

Membrandestillation zur Wertstoffrückgewinnung in der kommunalen Abwasserbehandlung

Bernhard Mayr

EnviCare® Engineering GmbH, Graz, Österreich

ABSTRACT

Die Erfahrungen aus der Versuchsphase mit einer Membrandestillationsanlage zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus Zentratwasser der kommunalen Abwasserreinigung werden vorgestellt. Die Produktion eines vermarktbareren Düngemittels und damit einhergehend der monetäre-, sowie der energetische Nutzen der Technologie wird anhand dieser Versuchsergebnisse dargestellt.

Hintergrund

Im Rahmen des En-Reco-Treat Projektes, das die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützt hat, wurde die Technologie der Membrandestillation (MD) für die Behandlung von Zentratwasser aus der Faulschlammentwässerung weiterentwickelt.

Die Ammoniumfracht des Zentratwassers trägt erheblich zur Stickstofffracht am Zulauf der Kläranlage bei, wobei die Hydraulik nur 1-2 % des Kläranlagenzulaufs ausmacht. Im Schlammwasser sind zwischen 500 – 2.000 mg NH₄N/l enthalten. Damit werden der aeroben Reinigungsstufe erhebliche Nährstofffrachten zugeführt, die wiederum mit hohem Energieeinsatz oxidiert werden müssen. Das energieeffiziente MD-Verfahren wird auf niedrigem Temperaturniveau betrieben, um eine Abtrennung und Rückgewinnung von Ammonium aus dem Abwasserstrom zu erzielen. Dadurch kann Belüftungsenergie eingespart und ein wertvolles Produkt (Ammoniumwasser oder -sulfat) generiert werden.

Zielsetzung und Methoden

Im Zuge des Versuchsbetriebs wurden geeignete Membranmaterialien identifiziert, theoretische und labortechnische Voruntersuchungen zur Stofftrennungseigenschaft durchgeführt, darauf aufbauend passende Membranmodulkonfigurationen ausgearbeitet, mit denen Versuchsreihen im Pilotmaßstab mit Zentratwasser durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Versuche wurden verwendet, um einen Scale-Up durchzurechnen, damit in weiterer Folge eine stoffliche, energetische und wirtschaftliche Bewertung des neuen Verfahrens zu erstellen.

Kurz Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Versuche wurden mit dem Zentratwasser des Abwasserverbands Gleisdorfer Becken/Österreich (30.000 EW) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die MD-Technologie sehr gut für die Abtrennung von Ammonium aus flüssigen Stoffsystemen geeignet ist. So kann im Fall der ARA Gleisdorf bei einem täglichen Zentratwasseranfall von 20 m³/d mit einer Konzentration von 1.000 mg/l NH₄-N bei einer Abscheiderate von 64 % täglich 12,9 kg NH₄-N gewonnen werden. Dazu müssten 234 kWh/d an externer thermischer Energie bei ca 80°C dem System zugeführt werden. Der Energiebedarf (bei Verwendung eines Plattenmoduls mit Wärmerückgewinnung) je kg Produkt (je kg abgetrenntes Ammonium) liegt damit bei umgerechnet 18 kWh_{th} je kg NH₄-N.

Während des Prozesses wird Schwefelsäure zugesetzt, um einerseits das treibende Gefälle über die Membran zu vergrößern und andererseits ein in der Düngemittelindustrie verwertbares Produkt

(Ammoniumsulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) zu erzeugen. In einer großtechnischen Anlage können so auf Basis der vorher genannten Ergebnisse 50,5 kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{d}$ generiert werden (Einsatz von 37,5 kg $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{d}$). Eine Vermarktung des Produkts würde zu einem Erlös von rund 15.000,- € pro Jahr führen. Gleichzeitig kann durch verminderte Rückführung von Ammonium in die Belebung der elektrische Energieverbrauch um 13,5 MWh pro Jahr gesenkt werden.

Erkenntnisse

Plattenmodule eignen sich aufgrund der höheren Ammoniumselektivität, sowie des deutlich geringeren thermischen Energiebedarfs deutlich besser für die Ammoniumabtrennung aus Zentratwasser als Wickelmodule. Die erreichbare Abtrennrage von Ammonium richtet sich in erster Linie nach zwei Faktoren: der Betriebstemperatur und der Anzahl an Modulen in Serie. Je höher die Anzahl an Modulen in Serie, desto höher ist die Ammoniumabtrennungsrate.

Weiterer Forschungsbedarf

Das eingesetzte Plattenmodul weist im Gegensatz zu Wickelmodulen eine ausgezeichnete Effizienz bei der Ammoniumrückgewinnung auf. Das Moduldesign der Plattenmodule selbst wurde jedoch noch nicht für den Anwendungsfall der Ammoniumabtrennung optimiert und bietet daher noch erhebliches Entwicklungspotential. Die Steigerung des transmembranen Flusses von MD-Modulen ist eine weitere zentrale Entwicklungsfrage. Dass hohe transmembrane Flüsse in Plattenmodul-Konfiguration möglich sind, zeigen Versuche mit einer Plattenmodultestzelle.

KEYWORDS

Membrandestillation, Wertstoffrückgewinnung, Ammonium, Düngemittel, Zentratwasser, Trübwasser