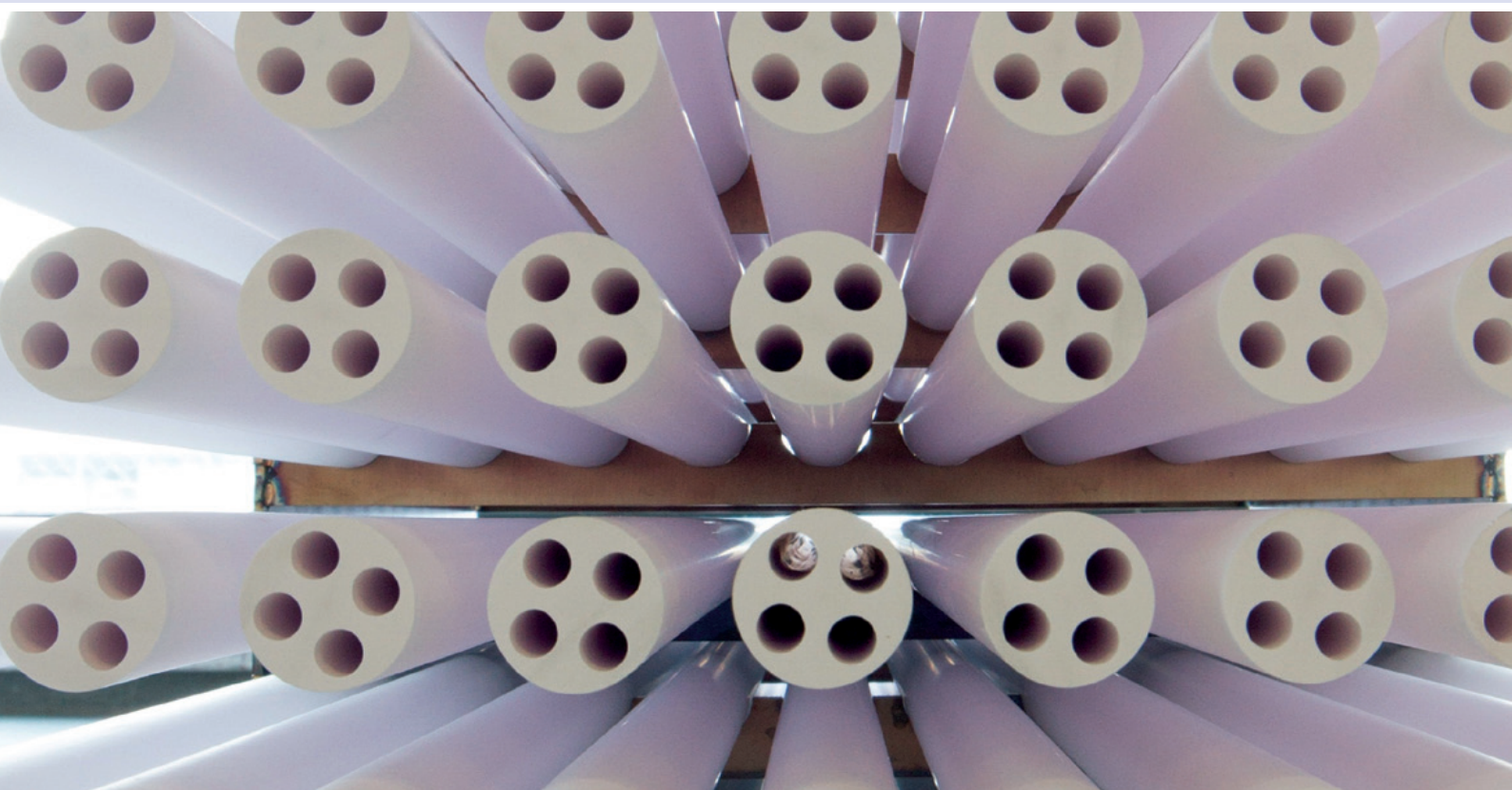


# Nieuwe categorie Hybride silica membranen bespaart tonnen oplosmiddel

Wetenschappers van de Universiteiten van Twente en Amsterdam en van ECN hebben een nieuwe methode ontwikkeld om membranen te maken waarmee verschillende gas- en vloeistofmengsels energiezuinig kunnen worden gescheiden. Deze methode is direct door membraanfabrikant Pervatech overgenomen, waardoor nu grote hoeveelheden grondstoffen kunnen worden hergebruikt.

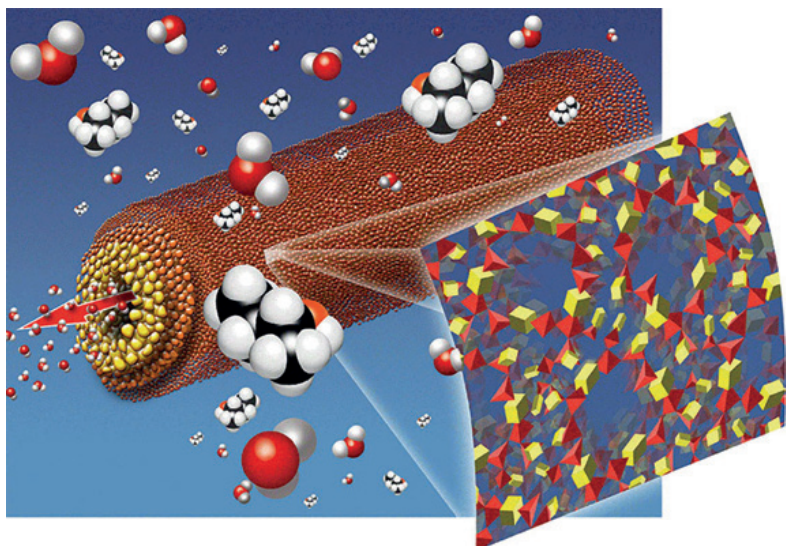


De hybride membranen, die bestaan uit een combinatie van organische en anorganische componenten, hebben een uitzonderlijk hoge stabiliteit. Hierdoor kunnen ze in tegenstelling tot veel andere materialen jarenlang worden gebruikt, ook onder extreme omstandigheden. De poriën in dit materiaal zijn ongeveer zo groot als de gas- of vloeistofmoleculen die hierdoor 'gezeefd' kunnen worden, dat wil zeggen in de orde van circa 0,3 tot 0,5 nanometer. Door de nieuwe methode kan als het ware de rastermaat van de zeef worden aangepast, waarbij de poriën op maat ingesteld kunnen worden. Hierdoor kunnen nu voor het eerst onder andere ook mengsels van verschillende oplosmiddelen energie-efficiënt worden gescheiden.

De methode is ontwikkeld dankzij fundamenteel onderzoek. Dr. Hessel Gastricum en prof. dr. ir André ten Elshof van de UT en hun collega's

gebruikten kleine-hoekverstrooiing (SAXS) om te onderzoeken hoe de vorming van een poreuze structuur kan worden beïnvloed tijdens zogenaamde 'sol-gel' bereiding. Dit houdt in dat eerst een dispersie in een vloeistof wordt gemaakt van de componenten die het poreuze materiaal gaan vormen. Door drogen ontstaat hieruit vervolgens een vaste poreuze structuur. Om de snelle veranderingen op nanometerschaal, die hierbij optreden, *in-situ* te registreren gebruikten de onderzoekers hoge-intensiteit röntgenstraling van de NWO-synchrotronbundellijn *Dubbe* bij het ESRF in Grenoble.

De experimenten lieten zien hoe de samenstelling van de sol de poriestructuur van het materiaal bepaalt die gevormd wordt tijdens drogen. Normaal gesproken krimpt de structuur sterk door verdamping van de vloeistof. Hierdoor



ontstaan poriën ter grootte van de allerkleinste moleculen, zoals waterstof en water. Iets grotere moleculen zoals stikstof en ethanol (alcohol) passen er niet meer in. Door nu bij de bereiding de ratio van de componenten te variëren, kan de netwerkstructuur als het ware eerder worden 'bevroren', waardoor deze steviger wordt. Hierdoor treedt minder krimp op en worden grotere poriën gevormd. Stikstof en ethanol passen hier vervolgens wel goed in. Door dit aangepaste materiaal te gebruiken als membraan kan eenvoudig ethanol uit mengsels gehaald worden waar weer nog grotere moleculen in zitten. De onderzoekers publiceerden dit recent in het vaktijdschrift *Microporous and Mesoporous Materials*<sup>1</sup>.

De Nederlandse membraanfabrikant Pervatech haakte hier gelijk op in door deze membranen door te ontwikkelen voor het recyclen van extractievloeistoffen, zoals ethanol. Het bedrijf heeft veel ervaring met de productie van membranen voor de scheiding van vloeistofmengsels. Er is vooral veel vraag naar de zeer stabiele hybride membranen, die enkele jaren geleden al werden ontwikkeld door dezelfde onderzoeksgroepen. Deze zijn heel geschikt voor hogetemperatuur scheidingen van water uit vloeistofmengsels (zie afbeelding hierboven). Het geheim van de hoge stabiliteit zit hem in organische bruggen die zijn ingebouwd in een selectieve laag met een verder anorganische silicastructuur. Belangrijke toepassingen zijn bijvoorbeeld de directe ontwatering van oplosmiddelen en condensatiereacties. Membraantehnologie is veelbelovend, omdat het veel efficiënter met energie omgaat dan bijvoorbeeld destillatie.

De nieuwe methode maakt het nu ook mogelijk om bijvoorbeeld ethanol dat gebruikt wordt voor de extractie van grotere aromamoleculen tot 50 maal te hergebruiken, terwijl het normaal gesproken al na enkele keren afgevoerd en verbrand moet worden. De afscheiding van ethanol is zo scherp, dat de aroma's hierin niet meer zijn waar te nemen door gespecialiseerde aroma-experts.

Volgens algemeen directeur Frans Velterop van Pervatech scheelt dit 'een slok op een borrel'. De methode bespaart geld en grondstoffen, en het verlaagt de CO<sub>2</sub> uitstoot. Voor Velterop betekent dit een forse uitbreiding van de activiteiten. Dankzij dit onderzoek is het bedrijf nu in staat om een goed werkend membraan te vervaardigen met een hoge doorstroom. 'Het is een hele kunst om de bereiding zodanig te optimaliseren dat er in een membraan geen gaten of scheuren zitten. Dit soort informatie is daarbij van onschatbare waarde. Het mooie is dat hybride membranen nu dus ook gebruikt kunnen worden voor de scheiding van mengsels van oplosmiddelen'. Voorbeelden zijn de afscheiding van kleine moleculen zoals methanol, ethanol, acetonitril en aceton van bijvoorbeeld benzeen, toluene, xyleen, MIBK, MEK, MTBE, en talloze aroma's. 'Sommige oplosmiddelen, zoals NMP, zijn zo agressief dat geen enkel ander membraan op de markt hiervoor gebruikt kan worden. Het hybride membraan wel.'

Ook prof. dr Louis Winnubst van de Universiteit Twente, projectleider van het door Technologiestichting STW gefinancierde project waar dit onderzoek onder valt, is enthousiast over de nieuwe categorie hybride membranen. 'Het is een mooi voorbeeld van hoe fundamenteel onderzoek snel een weg kan vinden naar een concrete toepassing. In dit project was sprake van goed contact tussen universiteiten en bedrijven, precies wat STW nastreeft. De afgelopen jaren hebben we dit soort materialen steeds beter leren begrijpen. Dat werkt niet alleen motiverend voor ons als onderzoekers, maar is ook erg nuttig voor doorontwikkeling van een veelbelovende technologie zoals deze.' Overigens wordt dit type materialen ook veelvuldig toegepast in andere gebieden, zoals in de halfgeleiderindustrie. 'Als we onze ogen openhouden is het niet uitgesloten dat dit soort algemene kennis zijn weg kan vinden naar meer soorten toepassingen. ■

1 H.L. Castricum, G.G. Paradis, M.C. Mittelmeijer-Hazeleger, W. Bras, G. Eeckhaut, J.F. Vente, G. Rothenberg and J.E. ten Elshof: *Tuning the nanopore structure and separation behavior of hybrid organosilica membranes*, *Microporous Mesoporous Mater.* 185 (2014) 224-234. DOI: 10.1016/j.micro-

