

Keramische Membranen in der Membrandestillation – Potentiale und Herausforderungen

¹*Johann Schnittger, ¹Marcus Weyd, ¹Petra Puhlfürß, ¹Gundula Fischer, ¹Ingolf Voigt, ²André Lerch*

¹ *Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Systeme, Hermsdorf*

² *Technische Universität Dresden, Professur für Verfahrenstechnik in Hydrosystemen*

In der Aufbereitung hochsalzhaltiger wässriger Systeme weisen etablierte Entsalzungsverfahren nach wie vor Limitationen auf.

Die Umkehrosmose ist aufgrund des osmotischen Drucks ab Salzgehalten von circa 70 g/L nicht mehr ökonomisch attraktiv und thermische Verfahren sind schwer an individuelle Gegebenheiten anzupassen und limitierenden Korrosionsprozessen ausgesetzt (Eykens 2017).

Für die „off-grid“ Entsalzung industrieller Abwässer und Prozesswässer bis hin zu Zero-Liquid-Discharge Applikationen kann die Membrandestillation (MD) eine vielversprechende Alternative darstellen. Der Grund dafür ist, dass die MD als Hybridverfahren die Stärken membranbasierter und thermischer Entsalzungsprozesse miteinander verbindet. Beispiele sind die geringe Abhängigkeit von der Rohwasserbeschaffenheit, die Verwendbarkeit niederkalorischer Wärme, die modulare Erweiterbarkeit, der geringe Platzbedarf und die einfache Kombination mit anderen Prozessen wie beispielsweise der Kristallisation (Basile et al., 2015, Curcio et al. 2005).

Aufgrund guter Stofftransporteigenschaften, intrinsisch hydrophoben Oberflächeneigenschaften und vergleichsweise günstigen Herstellungskosten empfiehlt die wissenschaftliche Gemeinschaft die Verwendung von hochporösen Mikrofiltrationsmembranen (PTFE, PVDF, PP) in der MD. Die Behandlung aggressiver Abwässer, die beispielsweise durch extreme pH Werte, die Anwesenheit von organischen Lösemitteln und Kristallisationsprozessen gekennzeichnet sein können, kann allerdings den Einsatz robuster keramischer Membransysteme rechtfertigen. Gegenstand aktueller und zukünftiger Untersuchungen am Fraunhofer IKTS, ist die systematische Untersuchung relevanter Charakteristika (z. B. Porosität, Porengröße, Wärmeleitfähigkeit, Schichtaufbau, etc.) anorganischer Membranen.

Des Weiteren werden Prozessparameter (z. B. Salzgehalt, Überströmung und Temperaturniveaus) im Rahmen von Entsalzungsprozessen unter Nutzung verschiedener Konfigurationen der Membrandestillation systematisch variiert, untersucht und optimiert. Die gewonnenen Daten werden genutzt, um Entwicklungs- und Optimierungsimpulse zu geben und die, in der akademischen Literatur bestehenden Wissenslücken, zu schließen. Besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auch auf der Modifizierung keramischer Membranen zugunsten langfristig robuster hydrophober Oberflächeneigenschaften. Dazu werden konventionelle (z.B. Al_2O_3 , TiO_2) und alternative (Cordierit, Mischoxide) keramische Membransysteme mit Alkylsilanen funktionalisiert, hinsichtlich ihres Permeatflusses und Rückhaltes in verschiedenen MD-Konfigurationen (Direktkontakt-, Air Gap- und Vakuum-MD) vermessen und unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem Department of Energy (USA) für die Finanzierung der Forschungsarbeit.

Literatur

Basile A. (2015) Pervaporation, vapour permeation and membrane distillation: Principles and applications, Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, Kidlington, UK

Curcio E. (2005), Membrane Distillation and Related Operations—A Review, Separation & Purification Reviews 34, 35–86.

Eykens L. (2017), A comprehensive study of membrane distillation: membrane development, configuration assessment and application, Dissertation, Leuven

