



Bewertung der Materialrückgewinnungsrouten: Ziele erreicht

Bewertung der Recyclingpfade von FuLiBatteR für Schwarzmasse aus Lithium-Ionen-Batterien zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe und wertvoller Elemente

Einer der abschließenden Meilensteine des Projekts FuLiBatteR, beschrieben in Deliverable 1.5 „Publication on Recycling Efficiency Improvements by New Developed Processes“, konzentrierte sich auf die Identifizierung und Validierung effizienter Verfahren zur Rückgewinnung von Schwarzmasse aus End-of-Life Lithium-Ionen-Batterien. In den vergangenen Monaten haben sich die Projektbeteiligten auf die Erhebung und Auswertung von Daten aus einer Reihe von Experimenten mit unterschiedlichen Kathodenchemien von Lithium-Ionen-Batterien konzentriert, um die im COMET-Modul FuLiBatteR untersuchten Rückgewinnungsprozesse zu bewerten. Durch den Vergleich der Leistungsfähigkeit dieser Verfahren sollte der effizienteste Prozesspfad für die Rückgewinnung und Aufreinigung kritischer Rohstoffe ermittelt werden. Die Untersuchung liefert eine systematische experimentelle Bewertung von Schaumflotation, pyrometallurgischen, hydrometallurgischen und biohydrometallurgischen Verfahren hinsichtlich ihres Potenzials für eine umfassende Materialrückgewinnung.

Wie bei den meisten Recyclingverfahren für Lithium-Ionen-Batterien beginnt der Prozess mit der Sammlung, Sortierung und mechanischen Aufbereitung des Batterieabfalls, um die Schwarzmasse von den übrigen Batteriekomponenten zu trennen. Aufbauend auf diesem Ansatz wurde ein integriertes Recyclingkonzept entwickelt, das Verfahrenstechnik, Metallurgie und Biotechnologie kombiniert, um die Kreislaufführung von Ressourcen zu maximieren. Einen Überblick über die untersuchten Prozessschritte zeigt Abbildung 1.

Das vorgeschlagene Recyclingkonzept umfasst eine Reihe sich ergänzender Prozessschritte, darunter die Deaktivierung der Batterien, Flotation, Magnetabscheidung, thermische Vorbehandlung, (Bio-)Laugung, Raffination sowie die Metallrückgewinnung. Mehrere dieser Technologien erzielten sehr gute Ergebnisse und ermöglichten die Rückgewinnung hochreiner Fraktionen verwertbarer Materialien.

Die Ergebnisse zeigen vielversprechende Recyclingeffizienzen sowie die erfolgreiche Rückgewinnung von Graphit und wichtigen Batteriemetallen wie Lithium, Kobalt, Nickel und Mangan. Damit wird das Potenzial des FuLiBatteR-Ansatzes deutlich, sowohl die aktuellen als auch zukünftigen Recyclingziele der Europäischen Union erreichen zu können und gleichzeitig zu einer nachhaltigeren und widerstandsfähigeren Versorgung mit kritischen Rohstoffen beizutragen.

Kann ein einzelner Recyclingansatz kritische Rohstoffe über die gesamte Bandbreite der Lithium-Ionen-Batteriechemien hinweg effizient zurückgewinnen?

Durch die vergleichende Bewertung verschiedener Recyclingtechnologien wurden die jeweiligen Stärken und Grenzen der einzelnen Verfahren verdeutlicht und ihr Potenzial für die effiziente Rückgewinnung kritischer Rohstoffe aus Abfällen von Lithium-Ionen-Batterien aufgezeigt. Die Untersuchungen umfassen experimentelle Arbeiten an ausgewählten Schwarzmassen aus unterschiedlichen Batterietypen, darunter die heute am weitesten verbreiteten Kathodenchemien Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC) und Lithium-Eisen-Phosphat (LFP) sowie weitere Materialfraktionen bestehend aus NMC- und LCO-Kathoden. Die Auswahl erfolgte entsprechend dem definierten Forschungsumfang und unter Berücksichtigung der Kompatibilität mit den untersuchten Prozessrouten.

Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung und des variierenden metallurgischen Verhaltens konnten nicht alle Recyclingverfahren auf jede Materialfraktion angewendet werden. Dieser gezielte und zugleich systematische Ansatz ermöglicht eine praxisnahe Bewertung der Wechselwirkungen zwischen Materialien und Prozessen und steht gleichzeitig im Einklang mit den Grundsätzen der Nachhaltigkeit und der Kreislaufwirtschaft. Dadurch wird eine fundierte technische Grundlage für die Optimierung zukünftiger Strategien zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe geschaffen. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Zukunft des Batterierecyclings nicht in einem universellen Standardverfahren liegt, sondern in einem integrierten, flexibel anpassbaren Gesamtsystem, das folgende Elemente kombiniert:

- Mechanische Vorbehandlung zur Trennung der Batteriekomponenten
- Sortierung nach Batteriechemie, sofern technisch und wirtschaftlich sinnvoll
- Unterschiedliche nachgeschaltete Rückgewinnungsverfahren, die gezielt auf den jeweiligen Batterietyp und die zurückzugewinnenden Materialien abgestimmt sind

Die Untersuchung zeigt, dass ein einzelner Recyclingansatz zwar grundsätzlich verschiedene Arten von Lithium-Ionen-Batterien verarbeiten kann. Derzeit existiert jedoch kein Verfahren, das kritische Rohstoffe über das gesamte Spektrum der Batteriechemien hinweg gleichermaßen effizient, in hoher Reinheit und zugleich wirtschaftlich zurückgewinnen kann. Flexible, an die jeweilige Batteriechemie angepasste Recyclingkonzepte gelten daher als der vielversprechendste Weg für eine nachhaltige und ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft.

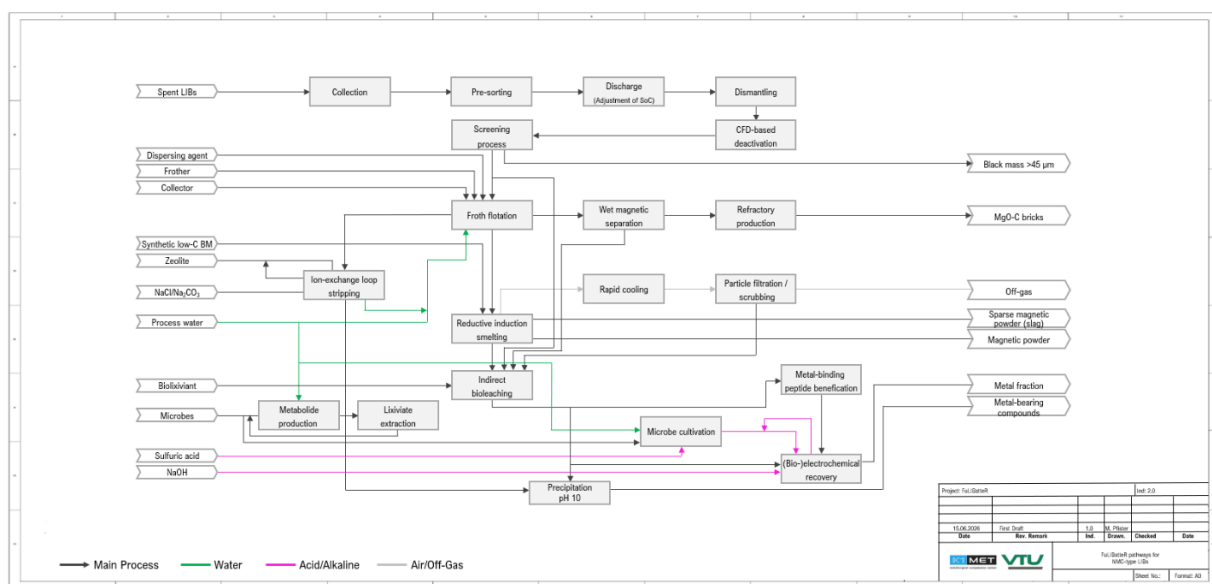


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Recyclingpfade des Projekts FuLIBatteR zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe.

Dissemination

Das COMET-Modul FuLIBatteR wurde am 9. April 2026 im Rahmen des 15. Scientific Exchange Day (SED) der K1-MET GmbH in der voestalpine Stahlwelt in Linz vorgestellt. Die Veranstaltung bot eine Plattform für den Austausch von Wissen, Ideen und Innovationen innerhalb des K1-MET-Partnernetzwerks. Forschende, Industriepartner und weitere Stakeholder nutzten die Gelegenheit, aktuelle Entwicklungen sowie zukünftige Perspektiven der metallurgischen Forschung zu diskutieren.



Abbildung 2: Bettina Rutrecht präsentiert das COMET-Modul FuLIBatteR beim Scientific Exchange Day.

Am 18. Mai 2026 präsentierte Rebeka Frühholz das COMET-Modul FuLIBatteR bei der Veranstaltung „Raus aus der Nebelzone: Kreislaufwirtschaft – Welt ohne Müll“.



Abbildung 3: Rebeka Frühholz präsentiert FuLIBatteR bei „Raus aus der Nebelzone: Kreislaufwirtschaft – Welt ohne Müll“.

Am 11. Juni 2026 fand der Female Tech Summit im Ursulinenhof in Linz statt. Die Veranstaltung stellte Frauen in den Bereichen IT, Technologie, Forschung und Innovation in den Mittelpunkt. Gemeinsam mit dem UAR Innovation Network präsentierte sich das COMET-Modul FuLIBatteR an einem eigenen Ausstellungsstand.



Abbildung 4: Abbildung links: Anna Sieber (4. von rechts) beim Female Tech Summit. Abbildung rechts: Rebeka Früholz (5. von rechts) beim Female Tech Summit.

Das Modul FuLIBatteR ist Teil des österreichischen Kompetenzzentren-Programms COMET (Competence Center for Excellent Technologies). Dieses Programm wird von der FFG (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft) koordiniert. FuLIBatteR wird durch das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur, das Bundesministerium für Wirtschaft, Energie und Tourismus und die Länder Oberösterreich und Steiermark gefördert. Das Konsortium umfasst (alphabetisch aufgelistet) acib GmbH, Audi AG, BOKU University of Natural Resources and Applied Sciences, BRAIN Biotech AG, Coventry University, Ebner Industrieofenbau GmbH, Montanuniversität Leoben, RHI Magnesita GmbH, Saubermacher Dienstleistungs AG, TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH, UVR-FIA GmbH, voestalpine High Performance Metals GmbH und VTU Engineering GmbH. Das Projektkonsortium wird von der K1-MET GmbH als Konsortialführung koordiniert.

Weitere Informationen über das COMET Modul FuLIBatteR und seine Fortschritte finden Sie unter [LinkedIn](#) und der [K1-MET-Website](#).