

RecoPhos: Ein Zero-Waste Recyclingansatz zur pyrometallurgischen Rückgewinnung von Phosphor aus Reststoffen insbesondere Klärschlammaschen

Lukas Wiszniewski^{1*}, Anna Krammer¹, Christoph Gatschlhofer¹, Klaus Doschek-Held¹ und Harald Raupenstrauch¹

¹ Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik; Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Österreich
* Kontaktdaten Autor: lukas.wiszniewski@unileoben.ac.at; Tel.: +43-3842-402-5819

Motivation



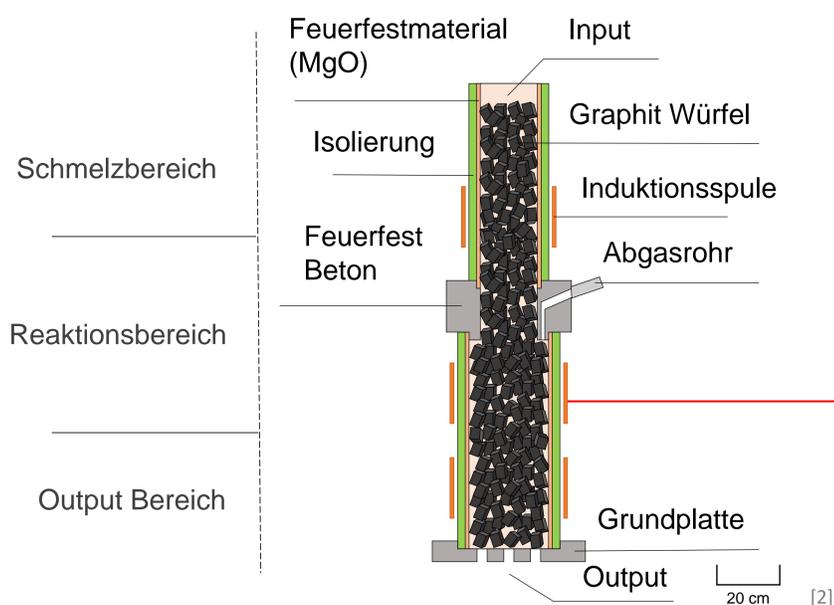
Ab 2030
Phosphor-Rückgewinnungsquoten von mindestens 80% für alle Kläranlagen mit einem Einwohnerwert (EW60) größer 20.000 [1]



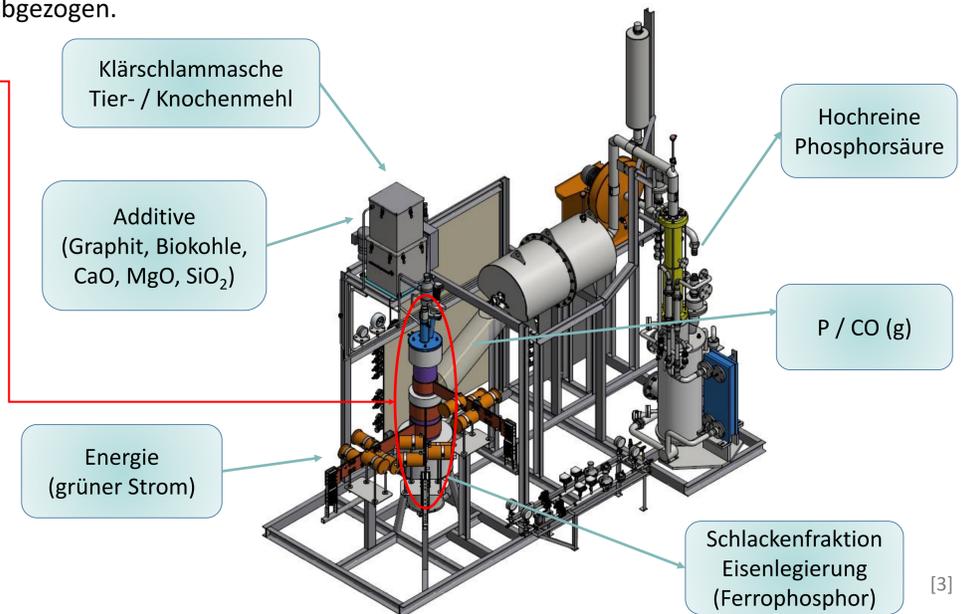
→ Recyclingverfahren mit Zero-Waste Ansatz
→ Reduktion politischer und wirtschaftlicher Abhängigkeit
→ ERMA Investment Szenario von über 100 Mio. €



Methode

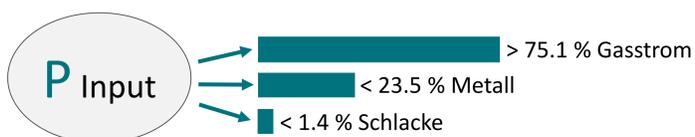


Der **InduRed-Reaktor** ist ein induktiv beheizter Schüttungsreaktor, wobei die Möglichkeit besteht, den elektrischen Energiebedarf zu 100% über den Einsatz von erneuerbarer Energie zu decken. Über die als Suszeptormaterial eingesetzten Graphitwürfel wird ein gleichmäßiges radiales Temperaturprofil durch die induktive Erwärmung realisiert. Durch Zugabe von Kohlenstoff wird eine sich selbst erhaltende CO-Atmosphäre geschaffen, und somit die Graphitschüttung selbst vor Verbrauch geschützt. Klärschlammaschen, in denen die Phosphate und Metalloxide eingebunden sind, werden reduziert, Schwermetalle und flüchtige Verbindungen über die Metalllegierung oder Gasphase entfernt und gasförmiger Phosphor aus dem Reaktor abgezogen.

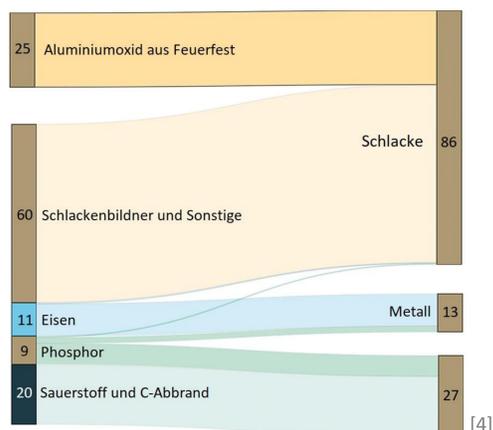


Das **RecoPhos-Verfahren** hat das Ziel, Klärschlammaschen bei hohen Temperaturen thermisch zu reduzieren, wobei anfänglich oxidisch gebundene Phosphor-Komponenten zu gasförmigem elementarem Phosphor umgewandelt und in weiterer Folge aus dem Prozess entfernt werden. In einer Nachverbrennungsstufe wird der hochreaktive gasförmige Phosphor schließlich oxidiert, und mittels Wäscher das nun vorliegende P_2O_5 zu hochreiner Phosphorsäure hydrolysiert. Zu den kommerziell attraktiven Nebenprodukten gehört eine Mineralfraktion, die als Ersatz für Klinker in der Zementindustrie geeignet ist, sowie eine Metalllegierung, die in der Stahlerzeugung und in der Gießereiindustrie zum Einsatz kommen kann.

Ergebnisse



Durch kontinuierliche Prozess-optimierungen im Zuge weiterer Scale-Up Schritte soll die Rückgewinnungsrate von P in die Gasphase auf 80 – 85% gesteigert werden.



Darüber hinaus könnte durch ein optimiertes Feuerfest-Material und zusätzliche Vorkonditionierung sowie nachfolgende Aufbereitung eine ideale Basis für die Schlacke als Bindemittelkomponente in der Zementindustrie geschaffen werden.

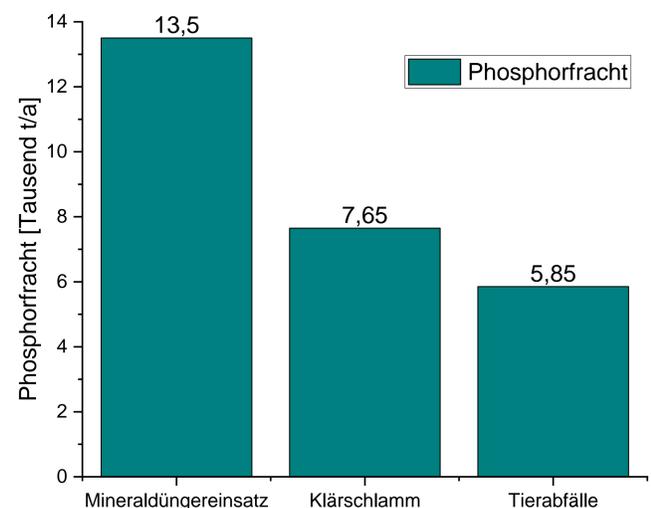
Literatur

- [1] Verordnung über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung 2022 – AVV 2022), S. 16. Online verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20002239>
- [2] Ponak, C. Carbo-thermal reduction of basic oxygen furnace slags with simultaneous removal of phosphorus via the gas phase. Dissertation. Montanuniversität Leoben (2019)
- [3] Schönberg, A. Mathematische Modellierung metallurgischer Prozesse - Induktive Erwärmung einer Graphitschüttung. Dissertation. Montanuniversität Leoben (2014)
- [4] Windisch, S., Ponak, C., Mally, V. et al. Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammaschen mit dem RecoPhos-Prozess. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 72, 421–428 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00506-020-00696-3>
- [5] Eine kritische und zugleich unzureichend genutzte Ressource der Abwasser- und Abfallwirtschaft – Stand des Wissens und Ausblick für Österreich und Europa (2016)

Ausblick

Der RecoPhos Prozess bietet einen vielversprechenden Ansatz für eine zentrale Lösung zur Rückgewinnung von Phosphor aus phosphorreichen Abfallmengen. Dadurch kann ein Substitutionspotential in Österreich von Rohphosphat von beinahe 100 % geschaffen werden (EU > 30%). Neben Abfallprodukten kann die Technologie potentiell als alternative Prozessroute zur Aufbereitung von Rohphosphaten selbst eingesetzt werden. Dies soll in kommenden Versuchsreihen unter Beweis gestellt werden.

Substitutionspotential für Phosphor aus Abfällen (Österreich)



gerechnet für Österreich mit 9.000.000 EWZ [5]

Ein kontinuierlicher Scale-Up Prozess soll die Anlage von aktuell 10 kg/h auf bis zu 500 kg/h hochskalieren. Damit soll der TRL von 4 auf 9 gehoben werden und ein großindustrieller Einsatz ermöglicht werden.