

Nährstoffrecycling durch Extraktion mit keramischen Membrankontaktoren

M. Sc. Sarah Trepte, Dipl.-Ing. André Wufka, Dr. Marcus Weyd, Dr. Hannes Richter

Nährstoffe, wie Stickstoff und Phosphor, sind Grundpfeiler einer ertragsreichen Landwirtschaft. Sie werden in Form mineralischer Dünger kostenintensiv chemisch produziert, während u. a. die in der Tierhaltung in enormen Mengen anfallenden nährstoffhaltigen Reststoffe ungenutzt bleiben oder teuer entsorgt werden müssen. Im Sinne von Ressourcenschonung und Umweltschutz stellt das Recycling und Nutzbarmachen werthaltiger Nährstoffe aus solchen Reststoffen eine kostengünstige und nachhaltige Alternative zu mineralischen Düngern dar. Mit der Entwicklung von Schlüsseltechnologien zum Nährstoffrecycling und deren Kombination können Nährstoffkreisläufe effizient geschlossen werden.

Die Membranextraktion stellt eine aussichtsreiche Technologie zur Rückgewinnung von ammoniakalischem Stickstoff aus wässrigen, landwirtschaftlichen Reststoffströmen dar. Für den Einsatz des Verfahrens werden temperaturstabile, chemisch beständige und abrasionsfeste Materialien benötigt. Das Fraunhofer IKTS entwickelt und untersucht für diese Anwendung robuste, keramische Membrankontaktoren auf Basis von Einkanalrohren aus Aluminiumoxid, welche die hohen Anforderungen erfüllen können. Eine für das Verfahren essenzielle Eigenschaft ist dabei eine dauerhaft, wasserabweisende (hydrophobe) Membranoberfläche. Eine solche hydrophobe Beschichtung konnte auf Basis von Silanen am IKTS erfolgreich entwickelt werden. Damit wird die Benetzung der keramischen Membranen mit den wässrigen Stoffströmen verhindert und eine stabile, gasförmige Phasengrenze in den Membranporen sichergestellt.

Durch die Einstellung eines Partialdruckgradienten kann das im Reststoffstrom gasförmig vorliegende Ammoniak die Membranporen

passieren und so aus den Restströmen extrahiert werden. Die dafür entscheidenden Prozessparameter wurden im Technikumsmaßstab bereits umfassend evaluiert. Der Diffusionsweg durch die Membranschichten ist ein limitierender Faktor bei der Extraktion. Mit am IKTS gefertigten keramischen Kapillarmembranen (Bild oben) mit reduzierten Wandstärken (600 µm) im Vergleich zu konventionellen, keramischen Einkanalrohren (1,5 mm) konnte der Ammoniaktransfer um nahezu 90 % gesteigert werden (Diagramm unten). Das Ammoniak kann nach Passieren der Membran in einer schwefelsauren Lösung rückgelöst werden. Hierbei entsteht Ammoniumsulfatlösung (ASL), ein werthaltiges, flüssiges und zugelassenes Düngemittel.

Ein Vorteil des Verfahrens ist, dass ammoniakalischer Stickstoff selektiv rückgewonnen werden kann und Stör- und Schadstoffe von der Membran zurückgehalten werden.

Auch weitere Anwendungen sind mit keramischen Membrankontaktoren möglich, etwa die Rückgewinnung von Ammonium aus industriellen Prozessen für die anschließende dezentrale Erzeugung von Wasserstoff.

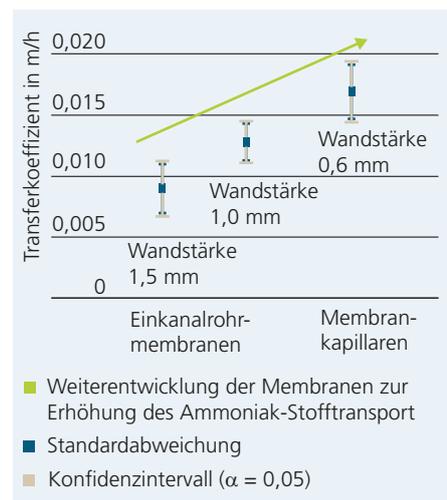
Die wissenschaftlichen Arbeiten werden innerhalb des Wachstumskern abonocare® durch das Förderprogramm »Innovative regionale Wachstumskerne« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.



Keramische Kapillarmembranen mit hydrophober Beschichtung.



Technikumsanlage mit Membrankontaktor zum Nährstoffrecycling.



Ermittlung des membran-spezifischen Transferkoeffizienten als Maß für den Ammoniak-Stofftransport.

