

# Wissen

## Die Rohstoffe aus E-Auto-Akkus retten

**Elektromobilität** Die Schweizer Firma Librec möchte in Biberist SO bald 10'000 Tonnen Batterien pro Jahr schreddern und recyceln, in Europa weitere 90'000 Tonnen. Aus dem Abfall sollen etwa Cobalt, Nickel, Lithium zurückgewonnen werden können.

Joachim Laukenmann

Mit der Elektromobilität rollt eine Millionen Tonnen schwere Herausforderung auf uns zu: das Recycling der Lithium-Ionen-Batterien.

2023 sind in Europa rund 1,5 Millionen Tonnen neue Batterien für die Elektromobilität auf die Strasse gekommen. Aber das ist erst der Anfang. Bis 2030 dürfte sich der globale Bedarf an Lithium-Ionen-Batterien gegenüber heute mehr als verdreifachen, wie aus einer Modellrechnung der Unternehmensberatung McKinsey hervorgeht.

«Mit 10 bis 15 Jahren Verzögerung steigt damit auch die Masse an Batterien, die recycelt werden müssen», sagt Andrin Büchel vom Technology and Society Lab der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa). «Der Anstieg wird ganz klar von den Batterien für Elektroautos dominiert.»

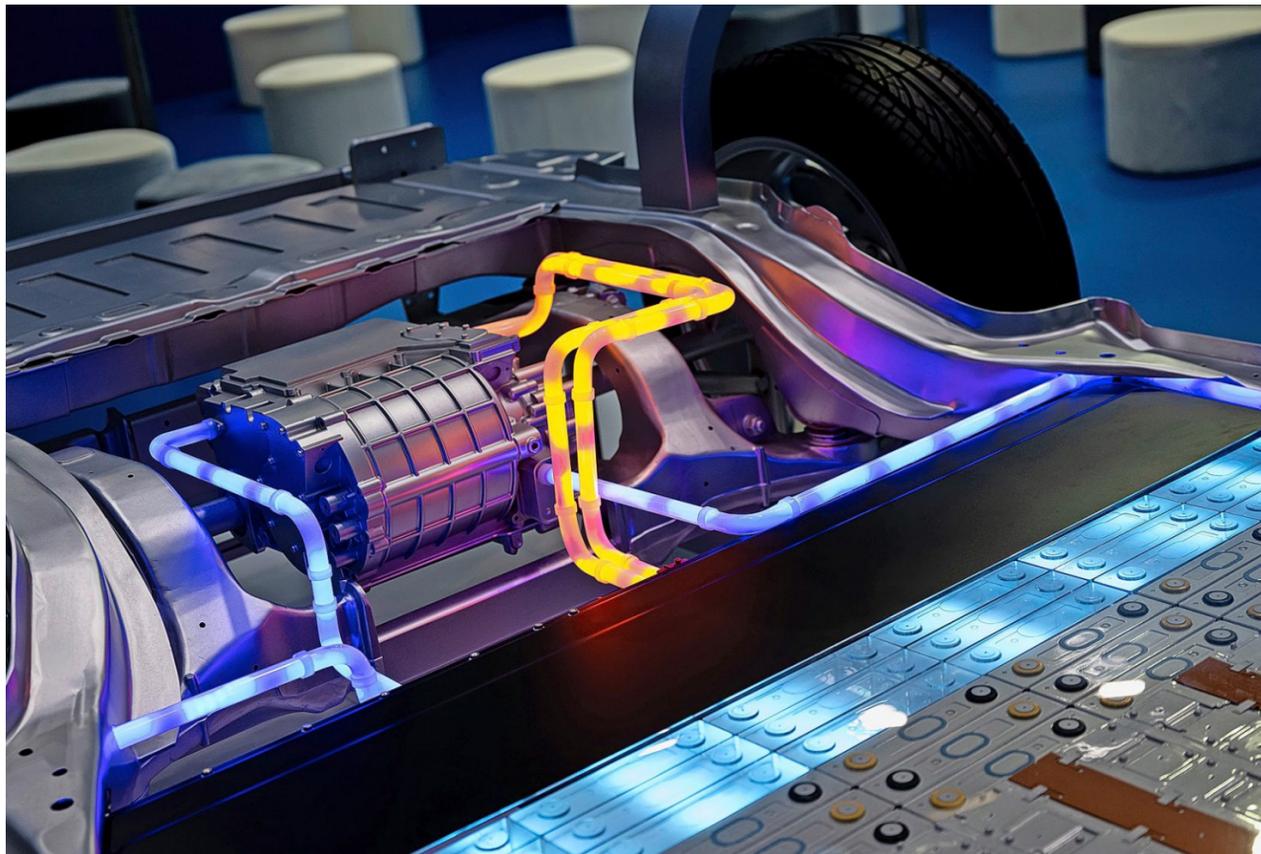
Wie gross die Dimension der Herausforderung ist, kann man beim Anblick eines Gebäudes erahnen, das die Schweizer Firma Librec gerade auf dem Gelände einer stillgelegten Papierfabrik in Biberist bei Solothurn errichtet. Es ist 150 Meter lang (so lang wie drei Olympiaschwimmbecken), 30 Meter breit und 12 Meter hoch. «Ab Oktober 2024 wollen wir hier 10'000 Tonnen E-Auto-Batterien pro Jahr recyceln», sagt Jodok Reinhardt, CEO von Librec. Das entspricht jährlich der Masse des Eiffelturms und sollte gemäss der Berechnung von Reinhardt den Recyclingbedarf an grossen Autobatterien in der Schweiz abdecken.

Librec plant aber über die Schweiz hinaus und möchte bis 2026 ein europäisches Netzwerk von Batteriesammelpunkten und Recycling-Fabriken aufbauen: In Mitteleuropa und Südwesteuropa sollen zusätzliche Recyclingkapazitäten von insgesamt rund 90'000 Tonnen pro Jahr entstehen.

### «Hightechprozess gänzlich ohne Emissionen»

Dem von Librec verwendeten Recyclingprozess kann man Schritt für Schritt folgen, indem man von einer Seite durch die ganze Halle in Biberist läuft. Der erste Hallenteil – wie alle anderen noch unfertig – ist als Zwischenlager für ankommende Ware gedacht. Im zweiten Abteil ist die Partnerfirma Libattion angesiedelt. Diese prüft zunächst, welche Batterien sich noch für ein zweites Leben aufmöbeln lassen, etwa für stationäre Speicher zur Stabilisierung des Stromnetzes oder im Bereich der Mobilität. Nur jene Batterien, die sich nicht weiter nutzen lassen, wandern zu Librec in den dritten Bereich.

Dort werden Hochvolttechniker arbeiten und die Altbatterien entladen. Den Entladungsstrom nutzt Librec und deckt damit rund ein Drittel seines Strombedarfs für die Anlage ab. Im vierten Hallenteil werden die Batteriemodule geöffnet, teils von Hand, teils automatisiert. Kabelverbindungen und Leiterplatten werden separiert. Die verbleibenden Batteriemodule wandern ins Herzstück der An-



Das Batterierecycling wird von Elektroautos dominiert: Modell einer Batterie an der Automobilmesse IAA in München. Foto: DPA, Keystone

lage: die vollautomatische Produktionsanlage im Wert eines zweistelligen Millionenbetrags.

Diese zerkleinert die Batteriezellen zunächst mechanisch. Dann folgen verschiedene Trenntechniken mithilfe von Vakuum, mechanischer Beanspruchung, Luftströmen, Sieben und Magneten. Alles erfolgt in einem von der Raumluft abgeschotteten Verfahren. «Das ist ein von uns optimierter Hightechprozess gänzlich ohne Emissionen», sagt Reinhardt. Heraus kommt am Ende

vor allem das, was in der Fachwelt als Schwarzmasse bezeichnet wird: ein Pulver, das alle wichtigen batterie-spezifischen Rohstoffe und nur noch sehr wenige Verunreinigungen enthält.

### Ziel: Mehr als zwei Dutzend Anlagen in Europa

Laut Reinhardt ist es mit dem Prozess von Librec möglich, mehr als 90 Prozent der Rohstoffe aus den Batterien zu recyceln, darunter Cobalt, Nickel, Lithium, Mangan, Kupfer und auch Graphit.

Verloren gehen nur noch die Bindemittel. «Das für Batterien wichtige Lithium können wir zu mehr als 97 Prozent zurückgewinnen», sagt Reinhardt.

Das ist aber nur der erste Schritt. In einem zweiten werden die in der Schwarzmasse enthaltenen Wertstoffe so aufbereitet, dass daraus neue Batterien gefertigt werden können. Das wird allerdings nicht von Librec geleistet, sondern zum Beispiel von dem in Hamburg ansässigen Unternehmen Aurubis. Auch

andere grosse Chemie- und Rohstoffunternehmen wie BASF, Solvay und Umicore spezialisieren sich auf die Verarbeitung der Schwarzmasse.

Dabei kommt meist ein chemisches Trennverfahren mit Hilfe von Säuren zum Einsatz. In der Fachsprache spricht man von Hydrometallurgie. Nur Umicore setzt auf Pyrometallurgie: ein energieintensives Verfahren der Metallgewinnung bei sehr hohen Temperaturen und unter Ausschluss von Sauerstoff.

Die EU schreibt vor, dass beim gesamten Recyclingprozess bis ins Jahr 2028 Lithium zu mindestens 50 Prozent und Cobalt sowie Nickel und Kupfer zu mindestens 90 Prozent zurückgewonnen werden müssen. Bis 2032 steigen die Werte weiter an. Als Anreiz für das Recycling schreibt die EU ebenfalls vor, zu welchem Anteil recycelte Rohstoffe in neuen Batterien zum Einsatz kommen müssen.

«Es ist eine Schlüsselfrage, wie man europaweit die Sammlung der Batterien und deren Recycling am effizientesten und günstigsten hinbekommt», sagt Reinhardt. Das Optimum sieht wohl so aus, dass es in Europa schliesslich mehr als zwei Dutzend Anlagen wie in Biberist geben wird – allerdings nicht alle von Librec.

«Das ist sicher eine vorteilhafte Lösung für die Autobranche», sagt Librec-Chef Jodok Reinhardt. «Um CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten für die Konsumentinnen und Konsumenten zu vermeiden, ist es nicht unbedingt das Beste. Im Sinne des Umweltschutzgesetzes und für alle Beteiligten der günstigste Weg ist die maximale Bündelung der Recyclingvolumen dieser gefährlichen Abfälle.» (jol)

### Librec und die Autobranche

Der Batterierecycler Librec steht in engem Austausch mit der Stiftung Autorecycling Schweiz sowie mit Autoschweiz, dem Verband der Autoimporteure. Die Importeure sind gesetzlich verpflichtet, eine vorgezogene Recyclinggebühr für Batterien zu entrichten. Davon sind sie aber derzeit durch eine Sonderlösung befreit und können stattdessen selbst Geld für das Recycling zurücklegen.

Je nach Bevölkerungs- und Fahrzeugdichte sammelt jede dieser Anlagen in der Umgebung von 500 bis 1500 Kilometern Durchmesser alle anfallenden E-Auto-Batterien ein und stellt die Schwarzmasse her. Diese lässt sich im Gegensatz zu Batterien gefahrlos und somit günstig transportieren. Daher lohnt es sich, die Schwarzmasse zu einer Handvoll zentraler Grossanlagen zu fahren, wo sie für die Herstellung neuer Batterien aufbereitet wird.

### Recycling könnte 60 Prozent der Rohstoffe liefern

Eine Herausforderung für das Recycling sieht Büchel von der Empa in den sich ändernden chemischen Zusammensetzungen der Batteriezellen: «Je nachdem müssen die Recyclingverfahren angepasst werden.» Heute kommen als Kathodenmaterial hauptsächlich Nickel, Mangan und das wertvolle Cobalt zum Einsatz. Gemäss Prognosen wird künftig zunehmend Eisen im Kathodenmaterial verwendet, sodass solche Zellchemien an Marktanteil gewinnen. «Diese Zellchemie zeichnet sich durch einen geringeren intrinsischen Materialwert aus, was solche Batterien günstiger macht», sagt Büchel. «Dadurch wird ihr Recycling allerdings weniger lukrativ.»

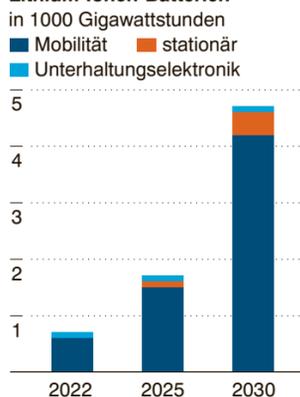
Wie sich die Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien und deren Recycling noch besser in einen umweltfreundlichen Kreislauf bringen lassen, untersuchen 11 Schweizer Forschungsinstitute und 24 Industriepartner im Projekt Circubat. Auch Librec und die Empa sind beteiligt. Die Leitung des Projekts liegt beim Zentrum für Energiespeicherung der Berner Fachhochschule.

Eine 2021 im Fachmagazin «Resources, Conservation and Recycling» publizierte Studie kommt zum Schluss, dass Recycling mittels Hydrometallurgie 38 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen freisetzt als der Abbau von Rohstoffen. «Da Recycling keine Deponien verursacht, reduziert es gegenüber dem Rohstoffabbau auch die Verschmutzung von Boden, Luft und Wasser», sagt Reinhardt. «Zudem verschafft uns das Recycling Zugang zu Lithium, Nickel, Cobalt und anderen Rohstoffen, die in der Schweiz nicht zur Verfügung stehen.»

Um 2050 könnte das Recycling in Europa laut Reinhardt rund 60 Prozent der Rohstoffe liefern, die für die Herstellung neuer Batterien für die E-Mobilität benötigt werden. «Das würde unsere Rohstoffabhängigkeit reduzieren.»

### Boom der E-Mobilität sorgt für Recyclingbedarf

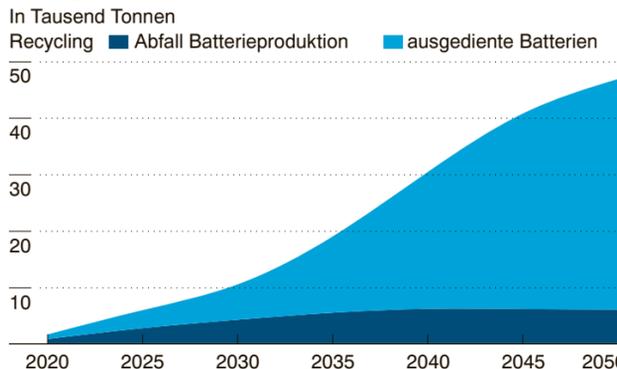
#### Geschätzter globaler Bedarf an Lithium-Ionen-Batterien in 1000 Gigawattstunden



Grafik: jol, mt, db / Quellen: Librec, McKinsey & Company, Battery 2030

#### Stark steigender Bedarf für Batterierecycling in Europa erwartet

Heute wird das Recycling vom Abfall bestimmt, der bei der Produktion anfällt. Das ändert sich in den nächsten Jahren.



### Alternatives Verfahren: Direktes Recycling von Kyburz

Die Firma Kyburz Switzerland – bekannt für die Dreirad-Elektromobile der Post – hat mit der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) ein neues Verfahren entwickelt, um die Batterien der Elektromobile zu recyceln. Es nennt sich direktes Recycling. Dabei wird die Batterie nicht wie im Verfahren von Librec geschreddert, sondern mit einer sogenannten Schnittmaschine sorgfältig zerlegt. So gelangen

keine Verunreinigungen in die einzelnen Wertstofffraktionen.

«Je nach Batterietyp liegt die Recyclingrate zwischen 91 und 97 Prozent», sagt Olivier Groux, Leiter der Batterieabteilung von Kyburz. Da Batterien während der Nutzung degenerieren, müssen die mittels direkten Recyclings gewonnenen Materialfraktionen noch aufbereitet werden. «Wie genau das ablaufen soll, ist einer der Aspekte, an denen wir aktuell

mit der Empa und weiteren Partnern forschen», sagt Groux.

Ein Nachteil dieses Vorgangs ist, dass die Zerlegung der Batterie in der Regel nur für einen bestimmten Batterietyp automatisiert werden kann, was eine Herausforderung für den grossindustriellen Einsatz darstellt. Kyburz entwickelt nun eine universelle Schnittmaschine, bei der die Geometrie oder die Zellchemie der Batterie keine Rolle mehr spielt. (jol)