



„800 km Reichweite!“

Lithium-Ionen-Batterien gelten gegenwärtig als die großen Hoffnungsträger der Elektromobilität. Visionäre wie Dr. Winfried Wilcke, Leiter der Forschungsabteilungen Nanoscales Science&Technology bei der IBM, sind schon einige Schritte weiter: Der Computergigant forscht an Lithium-Luft-Batterien und erhofft sich eine fünfmal so hohe Energiedichte.

Dr. Winfried Wilcke (61) studierte Kernphysik in Frankfurt und promovierte dort 1976. Danach wechselte er an Hochschulen in den USA (Rochester, Berkley), bevor er 1983 in die Forschung von IBM eintrat. Dort war er in der Entwicklung von Super-Computern beschäftigt. 1991 war er Mitbegründer eines Computer Start-Up-Unternehmens, das von Fujitsu gekauft wurde. Danach wechselte er zurück zur IBM, wo er seit 2009 die Leitung der Abteilungsgruppe Nanoscale Science&Technology innehat.

Herr Dr. Wilcke, warum entwickelt IBM Batterien für Elektroautos?

Für die Vermarktung einer vielleicht 2020 serienreifen Lithium-Luft-Batterie für Elektrofahrzeuge stehen mehrere Wege offen. Fest stehe lediglich, dass wir nicht als Batterieproduzent auftreten werden. Möglich ist hingegen die Zusammenarbeit mit Partnerfirmen bis zur Serienreife. Das schließt die Unterstützung eines industriellen Partners bei den Prozessen, der Technik und der Fahrzeugintegration unter Umständen mit ein. Eine andere Möglichkeit wäre die Vergabe von Lizenzrechten. IBM ist mit diesem Prinzip vertraut und erwirtschaftet weltweit mehr als eine Milliarde US-\$ Umsatz mit Lizenzrechten. Beispielsweise hat IBM spezielle Herstellungsverfahren für die nur wenige Nanometer dünnen Leiterbahnen von Chips entwickelt, die von Chipherstellern in Lizenz genutzt werden.

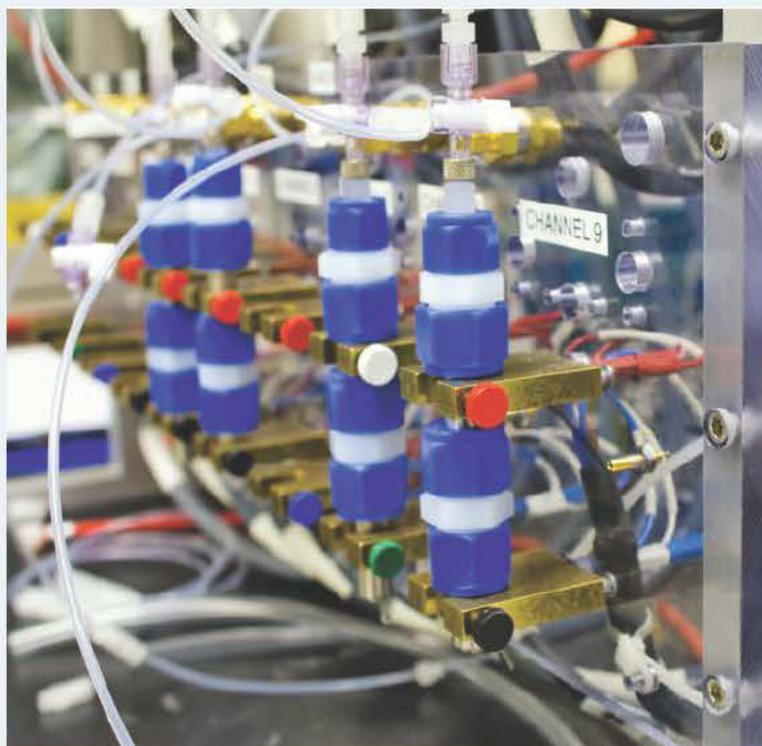
Welche Ziele haben Sie sich für die Batterie gesetzt?

Wenn es gelänge, eine Batterie mit etwa 500 Meilen (800 Kilometern) Reichweite zu entwickeln, könnten Elektroautos der Reichweite von Verbrennungsmotoren Paroli bieten und das zeitaufwendige Aufladen der Batterien weitgehend in die Nachtstunden verlagern. Die Batterie müsste dann nicht unbedingt schnellladefähig sein. In den nachfragearmen Nachtstunden brächte das potenzielle Millionenheer der Elektromobile das Stromnetz auch nicht an die Kapazitätsgrenze. In den USA haben 54 Prozent aller Haushalte Garagen, sie können also ein Auto in der Nacht nachladen.

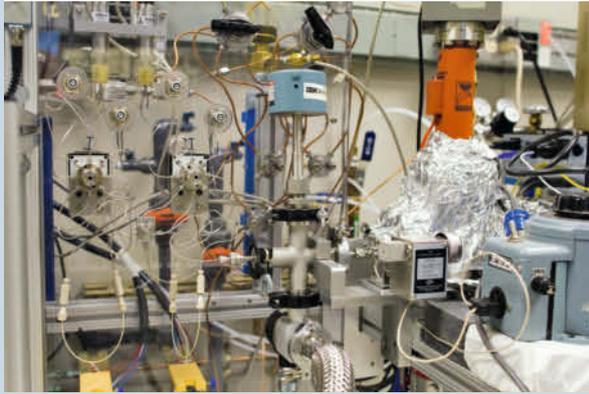
Was hätte das mit der heutigen Technik für Konsequenzen?

800 Kilometer Reichweite würden einen Energieinhalt von etwa 150 Kilowattstunden erfordern. Da eine 50-kWh-Batterie derzeit aber etwa 500 Kilo-

ogramm schwer ist, würde eine Lithium-Ionen-Batterie mit 150 kWh hochgerechnet etwa 1,5 Tonnen wiegen. Utopisch. Wir haben uns nach intensiven Studien für die Forschung an der Lithium-Luft-Batterie entschieden. Sie kann besonders hohe Energiemengen speichern. In der Realität dürfte etwa eine Kilowattstunde pro Kilogramm auf dem Niveau der Zellen möglich sein, was im Vergleich zu den heute in Autos benutzen Lithium-Ionen-Akkus immer noch um den Faktor 5-10 mehr wäre. Es wäre dann eventuell eine Batterie mit 150 kWh Energieinhalten mit akzeptablem Gewicht und Volumen darstellbar.

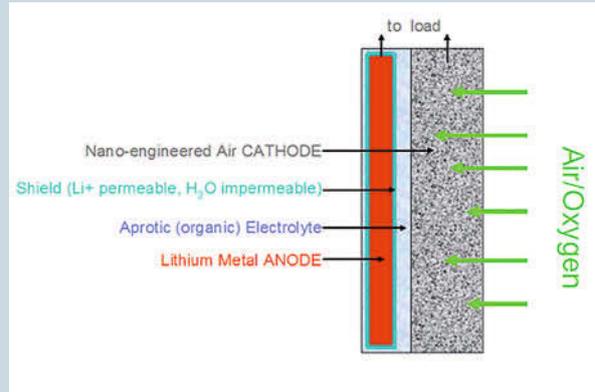


Lithium-Luft-Zellen bei Entladungstests. (Alle Bilder: IBM)



Mit dem Massenspektrometer misst IBM die Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff während Entladung und Beladung der Batteriezellen.

© automotive



Prinzipieller Aufbau einer Lithium-Luft-Batterie.

© automotive

Wie funktioniert diese Batterie?

Zur Erklärung der chemischen Abläufe in einer klassischen Lithium-Ionen-Batterie benutze ich gerne den Vergleich mit zwei Parkhäusern. Im Parkhaus auf dem Berg (Anode) sind die Autos (Lithium-Ionen) auf hohem energetischem Niveau, sprich, die Batterie ist geladen. Rollen die Autos gemäß der Schwerkraft den Berg hinab zum Parkhaus im Tal (der Kathode), entspricht das der Abgabe von Energie, sprich, die Batterie wird während der Fahrt entladen.

Wie in einem Parkhaus dominiert das Gewicht der passiven Materialien das Gesamtgewicht der Batterie, während das aktive Material (Lithium) nur einen kleinen Bruchteil des Gewichtes darstellt. Sie bestehen in herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien aus schweren Materialien – besonders die Kathode, die aus Oxiden von Übergangsmetallen – wie etwa Kobalt, Mangan oder Eisen hergestellt wird.

In der Lithium-Luft-Batterie sind diese Strukturen auf Anodenseite durch ein Lithium-Metallstück, an der Kathode durch leichte Nanostrukturen aus Kohlenstoff ersetzt – beide deutlich leichter. Auf diese Weise wäre eine Lithium-Luft-Batterie etwa 80 Prozent leichter und würde als 150-kWh-Einheit (ohne Hilfsaggregate) nur noch etwa 150 Kilogramm wiegen. In der Lithium-Luft-Batterie verbinden sich – während der Entladung – Lithium-Ionen in der Kathode mit Sauerstoff aus der Luft und bilden Lithiumperoxid. Für die Aufladung läuft dieser Prozess rückwärts ab, Lithium lagert sich an der Anode ab und Sauerstoff wird an die Luft zurückgegeben.

Skeptiker glauben, eine Lithium-Luft-Batterie sei nicht ladefähig?

Das können wir ganz klar mit unseren Prototypen widerlegen. Per Röntgen-Diffraktion, Raman-Analyse und direktem Nachweis von Sauerstoffentwicklung während der Aufladung konnten wir die Bildung des Lithiumperoxid bei der Entladung und die Umkehrung des Prozesses während der Aufladung klar nachweisen. Daran gibt es keinen Zwei-

fel mehr – falls man die richtigen Elektrolyten benutzt! Unser Batterie-Prototyp hat bisher 25 Ladezyklen ohne Veränderungen durchlaufen. Das heißt aber noch lange nicht, dass alle Probleme gelöst sind!

Welche Aufgaben müssen noch gelöst werden?

Der Ladeprozess läuft noch viel zu langsam ab. Um ihn zu beschleunigen, suchen wir nach geeigneten Katalysatoren. Dennoch wird ein Akku mit diesem Energieinhalt in Zukunft nicht in wenigen Stunden aufzuladen sein. Aber wozu auch, bei seiner hohen Reichweite würde das Aufladen über Nacht völlig ausreichen. Außerdem bereitet die noch geringe Leistungsdichte der Lithium-Luft-Batterie bei der Entladung Probleme. Hier hat die Lithium-Ionen-Batterie die Nase vorn, sie kann in gleicher Zeit wesentlich mehr Energie abgeben, was bei Elektrofahrzeugen für dynamische Beschleunigungsvorgänge eine wichtige Rolle spielt. Der energetische Wirkungsgrad muss auch noch erheblich verbessert werden, und die langfristige Haltbarkeit der Batterie im Betrieb mit Luft ist ein weiteres schwieriges Thema.

Wie sieht der weitere zeitliche Fahrplan aus?

Eine mögliche Serienreife ist frühestens – wenn alles sehr gut geht - um etwa 2020 möglich. Bis Ende 2013 wollen wir wenigstens den Übergang von der Grundlagen- und Werkstoffforschung hin zur eigentlichen Entwicklungsarbeit schaffen. Danach soll zusammen mit dem Automobilpartner ein erster großer Batterien-Prototyp entstehen, der in einem Fahrzeug erprobt werden kann.

Vielen Dank für das Gespräch.

(Das Interview führte Jürgen Goroncy)