Auf der Suche nach der Super-Batterie

Das Nobel-Komitee hat das unterstrichen, indem es im letzten Herbst den Chemie-Nobelpreis drei Forschern zuerkannte, deren Arbeiten für die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterien maßgeblich waren: dem 97-jährigen deutschstämmigen Amerikaner John Goodenough, dem in Großbritannien geborenen Stanley Wittingham und dem Japaner Akira Yoshino. Obwohl der letztgenannte die erste kommerziell nutzbare Li-Ionen-Batterie bereits 1985 vorstellte, gilt deren Entwicklung bis heute noch nicht als abgeschlossen.

Seit Jahren versuchen öffentliche und private Forschungs- und Entwicklungszentren, Problemen der Elektrofahrzeuge wie der geringen Reichweite (vor allem im Winter) und dem hohen Gewicht wie den Kosten der Batterien beizukommen. Lithium-Ionen-Akkus gelten dennoch bislang als alternativlos, weil sie von allen bis dato großtechnisch umsetzbaren Batterie-Techniken die höchstmögliche Energiedichte erreichen. Diese ist mehr als doppelt so hoch wie bei den schon länger bekannten Nickel-Cadmium-Akkus, die obendrein unter nachlassender Leistungsfähigkeit durch den „Memory-Effekt“ leiden. Dieser Vorteil der Li-Ionen-Akkus muss allerdings durch den Nachteil der Brandgefährdung erkauft werden. Li-Ionen-Akkus neigen nämlich zum „thermischen Durchgehen“. Dass das keine abstrakte Gefahr ist, zeigen wiederholte Explosionen und Brände von E-Autos.

Um das zu verstehen, müssen wir den groben Aufbau einer solchen Batterie im Auge behalten. Im entladenen Zustand besteht deren Kathode (Minuspol) aus Lithiumkobaltdioxid, Lithiumnickeldioxid, Lithiummangantetroxid oder neuerdings auch Lithiumeisenphosphat. Beim Ladevorgang werden die positiv geladenen Lithium-Ionen der Kathode frei beweglich und wandern zur Anode (Pluspol). Beim Entladen geben sie jeweils ein Elektron ab. Dieses Elektron kehrt dann über den externen Stromkreis, in dem es die gewünschte Arbeit leistet, zur Kathode zurück. Die Anode besteht heute in der Regel aus Graphit. Dessen regelmäßiges Kohlenstoffgitter bildet blätterteigartig übereinander liegende Schichten, zwischen denen die Lithium-Ionen bis zur Entladung festgehalten werden. Die entladenen Lithium-Ionen wandern dann zurück zur Kathode.

In der Batterie darf zu keinem Zeitpunkt neutrales metallisches Lithium entstehen, denn Lithium-Atome sind, wie aus dem Chemieunterricht bekannt sein sollte, äußerst reaktionsfreudig und können so die Batterie zerstören. Wird nämlich eine bestimmte Grenztemperatur (zwischen 150 und 250 Grad) überschritten, reißen sie Sauerstoff-Atome aus der Kathode. Bei dieser Reaktion wird viel Wärme frei. Die einmal in Gang gesetzte Reaktion wird

dadurch leicht zur unkontrollierbaren Kettenreaktion. Wird dabei die Schwelle von 300 Grad überschritten, beginnt der nichtwässrige Elektrolyt, ein organisches Lösemittel mit Lithiumsalzen, zwischen Kathode und Anode zu brennen und es kann zur Explosion der betroffenen Akku-Zelle kommen. In Brand geraten und explodieren können die Li-Ion-Akkus übrigens auch nach einer mechanischen Beschädigung. Dabei kann der Separator zwischen Kathode und Anode reißen und einen inneren Kurzschluss herbeiführen.

Die dem russischen Oligarchen Dimitri Rybolowlew gehörende Innolith-Holding mit Sitz in Basel behauptet, inzwischen alle diese Probleme gelöst zu haben. Die vom Briten Alan Greenshields geleitete Gesellschaft betreibt an einem ehemaligen Siemens-Standort im badischen Städtchen Bruchsal bei Karlsruhe ein Entwicklungszentrum, in dem etwa 80 Ingenieure und Entwickler an einer Super-Batterie arbeiten, mit der E-Autos über 1.000 Kilometer am Stück fahren sollen. Während in herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterienein hochbrennbarer organischer Elektrolyt eingesetzt wird, besteht der Innolith-Elektrolyt aus dem leitenden Salz Lithiumtetrachloraluminat und einer Schwefeldioxidlösung. Auch auf das im Kongo unter unmenschlichen Bedingungen gewonnene Kobalt will Innolith verzichten können. Mit dem anorganischen Elektrolyten sollen bis zu 50.000 Ladezyklen, das heißt zehnmal so viele wie bei herkömmlichen Li-Ion-Batterien möglich sein. In nur 24 Minuten soll eine große Grid-Bank auf 80 Prozent ihrer Kapazität geladen werden können. Die noch im Teststadium befindliche Anwendung für E-Autos soll eine Energiedichte von 1.000 Wattstunden je Kilogramm erreichen können. Die bislang beste Test-Batterie von Hitachi erreicht nur 330 Wh/kg. Der Innolith-Akku für E-Autos soll im Jahre 2023 marktreif sein.

Es bleibt abzuwarten, ob Innolith seinem neuerdings in die Fach-Medien gestreuten Eigenlob gerecht werden kann. Selbst wenn alles zutreffen sollte, wäre der Innolith-Akku in Verbindung mit einem Elektromotor als einzigem Antrieb in punkto Öko-Effizienz gegenüber einem modernen Diesel-Antrieb wohl noch immer im Nachteil. Ein 50-Liter-Tank voll Diesel-Kraftstoff stellt einen Energieinhalt von 500 KWh dar. Daran wird auch die Innolith-Batterie selbst unter optimistischen Annahmen nicht annähernd herankommen oder entsprechend schwerer werden. Sehr viel günstiger stellen sich die Verhältnisse dar, wenn Elektro-Antriebe mit Diesel-Generatoren verbunden werden. Diese Kombination findet man immer häufiger in modernen Schiffen oder in Hybrid-Straßenfahrzeugen – sofern dort nicht, aus Angst vor dem schlechten Image des Diesels, für den Antrieb des Generators ein weniger effizienter Ottomotor gewählt wird. Bei einer Kombination von Diesel-Generator und Elektromotor kommen sowohl die Sparsamkeit des Diesels als auch das hohe Drehmoment und die damit verbundene unvergleichlich hohe Beschleunigungskraft des Elektromotors zum Tragen. Um von diesem Vorteil profitieren zu können, muss die Politik aufhören, den Diesel schlecht zu machen.

Im Unterschied zum Diesel, dessen Rohstoffbasis noch für viele Jahre gesichert ist, kann die Versorgung mit dem Batterie-Rohstoff Lithium wegen der mit seiner Gewinnung verbundenen ernsten Umweltprobleme nicht als längerfristig sicher gelten. Als wichtigste Kandidaten für die Ablösung von Lithium als Rohstoff gelten derzeit Natrium, Magnesium und Kalzium. Noch konzentrieren sich aber die meisten Firmen und öffentlichen

Forschungsinstitute auf die Optimierung der Li-Ion-Batterie. Dennoch ist es nicht ausgeschlossen, dass der Güter- und Personentransport noch immer von Diesel- und Ottomotoren (auf der Basis umweltfreundlicher synthetischer Kraftstoffe) beherrscht wird, wenn die Ära der Li-Ion-Batterie schon wieder abgelaufen ist.