakku mit 20 Zellen, wie ihn der französische Physiker Gaston Planté (1834–1889) im Jahr 1860 vorgestellt hat.

FOTO: SCIENCE & SOCIETY/FOTOFINDER.COM

druck Ion verwenden Fachleute für elektrisch geladene Teilchen. In Lithium-Ionen-Akkus dienen positiv geladene Lithiumteilchen als bewegte Ladungsträger. Sie können durch einen flüssigen Elektrolyten von Pol zu Pol wandern. Die beiden Pole bestehen aus Materialien, die in der Lage sind, die Lithium-Ionen aufzunehmen. Als Speichermaterialien werden bei solchen Akkus unter anderem aus Kohlenstoff bestehendes Grafit und chemische Verbindungen mit Lithium verwendet.

Zu den Nachteilen von Lithium-Ionen-Akkus gehört, dass sich der Elektrolyt unter dem Einfluss großer Hitze entzünden kann. Als sicherer gelten sogenannte Festkörperbatterien, mit denen nicht zuletzt Automobilhersteller große Hoffnungen verbinden. Im Gegensatz zu den Lithium-Ionen-Akkus enthalten sie keine flüssigen, brennbaren Elektrolyten. Zu ihren Schwachpunkten gehört bislang die geringe Stromstärke. Die Folge: Das Laden dauert vergleichsweise lange. Einen möglichen Weg, um größere Stromstärken und kürzere Ladezeiten zu erreichen, haben kürzlich Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich vorgestellt. Bei ihrer Festkörperbatterie bestehen die Elektroden und der Elektrolyt aus verschiedenen Phosphatverbindungen. Damit erreichen die Experten, dass kein großer Übergangswiderstand zwischen den Bestandteilen auftritt. Salopp ausgedrückt: Der Strom kann gut fließen. Die Energiedichte liegt nach Darstellung der Wissenschaftler allerdings noch etwas unter der von heute gebräuchlichen Lithium-Ionen-Akkus.

Wie intensiv nach neuen Batteriekonzepten gesucht wird, zeigt sich auch beim Blick auf die Bremer Forschungslandschaft. So beschäftigt sich der Chemieprofessor Gerd-Volker Rösenthaller, der Jahrzehnte an der Universität Bremen tätig war, ehe er 2009 an die Jacobs University wechselte, seit Langem mit der Frage, wie sich Lithiumbatterien verbessern lassen. Mit Experten anderer Forschungseinrichtungen sucht er im Rahmen eines groß angelegten Projekts nach Wegen, die Energiedichte zu erhöhen und damit zum Beispiel Elektroautos zu einer größeren Reichweite zu verhelfen.

Dabei setzt der Chemiker bei den Elektroden an, genauer: bei der Kathode. Bei den bislang verwendeten Materialien, zum Beispiel Kobalt und Nickel, handelt es sich um Metalle. Rösenthaller setzt hingegen auf Materialien aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Fluor. Hiervon erhofft er sich neben technischen Verbesserungen auch geringere Kosten. Fluor ist ein Element, das in der Natur gebunden in Form von Salzen, sogenannten Fluoriden, vorkommt. Auch im menschlichen Körper sind Fluoride zu finden. Sie tragen zur Härtung von Zähnen und Knochen bei. Die große wirtschaftliche Bedeutung von Fluor lässt sich unter anderem daran ablesen, dass es in Teflonbeschichtungen ebenso enthalten ist wie in Zahnpasta, Medikamenten und LCD-Monitoren. Laut Rösenthaller können Fluorverbindungen dazu beitragen, dass Batterien auch in höheren und niedrigeren Temperaturbereichen die gewünschte Leistung bringen.

Am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (Ifam) sowie an der Universität Bremen wird ebenfalls an Batteriesystemen geforscht. Professor Fabio La Mantia hat dafür eine hoch dotierte persönliche Auszeichnung des Europäischen Forschungsrats erhalten. Er betreibt Grundlagenforschung, um die Ladungsübertragung an Grenzflächen besser zu verstehen. Hinter seinen Arbeiten steht unter anderem das Ziel, Batterien mit einer höheren Lebensdauer für stationäre industrielle Anwendungen zu entwickeln.

Die große Bedeutung, die der Batterieforschung in Deutschland beigemessen wird, lässt sich auch daran ablesen, dass eine Vielzahl von anwendungsorientierten Fraunhofer-Instituten auf diesem Gebiet aktiv ist. Dabei rechnet die Fraunhofer-Gesellschaft nach eigenen Angaben nicht mit spektakulären neuen Erfindungen oder wissenschaftlichen Durchbrüchen. Vielmehr gelte es, schrittweise Verbesserungen zu erreichen, etwa bei den verwendeten Materialien, beim Aufbau und bei der Fertigung der Akkus. Zu den Hoffnungsträgern gehören die Metall-Luft-Batterien, mit denen sich Mitarbeiter des Ifam befassen.

Die Grundidee für diese Art von Batterie ist alt. Sogenannte Zink-Luft-Batterien, wie sie heute beispielsweise in Hörgeräten zu finden sind, gibt es seit den 1940er-Jahren. Im Unterschied zu anderen Batterien wird bei Metall-Luft-Batterien nur ein Metall benötigt; solche Batterien gelten als vergleichsweise leicht und preisgünstig. Der Sauerstoff, der für die elektrochemische Reaktion erforderlich ist, wird über eine Elektrode aus der Umgebungsluft gewonnen. Die Fraunhofer-Forscher arbeiten daran, das Konzept der Metall-Luft-Batterie mithilfe des Metalls Lithium weiterzuentwickeln. Dabei reagiert das Lithium mit dem Luftsauerstoff. Als große Herausforderung erweist sich für die Forscher bislang die Eindämmung unerwünschter Nebenreaktionen.

VON JÜRGEN WENDLER

Beim Aufladen von Akkus wird elektrische in chemische Energie umgewandelt. Um einen Verbraucher mit Strom zu versorgen, wird aus der chemischen Energie wieder elektrische. Zu einem großen Thema sind die Akkumulatoren nicht zuletzt wegen der Bestrebungen geworden, Autos mit Verbrennungsmotoren durch Elektroautos zu ersetzen. Für solche Fahrzeuge werden bislang Lithium-Ionen-Akkus genutzt, ein Batterietyp, der erstmals Anfang der 1990er-Jahre für Videokameras verwendet wurde. Ein Nachteil von Elektroautos besteht nach wie vor in der vergleichsweise geringen Reichweite. Oft genügt die Akkuladung nur, um wenige Hundert Kilometer zurückzulegen. Auch deshalb versuchen Forscher, Alternativen zu entwickeln.

Dass es sich bei der Batterieforschung um ein weites Feld handelt, zeigt der Blick in die



Jürgen Wendler ist Redakteur des WESER-KURIER, betreut die Seite Bildung & Wissen – und schätzt die Grundlagenforschung.