

Wiederaufbereitung versus Recycling von Li-Ionen-Akkus – wichtige Beiträge für nachhaltige Batteriekonzepte auch im globalen Kontext

Kompetenzen der Liofit GmbH

- Inhabergeführt, Seit 2013 in Kamenz aktiv, derzeit 32 MA
- Erste Firma in Deutschland, welche Akkuherstellungs- und Akkurecyclingkompetenz unter einem Dach bündelt
- Entsorgungsfachbetrieb
- Eigene Entwicklungsabteilung (5 MA Elektronik + Batteriedesign)
- Mitglied des BMBF-Managementkreis der Kompetenzclustern „Recycling / Green Battery“ und „Batterienutzungskonzepte“
- Mitglied im Recyclingbereich von EuBatIn (Europäische Batterieinitiative)
- ISO 9001 zertifiziert, EMAS /inkl. ISO 14001 in Vorbereitung

In Deutschland verkaufte Pedelecakkus

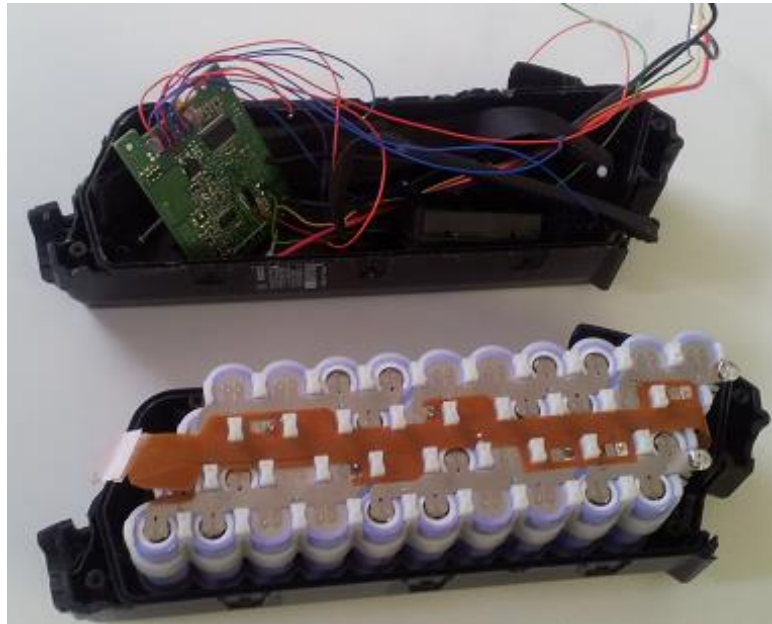
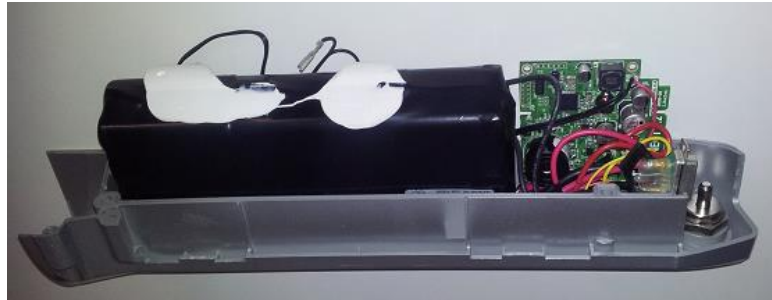
Jahr	Anzahl	kWh	
2014	400 T	160.000	
2019	1.400 T	560.000	
2020	2.000 T	800.000	Entspricht 20T Elektroautos

Was will die Liofit

Wir wollen
entsprechend der
fünfstufigen
europäischen
Abfallhierarchie die
ersten 3 Stufen
besetzen.



Aufbau Pedelec-Akku



- Besteht aus

- Gehäuse
- Platine mit Batteriemangement
(Schutz vor Tiefentladung, + Überladung +
Überhitzung + Überlastung (Kurzschluß))
- Li-Ionen-Zellen
(Reihen- und Parallelschaltung der Zellen
entsprechend der gewünschten Parameter)

Akkureparatur

These: Akkureparatur ist illegal

Richtig ist:

Die Akkureparatur ist im BattG bisher gesetzlich nicht geregelt.

Zum einen erfüllt ein Hersteller, welcher Reparaturen generell missbilligt, die sich aus dem Kreislaufwirtschaftsgesetz ergebenden Anforderungen nicht.

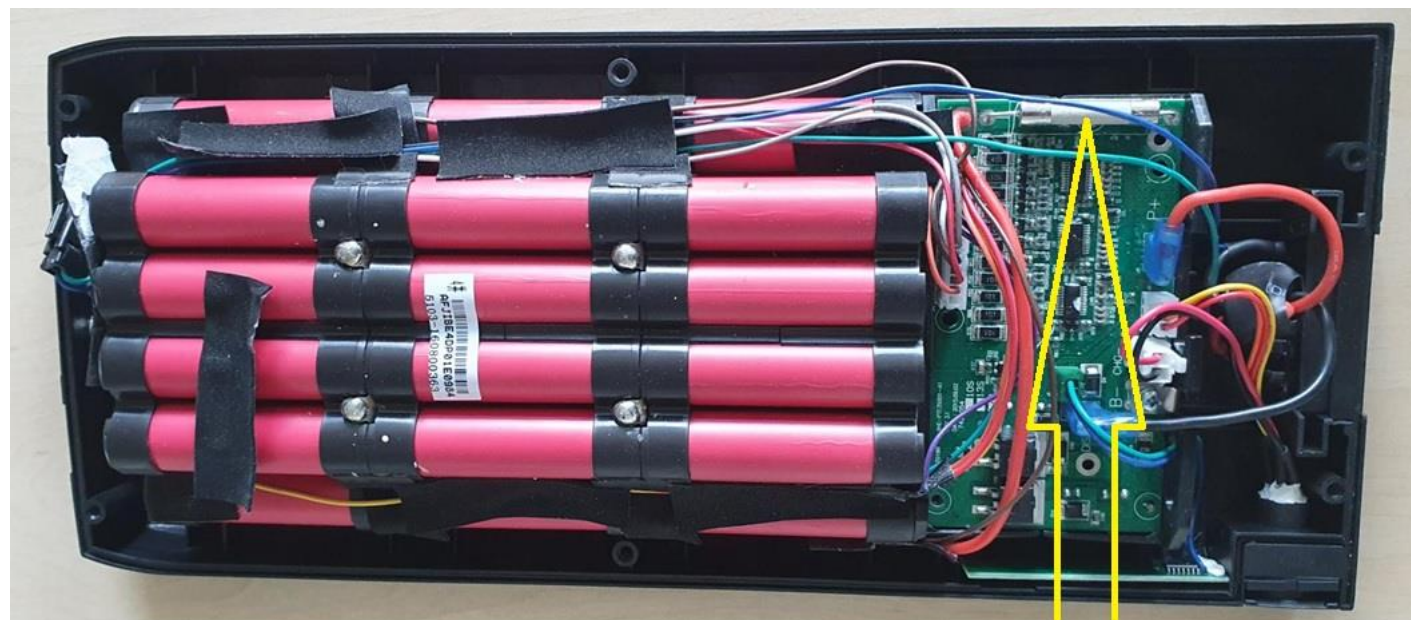
Zum anderen sind die Anforderungen an die Reparatere als neue Inverkehrbringer nur durch innovative Auslegung von Sonderregelungen erfüllbar.

Akkureparatur

These:

Akkureparatur ist sinnvoll

Bei vielen Akkus –
eindeutig ja.



Lastsicherung

Second-Life-Szenarien und Li-Batterie-Recycling

„Important Project of Common European Interest - IPCEI EuBatIn“

Gefördert durch:

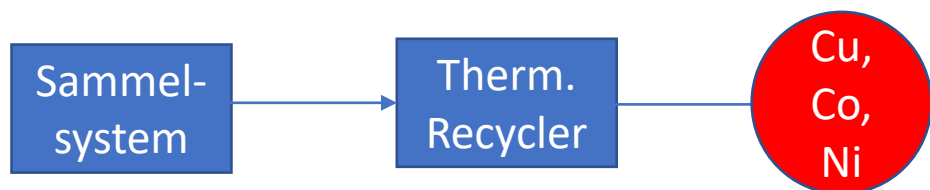


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



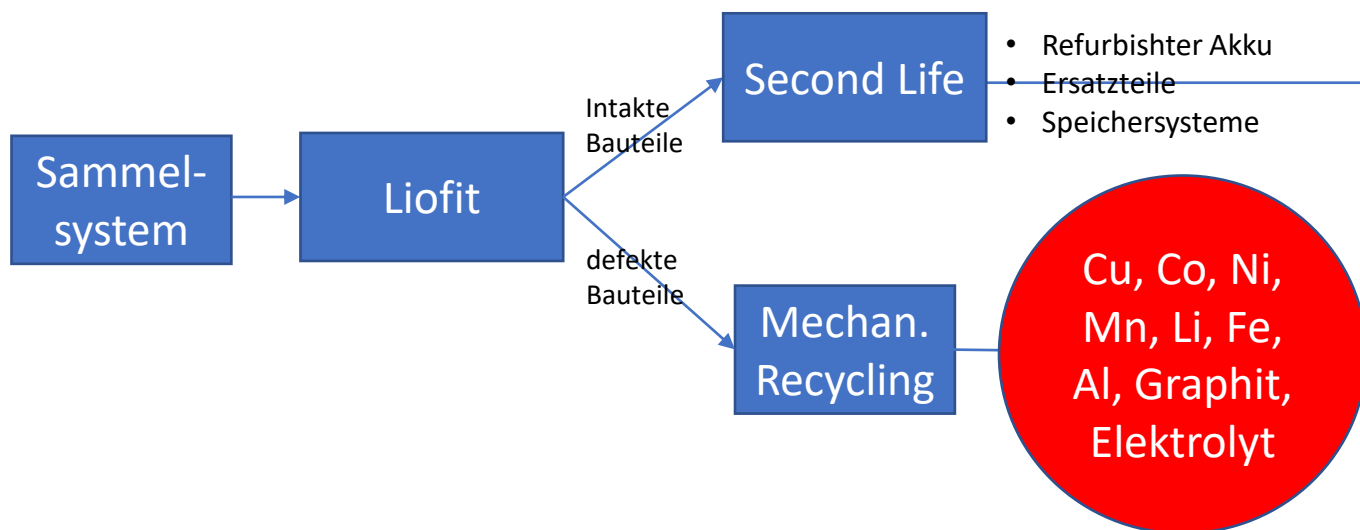
Gefördert durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Verkehr mit Steuermitteln auf Grundlage des vom
Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes

Derzeitiger Weg eines Altakkus



- Energieintensiv
- Teuer (bis 3000 Euro pro Tonne)
- Hoher CO₂-Ausstoss
- Stoffl. Recyclingquote bei 30%

Besserer Weg für einen Altakku



- Kann den mechanischen Recyclingprozess subventionieren
- Ökonomisch
- Umweltfreundlich

- Geringer Energieverbrauch (Restladung der Akkus wird genutzt)
- Alle Komponenten sind werthaltig
- 4,8t weniger CO₂ pro Tonne Altakkus (gesamtes Verfahren)*
- Stoffl. Recyclingquote bei 91%*

Projektvorstellung

- Das vorgeschlagene Projekt ist interdisziplinär angelegt und soll erstmals die Verbindung zwischen Wiederverwendung und Recycling darstellen.
- Aufbau einer Demonstrationsanlage für die Prüfung auf Wiederverwendung und anschließendem Recycling von Fahrradakkumulatoren
 - Dies wäre das erste Mal, dass dies an einem gemeinsamen Standort durchgeführt wird.
 - Der Prozess soll so entwickelt werden, dass durch Demontage und Überprüfung noch verwertbare Teile der Akkumulatoren erkannt werden können.
 - Erlöse aus der Wiederverwendung solcher Komponenten sollen dann den eigentlichen Recyclingprozess wirtschaftlich stützen und gesamtheitlich betrachtet, damit auch die ökologische Bilanz bei der Produktion und Verwendung von Akkumulatoren verbessern.
- Die aus dem mechanischen Recyclingprozess entstehenden Materialien gehen wieder in die Batterieproduktion ein, somit wird ein weiterer konkreter Beitrag zu einer nachhaltigen Batterieproduktion in Europa geleistet.

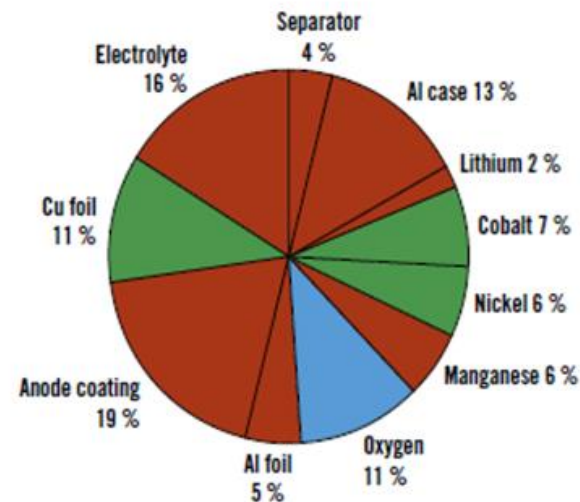
Projektvorstellung

- Wiederverwendungsszenarien + Recycling von Fahrradbatterien

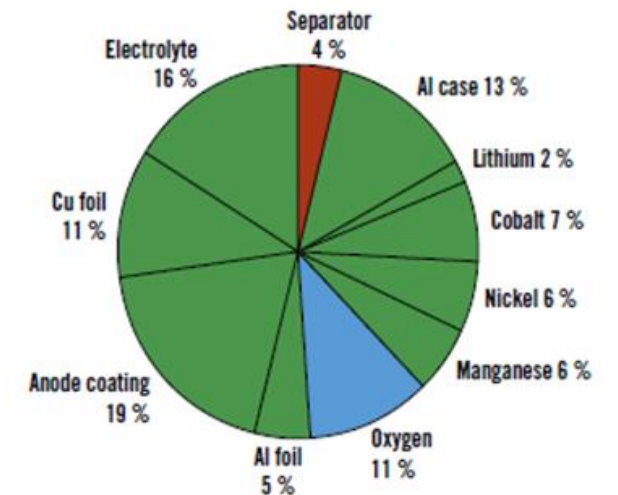
- Re-use-Ansatz
- Nutzungsrate der Batterie signifikant zu erhöhen
- Ersetzen der derzeit praktizierten Hochtemperaturprozesse

Pyrolytic Recycling

State of the Art



Mechanical Recycling



Green: material recycling

Red: other recycling or disposal (landfill, construction material, incineration)

Aus www.duesenfeld.de

Arbeitspaket: Typsortierung und Kategorisierung

Sortierung nach Chemie:

- ICR: LiNiCoMnO_2 , LiNiCoAlO_2 usw.
- IMR: LiMn_2O_4
- INR: LiNiCoMn mit geringerem Co-Gehalt
- IFR: LiFePO_4

Sortierung nach Einsatz

- Hochvolt-Traktionsbatterien
- Batterien nach Niederspannungsrichtlinie (eScooter; Pedelec)
- Andere

Sortierung nach Zellform

- Pouch
- Hardcase/Prismatisch
- Zylindrisch

Arbeitspaket: Typsortierung und Kategorisierung

- Dafür haben wir eine SQL-basierte Akkudatenbank programmiert und füllen diese gerade.
- Jeder Pedelec-Akku wird fotografiert + es muss die jeweilige Zelle und deren Zellchemie definiert werden (z.Z. 220 Akkus / 600 Typen).
- Parallel kategorisieren wir das Polymergehäuse nach Material und prüfen, dieses später geschreddert einer weiteren Verwendung zuführen (75 % der Akkus sind PC, ABS oder ASA, also schlagzähe Polymere)

Arbeitspaket: Moduldemontage

Das *zerstörungsfreie* Öffnen von Gehäusen mit Spezialwerkzeug für deren Weiterverwendung wird bereits bei Liofit praktiziert.

Das ist aber für den späteren Recyclingprozess zu langsam.

Arbeitspaket: Moduldemontage

Es werden automatisierte Verfahren zum sicheren Öffnen der Akkus entwickelt.



Arbeitspaket: Zellenschnelltest

Wir haben einen eigenen Schnelltester entwickelt. Durch das Entschlüsseln einer Vielzahl von Akku-Kommunikationsprotokollen kann dieser die wichtigsten Parameter von Akkus auslesen. Über 90% der in Deutschland eingesetzten Fahrradakkus lassen sich damit auslesen.

Das ist ein Riesenvorteil gegenüber den herkömmlichen Schnelltests, welche die elektrischen Eigenschaften der Akkus nutzen.

Es soll in unserer Akkudatenbank pro Zellpaketttyp ein Grenzwert hinterlegt werden, welcher zwischen SecondLife oder Recycling unterscheidet.

Arbeitspaket: Tiefenentladung

Für das mechanische Recycling ist eine Tiefstentladung des Zellpaketes notwendig.

Hier hat die Liofit ebenfalls eine Eigenentwicklung durchgeführt.

Es wurde eine Steuerung entwickelt, die es erlaubt, verschiedene Zellpakete zu detektieren und einen (bald mehrere) größeren Speicher zu laden.

Diese sind an einem großen Wechselrichter angeschlossen, die so aufgenommene Energie wird für die internen Produktionsprozesse verwendet.

Arbeitspaket: Mechanische Zellvorbereitung und Separierung der Materialien – Kooperation mit der Bergakademie Freiberg

Wir planen die Anschaffung eines Schredders , der Vorversuche beim Zellpaket- und Polymergehäuseschreddern erlaubt.

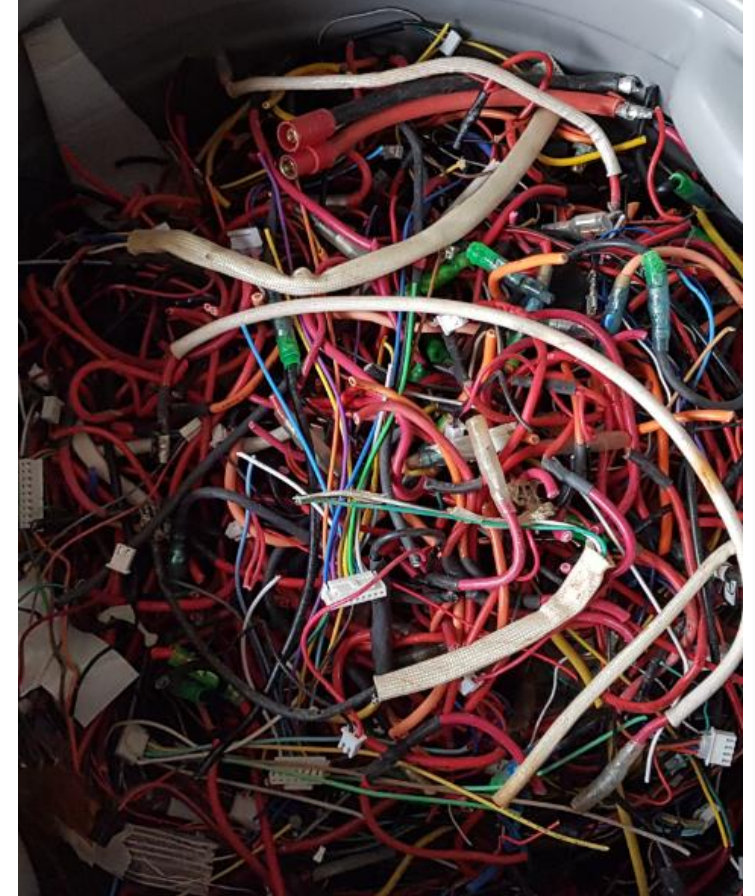
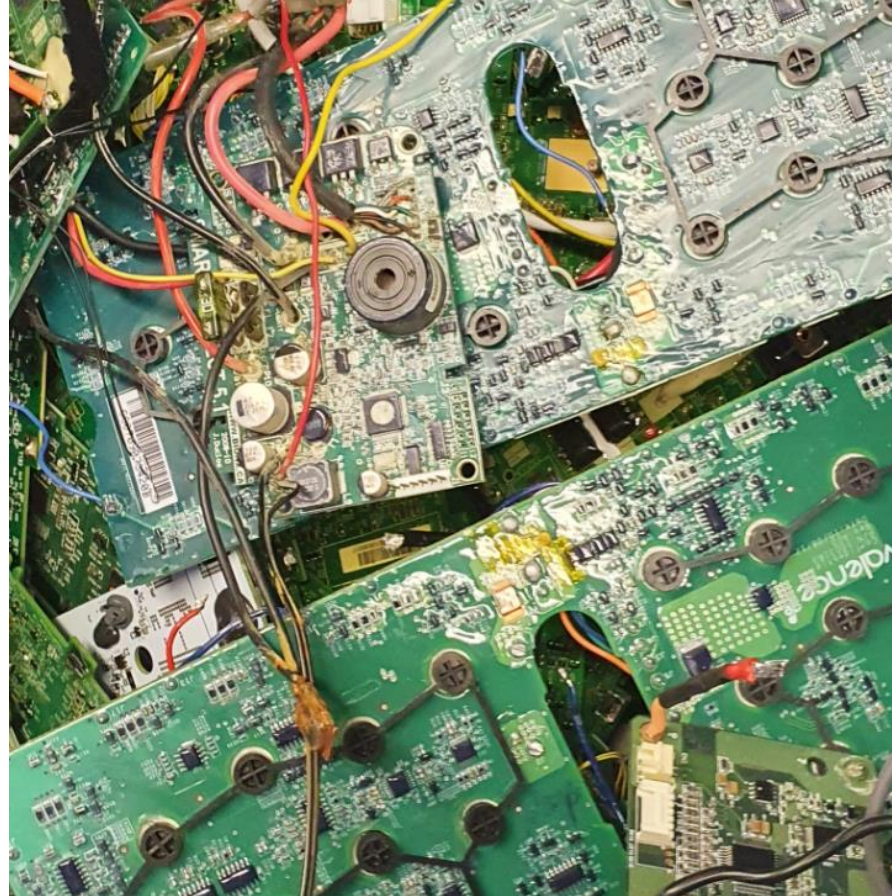
Wichtig:

Die Entscheidung muss getroffen werden, ob der Elektrolyt vor oder während des Zerkleinern entfernt wird.

Arbeitspaket: Mechanische Zellvorbereitung und Separierung der Materialien



Aluminiumgehäuse



Elektronikschrott

Arbeitspaket: Polymergehäuserecycling

Mit einem Fraunhofer-Institut erarbeiten wir zur Zeit Grundlagen zum Akkugehäuserecycling.

Wir haben gerade eine Studie in Auftrag gegeben, wieviel Granulat in welcher Reinheit

- von Polycarbonat (bspw. Panasonic),
- von ASA (Acrylester-Styrol-Acrylnitril – bspw. Bosch)
- oder ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol – bspw. BionX)

für neue schlagzähe Akkugehäuse zugemischt werden kann.

2 Schwerpunkte:

1. Wieviel Prozent „Fremdkörper“ sind tolerierbar – (Ökodesign-Richtlinie betrachten!!!)
2. Wieviel Kunststoffgranulat kann ich der neuen Spritzgussmasse beimischen

Schwarzmasse



Erste Testergebnisse beim Zellpacketschreddern
Dieses geschredderte Anoden/Katodengemisch wird anschließend von Spezialisten aufgereinigt und dient als Rohstoff für die erneute Produktion von Li-Ionen-Akkus.



Diese Schwarzmasse ist vom elektrochemischen Potential und Brennbarkeit ungefährlich.

Ökonomische Betrachtung

Pyrometallurgisches Recycling	Preis	Mechanisches Recycling	Preis
Pro Tonne (300 – 350 Akkus) je nach Recycler	1 – 3 TEuro	Pro Tonne Schwarzmasse ohne Aufreinigung (für unser Verfahren wird die beim Entladen des Zellpaketes gewonnene Energie genutzt)	In Verhandlung – wird positiv
		Pro Tonne Polymergehäuse nach Polymerklasse sortiert	In Verhandlung – ist positiv
		Pro Tonne Aluminiumgehäuse	In Verhandlung – ist positiv
		Pro Tonne Leiterplatten	In Verhandlung – ist positiv
		Pro Tonne Kabel	In Verhandlung – ist positiv

Bei Differenz von 2 TEuro pro Tonne ergibt sich eine Spanne von 6 Euro pro Akku -
 Richtig rechnet sich das Verfahren, wenn intakte Komponenten wie Zellpaket o. Platine weiter verwertet wird.

Betrachtungen

Aus Sicht des mechanischen Recyclers	Aus Sicht des Reparateurs
<p>Um mechanisch zu Recyceln, muss ich den Akku öffnen und am Batteriemanagementsystem vorbei das Zellpaket entladen.</p>	<p>Um zu reparieren, muss ich den Akku öffnen, um an die verschlissene oder defekte Komponente zu kommen.</p>
<p>Da bietet sich das Zerlegen, Sortieren und anschließendes sortenreines Recycling (Elektronik, Kunststoff, Zellpaket) an</p>	<p>Da bietet sich das Sortieren der irreparablen Komponenten und anschließendes sortenreines Recycling (Elektronik, Kunststoff, Zellpaket) an.</p>

Gesetzgeberische Betrachtung

Wir sind sowohl mit den Verantwortlichen seitens der EU (EU-Batterierichtlinie) als auch mit dem Umweltbundesamt im (neues BattG) im Austausch.

Die Akkureparatur soll hier legalisiert werden, die Akkus sind nach der Ökodesign-Richtlinie zu bauen.

Auch müssen wir in naher Zukunft das Recyclingverfahren wechseln. Die geforderten Recyclingquote erreicht man am einfachsten mit dem mechanischen Verfahren.

Fazit:

- Akkus müssen nach der Ökodesign-Richtlinie gebaut werden.
- Akkus müssen reparierbar sein.
- Dafür brauchen wir Zertifizierungen (unabhängig oder durch Hersteller).
- Nur wirklich nicht mehr marktfähiges sollte recycelt werden.
- Das mechanische Recycling ist dem pyrometallurgischen Recycling in der Umweltbilanz und der stofflichen Recyclingquote überlegen.
- Die Liofit GmbH baut derzeit diese Technologie auf.

Fragen beantwortet Ihnen:

Dr. Ralf Günther

info@liofit.com

www.liofit.com

Akkureparatur

These: Akkureparatur ist gefährlich

Richtig ist: Ja, wenn es von Bastlern gemacht wird.



Akkureparatur

These: Akkutransporte sind gefährlich

Richtig ist: Nein, wenn man Sicherheitsstandards einhält

Die Analyse bekannter Schadensereignisse zeigte, dass seit Einführung der GRS-Sicherheitsstandards keine relevanten Unfälle bei der Sammlung von Lithium-Batterien in den GRS Rücknahmesystemen festzustellen sind. Auch ist festzustellen, dass die separate Rücknahme von Lithium-Batterien vom Endverbraucher auf kommunaler und gewerblicher Ebene sehr gut funktioniert. Alle GRS bisher bekannten Schadensereignisse sind vielmehr auf einen falschen Entsorgungsweg (zum Beispiel über die Papier- oder Wertstofftonne) oder einen unsachgemäßen Umgang mit Elektroaltgeräten und Lithium-Batterien zurückzuführen, insbesondere in Abfallbehandlungs- und -verwertungsanlagen.

Dr. Ing J. Hobohm, Stiftung GRS Batterien, „Pfandsysteme – Ein geeigneter Lösungsweg zur Verbesserung der Rücknahme von Lithium-Alt Batterien (?); Müll und Abfall 3/21, S. 150.

Akkureparatur

Sollte Akkureparatur durch das BattG legalisiert werden?

Ja, durch **zertifizierte Fachbetriebe**.

Im Moment wird in den beteiligten Ministerien diskutiert, inwieweit ein Bestandteil eines Entwurfes einer europäischen Batterierichtlinie in das BattG übernommen werden kann.

EN 50604 / BATSO-Zertifizierung könnte dafür eine Grundlage bieten.