

Hydromechanisches Batterie-Recycling

- Ergebnisse aus dem Project HydroLIBRec

Tobias Necke

Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS, Hanau, Hessen

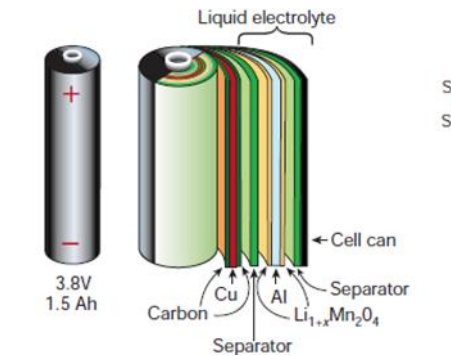


A world
without
waste

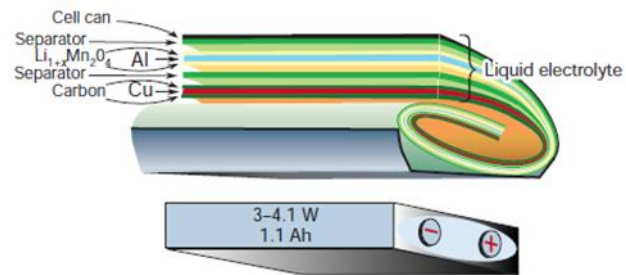
Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Bauarten und Funktionsweise einer Lithium-Ionen Batterie (LIB)

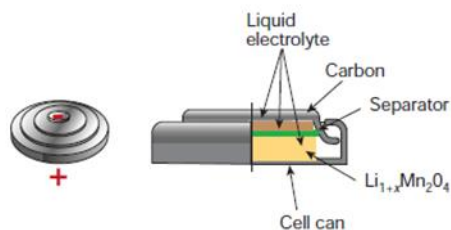
Bauarten/Geometrie LIB



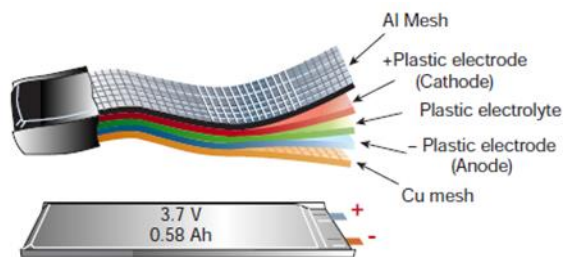
Rundzelle



Prismatische Zelle

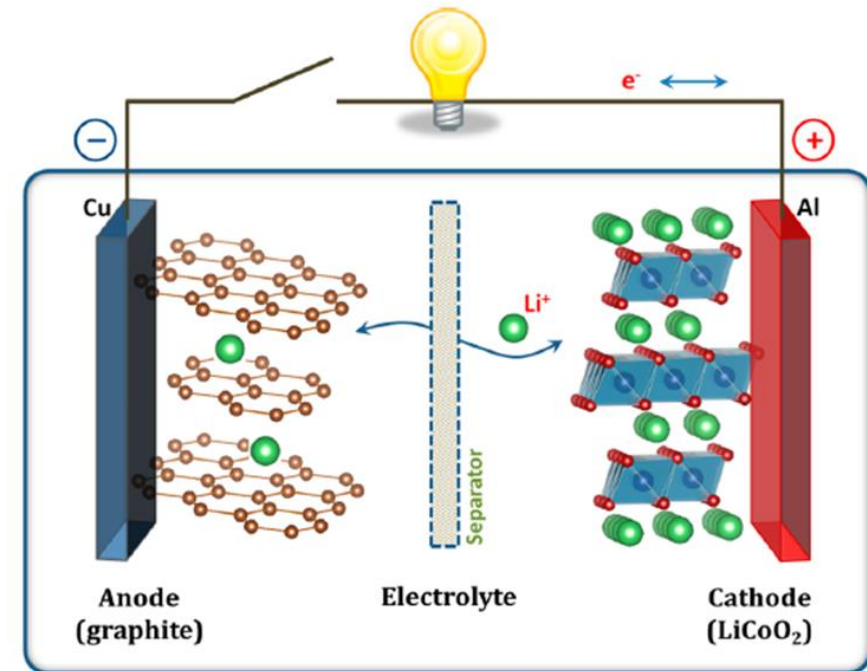


Knopfzelle



Pouch Zelle

Funktionsweise LIB



Kathode

LCO = Lithium-Cobalt-Oxid

NMC = Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid

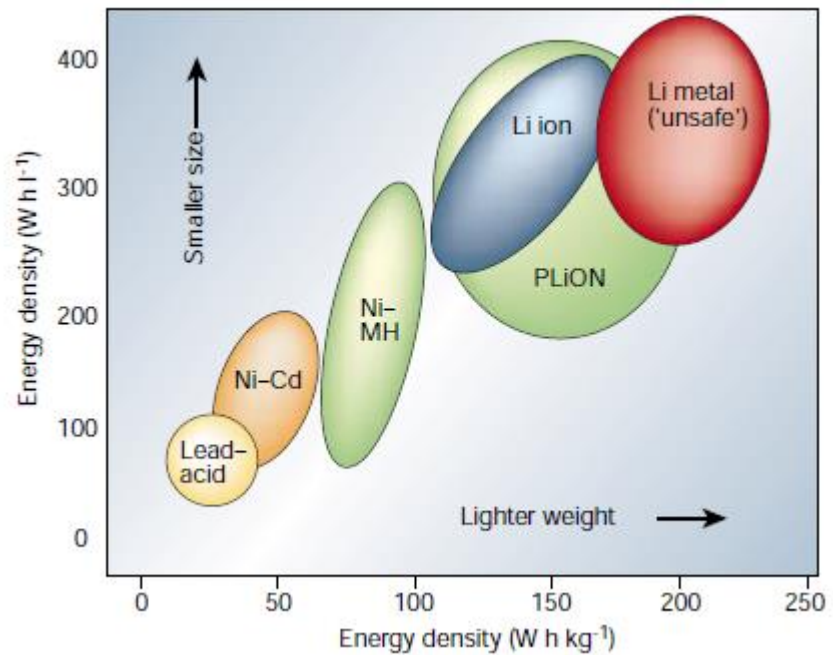
NCA = Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid

LFP = Lithium-Eisen-Phosphat

Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Energiedichte und Rohstoffbedarf

Energiedichte von Batterien



**Energiedichte LIB entscheidend
für Mobilität**

Wie viel Lithium befindet sich in Alltagsgegenständen?



**Hoher Rohstoffbedarf an kritischen Elementen!
Recycling unumgänglich!**

Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Herausforderung - Neue Regulatorien & Forderungen bis 2030

Collection rate requirements¹

2025
Portable batteries and accumulators 65%

2030
Portable batteries and accumulators 70%

2031
The batteries used in light electric means of transport (LMT)² 54%

Blending obligations and labelling requirements

31 December 2025
Rules for calculation and verification

1 January 2027
Information must be provided with the battery
31 December 2027
The Commission has the possibility to refine the objectives

1 January 2030
Cobalt 12%,
Lead 85%,
Lithium 4%,
Nickel 4%

1 January 2035
Cobalt 20%,
Lead 85%,
Lithium 10%,
Nickel 12%

2023

2025

2027

2030

2035

Recycling efficiencies and recovery requirements

31 December 2023
Rules for calculation and verification

1 January 2025
Recycling efficiency: lead 75%, lithium 65%, other 50%

1 January 2026
Recovery: cobalt, copper, lead, nickel 90%, lithium 35%

1 January 2030
Recycling efficiency: lead 80%, lithium 70%, other 50%
1 January 2030
Recovery: cobalt, copper, lead, nickel 95%, lithium 70%

¹ For industrial, vehicle and electric vehicle batteries, an implicit 100% collection rate requirement would remain in force, similar to the current Directive. The collection rate requirements for portable batteries and the batteries used in light electric means of transport (LMT) are still under negotiation, and it is possible that these requirements will be tighter than the Commission's proposal.

² A separate collection rate requirement for LMT batteries has only been proposed during the discussion of the Commission's proposal.

Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Projekt HydroLIBRec

Demontage und Entladung

- Gebrauchte E-Bike-Akkus werden an IWKS geliefert
- Initiale Prüfung, Demontage und Tiefentladung
 - Modul- und Zellstruktur generell intakt, kleinere Schäden möglich
 - Keine Spannung an äußeren Anschlüssen
 - Für Bestimmung Ladezustand und Entladung ist Zugang zu Zellkontakten notwendig
- Manuelle Demontage (<5 min pro Pack)
- Dokumentation von Spannung/Ladezustand für weitere Behandlung

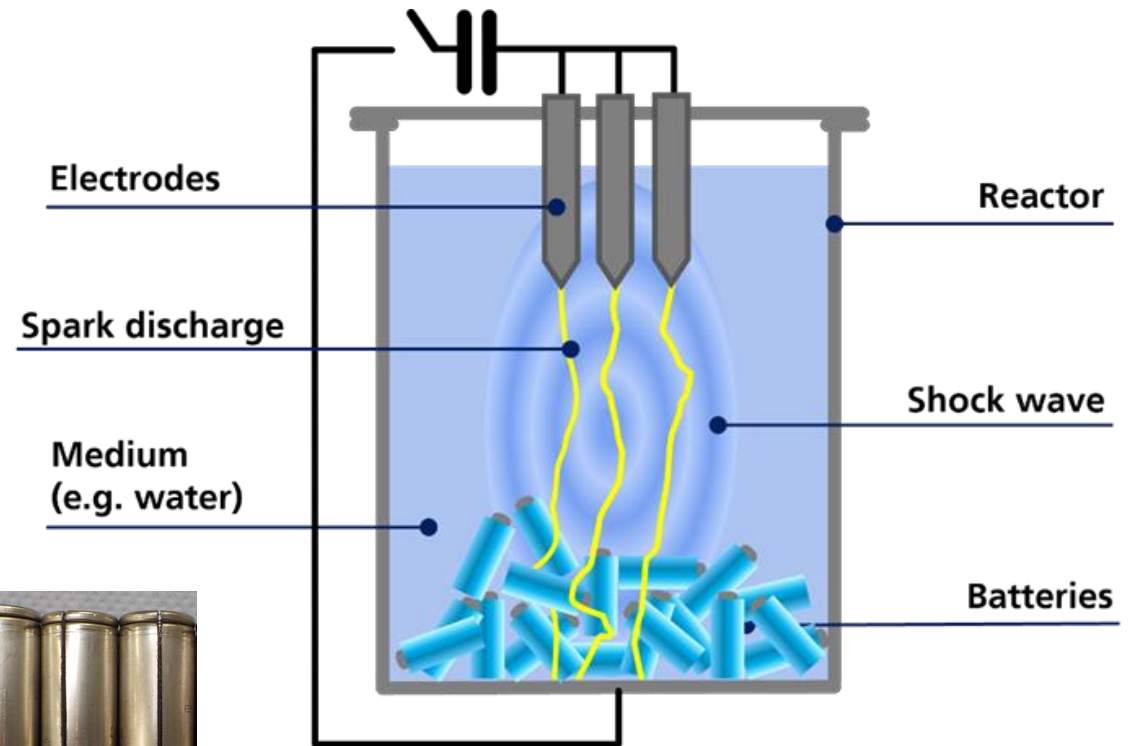


Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Projekt HydroLIBRec - Hydromechanische Route

Elektrohydraulische Zerkleinerung

- Elektrischer Lichtbogen im Wasserbad
- Beanspruchung der Batteriezellen durch entstehende Druckwelle
- Trennung an Materialgrenzen und anderen Schwachstellen durch gleichförmige Belastung
- Konditionierung der Zellen:
 - Keine Vorbehandlung
 - Thermische Vorbehandlung
 - Angeschnittene Zellen (1x, 2x, entmantelt)



Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Projekt HydroLIBRec - Hydromechanische Route

Elektrohydraulische Zerkleinerung

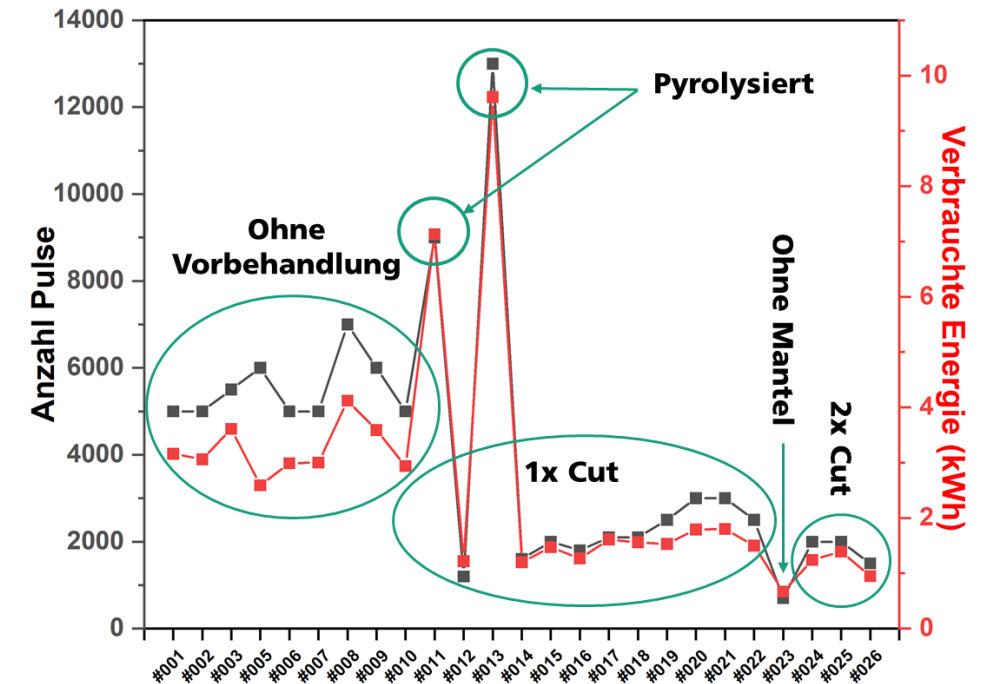


Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

Projekt HydroLIBRec - Hydromechanische Route

Versuchsreihe mit je 30 Zellen

- Entladung von 40 kV mit einer Frequenz von 1,5 Hz
 - Öffnung der Zellgehäuse
 - Graduelle Entschichtung der Folien
 - Prozessierung der Zellen bis zur vollständigen Trennung
- Resultat: Folienfragmente, Schwarzmasse, Prozesswasser
- Energieverbrauch (optimiert) < 1kWh pro 2kg Zellen**



Batterierecycling am Fraunhofer IWKS

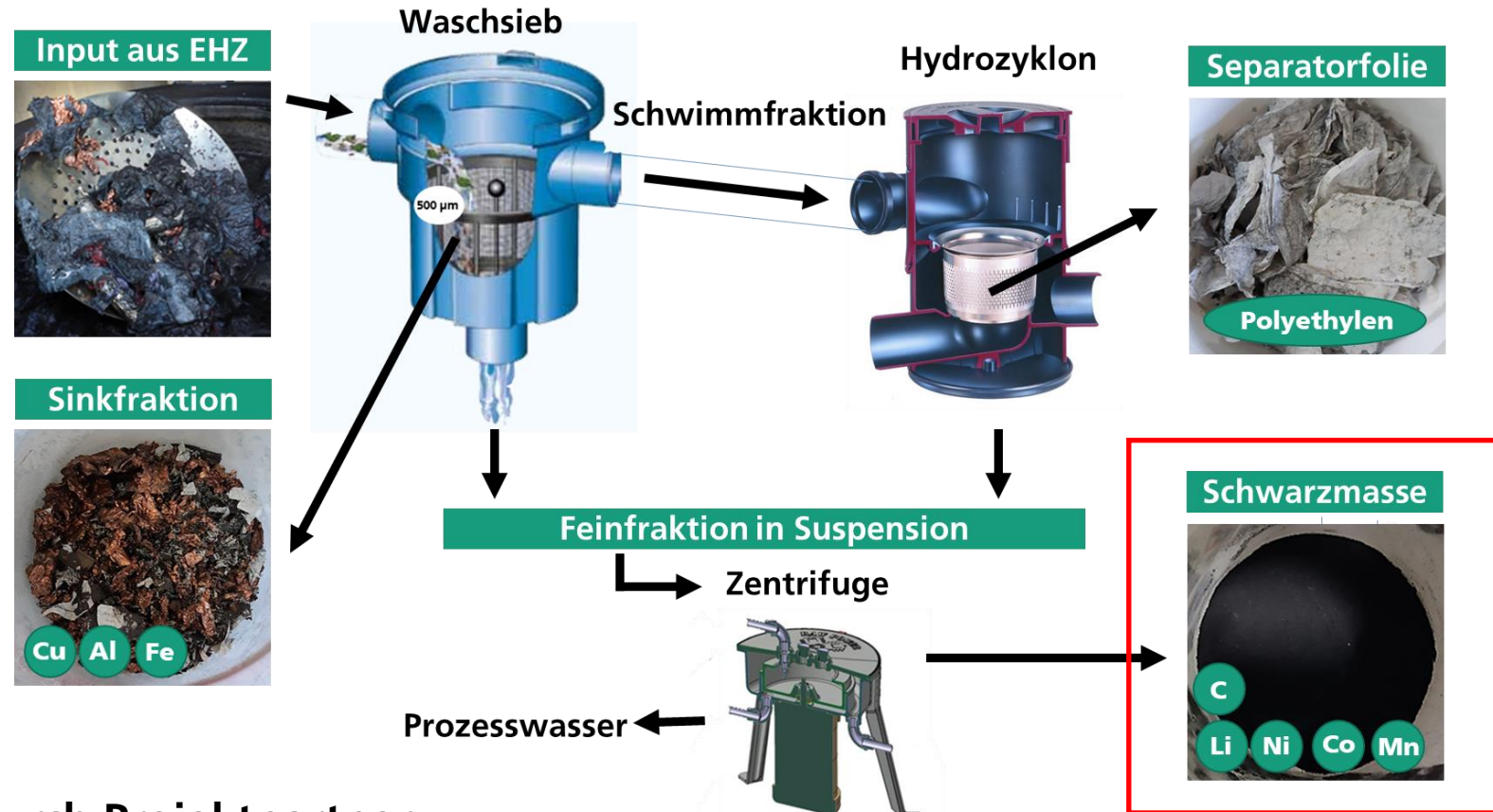
Projekt HydroLIBRec - Hydromechanische Route

- Einfache und automatisierte Trennung nach der EHZ
- Skimmen, Sieben und Zentrifugieren
- Abschließende Trocknung aller Fraktionen

Qualität & Ausbeute (optimiert):

- Reinheit Schwarzmasse >95 %
- Verunreinigungen Al, Cu, Fe <5 %
- Ausbeute im Schnitt >95% (über 30 batches)

→ **Aufarbeitung der Schwarzmasse durch Projektpartner**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



PD Dr. habil. Benjamin Balke-Grünwald
Leitung Energiematerialien
Fraunhofer IWKS
Aschaffener Str. 121
63457 Hanau
benjamin.balke@iwks.fraunhofer.de
+49 6023 32039-899

Tobias Necke
Projektleitung SeRoBatt
Fraunhofer IWKS
Aschaffener Straße 121
63457 Hanau
tobias.necke@iwks.fraunhofer.de
+49 6023 32039-837

