

Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Recy&Depotech, 13. November 2024

Bettina Rutrecht, Cornelia Rutkowski, Thomas Hafner,
Astrid Arnberger, Robert Hermann, Thomas Nigl,
Roland Pomberger



Coordinated by



Financially supported by



Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Einleitung



Herausforderungen



Fazit

Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Einleitung



Herausforderungen



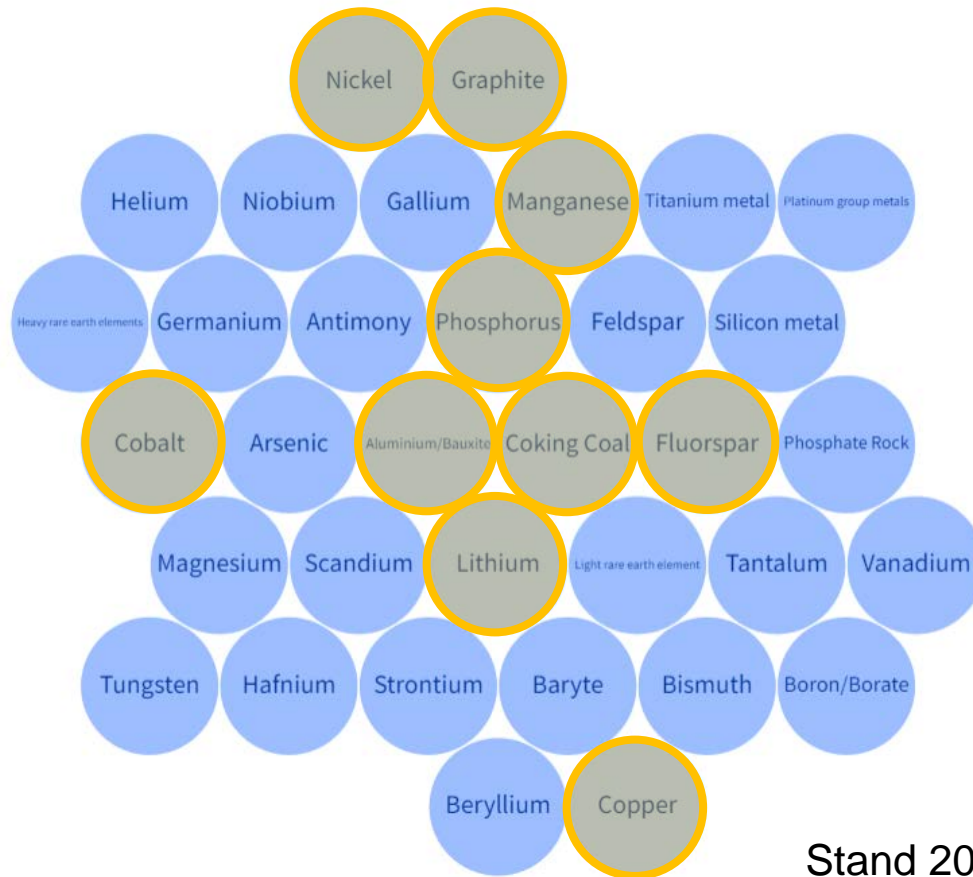
Fazit

- Stärkung der **Versorgung** mit kritischen Rohstoffen und der europäischen Lieferketten
- **Diversifizierung** der EU-Importe, um strategische Abhängigkeiten zu verhindern
- Stärkung des **Monitorings** der Wertschöpfungsketten
- Verbesserung der Kreislauffähigkeit und **Nachhaltigkeit**



Kritische Rohstoffe für Energie und Mobilitätswende

Lithiumionenbatterien als Energiespeicher der Zukunft



Materialien in einer Lithium-Ionen-Batterie mit 400 kg

1	126 kg Aluminium	7	21 kg Kunststoff
2	71 kg Graphit	8	12 kg Mangan
3	41 kg Rest	9	9 kg Kobalt
4	41 kg Nickel	10	9 kg Elektronik
5	37 kg Elektrolyt	11	8 kg Lithium
6	22 kg Kupfer	12	3 kg Stahl

Quelle: Volkswagen, 2021

289 kg CRM... oder 72%



■ Gesetzliche Vorgaben bis 2030

- **rRE = 70% Recycling**

bis dato 50%

- **rRM = 95% Co**

- **95% Cu**

- **80% Li**

- **95% Ni**

- **95% Pb**

bis dato keine Vorgaben



Gesamteffizienz des Recyclingprozesses



Rückgewinnungsrate pro Element



■ Gesetzliche Vorgaben bis 2030

• **rRE = 70% Recycling**

bis dato 50%

• **rRM = 95% Co**

• **95% Cu**

• **80% Li**

• **95% Ni**

• **95% Pb**

bis dato keine Vorgaben

Die Berechnungsformeln

$$r_{RE} = \frac{\sum m_{output}}{m_{input}} \times 100\% \text{ [mass\%]}$$

$$r_{RM}(TM) = \frac{\sum m_{TM,output-point}}{m_{TM,input}} \times 100\% \text{ [mass\%]}$$

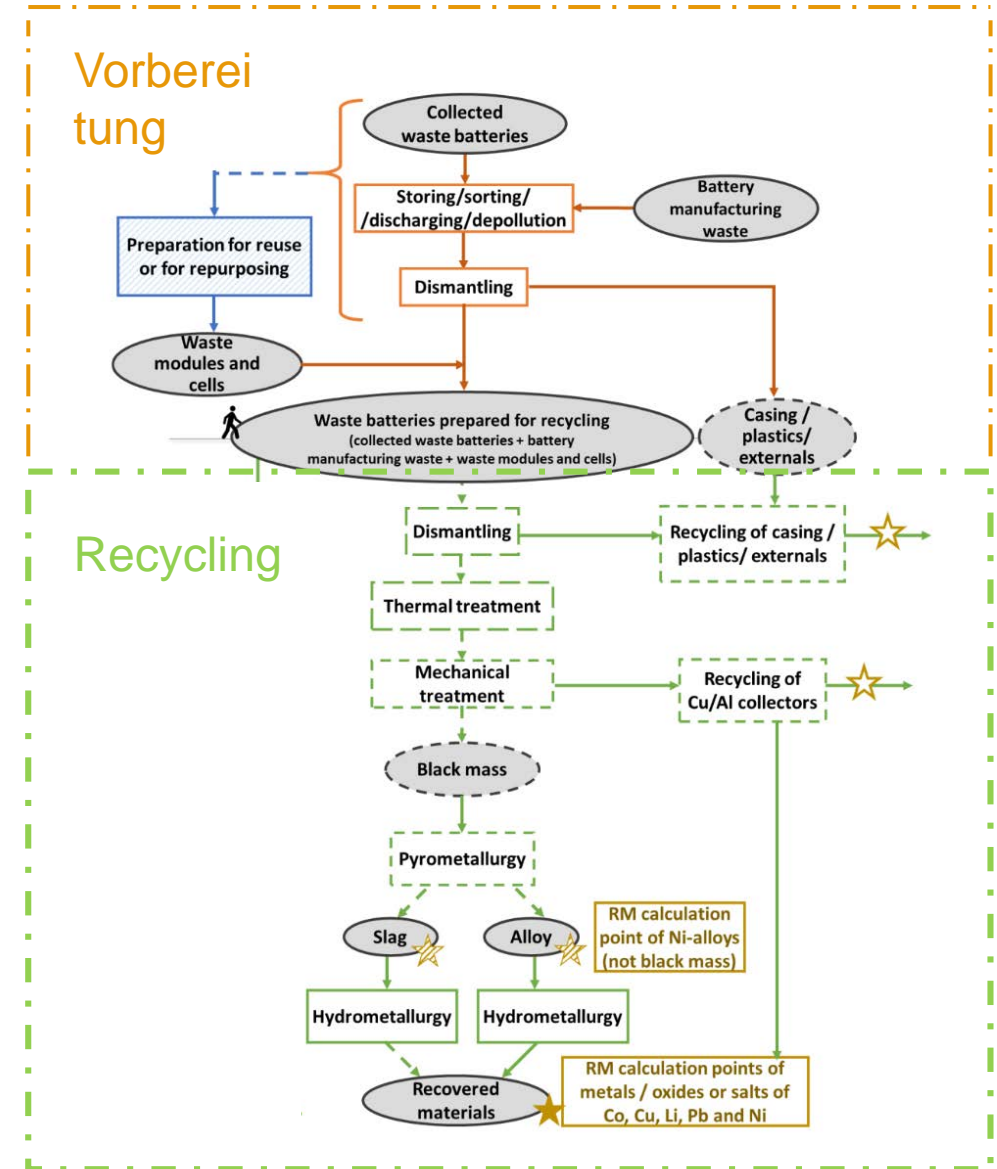


$$r_{RE} = \frac{\sum m_{output}}{m_{input}} \times 100\% \text{ [mass\%]}$$

$$r_{RM(TM)} = \frac{\sum m_{TM,output-point}}{m_{TM,input}} \times 100\% \text{ [mass\%]}$$

Der LIB Recyclingprozess

★ ★ Output



Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Einleitung



Herausforderungen

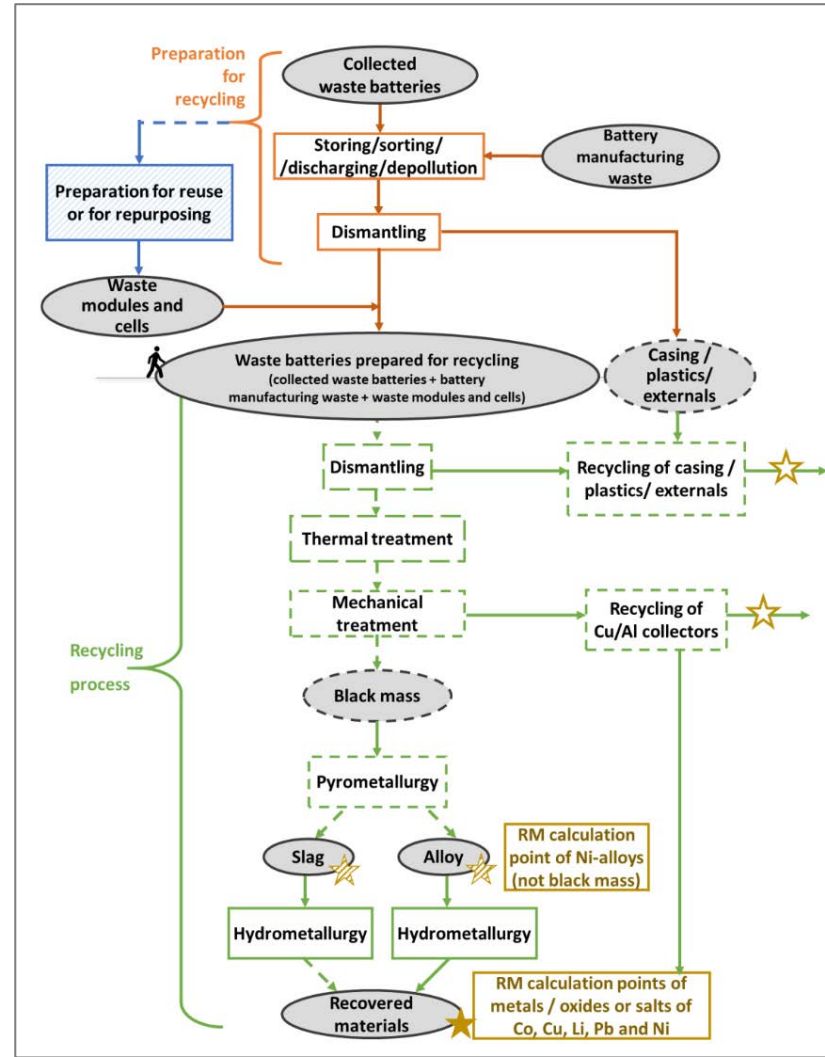


Fazit

Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

 **“First recycler” ist für Berichtslegung verantwortlich.**



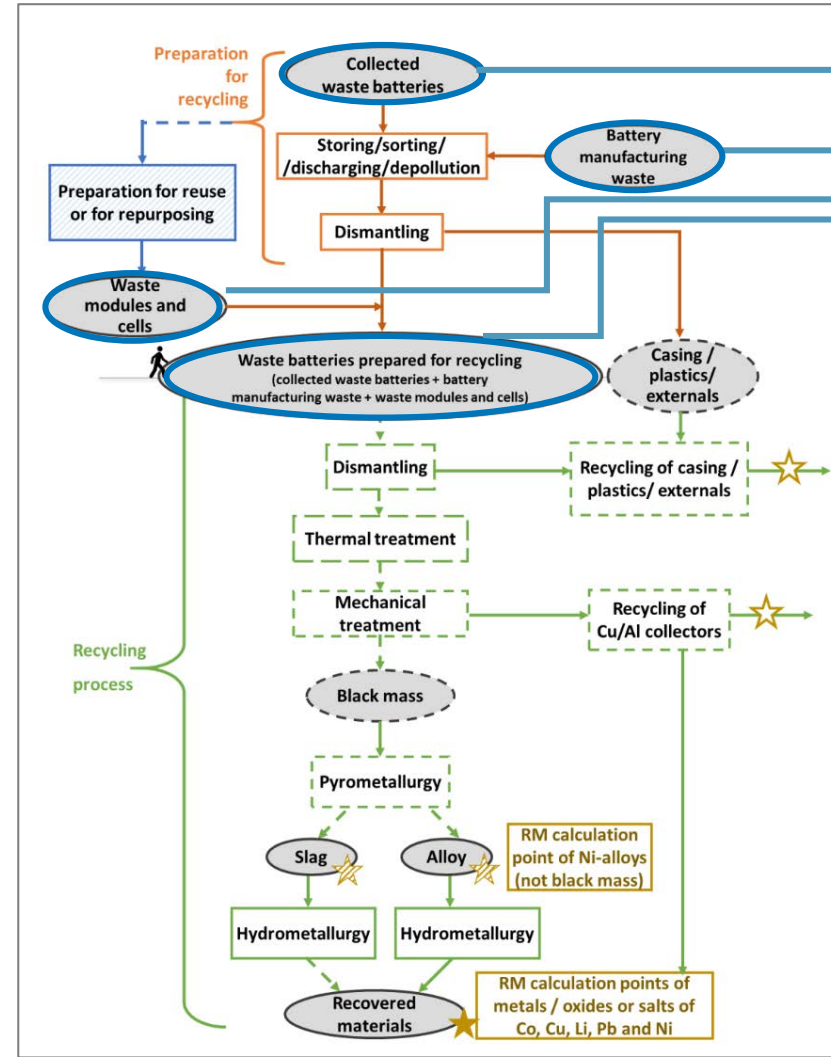
★ Output ★ Zukünftiger Output  First recycler



Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

“First recycler”
ist für Berichtslegung
verantwortlich.



Wie mit Multi-Input umgehen?

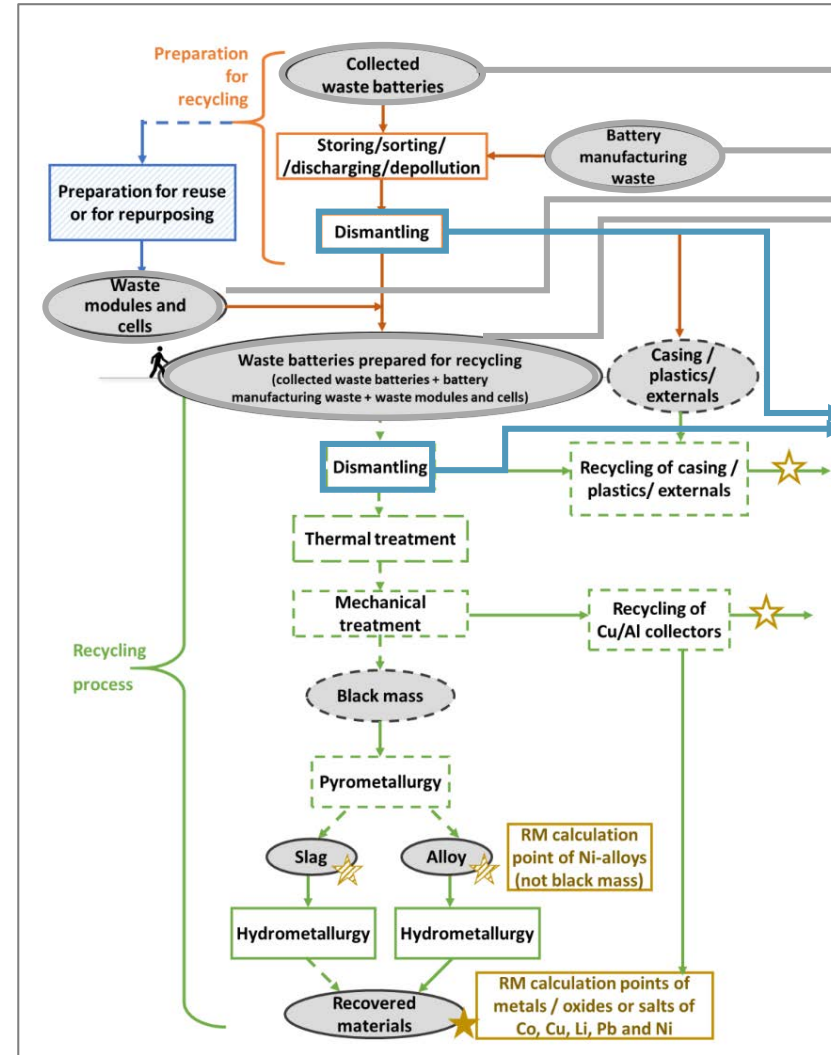
- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe



Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

 **“First recycler”**
ist für Berichtslegung
verantwortlich.



Wie mit Multi-Input umgehen?

- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe



Welchen Beitrag liefert die Demontage?

- Informationsaustausch mit Vorkette bei a-priori Zerlegung
- Analyse großer, heterogener Stoffströme
- Geringer wirtschaftlicher Wert
- Zukünftiger Output = 100% recycled?



Output



Zukünftiger Output



First recycler

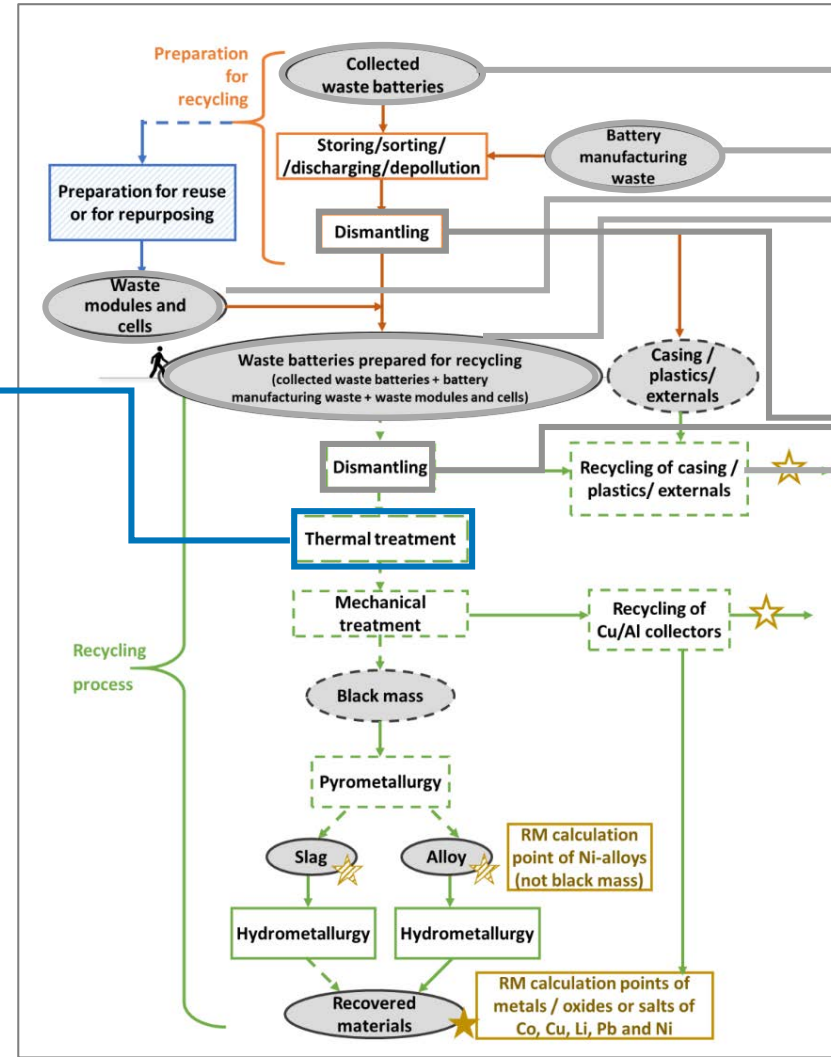
Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

“First recycler” ist für Berichtslegung verantwortlich.

Wie mit Emissionen umgehen?

- Abgasstrom als Blinder Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)



Wie mit Multi-Input umgehen?

- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe



Welchen Beitrag liefert die Demontage?

- Informationsaustausch mit Vorkette bei a-priori Zerlegung
- Analyse großer, heterogener Stoffströme
- Geringer wirtschaftlicher Wert
- Zukünftiger Output = 100% recycled?



★ Output

★ Zukünftiger Output

🚶 First recycler

Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

“First recycler”
ist für Berichtslegung
verantwortlich.

Wie mit Emissionen umgehen?

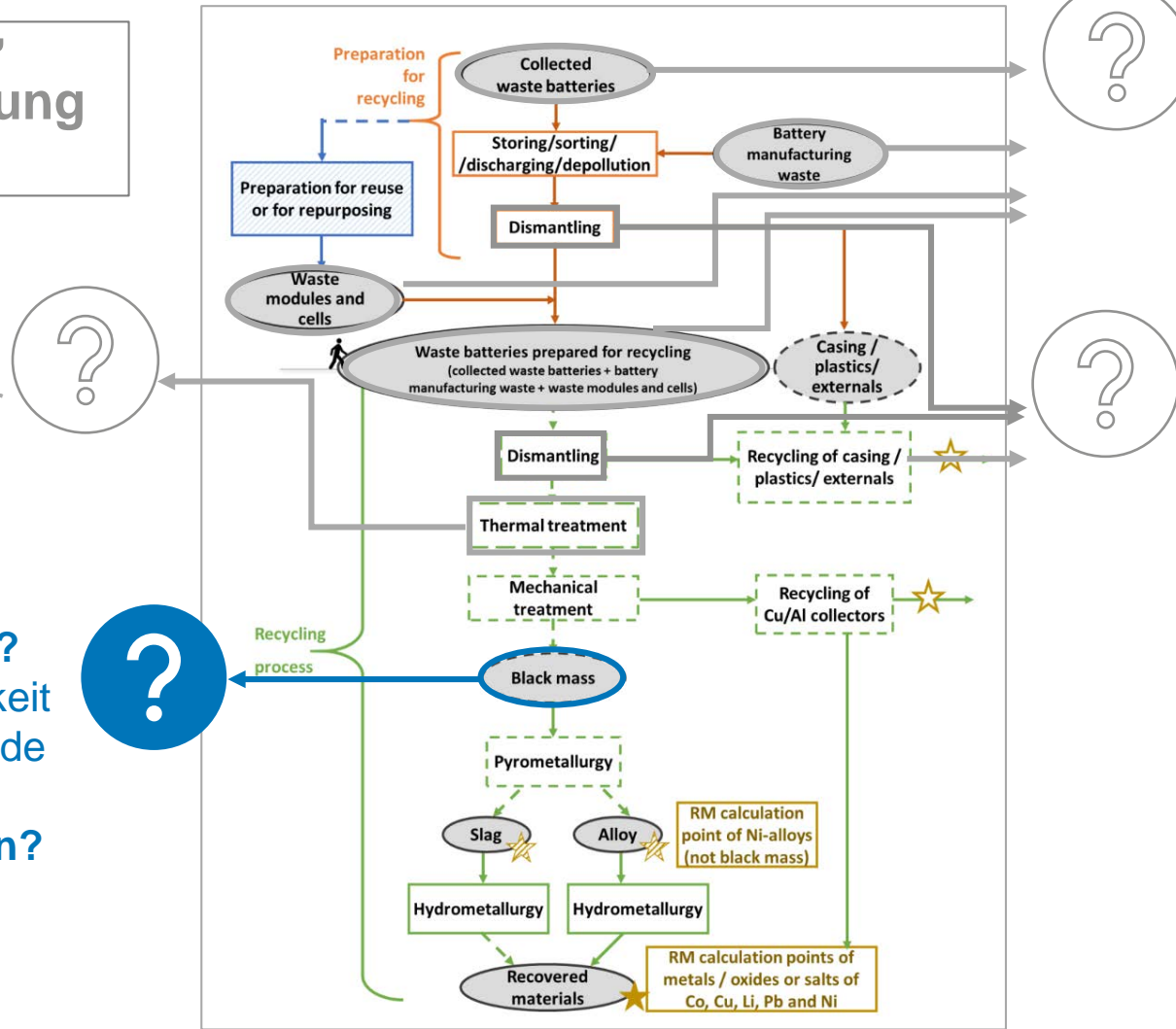
- Abgasstrom als Blinder
Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)

Welche Zusammensetzung?

- Probenahme und –häufigkeit
- Chemische Analysemethode
- Mit oder ohne O₂ und C

Wie fließen Unreinheiten ein?

- Fe, Al, Cu,...



Wie mit Multi-Input umgehen?

- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe

Welchen Beitrag liefert die Demontage?

- Informationsaustausch mit
Vorkette bei a-priori Zerlegung
- Analyse großer, heterogener
Stoffströme
- Geringer wirtschaftlicher Wert
- Zukünftiger Output = 100%
recycled?



Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

“First recycler”
ist für Berichtslegung
verantwortlich.

Wie mit Emissionen umgehen?

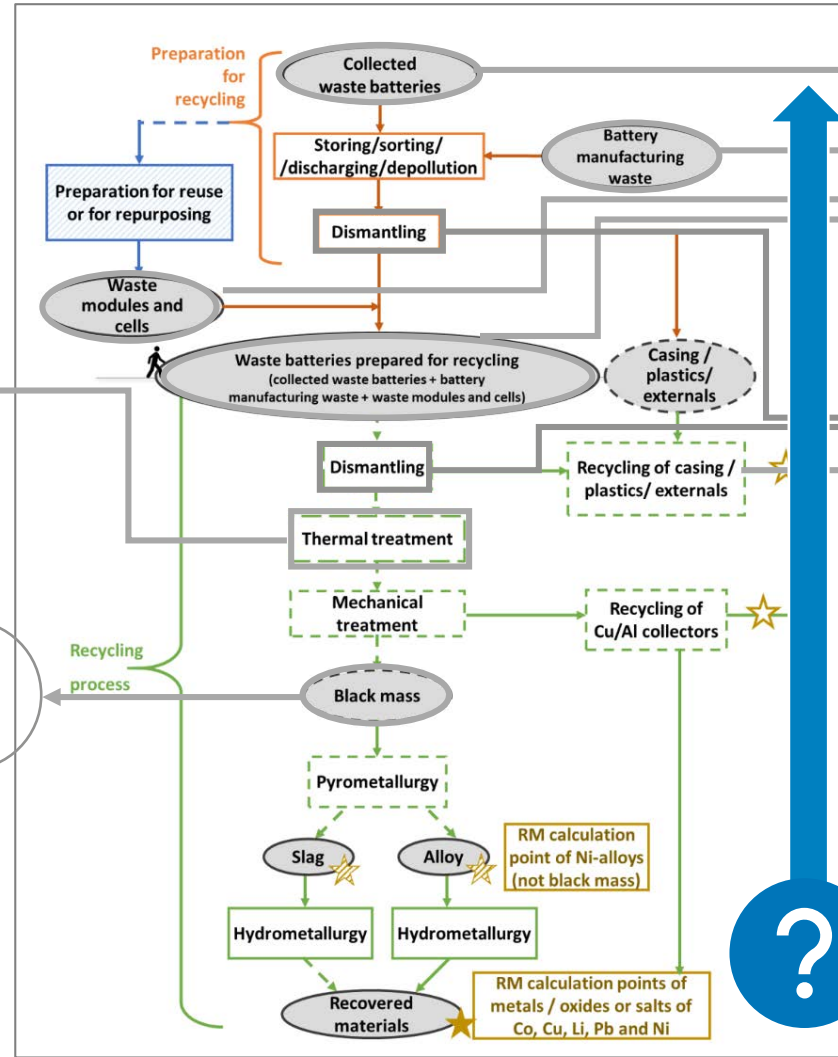
- Abgasstrom als Blinder
Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)

Welche Zusammensetzung?

- Probenahme und –häufigkeit
- Chemische Analysemethode
- Mit oder ohne O₂ und C

Wie fließen Unreinheiten ein?

- Fe, Al, Cu,...



Wie mit Multi-Input umgehen?

- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe

Welchen Beitrag liefert die Demontage?

- Informationsaustausch mit
Vorkette bei a-priori Zerlegung
- Analyse großer, heterogener
Stoffströme herausfordernd
- Geringer wirtschaftlicher Wert
- Zukünftiger Output = 100%
recycled?

Wie ab Berechnungspunkt zurückrechnen?

- Li, Co, Cu, Ni,....
- Genauigkeit, Präzision
- Kosten



Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette



“First recycler”
ist für Berichtslegung
verantwortlich.

Wie mit Emissionen umgehen?

- Abgasstrom als Blinder Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)

Welche Zusammensetzung?

- Probenahme und –häufigkeit
- Chemische Analyseverfahren
- Mit oder ohne O₂ und C

Wie fließen Unreinheiten ein?

- Fe, Al, Cu,...



Stimmt die Berechnung?

- Vollständigkeit
- Genauigkeit
- Präzision
- Einschränkungen
- Gefahr der Doppelmeldung



Wie mit Multi-Input umgehen?

- Li-Primärbatterien
- Lithiumionenakkus
- Produktionsabfälle
- Fehlwürfe



Welchen Beitrag liefert die Demontage?

- Informationsaustausch mit Vorkette bei a-priori Zerlegung
- Analyse großer, heterogener Stoffströme herausfordernd
- Geringer wirtschaftlicher Wert
- Zukünftiger Output = 100% recycled?

Wie ab Berechnungspunkt zurückrechnen?

- Li, Co, Cu, Ni,....
- Kosten



Output



Zukünftiger
Output



First recycler

Erarbeitung eines Fallbeispiels für die Branche

Kooperationsprojekt MUL, K1-MET, SDAG, Redux Recycling und TÜV Süd



Methoden

- Probenahmeplan
- Analysemethodik
- Berechnungsschema
rRE, rRM

Umsetzung

- Probenahme
- Analytik
- Datensammlung
- Berechnung

Verifizierung

- Überprüfung Daten
- Nachvollziehbarkeit
- Konsistenz und Sinnhaftigkeit

Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Einleitung



Herausforderungen



Fazit

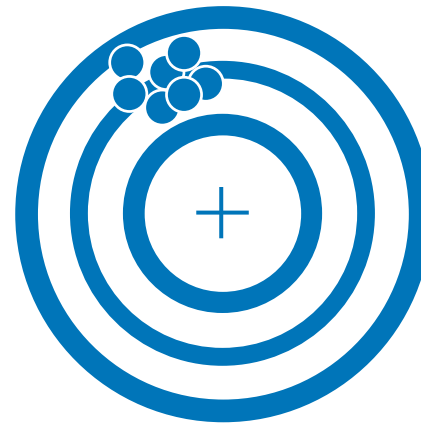


Ausblick und Fazit

Drei wichtige Botschaften



Kommunikation fördern
gemeinsam
Herausforderungen
meistern!



Bewusstsein für
Aussagekraft von Ergebnissen
der Recyclingeffizienz
schaffen!



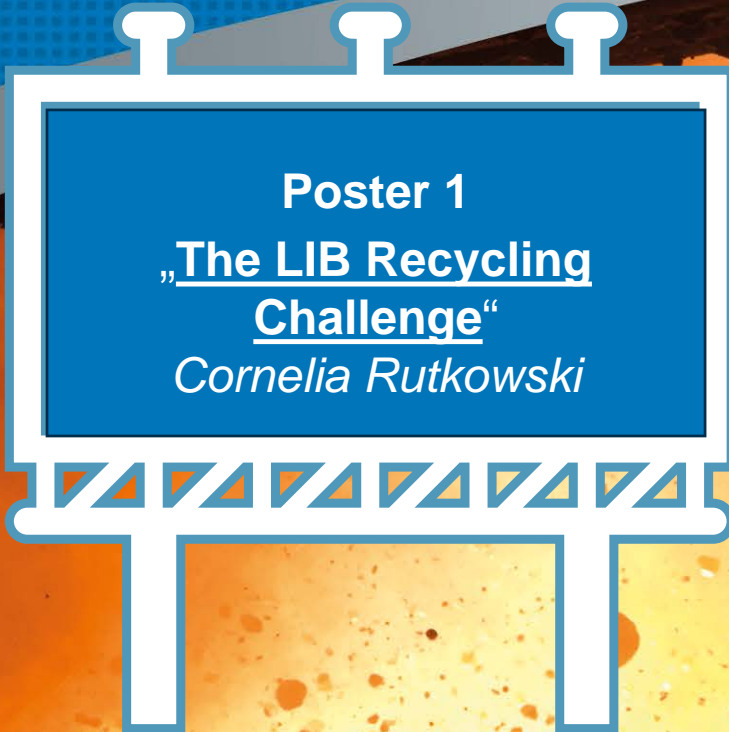
Branchenstandards
und Zertifizierungen
einführen!



Herausforderungen der neuen Recyclingeffizienzberechnung

Recy&Depotech, 13. November 2024

Bettina Rutrecht, Cornelia Rutkowski, Thomas Hafner, Astrid Arnberger, Robert Hermann, Thomas Nigl, Roland Pomberger



THE LIB RECYCLING CHALLENGE

INITIAL SITUATION
The industry is keenly anticipating the release of the **new guidelines** for is essential for securing raw materials needed for the crucial energy and **calculating recycling efficiency** under the EU Battery Regulation. From mobility transition. The introduction of key figures and mandating an EU standpoint, implementing element-based recycling quotas aligns quotas is pushing the industry to optimize its processes accordingly, with the critical raw materials strategy of the European Commission and

CHALLENGES	NEW EUROPEAN BATTERY REGULATION	Recycling ≠ Recycling
<ul style="list-style-type: none"> • Different LIB Types • Different average composition • Handling residues <ul style="list-style-type: none"> • Allocation problem of dismantling • Preparation for recycling vs. recycling • Pure materials vs. compounds • Dismantling = 100 % recycling <ul style="list-style-type: none"> • Dealing with emissions? • Exhaust gas (Li) • Losses (dust) <ul style="list-style-type: none"> • Choosing chemical analysis method • XRD, XRF, ICP, etc. • Sampling frequency • By-products • Fe, Al, Mn, C <ul style="list-style-type: none"> • Recalculating input composition from the endpoint • LFP, primary batteries • Losing information • Required level of data quality, completeness, accuracy & consistency • Securing representative sampling from an unknown heterogeneity of the bulk <ul style="list-style-type: none"> • Establishing robust verification processes by independent third parties 	<p>WASTE BATTERIES</p> <p>Preparation for Recycling SORTING, STORING, DEPOLYMERIZATION, DISCHARGING</p> <p>DISMANTLING</p> <p>Recycling process PREPARED FOR RECYCLING</p> <p>DISMANTLING</p> <p>TREATMENT</p> <p>THERMAL MECHANICAL</p> <p>BLACK MASS</p> <p>PROCESSING</p> <p>HYDROMETALLURGE PYROMETALLURGE</p> <p>Slag Alloy</p> <p>HYDROMETALLURGE</p> <p>Li, Ni, Co, Cu, Al, Casing, Plastic, External</p>	<p>According EEA¹:</p> <p>'Recycling' = resource recovery method involving: (1) collection, (2) treatment for use as raw material</p> <p>According New EBR:</p> <p>'Recycling' = resource recovery method involving: (1) collection, (2) treatment for use as raw material</p> <p>Calculation points</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calculating recovery of material • Targeted materials: Co, Cu, Pb, Li, Ni (in Annex 'XII', Part C; Regulation (EU) 2023/1542) • Recovered in materials, substances and products that can substituting primary materials, substances and products <p>Recycling efficiency rate</p> $rRE = \frac{\sum m_{recovered}}{m_{input}} \cdot 100; [\text{mass } \%]$ <p>Recovery rate of materials</p> $rRM(TM) = \frac{\sum m_{recovered} \cdot \text{point}}{m_{input}} \cdot 100; [\text{mass } \%]$ <p>"First recycler" is obligated to report</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recycler who carries out recycling in the permitted facility where the recycling process commences • If the same battery waste stream goes through more than one facility consecutively • A waste management operator who only conducts preparation for recycling, including the storage, handling and dismantling of battery packs or the separation of fractions that are not part of the waste battery itself, cannot be the first recycler
<p>How to find answers? Scientific Field Research</p>	<p>EXPLORE our Projects</p> <p>MoLiberty: DI Rutkowski C., MUL LIB recycling process from mobility applications</p> <p>FuLIBatter: DI Rutrecht B., K1-MET LIB Recycling for Recovery of Critical Raw Materials</p>	<p>DISCUSS with US at the RDT</p> <p>Limits of the rRE calculation 16:00 Uhr 13.11.24 HS Kupelwieser (1.OG)</p> <p>Innovation through Cooperation 12:00 Uhr 14.11.24 Seminarraum D (EG)</p>
<p>Let's collaborate</p> <p>Cornelia Rutkowski¹ Bettina Rutrecht² <small>cornelia.rutkowski@montan-linz.ac.at bettina.rutrecht@met.zlw.com</small> <small>+43 3502 890 44 37 +43 354 370 81 22</small></p> <p>Thomas Nigl! Roland Pomberger! <small>thomas.nigl@montan-linz.ac.at roland.pomberger@montan-linz.ac.at</small></p> <p>WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD <small>© Montanuniversität Leoben, FK1-MET</small></p>		
<p><small>REFERENCES: [1] European Battery Regulation (EBR) (2023), Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries. Office Journal of the European Union, S. 117. [2] https://www.eea.europa.eu/help/glossary/recycling. European Environment Agency</small></p> <p><small>FIGURE: Exemplary scheme for the recycling process of waste batteries. Joint Research Center (JRC). Adopted by Rutkowski.</small></p>		

