

STROMSPEICHERUNG: Kaum haben sich Lithium-Ionen-Akkus als Energiespeicher etabliert, schwenkt das Augenmerk auf eine neue Technik. Batterien mit Kathoden aus Sauerstoff können ein Vielfaches der Energiemenge heutiger Systeme speichern und gelten daher als Ideallösung sowohl für die Speicherung von Ökostrom als auch für die Elektromobilität. Doch bis zur Marktreife der neuen Batterietechnologie ist es noch ein weiter Weg denn:

Zukunftsbatterien müssen erst mal atmen lernen

VDI nachrichten, Düsseldorf, 13.12.13

Die Suche nach leistungsstärkeren elektrischen Batterien läuft weltweit auf Hochtouren. Besonderes Interesse gilt dabei Lithium-Luft-Batterien. Diese erreichen eine Energiedichte von über 1000 Wh/kg - mehr als das Fünffache heutiger Lithium-Ionen-Batterien.

Statt Graphit oder Lithiumtitanat kommt bei dieser neuen Technologie für die Anode Lithiummetall zum Einsatz, als Kathode dient Luft. „Sauerstoff aus der Luft diffundiert in die Batterie, anstatt dass ein Kathodenmaterial fester Bestandteil der Batterie ist. Das macht sie leicht und kompakt“, erklärt Kai-Christian Möller, Leiter der Projektgruppe Elektrochemische Speicher am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal bei Karlsruhe.

Die Autoindustrie zeigt großes Interesse an Lithium-Luft-Batterien, denn damit könnten Elektroautos wesentlich weiter fahren und endlich Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren Paroli bieten. Reichweiten von bis zu 1000 km werden angepeilt, während Lithium-Ionen-Batterien derzeit maximal einige Hundert Kilometer ermöglichen. „Wir hoffen, dass es in den nächsten fünf bis zehn Jahren gelingt, Lithium-Luft-Batterien als leistungsfähigste Lösung auf den Markt zu bringen“, sagt Reinhard Löser vom Bundesverband eMobilität.

Als Speicher für überschüssigen Ökostrom und Puffer für das Stromnetz gilt die Technik als vielversprechende Option. Derzeit haben Lithium-Ionen- oder Redox-Flow-Batterien, die die Kapazitäten von Wind- und Solarparks aufnehmen können, noch die Größe von Containern. Lithium-Luft-Batterien könnten den Ökostrom dank ihrer hohen Energiedichte auf engstem Raum speichern - somit ließen sich Batteriesysteme bei gleicher Leistung erheblich kleiner dimensionieren.

Das größte Manko der Technologie ist bisher die geringe Lebensdauer der Batterien. Beim Entladen verursachen elektrochemische Reaktionen an der Kathode und im elektrisch leitfähigen Elektrolyt irreversible Schäden - dadurch lässt sich die Batterie kaum wiederaufladen.

Metall-Luft-Batterien sind die Technik der übernächsten Generation

Um das Problem zu lösen, untersuchen die Forscher am ICT die Reaktionsvorgänge an der Kathode. Die chemischen Abläufe hier sind äußerst komplex. Wer sie versteht, ist der Kommerzialisierung ein großes Stück näher gekommen. Beim Entladen geben die Lithiumatome der Anode Elektronen ab und wandern dann als Lithium-Ionen durch einen Elektrolyten zur Kathode, wo sie mit Sauerstoff aus der Luft reagieren. Das Reaktionsprodukt - Lithiumperoxid - setzt sich dann an der Kathode ab.

Um die Batterie wieder aufzuladen, müsste die Zelle den während des Entladens aufgenommenen Sauerstoff wieder in die Atmosphäre abgeben - bildlich gesprochen atmen lernen: Doch damit sich dieser Prozess in Gang setzt, müssten die Wissenschaftler erst einen Weg finden, die beschädigte Kathode zu reaktivieren. Das ist bisher nicht gelungen.

Im Verbundprojekt Glanz (Durch Glas geschützte Anode und Zelle) widmen sich das Batterieforschungszentrum Meet der Universität Münster, der Glasspezialist Schott sowie Rockwood Lithium, Varta Microbattery und Volkswagen einem anderen Problem.

Eine Lithium-Luft-Batterie ist ein offenes System, das stetig von Luft durchströmt wird. Da ihre Lithiummetallanode aber hochreaktiv ist, muss sie vor äußeren Einflüssen geschützt werden. Die in gängigen Batterien verwendeten mikroporösen Kunststoffmembranen können diesen Schutz nicht bieten. Die Glanz-Projektteilnehmer entwickeln daher ein neues Separatormaterial aus Glaskeramik, das keine unerwünschten Reaktionen zulässt. 2014 soll das von der Bundesregierung mit 5,6 Mio. € geförderte Vorhaben abgeschlossen sein.

An einer den Lithium-Luft-Batterien verwandten Technik arbeitet das Forschungszentrum Jülich (FZJ). Sie nutzt statt Lithium als Anodenmaterial Silizium, das die gleiche Energiedichte von 1000 Wh/kg ermöglichen, aber im Gegensatz zum seltenen Lithium in unerschöpflicher Menge zur Verfügung stehe, sagt FZJ-Forscher Rüdiger-A. Eichel. Der Physiker leitet dort das Institut für Energie- und Klimaforschung und den Bereich Grundlagen der Elektrochemie und sucht nach Werkstoffen, mit denen die Silizium-Luft-Batterie so zuverlässig wie andere Stromspeicher werden kann.

Obwohl die Wissenschaftler gut vorankommen, warnen sie vor verfrühter Euphorie. „Metall-Luft-Batterien werden vermutlich nicht vor 2030 den Durchbruch schaffen“, erklärt ICT-Experte Möller. „Sie müssen einige 100 Vollzyklen schaffen. Davon sind wir derzeit noch weit entfernt.“ Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts „Competence-E-am“ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), rechnet nicht mit einer baldigen Kommerzialisierung der Technik. „Wir sehen Metall-Luft-Batterien erst als Technik der übernächsten Generation. Es ist uns noch nicht möglich, sie nach dem ersten Entladen in den heilen Zustand zurückzusetzen“, erklärt Wollersheim.

Stattdessen könnte sich ein Batterietyp durchsetzen, der derzeit wenig beachtet wird: Lithium-Schwefel. Wöllersheim schätzt, dass dieser bereits in zehn Jahren marktreif sein könnte. Im praktischen Einsatz lässt sich mit Lithium-Schwefel-Akkus eine spezifische Energie von 600 Wh/ kg erreichen - also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus.

Das Problem der Schwefelspeicher ist ihre Stabilität, die bisher noch keine annehmbaren hat. Da sich Schwefel beim Laden ausdehnt und sich beim Entladen wieder zusammenzieht, wird die Kathode stark belastet. Hinzu kommt, dass sich Schwefel im Elektrolyt löst und das Aktivmaterial so verloren geht.

Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) in Dresden ist es jetzt gelungen, den Akku zu stabilisieren. So erreichten sie 1400 Ladezyklen, und die Zelle hatte dann noch eine Kapazität von 60% des ursprünglichen Werts. Damit erreicht die Technik zwar noch nicht die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus, die bis zu 10 000 Vollzyklen schaffen, doch sind sie damit näher an der praktischen Anwendung als die Metall-Luft-Batterien, die bisher noch in der Grundlagenforschung stecken.