



BIOLOGISCHE LAUGUNG VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN:

Wie Mikroorganismen wertvolle Metalle aus der
Schwarzmasse lösen

Um die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor zu reduzieren, steigt weltweit die Nachfrage an Elektrofahrzeugen. Durch den starken Ausbau der E-Mobilität wächst auch der Bedarf an Lithium-Ionen-Batterien (LIBs). Aufgrund der Rohstoffknappheit ist das Recycling von LIBs und der enthaltenen kritischen Metalle wie z. B. Lithium, Nickel, Kobalt und Mangan unerlässlich. Das Recycling von LIBs ist ein wesentlicher Bestandteil, um eine funktionierende Kreislaufwirtschaft zu etablieren.

Eine mögliche Recyclingmethode ist das sogenannte Bioleaching (wird auch als biologische Laugung bezeichnet). Beim Bioleaching sorgen Mikroorganismen dafür, dass Metalle, die in Feststoffen gebunden sind, in Lösung gehen und somit aus dem Feststoff entfernt werden. Bakterien, Pilze und auch Archaeen sind in der Lage, Säuren zu produzieren oder Oxidationsmittel wie Fe^{3+} zu regenerieren, wodurch beispielsweise schwerlösliche sulfidische oder oxidische Verbindungen in wasserlösliche Verbindungen umgewandelt werden können.

Bisher wird Bioleaching hauptsächlich beim Erzabbau angewandt, um Metalle wie Kupfer zu gewinnen. Schwacherze, die mit konventionellen Methoden nicht mehr wirtschaftlich aufbereitet werden können, werden zu Halden aufgeschüttet und biologisch gelaugt, um das restliche Kupfer herauszulösen. Diese Form des Bioleaching wird auch „Heap-Leaching“ bezeichnet.

In den letzten Jahrzehnten ist das Interesse an Bioleaching gestiegen und es wird intensiv daran geforscht, wertvolle Metalle auch aus Abfallfraktionen, wie beispielsweise dem Aktivmaterial von LIBs rückzugewinnen. Die biologische Laugung solcher sekundären Rohstoffe erfolgt meist in Rührkesseln (siehe Abbildung auf Seite 2). Durch die Metallrückgewinnung aus Reststofffraktionen kann der Rohstoffmangel in Ländern ohne natürliche Ressourcen ausgeglichen und die Recyclingquote erhöht werden. Bioleaching bietet im Vergleich zur Pyrometallurgie und anderen Verfahren einige ökologische und ökonomische Vorteile, wie zum Beispiel einen geringeren Energiebedarf, sowie einfacheres und kostengünstigeres Equipment. Allerdings gibt es derzeit noch zwei Schwächen, zum einen die langsame Reaktionsgeschwindigkeit, die eine Laugungsdauer von mehreren Tagen zur Folge hat, und zum anderen das große Flüssig- zu Feststoff-Verhältnis, das sich negativ auf die Anlagengröße und den Wasserfußabdruck auswirkt.

Im Projekt 3 „Biohydrometallurgische Behandlung von LIB-Reststoffen“ des COMET-Moduls FuLIBatteR wird versucht, genau diese Schwächen zu überwinden und einen nachhaltigen biohydrometallurgischen Prozess für das Recycling von LIBs zu etablieren. Dazu werden Mikroorganismen in Nährmedien kultiviert und entweder direkt oder indirekt mit dem Aktivmaterial in Kontakt gebracht. Beim indirekten Bioleaching werden ausschließlich die von Mikroorganismen produzierten Säuren und Stoffwechselprodukte für die Laugung der Metalle verwendet, wohingegen bei der direkten Methode die Mikroorganismen unmittelbar mit dem Aktivmaterial interagieren können.



Derzeit werden verschiedene mesophile und thermophile Kulturen der Gattungen *Acidithiobacillus* und *Sulfobacillus* auf ihre Laugungsfähigkeit untersucht. Es werden sowohl Versuche mit Reinkulturen als auch mit Mischkulturen durchgeführt und deren Potenzial zur Laugung kritischer Rohstoffe wie z. B. Lithium, Nickel, Mangan und Kobalt getestet. Ziele des Projektes sind, eine Laugungseffizienz von mindestens 80 % zu erreichen, die Einsatzmenge des Aktivmaterials auf 6 % zu erhöhen und die Laugungsdauer auf weniger als fünf Tage zu verkürzen. Die bisherigen Ergebnisse des Projekts sind bereits vielversprechend und wurden in drei Konferenzbeiträgen bei der Biomining 2023 in Falmouth (United Kingdom) vorgestellt.

Zusätzlich wurden in diesem Quartal folgende Disseminationsaktivitäten fixiert, bei denen FuLIBatteR präsentiert wird:

- ICBR 2023, Valencia, Spanien, 6. – 8. September 2023; L. Wiszniewski (Projekt 2), „Pyrometallurgical recycling of lithium-ion battery cathode material: The impact of slag formers on meltability and lithium slagging potential“
- FuLIBatteR Workshop in Leoben, Österreich, 19. September 2023
- ESTEP Annual Event 2023 – A Circular Economy driven by the European Steel, Barcelona, Spanien, 3. – 5. Oktober 2023, E. Cheremisina (Projekt 2 und Projekt 3), „Circular metallurgy: Valorizing valuable metals from Lithium-Ion Batteries in steel industrial symbiosis“
- 19th International Symposium on Waste Management and Sustainable Landfilling in Santa Margherita di Pula, Italien, 9. – 13. Oktober 2023, B. Rutrecht (Projekt 1), „Zero waste – Chances and risks of (not) applying zero waste strategies and the importance of measuring sustainability in the recycling sector“

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 Universität für Bodenkultur Wien, 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 Group GmbH. Das Projektkonsortium wird von der K1-MET GmbH als Konsortialführer koordiniert.