

# Phosphat-Elimination aus kommunalem Abwasser mittels Elektrolyse

## Aufschluss von biologisch und chemisch gebundenem Phosphor in Klärschlamm durch Laugung

Diplomand



Fabio Mazzoleni

**Ausgangslage:** Phosphor ist neben Stickstoff und Kalium einer der wichtigsten Bestandteile von Körperzellen sowie Knochen. Er gilt als lebenswichtiges Element. Ebenfalls ist Phosphor essenziell für das Wachstum von Pflanzen. Bei in der Landwirtschaft eingesetzten Düngemitteln ist Phosphor deshalb ein fester Hauptbestandteil.

Die globalen Reserven an Phosphor liegen hauptsächlich in einigen wenigen Ländern, welche geopolitisch instabile Situationen vorweisen.

In der Schweiz kann der Phosphorbedarf nur mittels Importe gedeckt werden. Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft und der Reduzierung der Auslandsabhängigkeit wurde gemäss der Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) beschlossen, ab 2026 eine Rückgewinnungspflicht für Phosphor aus Abwasser, Klärschlamm, Klärschlammasche sowie Tier- und Knochenmehl einzuführen. Das übergeordnete Ziel besteht darin, im Minimum die gleiche Menge an Phosphor zurückzugewinnen, wie mittels Mineraldünger (4200 t) und chemischen Produkten (1200 t) importiert wird. Dies wird weiter konkretisiert, indem sich die Rückgewinnungsquote in Abwasserreinigungsanlagen auf 50 % der Phosphorfracht beläuft.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat das UMTEC ein Verfahren entwickelt, um Phosphor aus Klärschlamm mittels chemischer Laugung rückzulösen und anschliessend als Struvit auszufällen. Das Verfahren bezieht sich dabei auf Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen, welche eine chemische Phosphorelimination mittels Eisensalzen anwenden. Dabei wird Phosphor in Form von Eisenphosphat ( $\text{FePO}_4$ ) im Klärschlamm ausgetragen und bildet damit den Ausgangspunkt des vom UMTEC entwickelten Verfahrens. Das entwickelte Verfahren wurde jedoch noch nicht an realem Klärschlamm getestet.

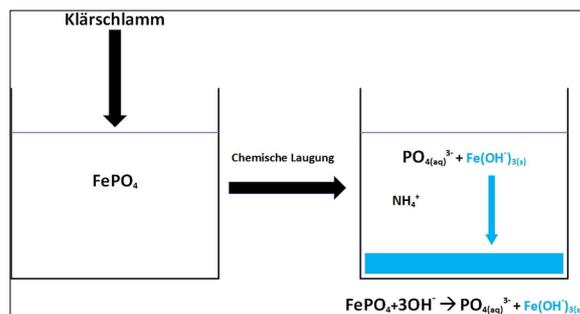
**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Arbeit war, die Anwendbarkeit und Effizienz von chemischer Laugung bezüglich der Rücklösung von Phosphor bei realem Klärschlamm zu testen. Zusätzlich sollten unterschiedliche Ideen bezüglich der Verbesserung der Rücklösung eingebracht und getestet werden. Abschliessend sollte eine Abschätzung getroffen werden, inwieweit das Verfahren aus ökonomischer Sicht praktikabel für den Aufschluss von Phosphor aus Klärschlamm ist.

**Vorgehen:** Mittels Versuchen an realem Klärschlamm einer Schweizer Kläranlage wurde eruiert, inwieweit chemische Laugung bei realem Klärschlamm anwendbar ist. Dazu wurde vorgängig der im Klärschlamm vorhandene Anteil an Phosphor einerseits mittels Königswasseraufschlusses und

andererseits mittels Vollaufschlusses anhand Flusssäure bestimmt. Um die Rücklöseeffizienz zu erhöhen, wurden unterschiedliche Verfahrensweisen von Klärschlamm-Desintegration in Folgeversuchen betrachtet. Dabei wurde unter anderem der Fokus auf die thermische, chemische (Oxidationsmittel, explizit Wasserstoffperoxid) sowie physikalische (Ultraschall) Desintegration gelegt. Anhand der Versuchsergebnisse wurde in Bezug auf das gesetzte Rückgewinnungsziel von 50% eine ökonomische Machbarkeitsanalyse durchgeführt.

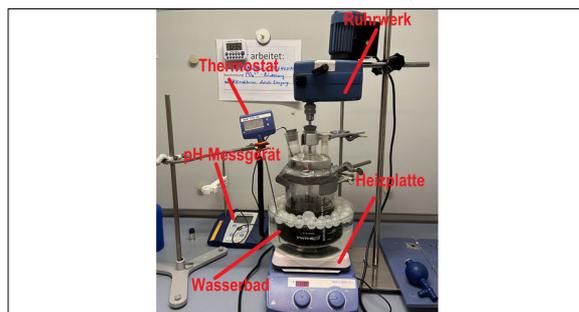
### Verfahrensprinzip der Rücklösung mittels chemischer Laugung von Phosphor aus Klärschlamm

Eigene Darstellung



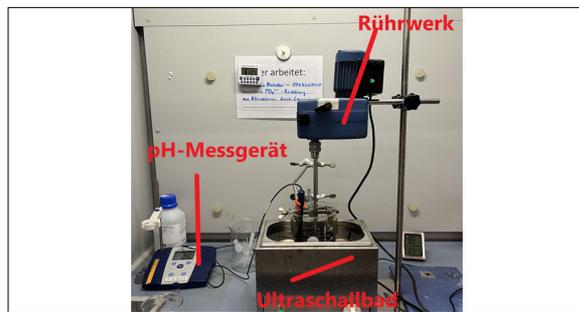
### thermische Desintegration

Eigene Darstellung



### physikalische Desintegration mittels Ultraschalls

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

Korreferent

Dr. Adrian Schneider, Hitachi Zosen Inova AG, Zürich, ZH

Themengebiet

Umwelttechnik allgemein