

Phosphatgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammasche

Phosphor stellt einen essentiellen Nährstoff für alle Lebewesen dar, wodurch phosphathaltige Düngemittel eine entscheidende Rolle in der Landwirtschaft spielen. Die meisten Industrieländer sind stark abhängig von Importen von mineralischem Phosphor aus den wenigen Regionen weltweit, die über nennenswerte Vorkommen verfügen. Andererseits gibt es viele Regionen weltweit, in denen die unzureichende Versorgung der landwirtschaftlichen Flächen den limitierenden Faktor für die Produktion von Nahrungsmitteln darstellt. Ein nachhaltigeres Phosphormanagement wird angestrebt, um die weltweite Versorgung mit Nahrungsmitteln zu verbessern, die mineralischen Ressourcen zu schonen und negative Umweltauswirkungen zu verringern. Ein wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Rückgewinnung von Phosphor aus Abfällen und damit die Bereitstellung einer sekundären Phosphorressource.

Die Dissertation von *Claudia Niewersch* umfasst Untersuchungen eines innovativen Prozesses zur Phosphatgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammasche. Dieser Prozess besteht aus mehreren Optionen, den Schlamm bzw. die Asche unter sauren Bedingungen aufzuschließen und das Phosphat in Lösung zu bringen, gefolgt von zwei Membranverfahren: Ultrafiltration zur Feststoffabtrennung und Nanofiltration, um eine schadstoffabgereicherte Phosphatlösung herzustellen.

Die Nanofiltration gehört zu den dichten, druckgetriebenen Membranverfahren. Aufgrund von Festladungen im Membranmaterial sind Nanofiltrationsmembranen ionenselektiv, sodass der Rückhalt nicht alleine von der Größe der gelösten Moleküle abhängt, sondern auch von deren Ladung. Das Verständnis des Nanofiltrationsprozesses in der vorgesehenen Anwendung wurde durch die Entwicklung eines mathematischen Stofftransportmodells für Mehr-Ionen-Systeme verbessert. Der Ansatz basiert auf dem Lösungs-Diffusions-Modell und beinhaltet pro Komponente einen Permeabilitätskoeffizienten als Parameter. Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Modell mit synthetischen Stoffsystemen validiert und die Parameter in Abhängigkeit von pH-Wert und Lösungszusammensetzung gefittet. Grundsätzlich wurde eine gute Übereinstimmung der berechneten Rückhalte mit experimentell bestimmten Werten beobachtet. Allerdings zeigte sich eine geringe Sensitivität beim Fitten der Parameter für

Fälle, in denen eine Komponente eine deutlich größere Permeabilität aufweist als alle anderen. Das Modell bildet auch Dissoziationsreaktionen zwischen den unterschiedlichen Komponenten ab, wobei angenommen wurde, dass solche Reaktionen auch während des Transports durch das Membranmaterial stattfinden.

Der Gesamtprozess wurde erfolgreich anhand unterschiedlicher Klärschlamm- und Klärschlammaschepben durchgeführt. Es wurden Phosphorrückgewinnungsraten zwischen 5 und 70 % erreicht. Eine Kostenschätzung für den Nanofiltrationsprozess ergab Kosten zwischen 1 und 34 €/kg_{phosphor}. Die Beschaffenheit des Ausgangsmaterials und die Anlagengröße stellten entscheidende Einflussgrößen dar. Es wurde außerdem gezeigt, dass organische Spurenschadstoffe sukzessive entlang der Prozesskette entfernt wurden.

Nanofiltration for Phosphorus Removal from Sewage Sludge, Dissertation von Claudia Niewersch, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Melin, Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling, Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik der RWTH Aachen, erschienen im Günter Mainz Verlag, Aachen, 2013

Claudia Niewersch wurde für diese Arbeit am 26. Mai 2014 im Rahmen der Jahrestagung „Wasser 2014“ der Wasserchemischen Gesellschaft, einer Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, mit dem Willy-Hager-Preis ausgezeichnet.