



Biobasierte Technologien zur selektiven Metallrückgewinnung aus Flüssigkeiten

Eine Herausforderung von Selektivität und Spezifität

Batterien spielen eine wichtige Rolle, um den Transportsektor zu dekarbonisieren und um die Wende von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien und deren Speicherung zu ermöglichen. Laut dem Bericht „A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030“ des World Economic Forums und der Global Battery Alliance von September 2019, steigt die Nachfrage nach Batterien, aus diesem Grund global jährlich um 25 % an und erreicht bis 2030 2,600 GWh. Dieses Wachstum geht einher mit einem zunehmenden Bedarf an kritischen Rohstoffen wie zum Beispiel Lithium und Cobalt, die für die Batterieproduktion benötigt werden. Mit Blick auf die EU-Batterieverordnung von 2023 ist Recycling das Schlüsselwort zur Förderung einer Kreislaufwirtschaft.

Das COMET Modul FuLIBatter (Future Lithium-Ion Battery Recycling for Recovery of Critical Raw Materials) beschäftigt sich genau mit dieser Herausforderung innerhalb von drei Subprojekten (Projekt 1, Projekt 2, und Projekt 3). Projekt 3 „Biohydrometallurgische Behandlung von LIB-Reststoffen“ fokussiert sich auf einen besonders innovativen und nachhaltigen Ansatz zur Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und wertvollen Metallen aus Lithium-Ionen-Batterien (LIB). Im ersten Recyclingschritt wird die biologische Laugung, auch als Bioleaching bezeichnet, angewendet, um Metalle aus dem Aktivmaterial zu extrahieren. Dabei spielen Mikroorganismen die Hauptrolle und das Kernprodukt ist eine metallangereicherte Lösung mit hohen Konzentrationen an Cobalt, Nickel, Lithium und Mangan. Um einen zur Gänze umweltfreundlichen Prozess zu schaffen, werden außerdem zwei biobasierte Technologien zur selektiven Metallrückgewinnung aus diesen Flüssigkeitsströmen im Zuge von Projekt 3 untersucht:

Bioelektrochemische Systeme sind nachhaltige und energieeffiziente Technologien zur Entfernung und Rückgewinnung von Metallen aus metallhaltigen Lösungen oder Abwässern. Das Herzstück dieser Systeme sind elektroaktive Mikroorganismen, die die Anode besiedeln. Diese Mikroorganismen haben die Fähigkeit, mit der Elektrode zu interagieren und Elektronen an die Elektrode zu liefern, wobei sie organische Substanzen, zum Beispiel aus dem kommunalen Abwasser, oxidieren. Der so erzeugte Strom ist zum Teil oder zur Gänze, abhängig vom jeweiligen Redoxpotential, für die Metallrückgewinnung spezifischer Metalle an der Kathode ausreichend. Im Moment wird die Rückgewinnung einer Cobalt-Nickellegierung an der Kathode mit diesem Ansatz untersucht. Prozessparameter wie beispielsweise die Metallrückgewinnungseffizienz werden dabei überwacht. Die größten Herausforderungen sind dabei die simultane Fällung und Abscheidung von anderen Metallen.

Metallbindende Peptide haben aufgrund ihrer Fähigkeit, selektiv an Metalle zu binden, das wissenschaftliche Interesse für deren Anwendung in der Ressourcengewinnung geweckt. Die Spezifität der Metallbindung führt dazu, dass keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden müssen oder toxische Nebenprodukte gebildet werden und die Rückgewinnung effizient und nachhaltig ablaufen kann. In Projekt 3 wurde eine Vielzahl solcher Peptide mit der biotechnologischen Methode „Phagen-Display“ untersucht und nach deren Metallbindungsfähigkeit charakterisiert. Die ausgewählten Peptide bestehen aus Aminosäuren, die unterschiedliche Seitenketten besitzen. Es ist hauptsächlich die chemische Natur der Seitenketten, die für die Metallbindung verantwortlich ist und deswegen gezielt für die Metallrückgewinnung verwendet werden kann (Abbildung 1). Eine Herausforderung in der Anwendung der Peptide als selektive Metallrückgewinnungsmethode ist die Synthese der Peptide, die häufig teuer ist. Deswegen wird im Moment an der biotechnologischen Herstellung der vielversprechendsten Peptide gearbeitet, um den Prozess der selektiven Metallrückgewinnung mittels Peptid-funktionalisierten Filtern skalierbar zu machen.

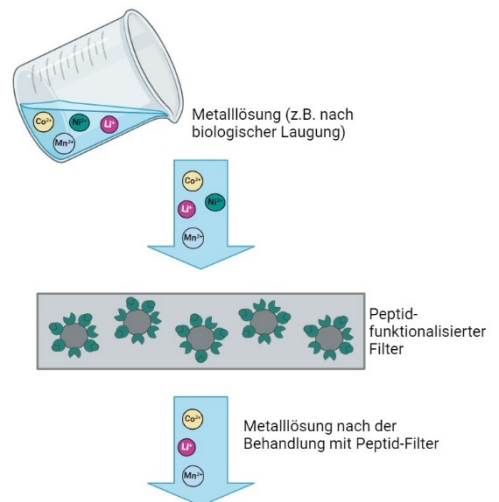


Abbildung 1: Nickelbindung mittels peptid-funktionalisierten Filter. Die Abbildung wurde mittels BioRender.com von der acib GmbH erstellt.

Neben den wissenschaftlichen Bestrebungen nimmt das FuLIBatteR Team auch aktiv an verschiedenen Konferenzen teil, um die Ergebnisse des nachhaltigen Batterierecyclings zu präsentieren (Auszug jüngster und geplanter Konferenzteilnahmen):

- 2nd International Conference on Metal-Binding Peptides: Methodologies and Applications, 10. – 12. Juli 2024, Toulouse, Frankreich (Beitrag von P3)
- 29th International Congress for Battery Recycling ICBR 2024, 10. – 12. September 2024, Basel, Schweiz (Beitrag von P2)
- 17th Recy & DepoTech, 13. – 15. November 2024, Leoben, Österreich (Beitrag von P1, und P2)

Auf nationaler Ebene wird die voestalpine das Modul FuLIBatteR auf ihrem Messestand mit der K1-MET GmbH bei der Recy & DepoTech 2024, von 13. – 15. November in Leoben präsentieren.

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 Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, das Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft 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.