

Recycling von Hochvoltbatterien: Neues Verfahren aus der Schweiz

Innovation beim Recycling

Im solothurnischen Biberist entsteht eine neue Hochvolt-Batterierecyclinganlage. Das Ziel der Firma Librec AG ist es, alle in der Schweiz anfallenden Hochvoltbatterien grösser als in E-Bikes umweltschonend und mit hoher Recyclingquote zu verarbeiten. Dazu hat das Unternehmen ein neues Verfahren entwickelt. **Andreas Senger**

Pro Jahr werden in der Schweiz zwischen 500 und 600 Tonnen Kleinst- und Kleinbatterien bei der Firma Batrex in Wimmis recycelt. Alle Batterien grösser als in einem E-Bike verbaut, werden künftig bei der Firma Librec in Biberist in ihre Grundwerkstoffe zerlegt. Das Volumen beträgt gemäss Jodok Reinhardt, CEO der Librec AG, in ein paar Jahren rund 10000 bis 12000 Tonnen pro Jahr. Das Ziel ist es, Transportwege möglichst kurz zu halten. Ein Kilogramm Batteriemasse innerhalb der Schweiz auf dem Lastwagen bewegt, kostet rund 80 Rappen.

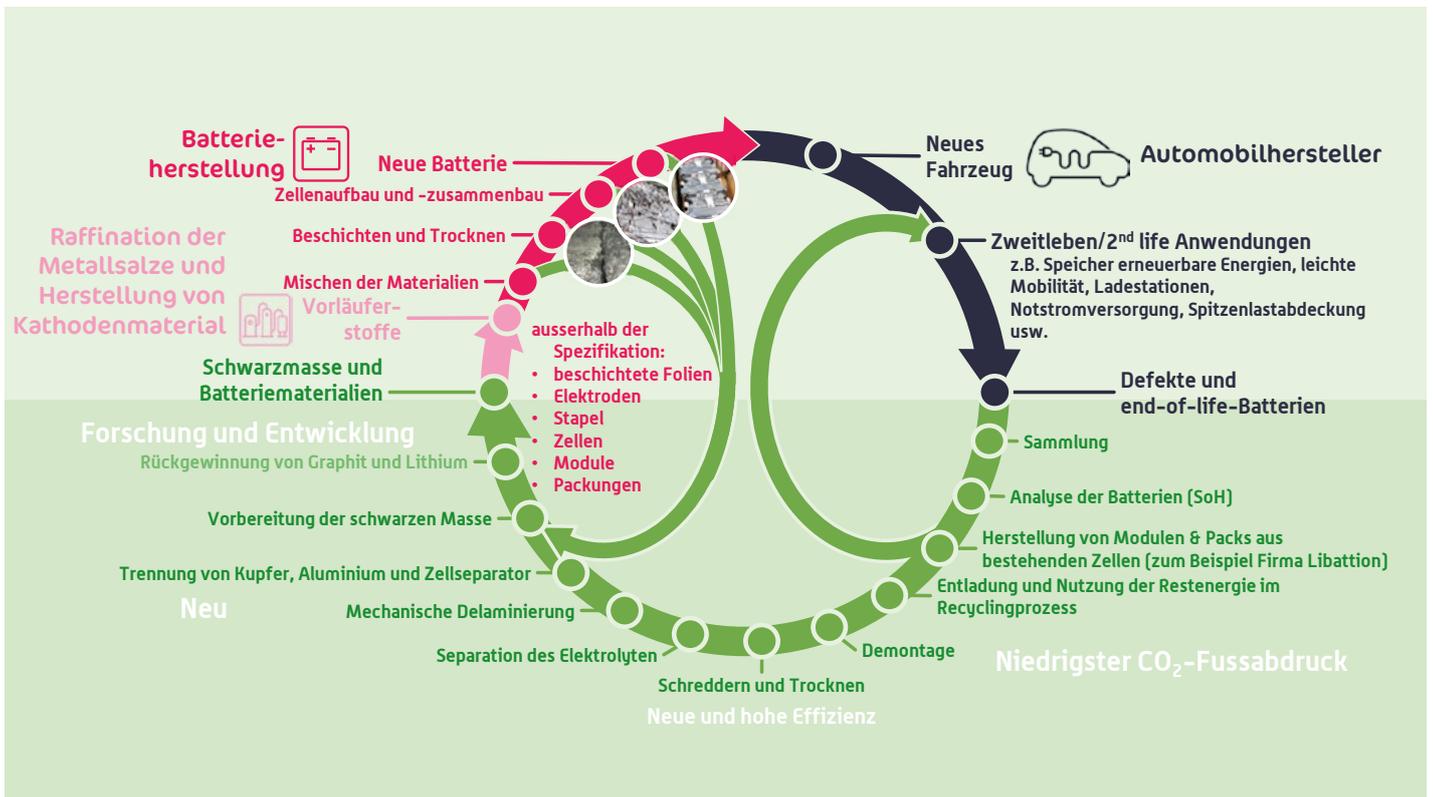
Der Aufwand, die Hochvoltbatterien ins Ausland zu transferieren, ist zu gross und lohnt sich ökonomisch nicht. Reinhardt macht im

Gespräch mit AUTOINSIDE immer wieder klar: «Das Recycling muss ein Business-Case sein und trotz hohen Kosten in der Schweiz Ertrag abwerfen.» Um dies zu erreichen, wurde im Vorfeld viel geforscht, mit Partnern entwickelt und neue Wege beschritten.

Das Resultat der Bemühungen zeigt Reinhardt nach Abschluss des Gesprächs: Das neu gebaute Gebäude auf dem Gelände der ehemaligen Papierfabrik ist durchdacht und logistisch von der Energieversorgung wie auch sicherheitstechnisch auf dem neusten Stand. Die Anlage wurde von ihm und seinem Team von fünf Forschenden von Grund auf geplant, der Recyclingprozess neu gedacht und neue Technologien implementiert. «Unser Ziel war

es, die Kosten pro Kilo rückgewonnenes Material auf ein neues Level zu bringen und eine hohe Materialqualität für die Weiterverarbeitung zu liefern.»

Hier betont Reinhardt auch die Zusammenarbeit mit 17 akademischen Partnern, welche das Recyclingverfahren in Teilschritten vorwärtsgebracht haben. Die erst 2021 gegründete Librec AG konnte zum Start auch die Importeursvereinigung Auto-Schweiz und die Stiftung Autorecycling Schweiz ins Boot holen. Für die Hochvoltbatterien in Fahrzeugen werden keine vorgezogenen Recyclinggebühren von den Kunden verlangt. Die Importeure haben aber eine Sammlungs-, Recycling- und Entsorgungspflicht für Altbatterien.



Die Batterieherstellung bis zum End-of-life funktioniert. Das Recycling wird in der Schweiz und in Europa erst hochgefahren. Librec übernimmt diese Aufgabe hierzulande und teilweise in Europa und hat ein neues Recyclingverfahren entwickelt. Foto: Librec

Prozessentwicklung für Herstellung/ Gewinnung der Schwarzen Masse



Schmelzen

Pyrolyse

Kalte Verarbeitung

Librec Verfahren

Totale Rückgewinnungsmasse	20 - 40%	30 - 50%	ca. 70%	>90%
Reinheit der Schwarzmasse	Schmelze mit Nickel, Kobalt und Kupfer	Stark kontaminiert (verunreinigt)	< 15%	< 2% - Hohe Reinheit
Energieverbrauch	100%	50%	15 - 20%	15 - 20%
Schlüsselprozess-technologie	Elektrischer Ofen (1'000-2'000°C)	Drehrohrfornen (650 - 1'100°C)	Vakuumtrocknung	Verbesserte Vakuumtrocknung Effektive Delaminierung Graphitgewinnung in Vorbereitung
Verlorene Materialien	Li, Al, Graphit, Salz, Electrolyt, Separator, Binder	Li, Graphit, Salz, Electrolyt, Separator, Binder	Graphit, Salz, Binder	Binder
Eurpäische Firmen (Standort, kt. / Jahr)	Umicore (BEL, 7), Nickelhütte (De, 4), Glencore / GEM (CN, >6)	TES, SNAM (FRA, <3), Accurec, Redux (GER, 3-12), Akkuser (FIN, 3)	DE: Duesenfeld 3, VW 1; TES (NL, 15); Hydrovolt (NOR, 8); Northvolt (SWE)	LIBREC (CH, 10), Internationale Standorte in Planung

Die bisher bekannten Recyclingprozesse für Lithium-Ionen-Batterien weisen deutlich geringere Rückgewinnungswirkungsgrade auf als der neu entwickelte, kalte Vakuumprozess der Firma Librec. Aktuell geht die Firma davon aus, dass der neue Recyclingprozess beim Lithium eine Rückgewinnungsrate von über 97% aufweisen wird. Foto: Librec AG



Die Handarbeit wird auch künftig bei der Montage und der Demontage der Batterien und den Hochvoltkomponenten einen hohen Anteil besitzen. Die verschiedenen Batterietypen und -konfigurationen erlauben auch keine einfache Automatisierung des Recyclingprozesses. Das Recycling wird weiterhin aufwendig und teuer sein. Foto: BMW

Höchste Rückgewinnung weltweit

Kein Wunder, haben seit der Firmengründung und dem Baustart aus aller Welt Fachleute Interesse am neuen Verfahren gezeigt. Entsprechend sind Fotos aus dem Inneren des Betriebes aktuell nicht zum Publizieren gedacht. Das Recyclingverfahren ist aufgrund seiner Rückgewinnungsrate auch für Mitbewerber höchst interessant.

Zuerst werden die ausgebauten Hochvoltbatterien meist samt Gehäuse mittels Lastwagen in Biberist angeliefert. Im Moment wird ein Grossteil der Altbatterien noch bei der Transportfirma Galliker in Altishofen in einer speziellen Halle gelagert. Nach und nach wird

der Betrieb in Biberist hochgefahren. Um die Gefahr von Ausgasungen oder Bränden bei unsicheren Batterien in der Logistik zu vermindern, hat Librec ein gedecktes, gemauertes und betoniertes Aussenregallager bauen lassen. Sollte eine Hochvoltbatterie ausgasen oder ein Thermal Runaway produzieren (Brand), besteht für das Gebäude keine unmittelbare Gefahr, und die anderen Batterien werden nicht gefährdet.

Im ersten Hallenabschnitt werden die angelieferten Batterien einer Triage unterzogen. Die demontierten Batteriemodule werden geprüft und entweder dem Second-life/Zweitleben als Stationärbatterie oder dem Recycling zu-

geführt. Diesen Part übernimmt die Partnerfirma Libattion, welche am selben Standort produziert. Die fürs Recycling deklarierten Batterien werden anschliessend tiefenentladen. Ein Drittel der benötigten Prozessenergie fürs Recycling wird durch diese Entladung der Altbatterien generiert, ein weiterer Drittel vom Solardach des Gebäudes und das letzte Drittel als Wasserstrom aus dem öffentlichen Netz bezogen.

Fortsetzung Seite 38

Neues Recyclingverfahren

Nach der Tiefenentladung startet der Recyclingprozess mit dem mechanischen Schreddern unter Stickstoffatmosphäre. Dadurch können ungewollte Oxidationen verhindert werden. Librec produziert den benötigten Stickstoff aus der Aussenluft ebenfalls selber. Die Metalle lassen sich beinahe zu 100 % wiedergewinnen.

Im Anschluss wird in einer Vakuumtrocknung der flüssige Elektrolyt zurückgewonnen und das Aktivmaterial (Nickel, Kobalt, Man-

gan, Graphit, Lithium) von den Elektroden abgetrennt. Damit erreicht Librec für alle Aktivmaterialien (inkl. Lithium) einen Rückgewinnungsgrad von 97 Prozent, welcher die anderen Recyclingverfahren in den Schatten stellt. Die bisherigen Prozesse wie Schmelzen oder Pyrolyse erreichen nie den Reinheitsgrad und benötigen einen höheren Energieaufwand. Dies bedeutet, dass die Recyclingprodukte mit grossem Aufwand weiterverarbeitet werden müssen, um die Reinheit zu verbessern, und entsprechend weniger ökonomisch sind.

Den genauen Prozess möchte Reinhardt aus wettbewerbstechnischen Gründen nicht im Detail erörtern, er verrät aber, dass die Anlage zusammen mit verschiedenen Maschinenbauern mehrheitlich aus Deutschland entwickelt wurde.

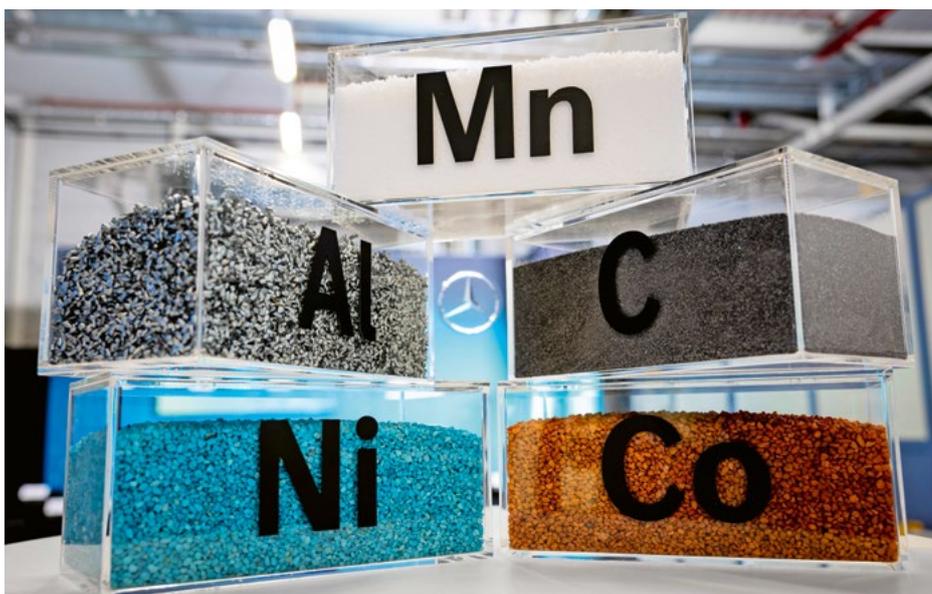
Höchste Reinheit und Business Case

Die möglichen Recyclingprozesse sind in der Grafik auf Seite 37 oben dargestellt. Das von Librec entwickelte Verfahren schlägt die anderen, bisherigen Recyclingprozesse punkto Rückgewinnung der Stoffe und Reinheit. Bei Aluminium ist die Verunreinigung gemäss Reinhardt nach dem Prozess unter 1 Prozent, bei Kupfer sogar unter 0,2 Prozent. Durch die hohe Reinheit der wiedergewonnenen Stoffe ist die anschliessende Weiterverarbeitung weniger aufwendig und das von Librec gelieferte Recyclat wertvoller.

Aktuell werden in Europa hauptsächlich noch Produktionsausschüsse der Batteriehersteller recycelt. Der erwartete Hochlauf der Menge ist in der Grafik auf Seite 39 ersichtlich. Durch den steigenden Anteil von Hybrid-, Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen und batterieelektrischen Autos wird die Menge zu recycelnder Batterien kontinuierlich zunehmen. Entsprechend startet Librec in Biberist mit geringeren Mengen und hat die Anlage aber auf die zu erwartenden Mengen ausgelegt. Wenn die Anlage im Vollbetrieb läuft, sind pro Schicht für den Recyclingprozess rund 10 bis 12 Mitarbeitende notwendig. Falls erforderlich, lässt sich die Anlage die ganze Woche im Dreischichtturnus betreiben.

Auch punkto Expansion sieht CEO Reinhardt Potenzial. Bereits sind Abholstandorte in fast allen europäischen Ländern im Aufbau oder geplant, sowie zwei weitere Produktionswerke, eines in Ost- und eines in Westeuropa. Das zusätzliche Werk in Osteuropa dürfte eine Kapazität von 20 bis 30 Tausend Tonnen pro Jahr aufweisen und damit zwei- bis dreimal so gross sein wie jenes in Biberist.

Die Gehäuseteile, Kabel und Leiterplatten der Batterien werden in die etablierten Recyclingströme übergeben. Die Schwarzmasse, bestehend aus den Zellchemie-Hauptkomponenten, wird grossen Chemie- und Weiterverarbeitungsfirmen wie Aurubis, BASF, Solvay oder Umicor verkauft, welche die einzelnen Wertstoffe in weiteren Prozessschritten extrahieren.



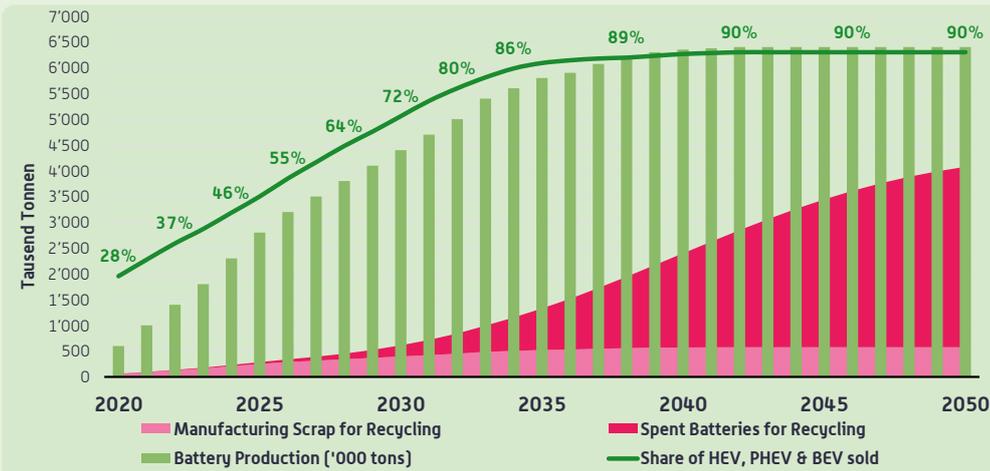
Hinter den Buchstabenkombinationen verstecken sich nebst Lithium die wertvollen Batteriematerialien Aluminium (Al), Kohlenstoff (C), Kobalt (Co), Mangan (Mn) und Nickel (Ni). Foto: Mercedes-Benz



Die Zellproduktion mit Recyclingmaterial ist längst industrieller Standard, bspw. in China. In der Schweiz ist hier unter anderem die Empa als interdisziplinäres Forschungsinstitut des ETH-Bereichs für Materialwissenschaften und Technologie und das SIBP (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne) in der Zellchemieforschung und -entwicklung tätig. Foto: BMW

Batterieproduktion in Europa und steigende Nachfrage nach Batterierecycling

Zentrale Annahmen



Source: McKinsey, Avicenne Energy, Bloomberg, NEF, Roland Zenn, Battery-News.de, Statista, ReLieVe, Roland Berger, Stiftung Auto-Recycling Schweiz, BATREC, EMPA, Swiss e-Mobility, IEA, LIBREC and more

- Durchschnittliche Energiedichte (Wh/kg): 250
- Ausserhalb der EU verkaufte Batterien: 15 %
- Autos/Batterien verlassen die EU, bevor sie das Ende ihrer Lebensdauer erreichen: 15 %
- Durchschnittliche erste Lebensdauer (Jahre): 15
- Batterien zum „Second Life“: 10 %
- Durchschnittliche Ausschussrate für Hochlauf und Normalbetrieb: 9 %

Batterierecycling wird wegen der Zunahme der Menge in Fahrzeugen (Hybrid = HEV, Plug-in-Hybrid = PHEV und batterieelektrische Fahrzeuge = BEV) ein interessanteres Geschäftsmodell und ist für Europa aus geopolitischen Gründen auch entscheidend, die von anderen Kontinenten bezogenen Rohstoffe wiederzuverwenden. Foto: Librec AG

Entsorgung für Garagisten

Aufgrund der Tatsache, dass die Fahrzeugimporteure für die Entsorgung der Hochvoltbatterien finanziell zuständig sind, kann auch ein markenfreier Garagist eine Hochvoltbatterie für den Abtransport und das Recycling beim Importeur melden. Die Batterie wird nach Ausfüllen eines Formulars auf der Homepage von Librec von der Firma Librec abgeholt und nach Biberist gebracht.

Konsequenterweise ist die Firma Galliker mit Verwaltungsrat Rolf Galliker im Unternehmen Librec AG involviert. Es können dank der Hochvoltkompetenz der Firma Galliker Transporte auch komplette Fahrzeuge bei den Werkstätten abgeholt und bei der Firma Galliker die Batterien ausgebaut werden, damit einzig die Hochvoltbatterie nach Biberist für das Recycling transportiert wird. Der Werkstoffkreislauf ist somit für die Schweiz effizient und innovativ umgesetzt. Der Rückstand auf die Hochvoltrecyclingländer in Skandinavien und Deutschland wird somit in Kürze aufgeholt. ●

Weitere Infos unter: www.librec.ch

Mercedes-Benz maximiert die Recyclingquote von automobilen Batteriesystemen.

Mehr als **96%** Rückgewinnungs-Quote

Plastik, Kupfer, Aluminium, Eisen
Nickel, Kobalt, Mangan, Lithium, Graphit
Gehäuse, Kunststoff, Kabel, E/E-Komponenten

BLACK-MASS-AUFBEREITUNG
FRAKTIONS-SORTIERUNG ZERKLEINERUNG DEMONTAGE

Die Recyclingquote von über 96% zeigt die Anstrengungen der Automobilhersteller, die wertvollen Rohstoffe in einem Kreislauf zurückzugewinnen zu können. Wie sich dies in Zukunft gestaltet, wird sich zeigen. Die Firma Librec hat bei der Schwarzmasse einen deutlichen Sprung in der Verfahrenstechnik erreicht und ab Oktober 2024 wird das Werk im Betrieb zeigen können, dass das neue Verfahren im industriellen Massstab funktioniert. Foto: Mercedes-Benz

seit 1964
CORTELLINI & MARCHAND AG
061 312 40 40
Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

Der umfassendste Auto-Steuergeräte-Reparatur-Service von Cortellini & Marchand AG.
www.auto-steuergeraete.ch

Sie suchen, wir finden – Ihr Suchservice für Auto-Occasionsteile
www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch

Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich
Nutzlast bis 2,9 t

Autotransport-Anhänger und Aufbauten
Besuchen Sie unsere Ausstellung oder verlangen Sie eine Vorführung.
Auch in Kommunalausführung lieferbar.

T&W Technik
Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen
Tel. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch