TiGaR

Titanium and Gallium Recycling from Red Mud in a zero waste concept

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, Bridge 2025, BRIDGE 2025 (AS 2024/02)	**Status**	laufend
Projektstart	01.07.2025	**Projektende**	30.06.2028
Zeitraum	2025 - 2028	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	zero waste; titanium; gallium; critical metals; red mud;		

Projektbeschreibung

In den vergangenen Jahren sind die Produktionsraten von Metallen, die im täglichen Leben verwendet werden, wie Aluminium, fast ständig gestiegen. Verbunden mit einem solchen Wachstum fallen auch die bei der Produktion anfallenden Rückstände wie Stäube, Schlacken und Schlämme an. Ein solcher Rückstand ist auch Rotschlamm, das Nebenprodukt des Bayer-Verfahrens, welcher ein wesentlicher Bestandteil der primären Aluminiumproduktion ist. Seit der industriellen Anwendung dieses Prozesses haben Forscher und Industrie gleichermaßen versucht, das Problem der anfallenden Rotschlammberge zu lösen, da unter anderem ihre alkalische Beschaffenheit eine sinnvolle Rückführung der kritischen Metalle in die Wirtschaft verhindert. Leider scheiterte dies bisher im industriellen Maßstab entweder aus ökonomischen oder ökologischen Gründen, und der Rotschlamm musste bisher auf Sonderdeponien abgelagert werden. Dennoch arbeiten Forscher an neuen Methoden, um ein sinnvolles Recyclingkonzept für Rotschlamm zu finden. Der Grund dafür sind die wertvollen Metalle, die darin enthalten sind, wie Ti, Ga, Fe, Al und je nach dem im Bayer-Prozess verwendeten Bauxit auch Seltene Erden wie Sc und andere. Die meisten der in der Forschung veröffentlichten Methoden konzentrieren sich auf ein oder zwei der enthaltenen Metalle und lassen die anderen aber außer Acht, welche als Konsequenz in einer entstehenden Rückstandsphase verloren gehen, die ebenfalls entsorgt werden müsste. Daher entwickelt das Konsortium hinter dem TiGaR Projekt ein Near-Zero-Waste Verfahren zur Rückgewinnung mehrerer Metalle wie Ti, Fe, Al und Ga durch hydrometallurgische Extraktion mit Salzsäure und weitere Reinigung von Filtrat und Filterkuchen. Kernstück dieses Verfahrens ist der Extraktionsschritt, bei dem Al und Fe nahezu vollständig gelaugt werden und der entstehende Filterkuchen mit Titan angereichert wird. Anschließend werden sowohl die festen als auch die flüssigen Produkte einer Reinigung unterzogen, bei der bestimmte Metalle zurückgewonnen und raffiniert werden, um verkaufsfähige chemische Verbindungen herzustellen. Nach der Reinigung der Lösung verbleibt nur Fe in der Flüssigkeit, die dann in einem Säureregernationsschritt behandelt werden soll, um sowohl HCl als auch Fe-Oxid zu gewinnen. Die Säure wird dann in den Extraktionsschritt zurückgeführt, während das Fe-Oxid verkauft werden kann. Durch die Anwendung dieses Verfahrens können oben genannte Metalle aus dem Rotschlamm zurückgewonnen werden, ohne dass eine wesentliche Menge neuer Rückstände anfällt, was ein Merkmal eines nahezu abfallfreien Verfahrens darstellt. Die einheimische Industrie und der Markt erhalten so eine wichtige neue sekundäre Quelle für kritische Metalle wie Titan und Gallium und sind folgend weniger abhängig von Importen aus Ländern wie China oder Russland. Ebenso wäre die Rückgewinnung dieser Metalle ein wichtiger Schritt hin zu einer Kreislaufwirtschaft, indem innereuropäischer Rotschlamm aus Deponien oder frisch anfallender

gleichermaßen wiederverwertet wird. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass dieses in Entwicklung befindliche Verfahren in der Lage wäre, wertvolle Metalle zurückzugewinnen, verkaufsfähige Produkte herzustellen und gleichzeitig einen Rückstand aufzubereiten, der mehr als ein Jahrhundert lang deponiert werden müsste.

Abstract

In the recent past, production rates of metals used in every day's life, like Aluminium, have seen a nearly constant increase. Coupled with such a growth, also the arising residues of production like dusts, slags and sludges accumulate. One such residue is red mud, the by-product of the Bayer process a vital part of the primary Aluminium production. Since the industrial application of this process, researchers and industry alike have tried to solve the problem around the rising piles of red mud, since its alkaline nature among others prevent a meaningful recycling of critical metals back into the economy. Unfortunately, this has failed so far on an industrial scale because of either economical or ecological reasons and the red mud must be dumped on special landfills up till now. Nevertheless, researchers are still investigating new methods to find a reasonable recycling concept for red mud. This is because of the valuable metals still contained in it, like Ti, Ga, Fe, Al, and depending on the Bauxite used in the Bayer process rare earths like Scandium among others. Most of the published research on extraction concepts focus on one or two of the contained metals and disregard the others, which would be lost in a resulting residue phase that need to be disposed of as well. Therefore, the consortium behind the TiGaR project, are developing a potential process for a multi metal recovery of Ti, Fe, Al, and Ga, by hydrometallurgical extraction with hydrochloric acid and further purification of filtrate and filter cake. Centre piece of this process is the extraction step, in which Al and Fe are nearly fully leached and the resulting filter cake is enriched in titanium. Following this, both solid and liquid products undergo a purification during which certain metals are being recovered and refined to produce sellable chemical compounds. After the solution purification, only Fe remains in the acidic leaching solution, which is then to be treated in an acid recovery step, to recover both HCl and Fe-oxide. The acid is then looped back to the extraction step, while the Fe-oxide can be sold as a by-product. Through applying this process, the former mentioned metals are being able to be recovered from the red mud, while not creating a substantial amount of new residue, representing a near zero waste process. Thus, the domestic industry as well as the marked for critical metals like Ti and Ga gain a vital source for these and are less dependent on imports from countries like China or Russia. Furthermore, the recovery of those metals would mark and important step towards a circular economy by reprocessing red mud from landfills and fresh accruing alike. To paraphrase, this investigated process would be able to recover valuable metals, create sellable products all while reprocessing a residue, which had to be dumped for more than a century.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie

Projektpartner

- ECV Energie- u. chem. Verfahrens-, Forschungs- u. Beratungsgesellschaft m.b.H.
- KTH Royal Institute of Technology Department of Chemical Engineering