

## Neues Leben für alte Akkus

Das Recycling ausgedienter Akkus soll helfen, Engpässe bei raren Rohstoffen zu vermeiden.

RALPH DIERMANN

Die Demokratische Republik Kongo gehört zu den ärmsten Ländern der Erde. Doch zugleich ist der von Bürgerkriegen und Korruption ausgezehrt Staat eines der Schlüsselländer für die weltweite Elektromobilität. Der Grund dafür sind die Kobaltlagerstätten Kongos. Batteriehersteller benötigen das Schwermetall, um Kathoden für Lithiumionenzellen herzustellen. Die amerikanische Behörde United States Geological Survey schätzt, dass 71 Prozent des weltweit verwendeten Kobalts heute aus Kongo kommen. Das zentralafrikanische Land verfügt über die mit Abstand grössten Kobaltreserven der Erde.

### Der Bedarf steigt rasant

Mit dem Trend zu elektrischen Antrieben bei Fahrzeugen nimmt die Nachfrage nach dem Schwermetall stark zu. Zwar arbeiten die Batteriehersteller daran, den Kobaltanteil in den Kathoden zu reduzieren. Der Elektroautopionier Tesla will künftig bei einem Teil seiner Fahrzeuge gar Akkus verwenden, die ganz ohne das Material auskommen. Dennoch werde sich der Kobaltbedarf der Batterieindustrie bis 2030 vervierfachen, glauben Experten des World Economic Forum. Denn zum Anstieg der Verkaufszahlen bei Elektroautos kommt noch eine ebenfalls wachsende Nachfrage nach Batterien als stationäre Speicher, etwa für Solarstrom, hinzu. Ohne Kongo liesse sich dieser Rohstoffhunger niemals stillen.

Derartige Abhängigkeiten bergen für Autohersteller ein grosses Risiko. Ein guter Grund also für Industrie und Wissenschaft, sich intensiv mit dem Recycling ausgedienter Akkus zu beschäftigen, um Kobalt ebenso wie die Rohstoffe Lithium, Nickel oder Mangan zurückzugewinnen. «Das Recycling alter Batterien kann dazu beitragen, die Rohstoffsituation zu entspannen», sagt Tobias Schmidt, Professor für Energiepolitik an der ETH Zürich. Eine allgemeine Knappheit bei Kobalt und anderen Materialien erwartet er zwar nicht, weil mit wachsender Nachfrage auch neue Minen eröffnet werden. Allerdings dauert es mehrere Jahre, eine neue Mine zu entwickeln – deswegen könne es immer wieder kurzfristige Engpässe geben, so Schmidt.

Bis jetzt gibt es nur in China nennenswerte Kapazitäten für das Recycling von Lithiumionenzellen. In Europa sind nur wenige relativ kleine Anlagen in Betrieb. Ein Problem sei das noch nicht, meint Schmidt, da keine Materialknappheit herrsche und zudem die Zahl ausrangierter Batterien noch niedrig sei. Doch müsse man jetzt beginnen, in Europa Recycling-Anlagen aufzubauen, sagt der Wissenschaftler, damit sie dann, wenn sie wirklich gebraucht würden, zur Verfügung stünden.

Beim Recycling der wertvollen Batteriematerialien unterscheiden Fachleute zwischen pyrometallurgischen und mechanischen Verfahren. Bei ersteren werden die Batteriezellen in einem Ofen geschmolzen. Kobalt, Nickel und das ebenfalls enthaltene Kupfer bilden dabei eine Legierung, aus der sich diese einzelnen Metalle nahezu vollständig zurückgewinnen liessen, erklärt Rolf Widmer vom Schweizer Materialforschungsinstitut Empa. «Das Lithium dagegen geht verloren, weil es zusammen mit anderen leicht oxidierenden Metallen im Ofen zu einer Schlacke wird, die man nur noch als Material zum Beispiel für den Strassenbau einsetzen kann.» Beim mechanischen Ansatz werden die Zellen zunächst geschreddert. Mit verschiedenen chemischen und elektrochemischen Verfahren können die einzelnen Metalle dann fast sortenrein aus dem Gemisch gelöst werden. Bei Kobalt, Lithium, Mangan und anderen Elementen erreiche man auf diesem

Wege eine Rückgewinnungsquote von über 90 Prozent, sagt Widmer, der an der Empa eine Arbeitsgruppe zur Evaluation verschiedener Verfahren zum Batterie-Recycling leitet.

### Die Nutzungsdauer verlängern

Die Batteriehersteller verwenden die Metalle allerdings nicht in elementarer Form, sondern als Verbindungen, etwa als Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxide. Es wäre also deutlich einfacher, effizienter und ressourcenschonender, wenn Recycling-Anlagen gleich die benötigten Verbindungen liefern und den Umweg über die elementaren Metalle vermeiden würden. Praxisreife Verfahren dafür sind derzeit jedoch noch nicht in Sicht. Strukturierte Materialverbunde wiederzuverwerten, sei sehr schwierig und aufwendig, erklärt Widmer. Zudem seien rezyklierte Verbindungen nicht so stabil wie diejenigen, die aus primären Rohstoffen «frisch» hergestellt werden. Batterien aus solchen Materialien wären deswegen weniger langlebig und zuverlässig, sagt der Experte.

Neben dem Recycling gibt es aber noch andere Ansatzpunkte, den Bedarf an Materialien wie Kobalt oder Lithium zu reduzieren. So würde auch die Verlängerung des Lebenszyklus von Batterien Entlastung bringen, sagt Widmer. Er hat dabei vor allem Festkörperbatterien im Visier, die derzeit in der Entwicklung sind – Lithiumionenbatterien, die statt eines flüssigen Elektrolyten einen Feststoff enthalten, der besser mit den elektrochemischen Beanspruchungen während der Lade- und Entladevorgänge zurechtkommt. Festkörperbatterien sind deshalb langlebiger und auch ungefährlicher als solche mit flüssigen Elektrolyten. Zudem haben sie eine deutlich höhere Energiedichte. Elektroautos können damit also bei gleichem Gewicht des Speichers mehr Kilometer zurücklegen. Volkswagen erwartet, dass Festkörperbatterien in rund fünf Jahren in Grossserie gefertigt werden können.

Doch auch die Nutzungsdauer der heute verwendeten Batterien lässt sich verlängern: Die Stromspeicher müssen nicht gleich mit dem Elektrofahrzeug ausrangiert werden, sondern können anschliessend noch für andere Aufgaben nützlich sein. Batterien, die für die Anwendung im Fahrzeug nicht mehr taugen, seien oft noch leistungsstark genug für eine stationäre Verwendung, sagt Stefan Brönnimann vom Forschungszentrum Energiespeicher der Berner Fachhochschule. Einsatzfelder sieht er überall dort, wo es auf die Energie- und Leistungsdichte nicht so sehr ankommt, etwa als Grossspeicher für die Frequenzregelung in Netzen oder als Solarspeicher in Haushalten.

Die Schweizerische Post sammelt mit diesem Modell bereits Erfahrungen: Sie nutzt die Lithiumionenbatterien aus drei ausgedienten Elektrorollern, um in einem Betriebsgebäude in Neuenburg Strom aus einer Photovoltaikanlage auf dem Dach zu speichern. Nach rund sieben Betriebsjahren im Fahrzeug haben die Batterien noch eine Speicherkapazität von etwa 80 Prozent – zu wenig für den Einsatz auf der Strasse, aber genug, um abends Elektroroller für die Briefzustellung mit Solarstrom zu laden.

Ob sich diese Form des Recyclings von Elektroauto-Batterien durchsetzen wird, dürfte letztlich vor allem eine wirtschaftliche Frage sein. Denn die Kosten neuer Lithiumionenbatterien fallen rasant: 2023 würden sie sich auf nur noch rund 100 US-Dollar pro Kilowattstunde Speicherkapazität belaufen, schätzen die Analysten von Bloomberg New Energy Finance. 2019 lag der Preis für dieselbe Speicherkapazität noch bei 156 US-Dollar. Bis 2030 könnte er bis auf 61 US-Dollar sinken. Je günstiger neue Batterien sind, desto unattraktiver wird es, alte leistungsschwächere Akkus einzusetzen.



Die andauernde Dürre führte im September 2018 am Monte Erto bei Biasca zu einem Waldbrand.

## Der Wald ist im Stress

Extreme Wetterereignisse häufen sich, Hitze setzt den Bäumen vermehrt zu. Die monatelange Dürre im Sommer 2018 könnte eine einschneidende Wegmarke für die hiesigen Wälder setzen.

VON LUKAS DENZLER

Der Wald ist für viele Menschen zu einer Art Fluchtort während der Corona-Krise geworden. Die Natur bietet Bewegungsfreiheit und einen Ausgleich zu den eigenen vier Wänden. Das frische Grün der jungen Blätter wirkt wie Balsam für die Seele. Doch wer gut beobachtet, entdeckt im Wald auch viele Baumschäden oder gar Lücken, wo Bäume abgestorben sind. Sie sind oftmals eine Folge des heissen und trockenen Sommers 2018. Und im April war es schon wieder ausserordentlich trocken. Ein untrügliches Zeichen dafür waren die Warnungen vor Waldbränden inklusive des Verbots des Feuermachens. Die Niederschläge Ende April und Anfang Mai vermochten die Situation zu entschärfen. Doch die Trockenheit kann sich innert weniger Wochen wieder verschärfen. Wiederholt sich ein Sommer wie vor zwei Jahren, so würde das den Bäumen einen neuerlichen Schlag versetzen. Denn viele sind immer noch geschwächt.

### Auf Messers Schneide

Dass die mehrmonatige Hitze und Trockenheit 2018 vielen Bäumen zusetzen würde und einige in der Folge auch absterben würden, war klar. Als sich im Sommer 2019 aber das tatsächliche Ausmass der Schäden abzuzeichnen begann, waren selbst Pflanzenphysiologen erstaunt. Denn wie Pflanzen wachsen, ist zwar recht gut erforscht. Bescheiden ist hingegen das Wissen darüber, wie