



MEMBRANERPROBUNG IM TECHNIKUM UND FELDVERSUCH

Dr. Marcus Weyd, Dipl.-Ing. Christian Pflieger, Dipl.-Ing. Steffen Wöhner

Membranverfahren sind als energetisch effiziente Trennverfahren in der Technik weit verbreitet. Sie benötigen keine chemischen Hilfsstoffe und sind alternativen Trennverfahren bezüglich der Selektivität meist deutlich überlegen. Anorganische Membranen zeichnen sich durch hohe Flussleistungen aus. Des Weiteren sind sie bei extremen chemischen und thermischen Bedingungen einsetzbar. Am Fraunhofer IKTS werden anorganische Membranen für Trennprozesse in flüssigen, dampfförmigen und gasförmigen Medien entwickelt. Das Ziel der Entwicklungen besteht zumeist darin, die Trennleistung und Trennschärfe der Membranen weiter zu verbessern, die Membranflächen pro keramischem Element zu erhöhen bzw. Membranen für neuartige Trenaufgaben zu synthetisieren und zu erproben. Hierbei werden auch neue Trägergeometrien entwickelt, die bezüglich Stofftransport bewertet werden müssen. Einige Membrantypen werden prototypisch hergestellt. Unterstützend zur Membranentwicklung müssen die Eigenschaften der Membranen ermittelt werden. Porengrößen von oft unterhalb einem Nanometer bedingen spezieller Testverfahren. Porengrößen und Porengrößenverteilungen müssen bestimmt und die Schichtqualität analysiert werden.

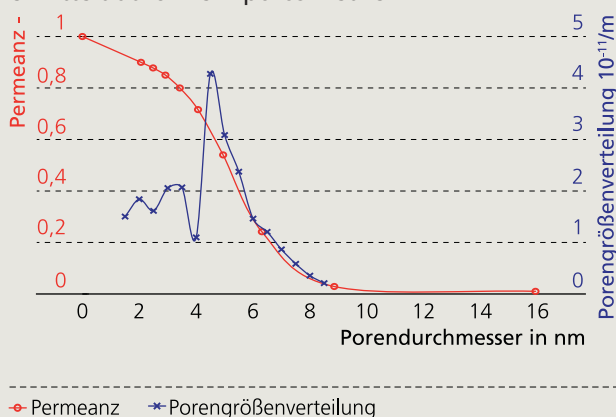
Diese Eigenschaften müssen für Labormuster von nur wenigen Zentimeter Länge aber auch für 1,2 m lange Membranen analysiert werden. Ebenso muss sichergestellt sein, dass die Membranen für die jeweiligen Prozessbedingungen (Druck, Temperatur, Prozessmedien, pH-Wert) geeignet sind. Es folgen die wesentlichen Methoden der Membrancharakterisierung:

- Permporosimetrie
- Bubble-Point-Methode
- Permeationsmessung
- Trenngrenzenbestimmung
- Simulation von Stofftransport und Festigkeit
- Berstdruckprüfung
- Kontaktwinkelmessung
- Ermittlung von Säure- und Laugenstabilität

Entscheidend für den wirtschaftlichen Einsatz eines Membranverfahrens sind die Trennleistungen im technischen Prozess bei Verwendung der realen Medien. Diese Daten werden in einem mehrstufigen Prozess erhoben. Erste Prinzipversuche in Laboranlagen mit kleineren Membrangeometrien liefern bei reduziertem Aufwand eine qualitative Aussage zum Membranverfahren. Nach positivem Testergebnis erfolgen Versuche mit industriell relevanten Membrangeometrien (z. B. Mehrkanalrohre, Länge 1,2 m) in Pilotanlagen im Technikum, mit dem Ziel erste belastbare Leistungsdaten zu erfassen. Das IKTS verfügt über Membrananlagen im Labor- und Pilotmaßstab für Verfahren wie Pervaporation, Dampfpermeation, Gaspermeation, Mikro-, Ultra- und Nanofiltration sowie organophile Nanofiltration.

Eine Gaspermeationsanlage zur Gastrennung und zur Trocknung von Gasgemischen bei hohen Temperaturen und eine Pilotdampfpermeationsanlage konnten 2014 in Betrieb genommen werden. Mit der Dampfpermeationsanlage können Lösungsmittel unter gleichzeitiger Verwendung mehrerer Membranmodule getrocknet und azeotrope Zusammensetzungen gebrochen werden. Auch Dauerversuche sind bei Temperaturen bis 220 °C und Drücken bis 25 bar möglich.

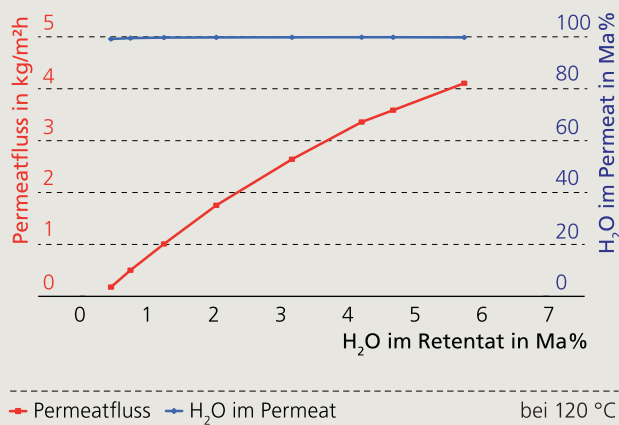
Porengrößenverteilung einer Ultrafiltrationsmembran ermittelt durch Permporosimetrie





UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Entwässerung von Ethanol durch Dampfpermeation



Für Applikationsuntersuchungen im Bereich der Flüssigfiltration sowie im Bereich der organophilen Nanofiltration verfügt das IKTS über ein Applikationszentrum Membrantechnik in Schmal-kalden. Der Fokus liegt hier neben der Membrancharakterisierung auf der Verfahrenserprobung und -entwicklung in Form von praktischen Machbarkeitsversuchen. Mobile Anlagen können für kunden- bzw. projektspezifische Projekte verwendet werden. Am Applikationszentrum werden diese Versuchsanlagen in Form von Prototypen ebenso entwickelt und aufgebaut.

Im Bereich der Flüssigfiltration sind folgende Anlagen verfügbar:

- Tischanlagen (MF, UF, NF; PN16)
- Laboranlagen (MF, UF, NF, UO; PN16/PN100)
- Feldversuchsanlagen (MF, UF, NF; PN25)
- Mobile ATEX-Anlagen (MF, UF, NF; PN25/PN40)

Es wird Wert darauf gelegt, dass jeder Membranprozess auch mit Membranen industriell relevanter Geometrie betrieben werden kann. Zur Membrancharakterisierung hinsichtlich Bestimmung des Klarwasserflusses bzw. des Rückhaltes von Testsubstanzen werden gesondert Anlagen vorgehalten. Die Bestimmung der Säure- oder Laugenstabilität erfolgt in verschiedenen Spezialanlagen für die Verwendung der jeweiligen Medien. Darüber hinaus können statische Auslagerungsversuche von Membranen in aggressiven Medien bei Temperaturen bis 150 °C durchgeführt werden.

Für die Membranerprobung im Feldversuch wurden spezialisierte Feldversuchsanlagen entwickelt und aufgebaut. Diese

Anlagen zeichnen sich durch folgende Eigenschaften/Merkmale aus:

- Automatisierter Batch- oder Feed-and-Bleed-Betrieb
- Befüllungs- bzw. Füllstandsüberwachung
- Regelung auf Druck bzw. Permeatvolumenstrom
- Intelligenter Retentat-/Produktaustrag
- Heiz- und Kühlfunktion
- Rückspülfunktion (2 Arten)
- Datenaufnahme

Die Feldversuchsanlagen können im Batchbetrieb eine definierte Anzahl an Zyklen verarbeiten und sich selbstständig füllen. Die Temperaturregelung erfolgt automatisch mit Thermostat oder extern vorgehaltenem Kühl- oder Heißwasser. Im Feed-and-Bleed-Betrieb kann der Produkt- bzw. Retentat-austrag proportional zum Permeatfluss erfolgen, um an einem vorgegebenen Konzentrationspunkt zu fahren. Die Anlagen können auch in ein Ringleitungssystem einer bestehenden Anlage integriert werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Kunden- und anwendungsspezifische Membrantestung und -erprobung
- Pilotierung von Membranprozessen
- Verfahrensentwicklung für die genannten Membranprozesse
- Entwicklung und Bau geeigneter Membrangehäuse
- Entwicklung und Konstruktion von Membran(test)anlagen
- Entwicklung von Membranreinigungsstrategien von z. B. bestehenden Membrananlagen beim Kunden
- Durchführung und/oder Begleitung bzw. Auswertung von Feldversuchen
- Lieferung von Membranmustern
- Konzeptentwicklung zum Einbinden von Membrananlagen/-verfahren in kundenspezifischen Produktionsablauf

- 1 Membranerprobung im Technikum.
- 2 Mobiler Filtrationscontainer zur Verwendung mit organischen Lösungsmitteln.
- 3 Mobile Filtrationsanlage mit Rückspüleinheit und Temperaturregelung.
- 4 Pilotdampfpermeationsanlage im Technikum.