

Die nächste Stufe:

ALL-IN-ONE-KONZEPT FÜR LIB-RECYCLING

Die Anforderungen der EU hinsichtlich des Recyclings von Batterien sind so hoch, dass daraus mittlerweile eine sehr angesehene Ingenieursdisziplin geworden ist. Mit der All-in-One-Ofenanlage unter Verwendung eines Pyrolyse-Drehrohrofens ist eine Reinheit von bis zu 99 Prozent der veredelten Recyclingprodukte möglich. Die Riedhammer GmbH, Experte für Industrieofenanlagen seit 1924, versorgt den Recyclingmarkt für Lithium-Ionen-Batterien mit Verfahrenslösungen, die den aktuellen Regelungen und Anforderungen entsprechen. Entwickelt wurde eine komplette Recyclinglinie zur Herstellung von pyrolysierte Schwarzmasse aus ungeladenen Zellen und Modulen mit einer maximalen Kapazität von bis zu 48 Tonnen pro Tag.

Herausforderungen

Seit Beginn der Einführung von Batterieelektrifahrzeugen (BEV) in Deutschland und Europa ist ein deutlicher Anstieg an Elektroautos insbesondere seit 2020 zu verzeichnen (Abb. 1). Der Anteil der BEV in deutschen Großstädten liegt derzeit bei mehr als zwei Prozent. Auf Grund verschärfter Umweltauflagen, steigender Benzinpreise und Ausbau der Ladeinfrastruktur wird der Anteil der BEV weiter rasant steigen, auch wenn die staatlichen Subventionen sinken.

Alle Autohersteller bieten inzwischen eine große Palette an Elektroautos an, aus der Kunden ein Fahrzeug nach ihren Bedürfnissen auswählen können. Vor allem neue Produzenten aus Asien drängen mit niedrigen Preisen nach Europa und eröffnen neue Möglichkeiten in der Fahrzeugentwicklung, die auch auf der diesjährigen IAA Mobility in München zu sehen waren. Anders als bei Autos mit Verbrennungsmoto-

ren hängt der systematische Aufbau der Antriebstechnik bei BEV von hocheffizienten Batterien ab. Um den hohen Anforderungen der Kunden gerecht zu werden, haben die Hersteller eine Vielzahl von Batterietechnologien entwickelt, meist mit Partnerunternehmen. Da sich die Hersteller in der Autotechnik voneinander abgrenzen möchten, werden viele verschiedene Batterietypen eingesetzt. Doch was für die Kunden gut ist, stellt die Recycler aufgrund der Komplexität vor große Herausforderungen.

Derzeit schreibt die EU-Batterieverordnung vor, dass mindestens 50 Prozent des Gewichts einer Batterie nach dem industriellen Gebrauch recycelt werden müssen. Ab 2026 wird diese Anforderung für Lithium-Ionen-Batterien auf 65 und ab 2031 auf 70 Prozent steigen. Im Einzelnen soll die vorgeschriebene Recyclingquote für Lithium zwischen 2028 und 2032 von 50 auf 80 Prozent steigen. Für Kobalt, Kupfer, Nickel und Blei strebt die EU ab 2028 eine Recyclingquote von mindestens

90 Prozent an. Diese Quote soll bis 2032 auf 95 Prozent steigen. Darüber hinaus müssen die Verwerter jährlich über die Menge der von ihnen behandelten und recycelten Batterien sowie über die Recyclingquoten der verschiedenen zurückgewonnenen Materialien Bericht erstatten (deutsche-recycling.de/batteriegesetz-battg/). Außerdem sind sie dazu angehalten, die Effizienz ihrer Recyclingprozesse zu messen.

Die Erfüllung all dieser Aufgaben ist eine große Herausforderung und erfordert ein sehr hohes Maß an Prozessverständnis und -validierung bei der Planung der Lithiumbatterie-Recyclinganlagen. Die Riedhammer GmbH unterstützt diesen Markt mit einem Pyrolyse-Drehrohrofens als Verfahrenslösung, die es den Kunden ermöglicht, den aktuellen Regelungen und Anforderungen in diesem Bereich gerecht zu werden.

Die LIB-Recycling-Lösung von Riedhammer bietet die komplette

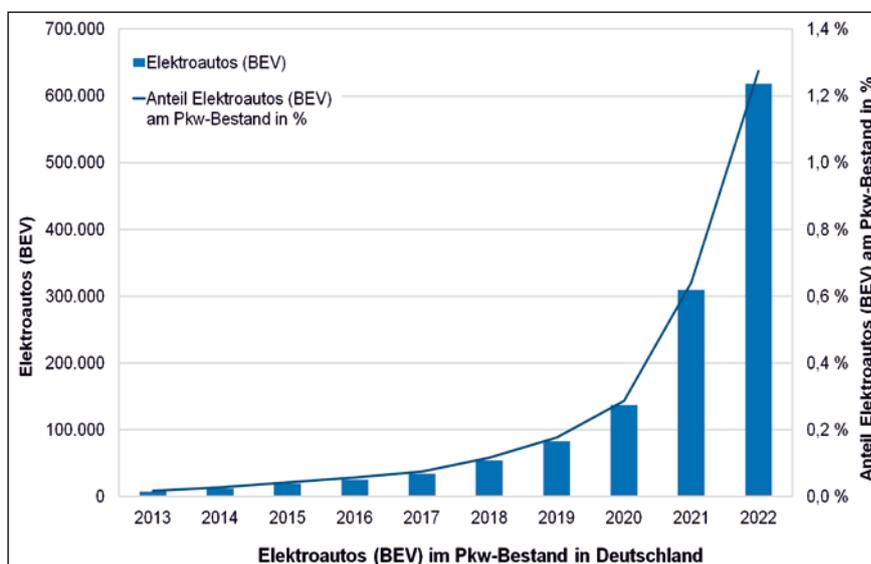


Abb. 1

Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/784986/umfrage/marktanteil-von-elektrofahrzeugen-in-deutschland/>

Recyclinganlage zur Herstellung von pyrolysierte Schwarzmasse, Kupfer und Aluminium aus ungeladenen Zellen und Modulen mit einer maximalen Kapazität von bis zu 48 Tonnen pro Tag an (Abb. 2). Die Materialqualität der erzielbaren Recyclingprodukte aus der Riedhammer-Recyclinganlage ohne weitere Behandlung liegt bei bis zu 99 Prozent Reinheit – das zeigt ein Ausschnitt der Datentabelle recycelter Produkte (Abb. 3) – und ist abhängig von der Qualität und Zusammensetzung des Batterie-Aufgabematerials der Anlage.

EXTENDED LI-ION CELL RECYCLING PLANT "ALL IN ONE"

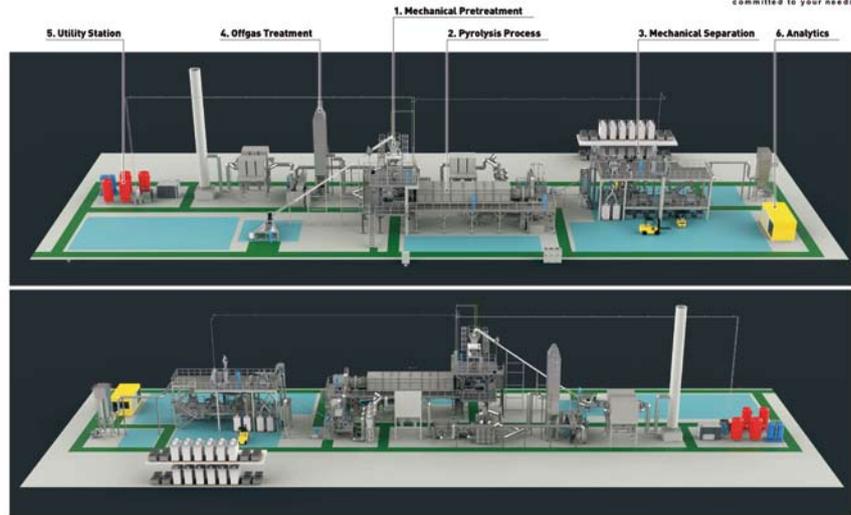


Abb. 2: LIB-Recycling-Anlage „All-in-one“

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die Prozesslösungen von Riedhammer im Bereich des LIB-Recyclings:

Mechanische Vorbehandlung von Batteriesystemen:

- Bunkersysteme mit integrierten Brandschutzlösungen
- Batteriemodultransportlinien mit Massenstromregelung und integrierter Entlüftung
- Gasdichte Zerkleinerungsanlagen in Inertatmosphäre für eine sichere Batteriezerkleinerung

Pyrolyse-Betrieb:

- Ofeneintragsschnecken mit oberliegenden Puffersystemen mit Inertgas-Überlagerung
- Gasdichter Pyrolyse-Drehrohrofen für die sichere, indirekte thermische Behandlung der Batterien
- Gasdichtes Wasser-Kühlrohr für sichere und robuste Produktkühlung der Batterieschwarzmasse

- Kühlschnecken für Lösungen mit minimalem Platzbedarf

Mechanische Abtrennung:

- Schwarzmassensiebung in verschiedenen Korngrößen (100 - 500 µm)
- Staubdichte Schwarzmassenabfüllung in staubdichten Big Bags
- Batterie-Leichtmetall-Kugelmahlung
- Leicht- und Schwerfraktionsabscheidung (Aluminium, Kupfer)
- Batteriestaubabscheidersysteme für Luftreinhaltung

Gereinigtes Recycling-Material Cleaned recycling material	Produktbild* Product image*	Stoffeigenschaften* Material properties*
<p>Feine Schwarzmasse aus zweiter Siebung</p> <p>Fine Black Mass gained from second sieving</p>		<p>DE: Durch den Einsatz von Siebtischen erhaltene Schwarzmasse, welche aus dem Anoden- und Kathodenmaterial der Zellen gewonnen wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partikelgröße: 0 µm < X < 250 µm • Schüttdichte: ca. 800 g/l • Verunreinigungen: Cu (4 – 5 Gew. %), Al (1 – 2 Gew. %)** <p>EN: Black Mass obtained through the use of sieving tables, which is obtained from the anode and cathode material of the cells.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Particle size: 0 µm < X < 250 µm • Bulk density: approx. 800 g/l • Impurity of substance: Cu (4 – 5 wt. %), Al (1 – 2 wt. %)**
<p>Grobes Aluminiumgranulat</p> <p>Coarse Aluminum Granule</p>		<p>DE: Durch den Einsatz von Prallmühlen erhaltenes hochreines Aluminium aus prismatischen Lithium-Ionen-Zellen, welches für die positive Klemme, das Gehäusematerial und den Stromableiter auf der Kathodenseite eingesetzt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partikelgröße: 2 mm < X < 8 mm • Schüttdichte: ca. 1.350 g/l <p>EN: High-purity aluminum from prismatic lithium-ion cells, which is used as a positive clamp, cell casing and current collector on the cathode side.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Particle size: 2 mm < X < 8 mm • Bulk density: approx. 1.350 g/l
<p>Ultra feines Kupfergranulat</p> <p>Ultra fine Copper Granule</p>		<p>DE: Durch den Einsatz von Trenntischen gewonnenes Kupfer aus prismatischen Lithium-Ionen-Zellen, welches überwiegend vom Stromableiter auf der Anodenseite stammt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partikelgröße: 250 µm < X < 500 µm • Schüttdichte: ca. 2.500 g/l <p>EN: Copper obtained from prismatic lithium-ion cells by use of mechanical separating tables, which mainly comes from the current conductor on the anode side.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Particle size: 250 µm < X < 500 µm • Bulk density: approx. 2,500 g/l

Abb. 3: Datentabelle der recycelten Produkte

Abgas-Behandlung:

- Heißgasentstaubung zur Rückgewinnung wertvoller Übergangsmetalloxide
- Thermische Nachverbrennung von Pyrolyseabgas aus dem Pyrolyseofen
- Wärmetauscher für den Anlagenschutz
- De-NOx-Reaktoren zur Einhaltung gesetzlicher NOx-Höchstwerte
- Nass-Säure-Wäscher zur verbesserten Gasreinigung
- Feinstaubfilterung zur Reduzierung von Staubgehalten unter 1 mg/m³

Betriebshilfsmittel:

- Vor-Ort-Erzeugung von prozessrelevanten Gasen wie Druckluft, Stickstoff oder Kohlendioxid

Analytik zur Qualitätskontrolle von recycelter Schwarzmasse:

- ICP-OES (Atomemissionsspektrometrie)
- SEM-EDX (Energiedispersive Röntgenspektroskopie)
- XRD (Röntgenbeugung)
- XRF (Röntgenfluoreszenzanalyse)
- Kohlenstoff-Determinator
- Flammendetektion durch Atomabsorption

Die vorgenannten Ausstattungen sind die Mindestvoraussetzungen für die Umsetzung zuverlässiger Recyclingprozesse für die Rückgewinnung von recycelten Rohstoffen aus Consumer- und EV-Batteriesystemen in höchster Qualität.

Dank umfassendem Know-how und der Expertise von Riedhammer werden Lösungen angeboten, die für die

Recycling-Industrie perfekt geeignet sind, um die spezifischen gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und gleichzeitig den Kundenbedürfnissen gerecht zu werden.

■ Autor: Dennis Bird, Entwicklung Akku-Recycling, Riedhammer GmbH

 [riedhammer.de](https://www.riedhammer.de)