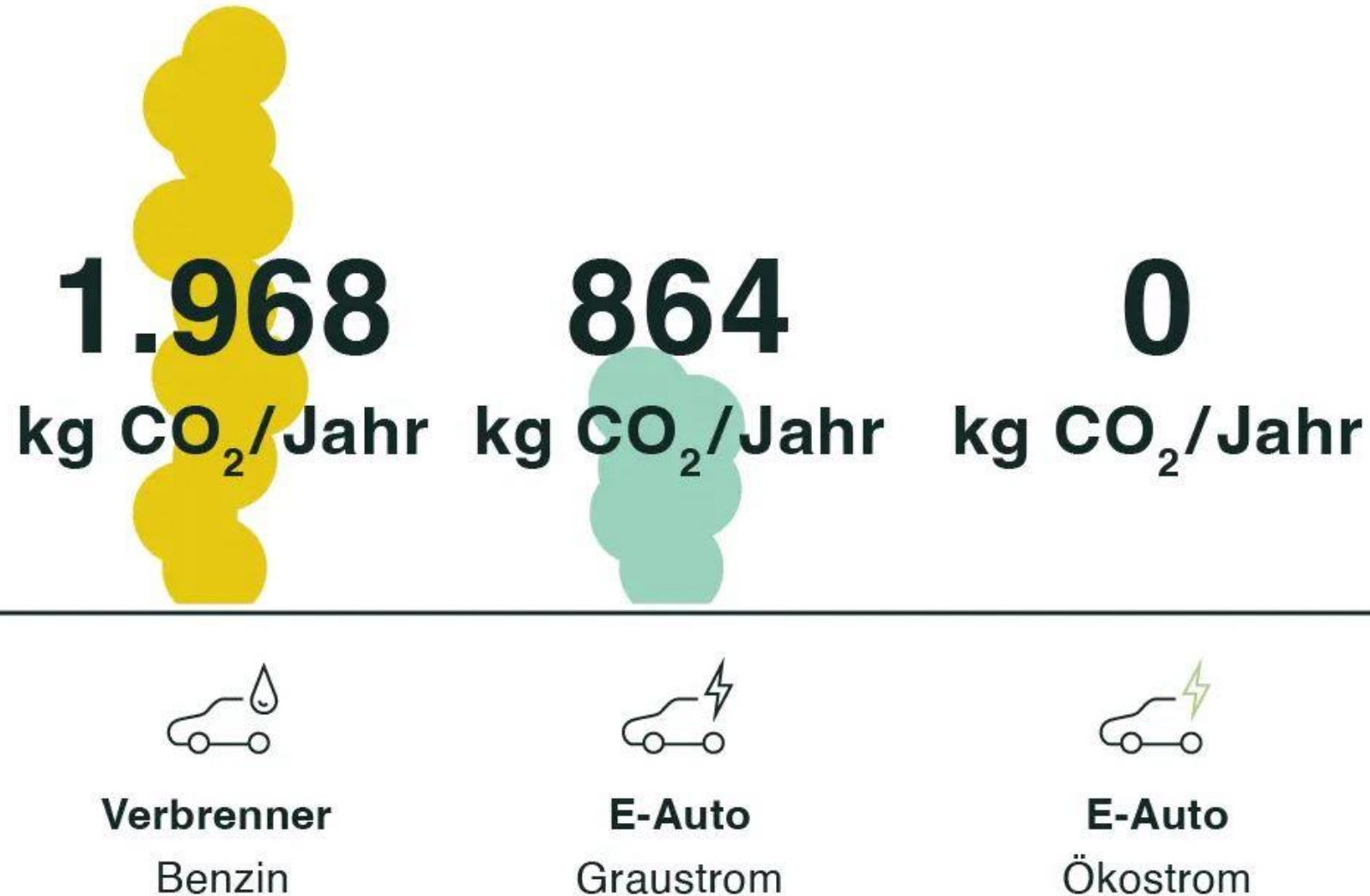


Recycling von Lithium-Ionen Batterien und Akkumulatoren





Quellen: Umweltbundesamt, Fahrleistung 12.000 km, Ökostrom ohne Vorkettenemissionen

Lithium

Was ist Lithium?

- Lithium ist ein silberweißes, hochreaktives Leichtmetall.
- Es gehört zur Gruppe der unedlen Metalle, die bereits unter Normalbedingungen mit Sauerstoff reagieren. Würde man es berühren, reicht schon die Handfeuchtigkeit aus, um schwere Verbrennungen und Verätzungen zu erleiden.
- Lithium ist das leichteste feste Metall auf der Erde.
- In Chile, Bolivien und Argentinien sollen 70 Prozent der weltweiten Lithium-Vorkommen lagern. Aber auch in Australien gibt es große Vorkommen.

Das Recycling dieses Rohstoffs ist wichtig weil:

- Lithium ein seltenes Metall auf der Erde ist
- der Abbau meist extrem wasserintensiv und sehr umweltschädigend ist.

Grundlagen

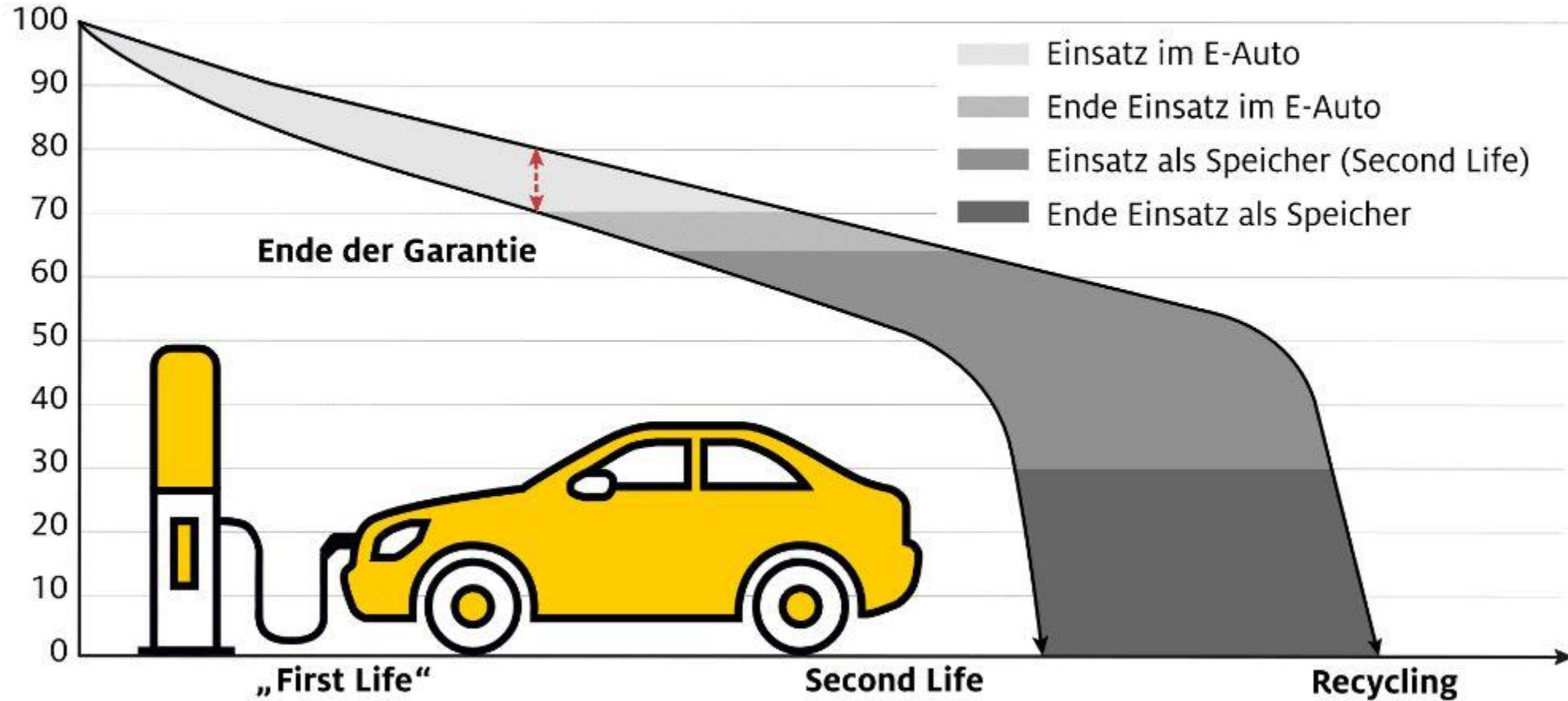
- Lithium-Batterie ist ein Sammelbegriff für verschiedene Batteriesysteme, in denen Lithium verwendet wird.
- Lithium-Batterien können die gespeicherte Ladung in Form von elektrischer Energie abgeben.

Batteriearten:

- Primärbatterien (nicht wieder aufladbare Batterien)
- Sekundärbatterien (wiederaufladbare Batterien, Akkumulatoren)
- Lithium-Batterien sind bei ordnungsgemäßigem Umgang und sachgerechter Handhabung als vergleichsweise sicher anzusehen.
- Technische Defekte oder unsachgemäße Handhabung führen zu einer unkontrollierten und beschleunigten Abgabe der gespeicherten Energie, in der Regel als thermische Energie, was zu einem Brand führen kann.
- Beispiele für unsachgemäße Handhabung: mechanische Beschädigung, Überladung.
- Eine schnelle und zielgerichtete Brandbekämpfung mit Wasser kann dazu beitragen, die Auswirkungen von Bränden unter Beteiligung von Lithium-Batterien zu kontrollieren.

Lebenszyklus einer E-Auto-Batterie

Batteriekapazität in %



Quelle: ADAC

Second Life im stationären Betrieb

- Akkus im Auto erleben mehreren Tausend Ladezyklen (je nach Akku Typ und Zellchemie). Danach haben sie immer noch einen Energieinhalt von 70 bis 80 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität.
- Es ist deshalb weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll, sie in diesem Zustand zu entsorgen. Ganz im Gegenteil: Die Akkus können im sogenannten Second Life (zweites Leben) im stationären Betrieb weiterverwendet werden.
- Der stationäre Betrieb hat den Vorteil, dass die Batterie weit weniger gestresst wird als im Auto. Der stationäre Betrieb verläuft deutlich gleichmäßiger, und das Laden sowie Entladen erfolgt nur langsam, also deutlich schonender für die Batterie.
- Second Life kann noch 10 bis 12 Jahre währen. Das heißt: Der Akku eines Elektroautos wird bei durchschnittlicher Beanspruchung erst nach über 20 Jahren ein Fall für die Entsorgung sein.

Second Life im stationären Betrieb

Wie relevant das "zweite Leben" der Akkus sein kann, zeigt das BMW-Werk in Leipzig.

Dort hat BMW im Jahr 2017 einen stationären Speicher errichtet, der aus 700 zusammengeschalteten Akkus des i3 besteht.

Alte und neue Akkus werden dabei gemischt eingesetzt.

In diesem Großspeicher wird der am Werk von BMW erzeugte Solar- und Windstrom gespeichert und dann für die Produktion genutzt.

Second Life im stationären Betrieb



Das BMW-Werk Leipzig arbeitet mit selbst erzeugtem regenerativem Strom © BMW

Recycling

Um diese Stoffe geht es:

- Eine Antriebsbatterie enthält im Gehäuse zwar sehr viel Aluminium, Stahl und Kunststoffe, im Inneren aber auch Anteile an Lithium, Mangan, Kobalt und Nickel. In einem rund 400 Kilogramm schweren Lithium-Ionen-Akku mit 50 kWh Kapazität stecken laut Volkswagen aktuell etwa:
- 8 Kilo Lithium | 12 Kilo Mangan | 9 Kilo Kobalt | 41 Kilo Nickel | 71 Kilo Grafit.
- Die Anteile an Metallen im Gehäuse betragen:
- 22 Kilo Kupfer | 126 Kilo Aluminium | 3 Kilo Stahl
- Dazu können 37 Kilo Elektrolyt und 21 Kilo Kunststoffe recycelt werden.

Rohstoffe

- Studie: bis 2030 könnten 10 Prozent der Rohstoffe, die man für Batterien von Elektroautos braucht, aus recyceltem Material stammen. 2050 könnte der Anteil bei 40 Prozent liegen.

E-Auto-Batterien wiederaufzubereiten ist schwierig weil:

- man viel Material zurückgewinnen will
- und der Vorgang möglichst wenig CO₂ ausstoßen soll.

Rohstoffe

Polymetallurgischen Aufbereitung : Batterien werden in einem Hochofen auf 600 Grad Celsius erhitzt, damit der Elektrolyt verdampft. Ansonsten bestünde Explosionsgefahr.

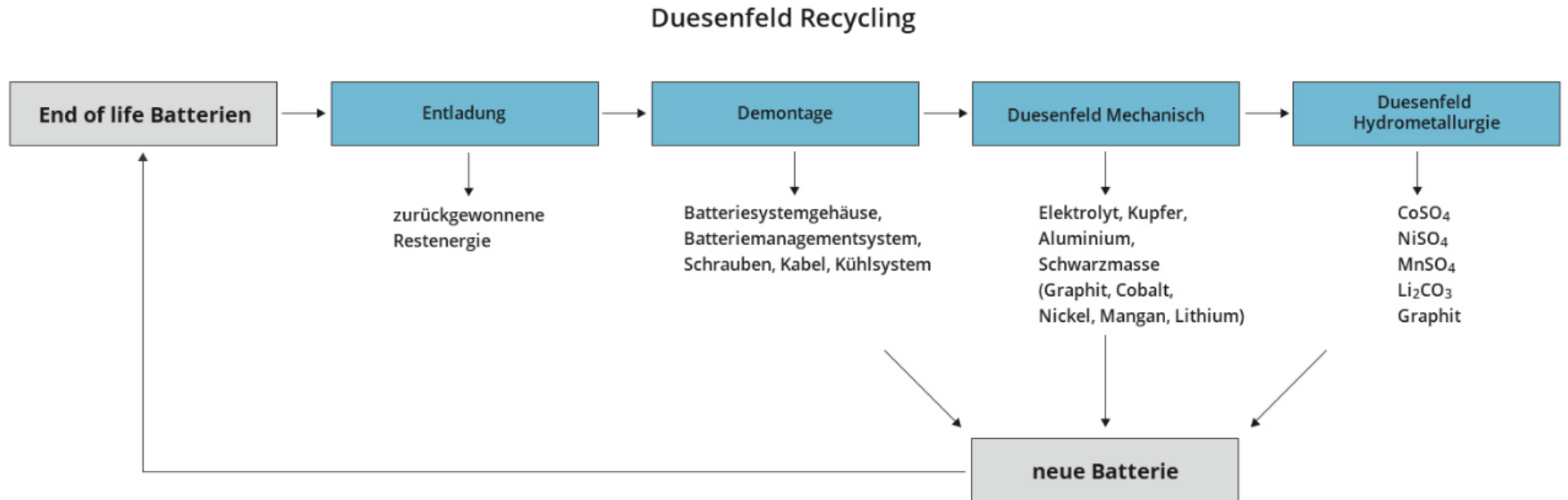
- Da die verwendeten Metalle wie Lithium, Kobalt und Aluminium jeweils einen unterschiedlichen Schmelzpunkt haben, kann man je nach erreichter Temperatur den jeweiligen Rohstoff extrahieren.
- Die polymetallurgische Aufbereitung ist eine sehr effektive Recycling-Methode, allerdings benötigt sie enorm viel Energie.

Mechanische Aufbereitung: Batterien werden elektrisch tiefenentladen, auseinander-gebaut und geschreddert.

- Dabei entstehen brennbare und giftige Substanzen.

Düsenfeld

Fa. Düsenfeld hat ein Verfahren entwickelt und patentiert, das die Gefahren im Prozess eliminiert. Damit erreicht das Unternehmen nach eigenen Angaben eine Recyclingquote von 72 Prozent. Mit einem zusätzlichen chemischen Verfahren seien sogar bis zu 91 Prozent möglich.



Düsenfeld Prozesskette

- Entladung (Patentierte Tiefenentladung)

Der zurückgewonnene Strom kann für den Betrieb der Recyclinganlage genutzt oder ins Netz eingespeist werden.

- Mechanische Aufbereitung

Nach Entladung und Demontage werden die Batterien unter Inertgasatmosphäre zerkleinert und das Lösungsmittel des Elektrolyten aus dem Zerkleinerungsgut mittels Vakuumdestillation zurückgewonnen.

- Hydrometallurgie

In den meisten derzeit industriellen hydrometallurgischen Prozessen zur Verarbeitung der Schwarzmasse werden lediglich Kobalt und Nickel zurückgewonnen. Lithium, Mangan und Graphit gehen in diesen Prozessen verloren und werden so dem Stoffkreislauf entzogen.

Duesenfeld hat ein eigenes Verfahren entwickelt und patentiert, das eine vollständige Kreislaufführung durch die Produktion von Rohstoffen in Batteriequalität der Elektrodenaktivmaterialien ermöglicht.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Die verfügbaren, meist metallurgischen Verfahren verbrauchen viel Energie und/oder hinterlassen schädliche Nebenprodukte.
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelte ein Recyclingverfahren, das mechanische Prozesse und chemische Reaktionen verbindet. Die Methode erlaubt ein kostengünstiges, energieeffizientes und umweltverträgliches Recycling unterschiedlichster Lithium-Ionen-Batterien.
- Ziel: aus Batterieabfällen bis zu 70 Prozent des Lithiums zurückgewinnen, ohne dass korrosive Chemikalien, hohe Temperaturen oder eine vorherige Sortierung der Materialien erforderlich sind.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Das Aluminium aus der Kathode wird als Reduktionsmittel in der mechanochemischen Reaktion verwendet.

So funktioniert es:

- die Batterieabfälle werden zunächst zermahlen
- dann werden sie in einer Reaktion mit Aluminium eingesetzt, es entstehen metallische Verbundwerkstoffe mit wasserlöslichen Lithiumverbindungen.
- Das Lithium wird daraufhin zurückgewonnen, indem die wasserlöslichen Verbindungen in Wasser aufgelöst und anschließend erhitzt werden, um das Wasser durch Verdampfen zu entfernen (bei Umgebungstemperatur).
- Ein weiterer Vorteil liegt im einfachen Ablauf, was den Einsatz im industriellen Maßstab erleichtern wird.

Neue Recyclingtechnologie

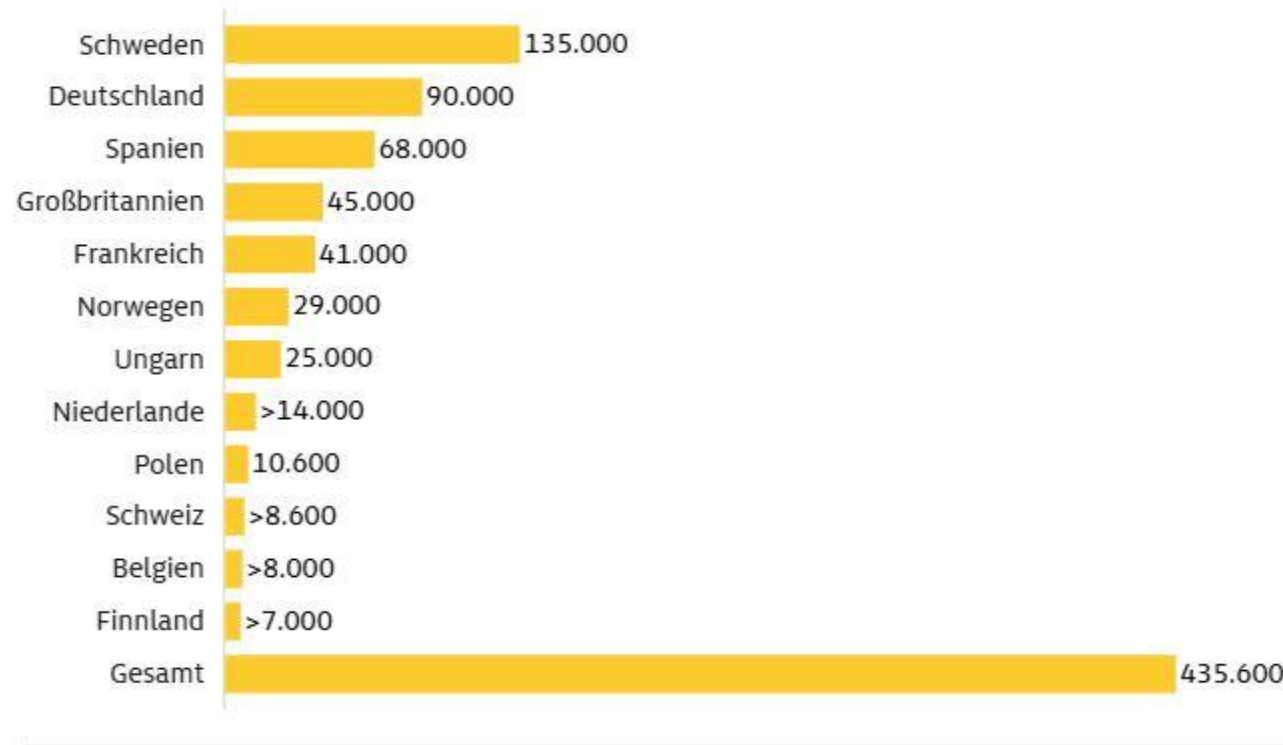
- Die hydrometallurgische Recyclingtechnologie, die in der neuen Mercedes-Benz Fabrik eingesetzt wird, gilt als wegweisend für die Branche.
- Alle Schritte von der Zerkleinerung der Batteriemodule bis hin zur Trocknung und Aufbereitung der wertvollen Rohstoffe sind abgedeckt.
- Im mechanischen Teil des Prozesses werden Materialien wie Kunststoffe, Kupfer, Aluminium und Eisen sauber voneinander getrennt.
- Anschließend wird im hydrometallurgischen Verfahren die sogenannte „schwarze Masse“ verarbeitet, die die aktiven Materialien der Batteriezellen enthält.
- In einem mehrstufigen chemischen Prozess werden Metalle wie Kobalt, Nickel und Lithium extrahiert und für den Einsatz in neuen Batterien aufbereitet.
- Das hydrometallurgische Verfahren von Mercedes-Benz ist energieeffizienter und produziert weniger Abfall. Es arbeitet bei Temperaturen von bis zu 80 Grad Celsius und verbraucht deutlich weniger Energie. Die Recyclinganlage wird bilanziell CO₂-neutral betrieben und vollständig mit Grünstrom versorgt.

Warum Recycling

- E-Mobilität ist erst dann klimafreundlich, wenn die gesamte Batterieproduktion und -verwertung ‚grün‘ wird. Recycling spielt dabei eine zentrale Rolle.
- Das Fraunhofer-Institut prognostiziert, dass ab 2030 größere Mengen an Altbatterien auf den Markt kommen werden – schätzungsweise 420.000 Tonnen allein in Europa.

Recycling Anlagen in Europa

Erwartete Gesamtkapazitäten in Tonnen pro Jahr bis 2030 in Europa



Quelle: battery-news.de Stand: 01.2023

©ADAC e.V. 08.2023

Kapazitäten: Anlage Primobius Hilchenbach in NRW, Kapazität für Recycling 20.000 t/Jahr

Fazit

- Da sich der Großteil der Antriebsbatterien aktuell in den Fahrzeugen oder Second-Life-Anwendungen im Einsatz befinden, wird es noch ein wenig dauern, bis große Stückzahlen an ausgedienten Traktionsbatterien ins Recycling gehen.
- In ein paar Jahren, da sind sich alle Experten einig, wird es nicht nur umweltpolitisch geboten, sondern auch wirtschaftlich vernünftig sein, die Rohstoffe der Akkus bis aufs letzte Gramm zu recyceln. Allein schon deshalb, um sich nicht immer tiefer in möglicherweise fatale Rohstoffabhängigkeiten zu verstricken.
- Noch ist es billiger, Lithium vor allem in Südamerika und Australien mit allen negativen Folgen für die Umwelt und die Bevölkerung abzubauen, als es zu recyceln.