



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt
Arbeitsgruppe Ressourcen



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Steigerung der Ressourcen- effizienz beim Recycling von Lithium-Ionen-Batterien

Erweiterte mechanische Aufbereitung von LIB

Recy & DepoTech 2024, Leoben

Merle Zorn M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme

<https://www.fh-muenster.de/iwaru/>

Gliederung



Einleitung



Recycling von Batterien



Erweiterte mechanische Aufbereitung



Bewertung der mechanischen Aufbereitung



Zusammenfassung und Ausblick



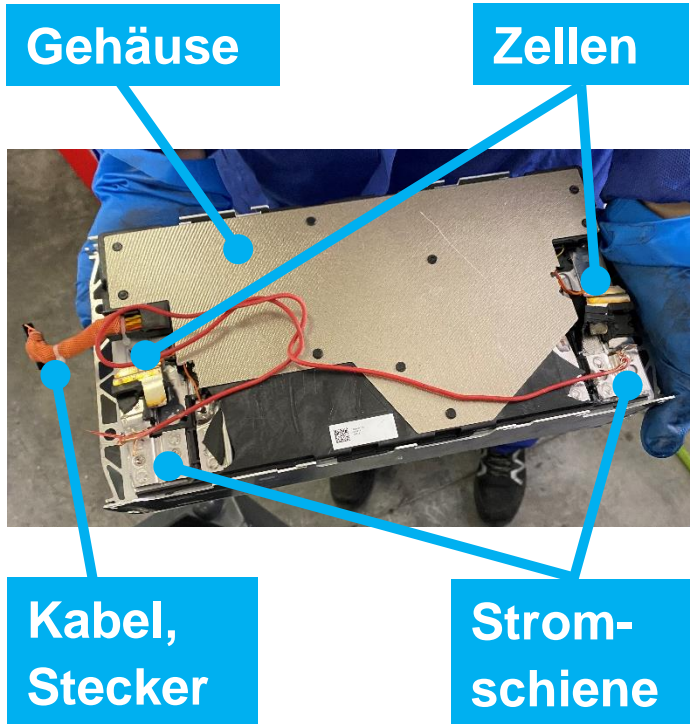


Einleitung

Einleitung

Aufbau und Zusammensetzung

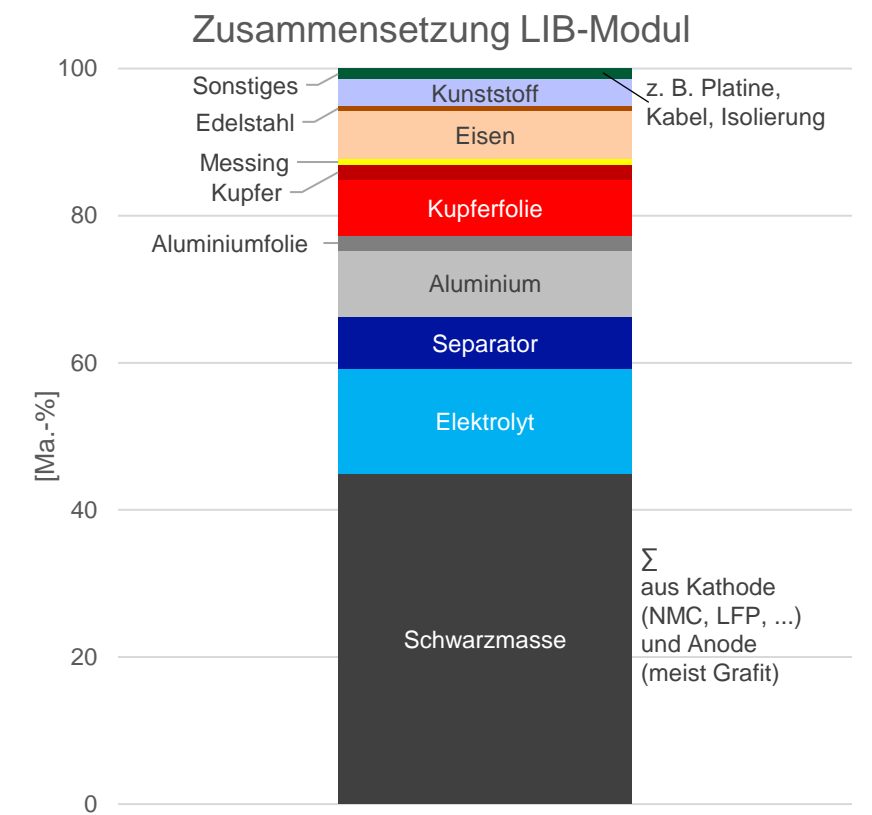
Modul



Zelle



Materialien



Eigene Erhebung und Literatur

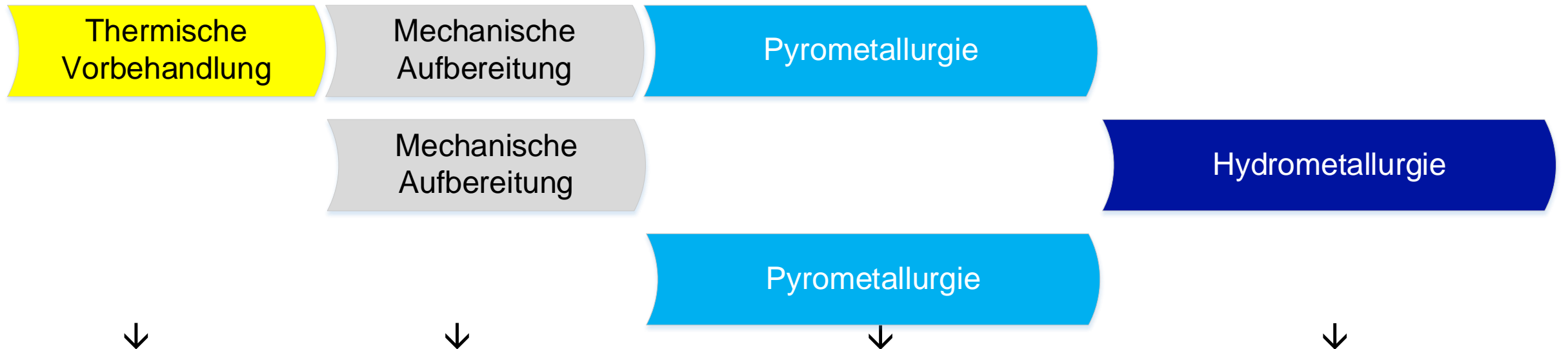




Recycling von Batterien



Recycling von Batterien



Funktion

Deaktivierung	Aufschluss (z. B. inert, trocken nass); Vorsortierung von Partikel	Hochtemperaturprozess; Aufkonzentrierung und Homogenisierung bestimmter Stoffe in Schmelze und Schlacke	Chemischer Prozess mit Säureaufschluss und Fällung in wässriger Phase; Erhalt hoher Selektivität und Produktreinheiten
---------------	--	---	--

Mögliche Rückgewinnung (beispielhaft)

	Fe ✓	Al ✓	Cu ✓	Ni ✓	Co ✓	Cu ✓	Ni ✓	Co ✓	Li ✓	Grafit ✓
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----------





Erweiterte mechanische Aufbereitung



LIB-Zelle
NE-Konzentrat
0,5-1mm
Alureich

LIB-Zelle
NE-Konzentrat
0,5-1mm
Kupferreich

LIB-Zelle
NE-Konzentrat
Schwarzmasse

LIB-Zelle
NE-Konzentrat
Elektrodenfolien

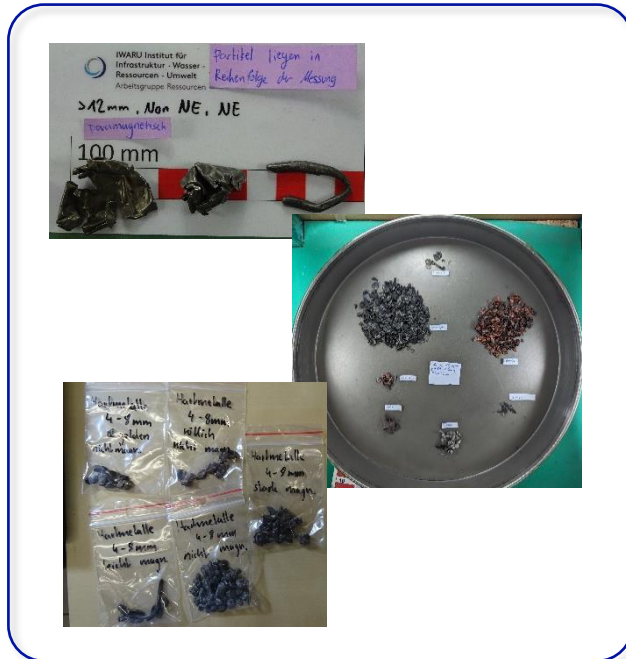
LIB-Modul
NE-Konzentrat
verkugelt

EV-LIB
Fe-METALLE

Erweiterte mechanische Aufbereitung

Ablauf

Vorbereitende Arbeiten



Sortiersversuche



Bewertung



Erweiterte mechanische Aufbereitung

Material

Vorbehandlung

EoL-LIB Modul
mit NMC



Thermische
Vorbehandlung



Zerkleinerung



Abtrennung
Schwarzmasse

Versuchsmaterial

Platine

Aluminium
(massiv)

Aluminium
(Folie)

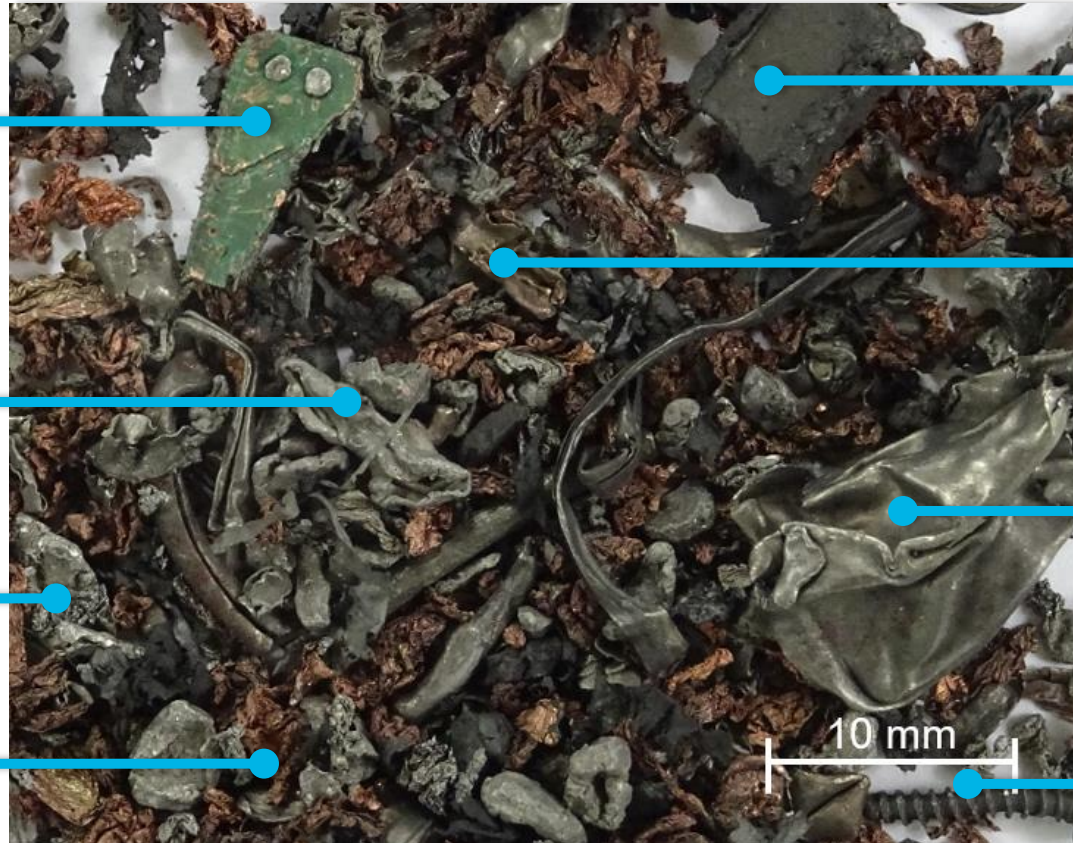
Kupfer
(Folie)

Kunst-
stoffrest

Kupfer
(massiv)

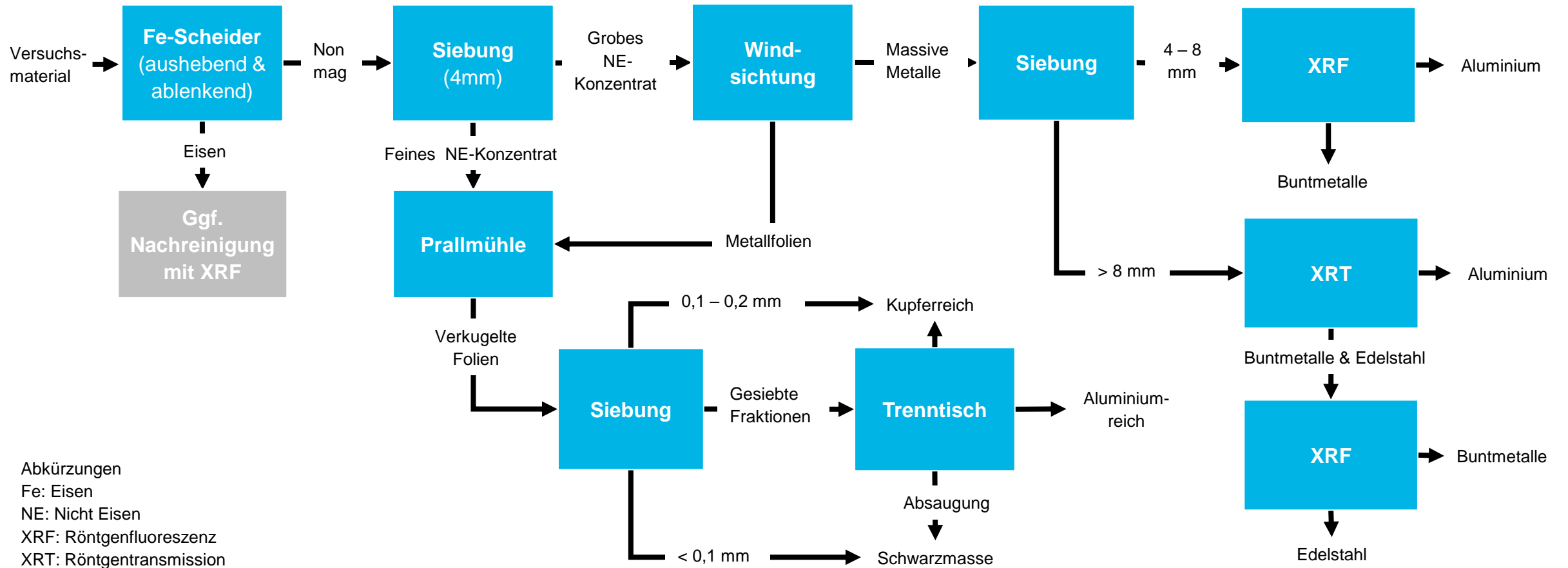
Gehäuse
(Edelstahl)

Schraube
(Eisen)



Erweiterte mechanische Aufbereitung

Sortierkaskade





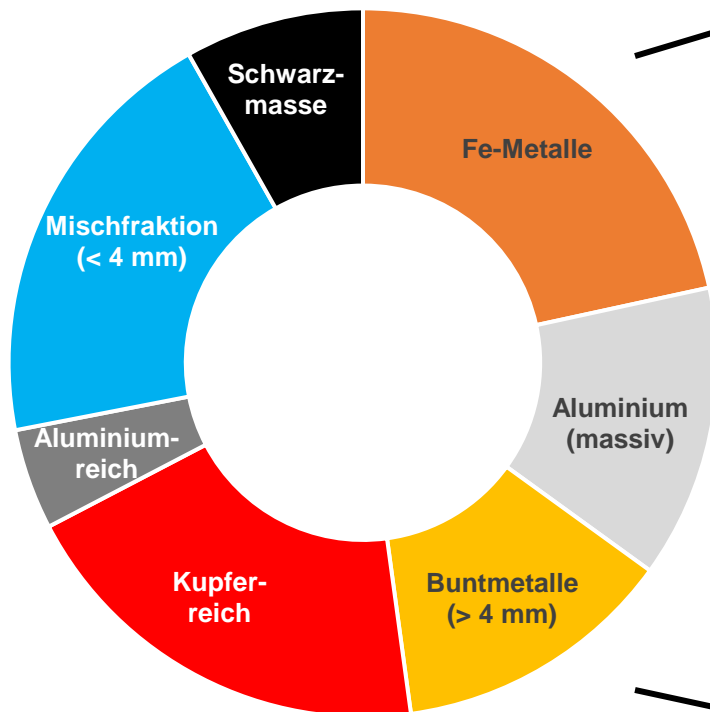
Bewertung der mechanischen Aufbereitung



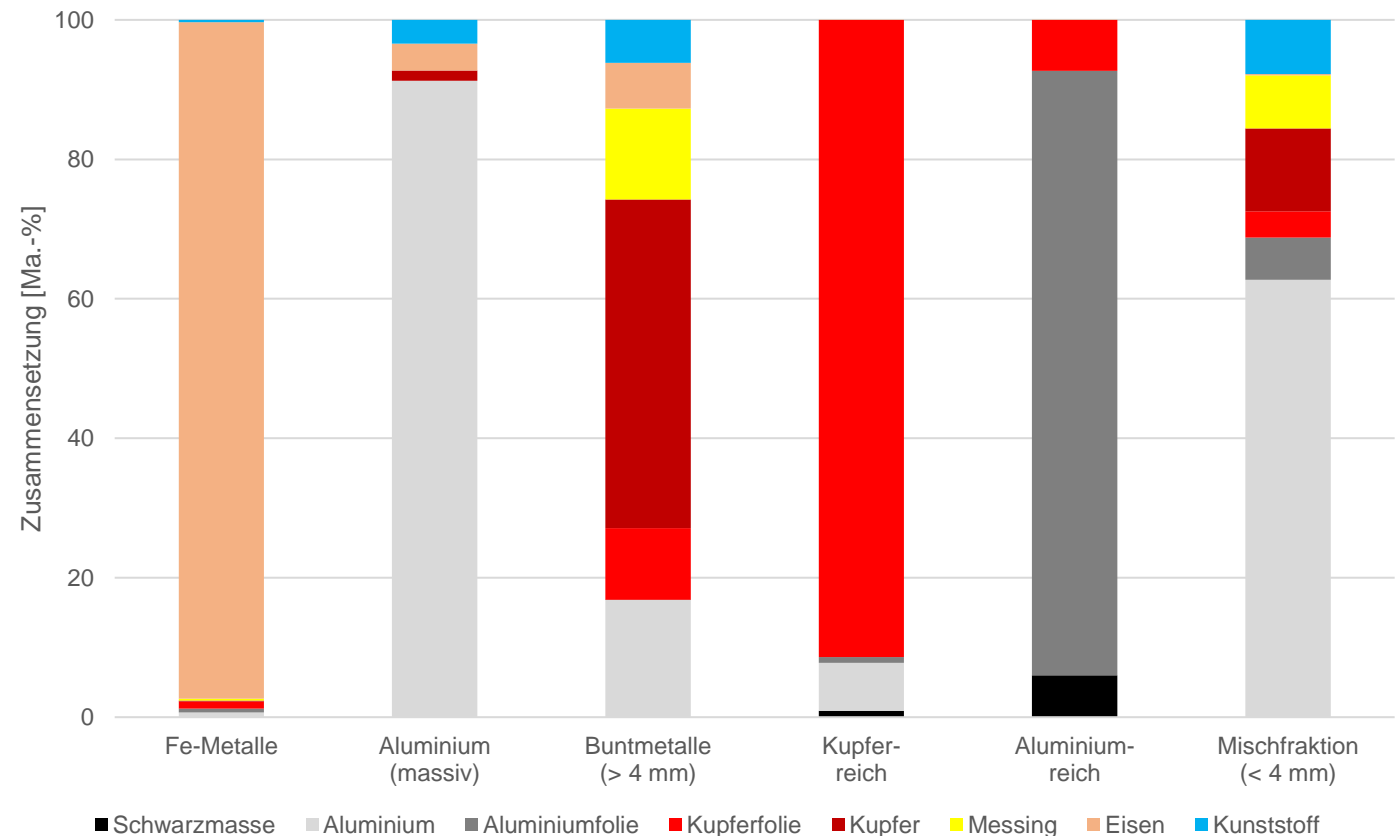
Bewertung der mechanischen Aufbereitung

Technisch

Outputfraktionen (modelliert)



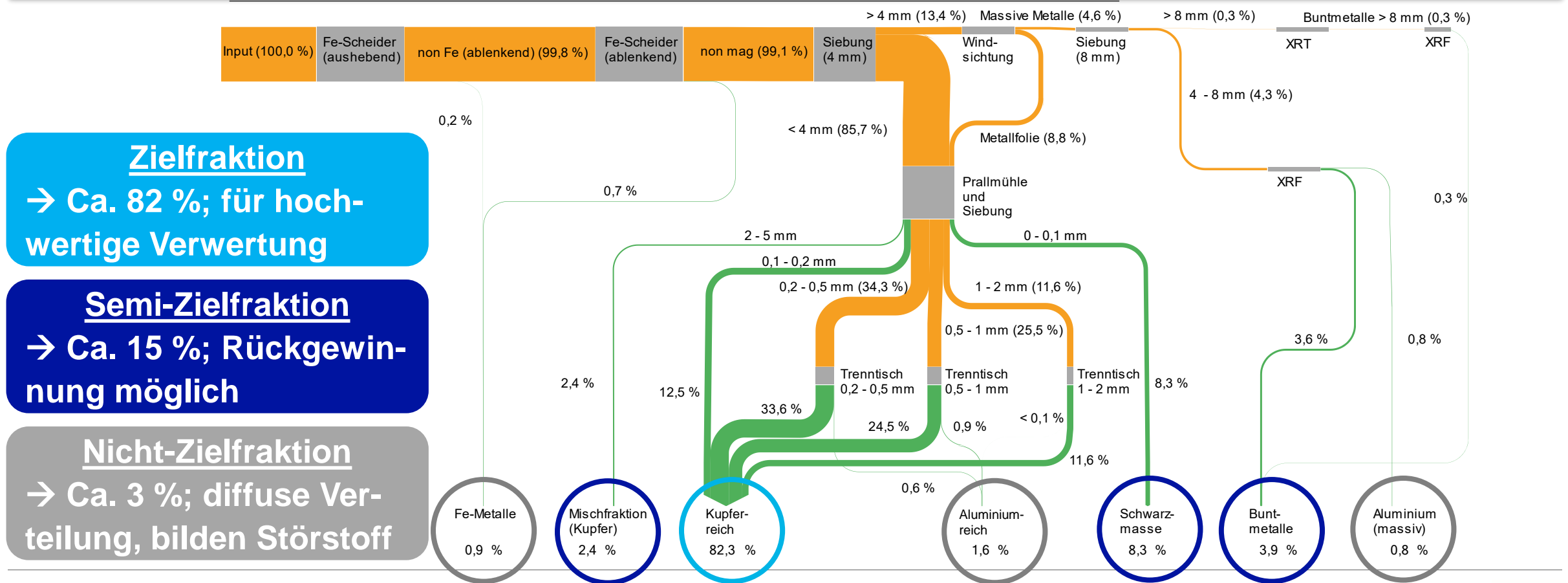
Qualität der Outputfraktionen (modelliert)



Bewertung der mechanischen Aufbereitung

Technisch

Verbleib der Kupferfolie in der Sortierkaskade

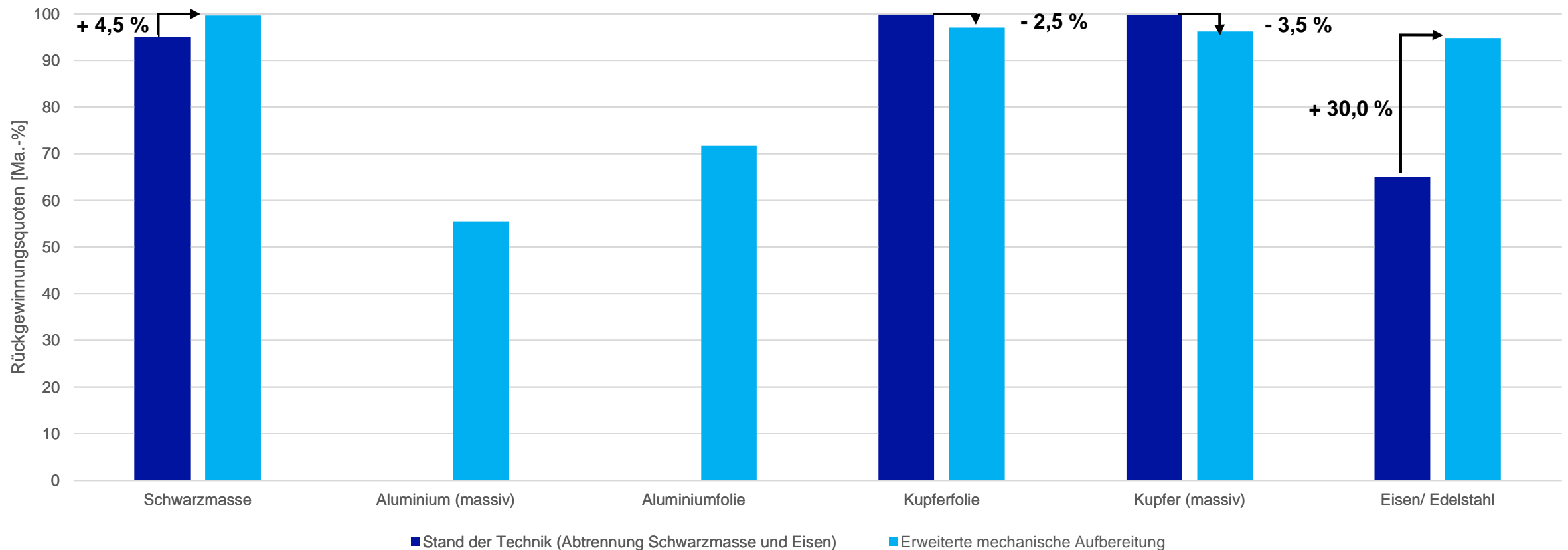


Bewertung der mechanischen Aufbereitung



Technisch

Rückgewinnungsquoten Stand der Technik und erweiterte mechanische Aufbereitung



Bewertung der mechanischen Aufbereitung

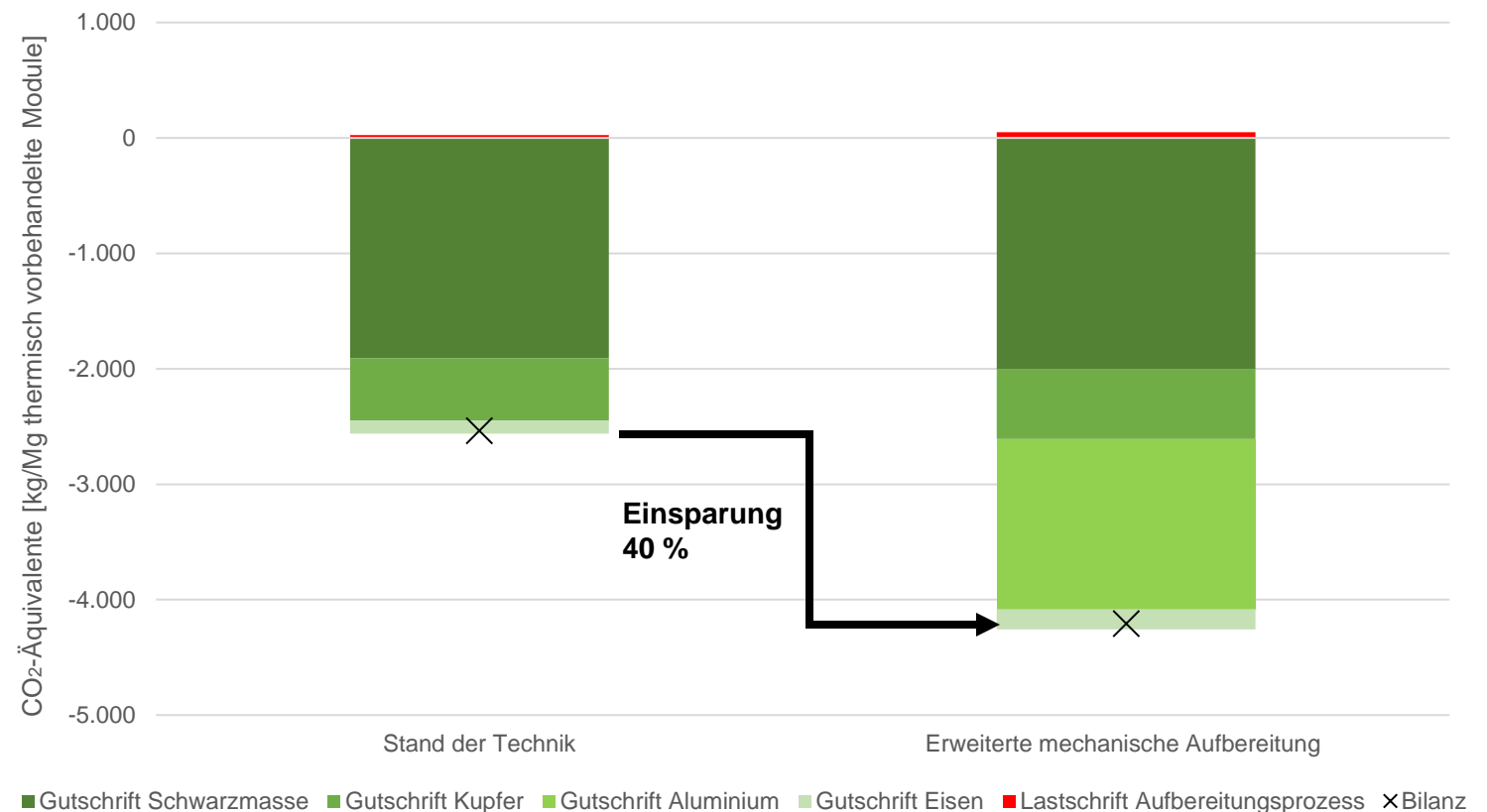
Ökologisch



Abschätzung Last- und Gutschriften der mechanischen Aufbereitung

- Vergleichende CO₂-Bilanz
- Systemgrenzen:
Mechanische Aufbereitung
bis Sekundärmaterial

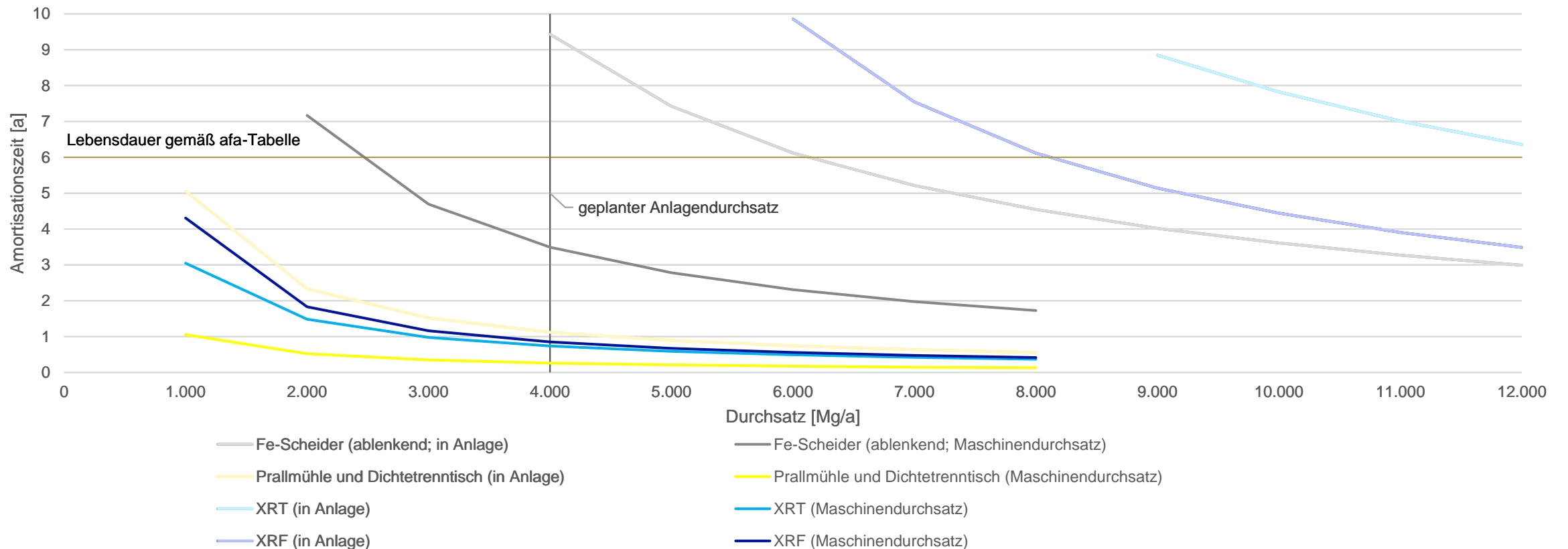
- Geringerer Energieverbrauch durch mechanische Aufbereitung im Vergleich zur Metallurgie
- Hohe Einsparungen durch Rückgewinnung von Aluminium



Bewertung der mechanischen Aufbereitung

Ökonomisch

Amortisationszeit der Aggregate der erweiterten mechanischen Aufbereitung





Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick



- mechanische Aufbereitung komplex aber möglich
- Aufwand in Metallurgie wird verringert
- Hohe CO₂-Einsparung durch Rückgewinnung von Aluminium
- Steigerung der Ressourceneffizienz



- Jeder weitere Aufbereitungsschritt verursacht zusätzlichen Aufwand (insb. Kosten)
- Inerte oder nasse Aufbereitung steigert Komplexität weiter
- Verbunde und Fehlsortierung verschlechtern Qualität des Outputs



- Design for Recycling?
 - Module ohne Eisen erfordern weniger Verarbeitungsschritte



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Merle Zorn M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme

<https://www.fh-muenster.de/iwaru/>

