Brückenschlag zwischen Wissenschaft und Industrie: Erfolgreiches Up-Scaling der Biolaugung von Lithium-Ionen-Altbatterien

Das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien (LIBs) ist ein wesentlicher Bestandteil in der Schaffung einer effizienten Kreislaufwirtschaft. Eine mögliche Recyclingtechnik ist die Biohydrometallurgie. Bei der Biolaugung, die auch als biologische Laugung bezeichnet wird, werden Mikroben eingesetzt, um Metalle wie Kobalt (Co), Nickel (Ni), Lithium (Li) oder Mangan (Mn), die in festen Materialien gebunden sind, in Lösung zu bringen und so eine Metallextraktion aus der festen Matrix zu erreichen.

Obwohl der Biolaugung sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile zugeschrieben werden, hat sie ihre Grenzen, da sie ein langsamer Prozess ist und optimale Bedingungen für die Mikroorganismen erfordert. Außerdem wurden die meisten Studien zur Biolaugung im Labormaßstab durchgeführt, vor allem in Kolbenversuchen. Im Gegensatz dazu können in einem Rührkesselreaktor optimale Bedingungen für die Mikroorganismen und damit auch für den Biolaugungsprozess wie pH-Wert, Temperatur, Durchmischung, Luftzufuhr usw. aufrechterhalten und überwacht werden. Daher kann die Verwendung eines solchen Reaktors für den Biolaugungsprozess dazu beitragen, die Limitierungen zu überwinden.

Zuvor wurde die Durchführbarkeit der Biolaugung zur biologischen Rückgewinnung kritischer Metalle aus verschiedenen Arten von Schwarzmasse unter Verwendung verschiedener Mikroorganismen in Kolbenversuchen untersucht. Der nächste Schritt bestand darin, die gewählten Versuchsbedingungen, Mikroorganismen und den Schwarzmasse Typ vom kleinen Maßstab (Kolbenversuche) auf einen größeren Maßstab (Rührkesselreaktor) zu übertragen. Zu diesem Zweck wurde ein Forschungsaufenthalt des Doktoranden L. Lalropuia (K1-MET) beim FuLIBatteR-Projektpartner BRAIN Biotech AG in Zwingenberg, Deutschland, geplant. Dieser Aufenthalt bot eine wertvolle Gelegenheit, da die BRAIN Biotech AG über umfangreiche Erfahrungen und Expertise auf dem Gebiet der biobasierten Technologien verfügt. Während des Forschungsaufenthaltes wurde die Biolaugung von Schwarzmasse aus Lithium-Eisen-phosphat-Batterien (LFP) in einem 1-Liter-Rührkesselreaktor durchgeführt. Als Mikroorganismen für die Biolaugung wurde eine Mischkultur verwendet, die zuvor aus einem sauren Bergwerksee gewonnen wurde. Bei diesem Versuch wurde eine hohe Rückgewinnungsrate (bis zu 100 %) von kritischen Metallen wie z.B. Lithium erzielt, was das Potenzial der Biolaugung als eine nachhaltige Methode für das Batterierecycling unterstreicht. Im Anschluss an das Experiment wurden die Veränderungen der mikrobiellen Zusammensetzung mit Hilfe einer Metagenom-analyse untersucht. Diese Analyse könnte einen tieferen Einblick in die Wechselwirkung zwischen Mikroben und Schwarzmasse und den Mechanismus hinter der Metalllösung geben.

Mit diesem Forschungsaufenthalt konnte der Autor sowohl in der persönlichen als auch in der beruflichen Entwicklung einen bedeutenden Schritt nach vorne machen und die technischen und analytischen Fähigkeiten stärken. Die Einblicke und Erfahrungen während dieses Aufenthalts zeigen außerdem eine starke Synergie zwischen akademischer Forschung und Industriezusammenarbeit.

Autoren: Lalropuia Lalropuia und Sabine Spieß (beide K1-MET GmbH)

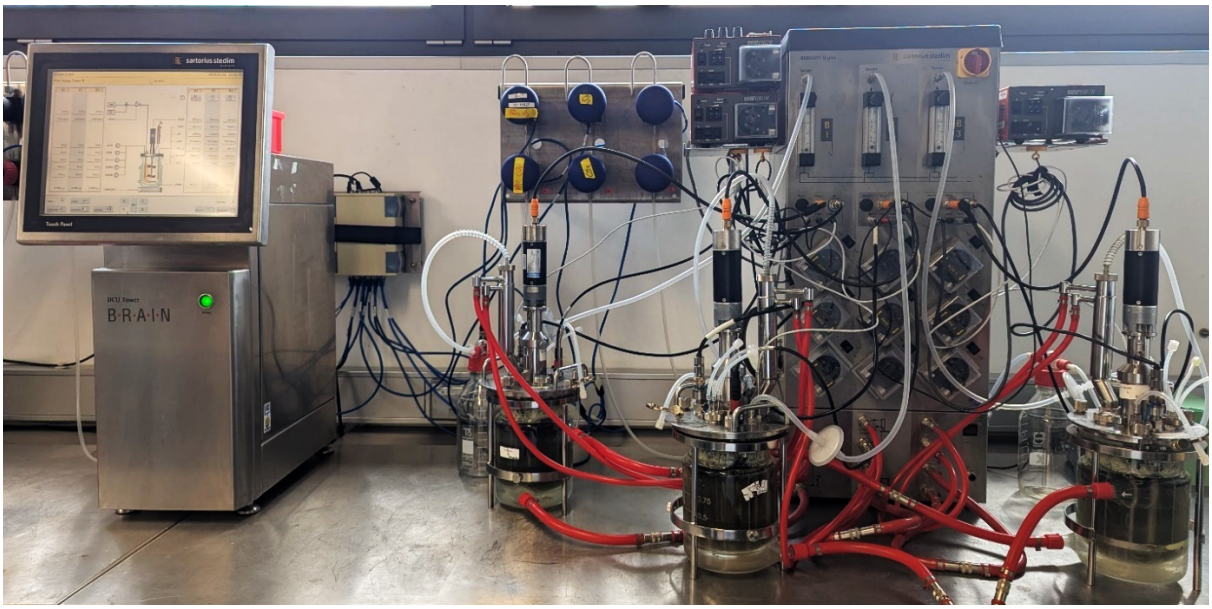

Abbildung 1: Bioleaching von Schwarzmasse, durchgeführt von L. Lalropuia (K1-MET) in einem Rührkesselreaktor bei BRAIN Biotech AG während seines Forschungsaufenthaltes.

Weitere ausgewählte Disseminationsaktivitäten im Rahmen des FuLIBatteR-Moduls (Projekt 1, 2 und 3) wurden bereits veröffentlicht oder sind in den kommenden Monaten geplant:

- Rieger, J., Stuhr, S., Rutrecht, B., Morgenbesser, S., Nigl, T., Arnberger, A., Kunanz, H., Lesiak, S. Graphite Separation from Lithium-Ion Battery Black Mass Using Froth Flotation and Quality Evaluation for Reuse as a Secondary Raw Material Including Non-Battery Applications. Recycling 2025, 10, 75.
- Wiszniewski, L., Lalropuia, L., Spiess, S., Presoly, P., Kremser, K., Doschek-Held, K., Guebitz, G. M., Raonic, Z. (2025). Integrating Pyro-and Biohydrometallurgy in a Green Closed-Loop Lithium-Ion Battery Recycling Approach. Journal of Environmental Chemical Engineering, 116811.
- 19th Minisymposium Chemical and Process Engineering and 10th Austrian Particle Forum, Innsbruck, Austria, 1-2 July 2025, Emerson Barros de Souza (Project 2) “Numerical development of thermal pre-treatment for Li-ion batteries recycling”
- 12th International Flotation Conference, Cape Town, South Africa, 17 November 2025; S. Stuhr (Project 1) “Graphite Recovery from Spent Lithium-Ion Batteries via Froth Flotation and Assessment as a Secondary Raw Material for Non-Battery Applications”

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.

Autoren: Lalropuia Lalropuia und Sabine Spieß (beide K1-MET GmbH)