

Phosphorrückgewinnung aus kommunalem Abwasser mittels Elektrolyse

Diplomand



Simon Grundler

Ausgangslage: Phosphor kann in Form von Struvit (Magnesium-Ammonium-Phosphat) aus kommunalem Abwasser rückgewonnen werden und als Düngemittel verwendet werden. Dabei kann Magnesium (Mg) als Opferanode einer Elektrolysezelle zudosiert werden. Die Mg-Anode bildet eine passivierende Schicht, welche die weitere Dissoziation hindert. Eine erhöhte Chlorid-Konzentration oder ein kurzzeitig erhöhtes Potenzial der Elektrolysezelle (Spannungsschüsse) kann die Anode depassivieren. Die Löslichkeit von Struvit, sowie die Aktivität der Ionen in Lösung sind vom pH abhängig.

Vorgehen / Technologien: Eine Versuchsreihe über die depassivierende Wirkung von Chlorid und von Spannungsschüssen wurde aufgesetzt. Mit dem ökonomisch sinnvollsten Versuch wurde eine weitere Versuchsreihe angeschlossen. Dabei wurde die maximale Rückgewinnung von Phosphat in Abhängigkeit des pH-Werts angestrebt. Die Wirtschaftlichkeit, Phosphat in Form von Struvit aus Abwasser rückzugewinnen, wurde mit einem auf dem Markt erhältlichen Phosphat-Düngemittelprodukt verglichen.

Ergebnis: In einer Lösung mit 50 mg/l Chlorid kommt es zu keiner nachweisbaren P- und N-Rückgewinnung. Ab einer Mindestkonzentration (in diesem Fall 100 mg/l) von Chlorid wird eine signifikante Rückgewinnung festgestellt. Daraufhin verdoppelt sich die P- und N-Rückgewinnung mit der Verdoppelung der Chlorid-Konzentration. Vergleicht man die P- und N-Rückgewinnung der Versuche mit der erhöhten Chlorid-Konzentration mit dem Versuch der Spannungsschüsse, so liegt die P- und N-Rückgewinnung eines Versuchs mit 10 V-Spannungsschüssen im Viertelstundentakt (während je einer Minute) in der Größenordnung des Versuchs mit 100 mg/l Chlorid und beträgt 24 % bzw. 17 %. Betrachtet man die Molanteile an Ammonium, Mg und Phosphat im Ausfällungsprodukt, so stammt das am geeignetste Verhältnis (mit nur doppelt so viel Mg wie Phosphat) vom Versuch mit 100 mg/l Chlorid. Der bekannte Anteil der total ausgefällten Masse variiert zwischen 65 und 100%.

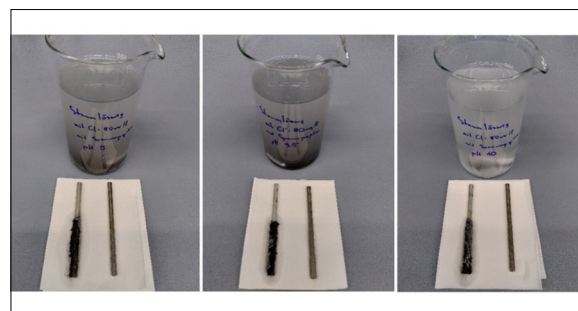
Die P- und N-Rückgewinnung bei pH 8 und 9 liegt bei 25 % bzw. 20 %. Bei pH 9.5 steigt sie auf 32 % bzw. 29 % an und bricht bei pH 10 markant ein. Im Ausfällungsprodukt kann ein Trend der absoluten Zunahme an Mg bei steigendem pH erkannt werden. Der Anteil an bekannten Substanzen in der Ausfällung beträgt bei allen Versuchen rund 65 %. Das Ausfällungsprodukt der Versuche variiert farblich zwischen hell- und dunkelgrau. Der dissoziierten Oberfläche der Anode und der Trübheit der Lösung im Versuchsreaktor kann eine Tendenz der P- und N-Rückgewinnung abgelesen werden. Das Endprodukt kostet rund fünfmal so viel wie ein Biodünger mit demselben P-Gehalt. Es kann ein

klarer Trend der Zunahme der Ammoniak-Ausgasung mit ansteigendem pH erkannt werden. Vom theoretisch vorhandenen Ammoniak gast jedoch nur rund ein Sechstel aus. Über den Zeitraum eines Versuchs besteht eine Zunahme der Ausgasung.

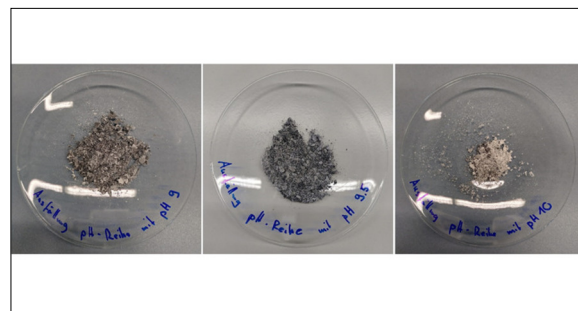
Versuchsaufbau: Elektrolysezelle im Exsikkator mit Impinger-Verfahren um Ammoniak-Ausgasungen aufzufangen
Eigene Darstellung



Beobachtung: Versuchsreaktoren und Elektroden dreier Versuche bei unterschiedlichem pH-Wert
Eigene Darstellung



Resultat: Ausfällungsprodukte dreier Versuche bei unterschiedlichem pH-Wert
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

Korreferent

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

Themengebiet

Wasseraufbereitung, Umwelttechnik allgemein, Abfallaufbereitung und Recycling