

# 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



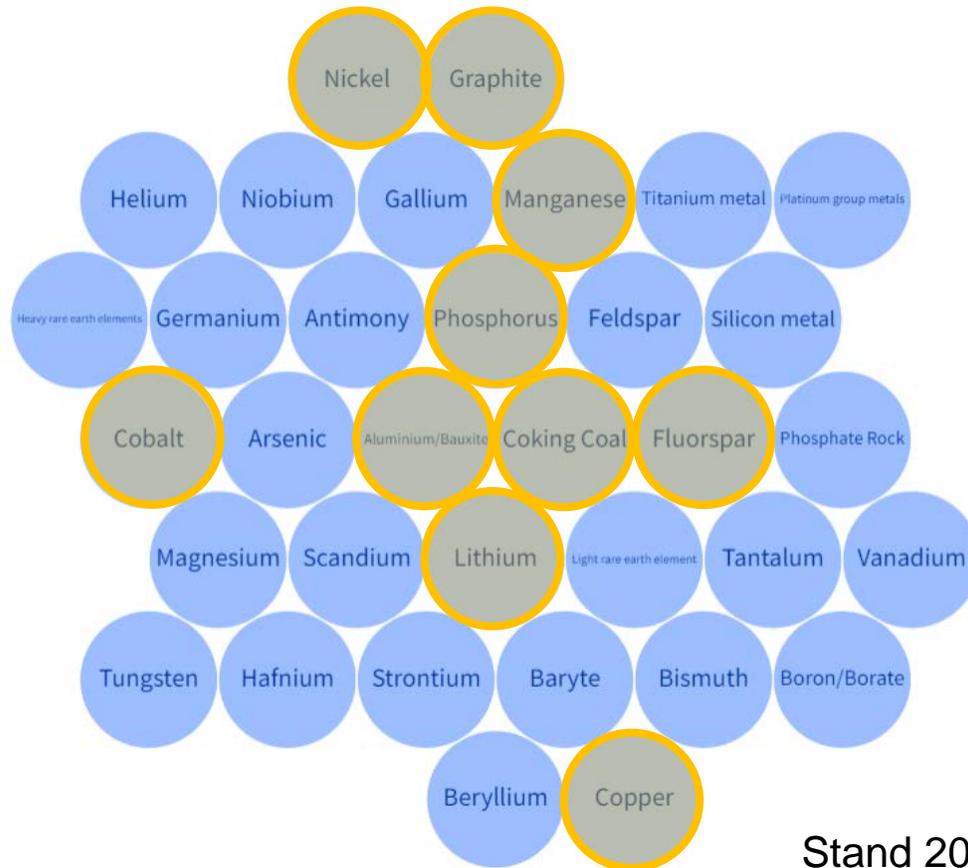
Fazit

- 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



Stand 2024

### 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

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

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

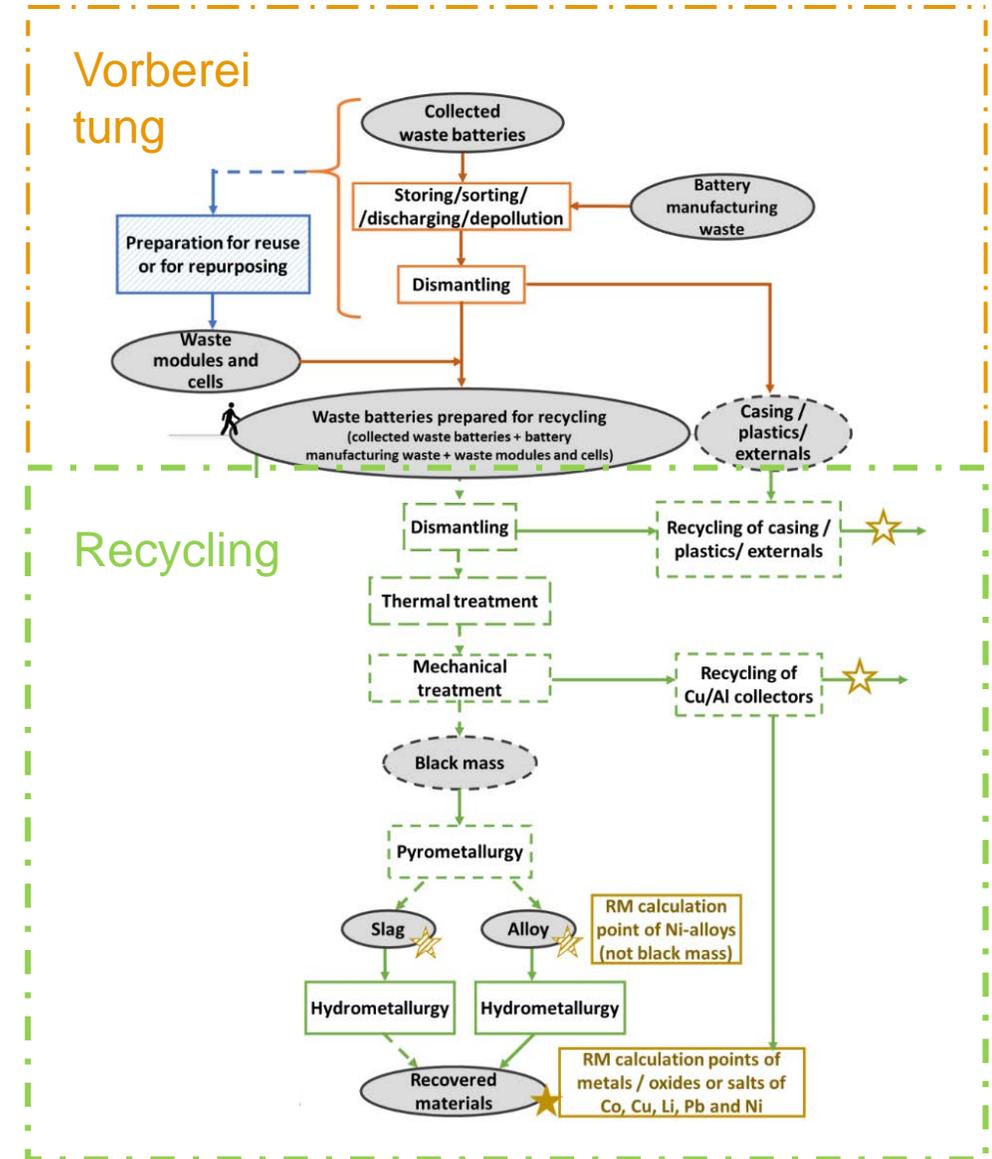


$$r_{RE} = \frac{\sum m_{output}}{m_{input}} \times 100\% \text{ [mass\%]}$$

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

# Der LIB Recyclingprozess

★ ★ Output



# Herausforderungen der neuen EU Recyclingeffizienzberechnung für LIB



Einleitung



Herausforderungen

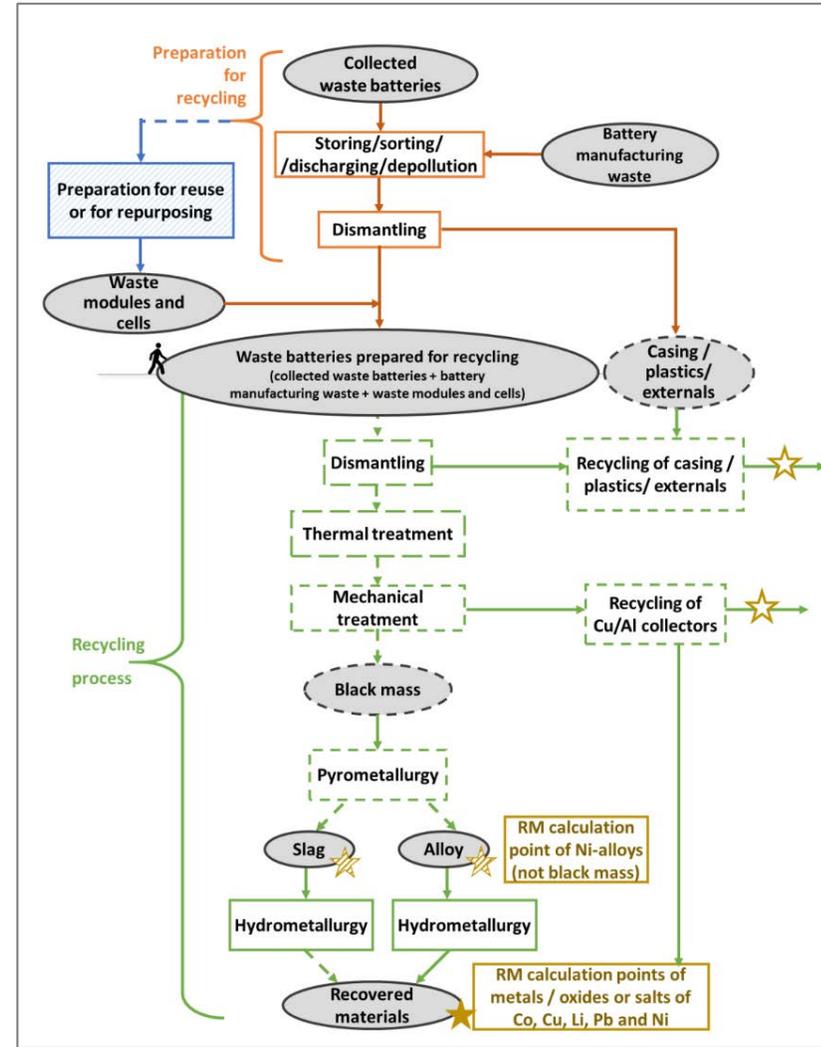


Fazit

# Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

## Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

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



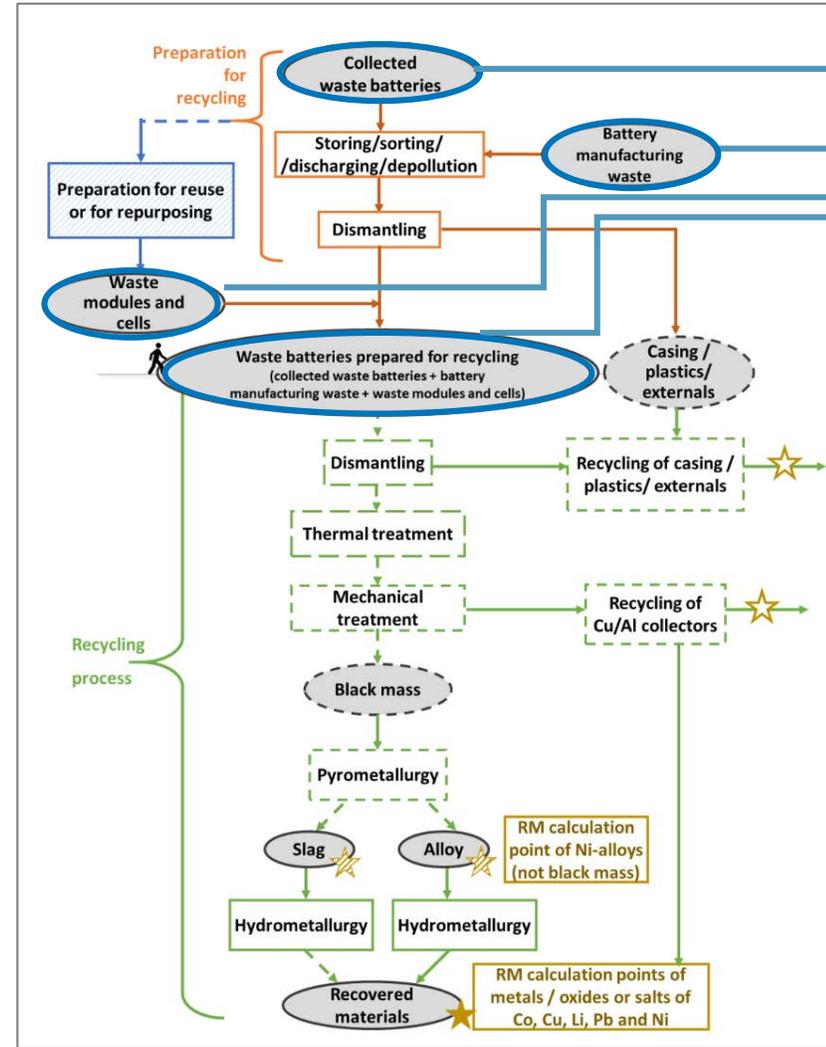
★ Output    ★ Zukünftiger Output     First recycler



# Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

## Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

“First recycler”  
ist für Berichtslegung  
verantwortlich.



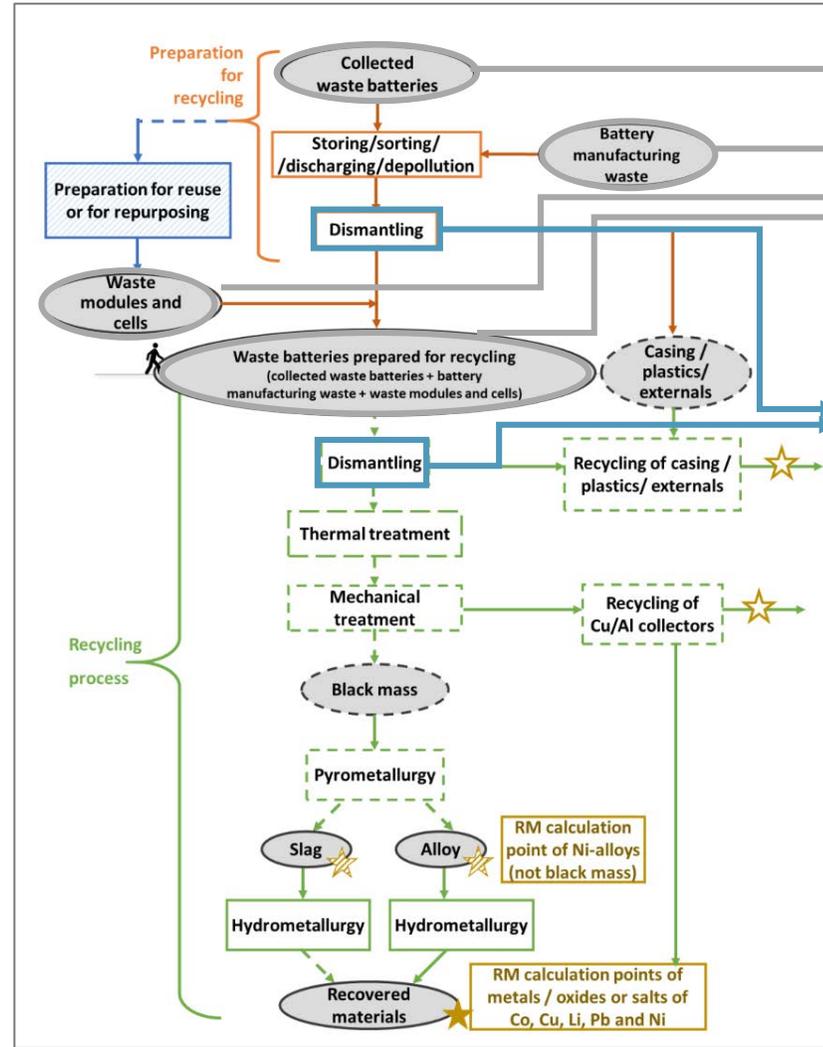
Wie mit Multi-Input umgehen?

- 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

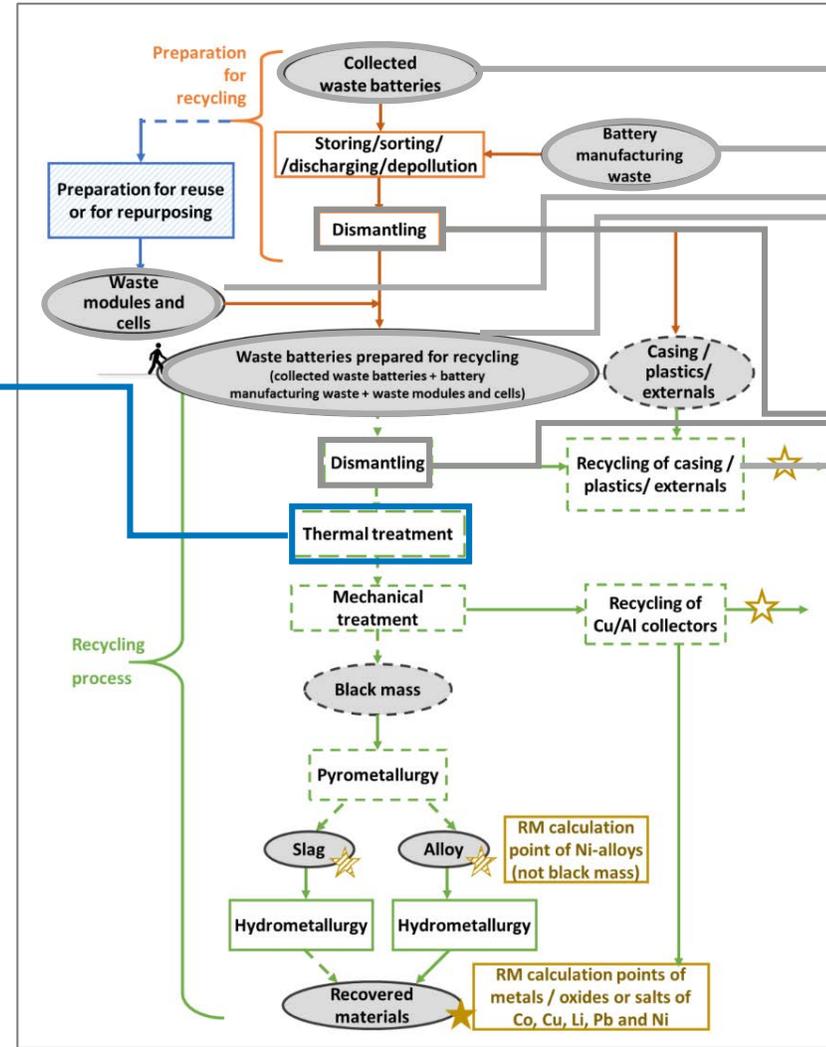
# Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

## 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

Person icon First recycler

# Herausforderungen bei der rRE, rRM-Berechnung

## Das Zusammenspiel einer komplexen Wertschöpfungskette

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

### Wie mit Emissionen umgehen?

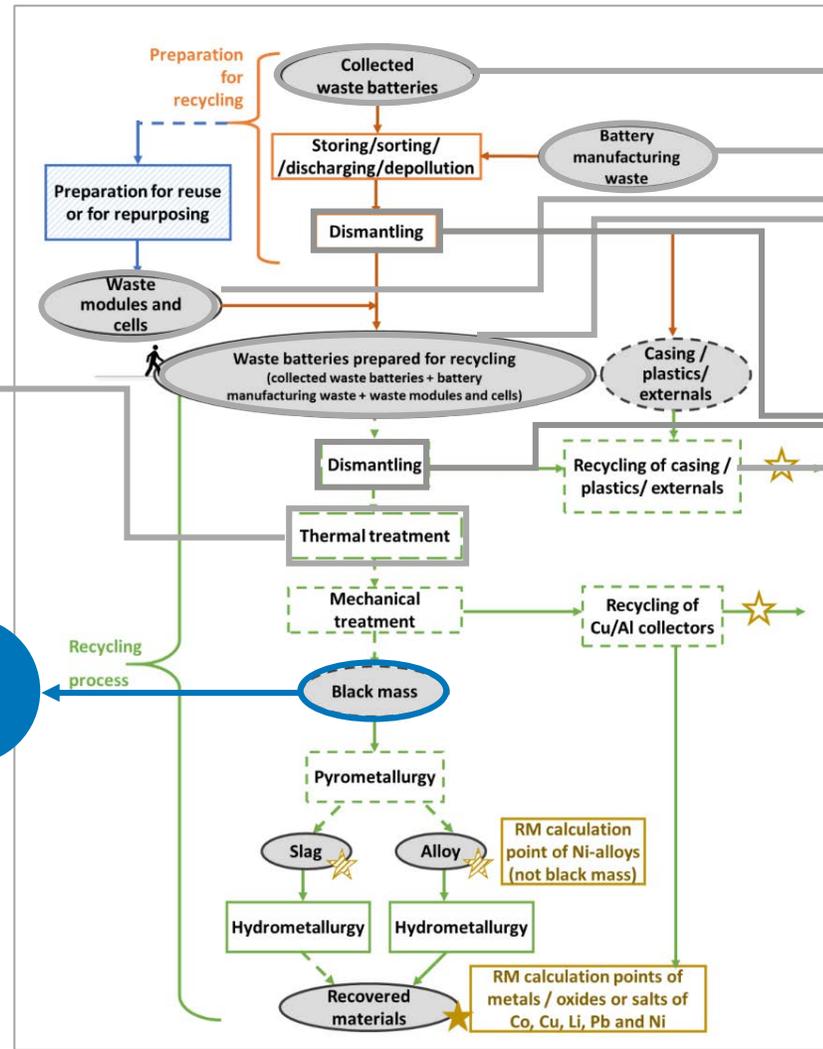
- Abgasstrom als Blinder  
Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)

### Welche Zusammensetzung?

- Probenahme und –häufigkeit
- Chemische Analysemethode
- Mit oder ohne O<sub>2</sub> 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?

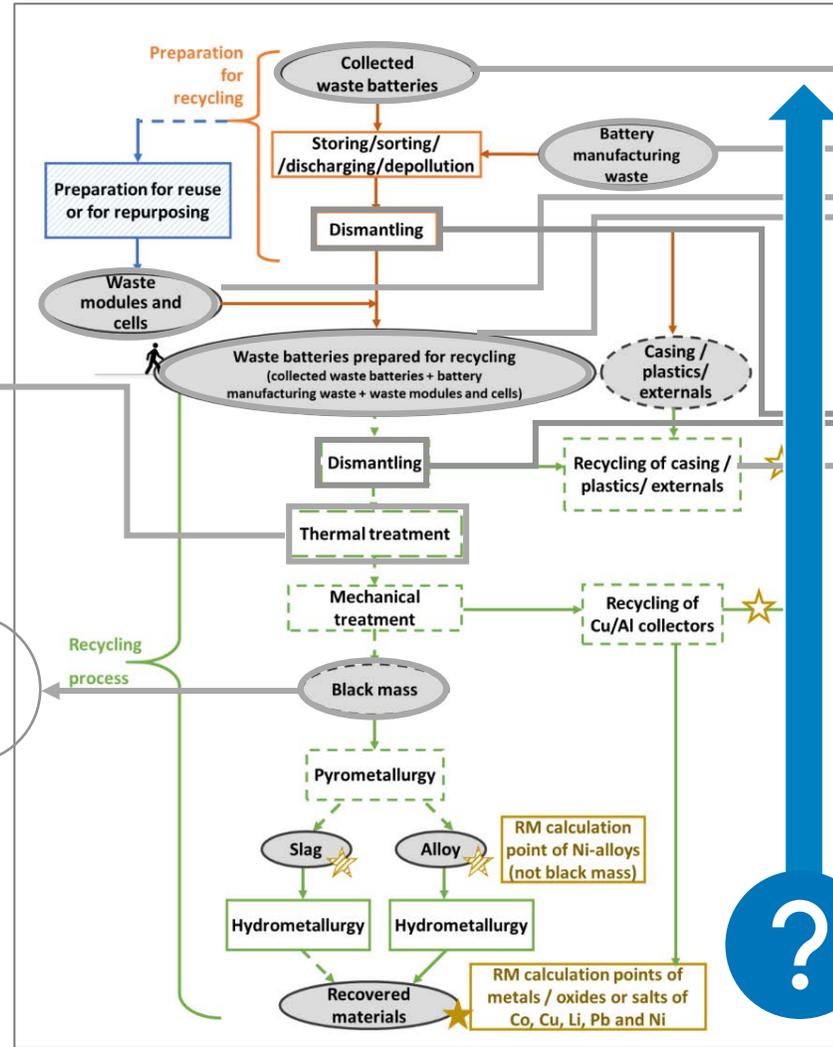
- Abgasstrom als Blinder Fleck (Li, C, Al)
- Phasenveränderung
- Verluste (Stäube)

### Welche Zusammensetzung?

- Probenahme und -häufigkeit
- Chemische Analysemethode
- Mit oder ohne O<sub>2</sub> 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 O<sub>2</sub> 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

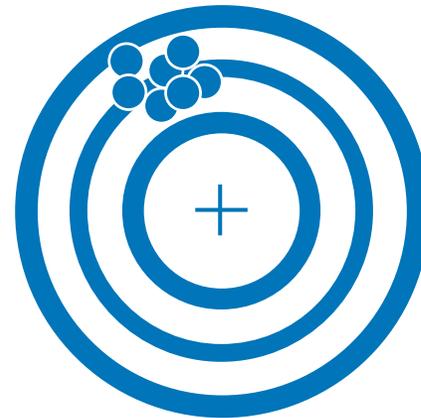


# Ausblick und Fazit

## 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 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"> <li>• Different LIB Types</li> <li>• Different average composition</li> <li>• Handling residues</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allocation problem of dismantling</li> <li>• Preparation for recycling vs. recycling</li> <li>• Pure materials vs. compounds</li> <li>• Dismantling = 100 % recycling</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dealing with emissions?</li> <li>• Exhaust gas (Li)</li> <li>• Losses (dust)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choosing chemical analysis method</li> <li>• XRD, XRF, ICP, etc.</li> <li>• Sampling frequency</li> <li>• By-products</li> <li>• Fe, Al, Mn, C</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recalculating input composition from the endpoint</li> <li>• LFP, primary batteries</li> <li>• Losing information</li> <li>• Required level of data quality, completeness, accuracy &amp; consistency</li> <li>• Securing representative sampling from an unknown heterogeneity of the bulk</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establishing robust verification processes by independent third parties</li> </ul>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>WASTE BATTERIES</b>  <small>SORTING, STORING, DEPOLLLUTION, DISCHARGING</small> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>DISMANTLING</b> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>PREPARED FOR RECYCLING</b> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>DISMANTLING</b>  <small>THERMAL MECHANICAL</small> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>TREATMENT</b> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>BLACK MASS</b> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>PROCESSING</b>  <small>PYROMETALLURGE</small> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <small>Slag Alloy</small> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <small>HYDROMETALLURGE</small> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: 8px;"> <span>Li 3.841</span> <span>Ni 58.693</span> <span>Co 58.933</span> <span>Cu 63.546</span> <span>Al 26.981</span> <span>Ca 40.078</span> <span>Fe 55.845</span> </div>	<p><b>Recycling ≠ Recycling</b></p> <p>According EEA<sup>1</sup>: <b>'Recycling'</b> = resource recovery method involving: (1) collection, (2) treatment for use as raw material</p> <p>According New EBR: <b>'Recycling'</b> = resource recovery method involving: (1) collection, (2) treatment for use as raw material</p> <p><b>Calculation points</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculating <b>recovery of material</b></li> <li>• targeted materials Co, Cu, Pb, Li, Ni (in Annex 'XII', Part C, Regulation (EU) 2023/1542)</li> <li>• Recovered in materials, substances and products that can substituting primary materials, substances and products</li> </ul> <p><b>Recycling efficiency rate</b></p> $rRE = \frac{\sum m_{recovered}}{m_{input}} \cdot 100; [\text{mass } \%]$ <p><b>Recovery rate of materials</b></p> $rRM(TM) = \frac{\sum m_{recovered, target}}{m_{input}} \cdot 100; [\text{mass } \%]$ <p><b>"First recycler" is obligated to report</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recycler who carries out recycling in the permitted facility where the recycling process commences</li> <li>• If the same battery waste stream goes through more than one facility consecutively</li> <li>• A waste management operator who only conducts <b>preparation for recycling, including the storage, handling and dismantling of battery packs or the separation of fractions</b> that are not part of the waste battery itself, <b>cannot be the first recycler</b></li> </ul>	
<p><b>How to find answers?</b> Scientific Field Research</p>	<p><b>EXPLORE our Projects</b></p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>MoLiberty:</b> DI Rutkowski C., MUL LITB recycling process from mobility applications         </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <b>FuLiBatter:</b> DI Rutrecht B., K1-MET LIB Recycling for Recovery of Critical Raw Materials         </div>	<p><b>DISCUSS with US at the RDT</b></p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <b>Limits of the rRE calculation</b>  <b>16:00 Uhr 13.11.24</b>              HS Kupelwieser (1.OG)         </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <b>Innovation through Cooperation</b>  <b>12:00 Uhr 14.11.24</b>              Seminarraum D (EG)         </div>	<p><b>Let's collaborate</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 8px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Cornelia Rutkowski<sup>1</sup></b>  <small>cornelia.rutkowski@montan-linz.ac.at              +43 3502 890 44 37</small></p> <p><b>Thomas Nigl!</b>              Roland Pomberger!</p> <p><small>WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD</small>  <small>© Montanuniversität Leoben, FK1-MET</small></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Bettina Rutrecht<sup>2</sup></b>  <small>bettina.rutrecht@kth.se              +46 8 790 81 22</small></p> <p><b>MONTAN UNIVERSITÄT LEOBEN</b></p> </div> </div>
<p>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] <a href="https://www.eea.europa.eu/en/help/glossary/recycling">https://www.eea.europa.eu/en/help/glossary/recycling</a> European Environment Agency</p> <p>FIGURE: Exemplary scheme for the recycling process of waste batteries. Joint Research Center (JRC). Adopted by Rutkowski.</p>			