

Membraantechnologie kan concurrentie met klassieke scheidingsprocessen aan

Binnen het domein van filters en zeven blijft membraantechnologie het meest tot de verbeelding sprekende, maar ook het meest actuele onderwerp. Het aantal toepassingen neemt immers voortdurend toe en zal ook de komende jaren nog fors blijven stijgen. De meest gekende en relevante toepassingsdomeinen zijn nog steeds waterzuivering en nierdialyse, maar de technologie lijkt ook in industriële processen een steeds belangrijker plaats in te nemen.

Met membraantechnologie bedoelt men het fysisch scheiden van componenten met behulp van membranen. Naarmate deze poriën steeds kleiner worden, spreekt men over microfiltratie (0,1 – 10 µm), ultrafiltratie (0,001 – 0.1 µm), nanofiltratie (poriën ter grootte van een- en tweewaardige ionen) en omgekeerde osmose. In dat laatste geval gaat het zelfs niet meer over poriën maar kunnen moleculen enkel via diffusie doorheen het membraan raken. De drukken die nodig zijn om een oplossing doorheen een membraan te 'druwen' stijgen naarmate de poriën kleiner worden, van 0,1 bar bij microfiltratie tot pakweg 100 bar voor een efficiënt werkende omgekeerde osmose. Het is pas sinds de jaren '60 van vorige eeuw dat membraantechnologie interessant werd voor grootschalige toepassingen omdat men er toen in slaagde om asymmetrische membranen te produceren. Deze hebben een dens bovenlaagje van slechts enkele micrometer dikte dat de poriëngrootte bepaalt en een meer open onderlaag die

geen noemenswaardige bijdrage meer levert aan de drukval. Voor de komst van die asymmetrische membranen was de drukval gewoon te groot om commercieel haalbare toepassingen te realiseren. De grote doorbraak in de waterzuivering kwam er pas in de jaren '90 toen de Verenigde Staten besliste dat drinkwater volledig vrij moest zijn van de bacteriën Giardia en Cryptosporidium, wat in waterzuiveringsinstallaties enkel door filtratie met behulp van membranen gerealiseerd kon worden. De hiermee gepaard gaande grote vraag naar membranen maakte de productie grootschaliger en efficiënter met op termijn een forse kostprijsverlaging tot gevolg. Vandaag is waterzuivering nog steeds het belangrijkste toepassingsdomein, niet alleen bij de productie van drinkwater maar ook bij industriële projecten rond hergebruik van water. Daarnaast zijn er nog een hele reeks relatief nieuwe toepassingen in opmars. *Industrie Technisch Management* had hierover een gesprek met professor **Ivo Vankelecom** van het Cen-



High-throughputtoestel ontwikkeld aan de KULeuven voor het simultaan roeren van 16 verschillende membraanoplossingen met hoge viscositeit en vluchtigheid.

trum voor Oppervlaktechemie en Katalyse aan de **KULeuven**. Hij is ook voorzitter van de **Belgian Membrane Group** die vorig jaar met steun van het **TNAV** werd opgericht en die een tachtigtal Belgische leveranciers, onderzoekers en gebruikers van membraantechnologie verenigt.

BREDE WAAIER AAN TOEPASSINGEN

De vormen van membraanfiltratie die in de inleiding opgesomd werden, zijn alle voorbeelden van vloeistoffiltratie. Een andere toepassing van membraantechnologie is gasscheiding. Dit wordt onder meer toegepast op lucht om tot zuurstofaangerijkte of stikstofaangerijkte lucht te komen. Een andere toepassing is het scheiden

van CO₂ en methaan bij aardgaswinning. Op sommige plaatsen kan aardgas omwille van een te lage druk in de bodem enkel gewonnen worden door het met CO₂ uit de ondergrond te blazen. Membranen worden daarbij gebruikt om het CO₂ nadien weer van het methaan te scheiden. Ook bij de fel oprukkende biogasproductie zullen gasscheidingsmembranen een belangrijk onderdeel worden. Damppermeatie is nog een andere toepassing van membranen die bijvoorbeeld gebruikt wordt om dampverliezen bij het vullen van olietanks op te vangen en te filteren. Membranen zijn ook een wezenlijk onderdeel van *fuel cells*. In brandstofcellen op basis van waterstof, bijvoorbeeld, wordt het waterstof

door een katalysator omgezet in waterstofionen die vervolgens door een membraan migreren naar het zuurstof om er te reageren tot water, waarbij het membraan wel de protonen moet doorlaten maar het water moet tegenhouden.

Relatief nieuw in membraan-technologie zijn een aantal in-

heeft bij 96 procent wat betekent dat men geen perfecte scheiding van het ethanol kan bekomen. Verdamping doorheen een membraan maakt dit wel mogelijk. Ten opzichte van distillatie is het gebruik van membranen in heel wat toepassingen ook nog eens milieuvriendelijker omdat het minder energie vergt. Het gebruik van membranen kan ook

temperatuurverschil aangelegd waardoor bepaalde componenten in dampfase gaan die aan de andere kant van het membraan weer afkoelen. Bij elektrolyse is het aanleggen van een potentiaalverschil dan weer de drijfveer om ionen doorheen het membraan te krijgen, een techniek die gebruikt kan worden om zouten uit een oplossing te halen.

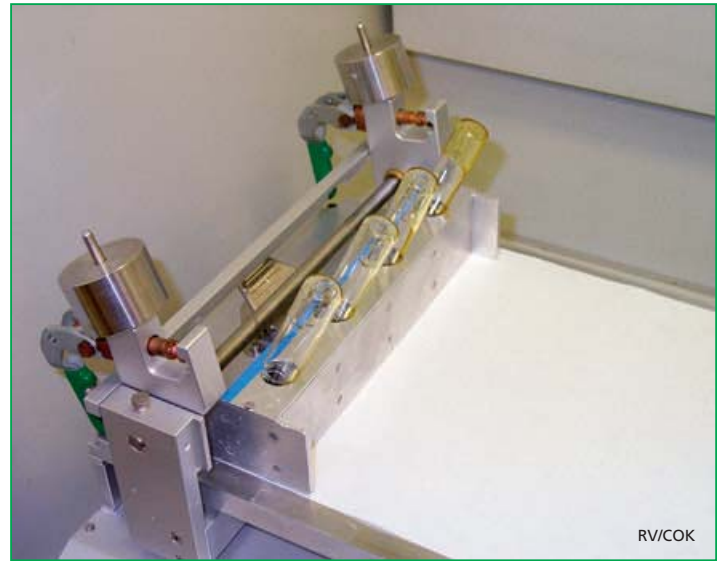
tie of extractie, maar zou met membranen op een meer economische en milieuvriendelijkere manier kunnen gebeuren zonder risico op thermische degradatie. Grootste hinderpaal bij organische solventen was lange tijd dat de membranen onvoldoende stabiel waren in dit soort toepassingen, omdat ze zelf ook uit organisch materiaal – polymeren – bestaan.



Hollevezelmembranen kunnen ingebouwd worden in industrieel inzetbare modules.

dustriële processen waar het gebruik van membranen de concurrentie aangaat met meer klassieke scheidingstechnieken. Per vaporatie is een voorbeeld, een proces dat bijvoorbeeld gebruikt wordt om solventen te ontwateren. Het is een alternatief voor distillatie dat ook gebruikt wordt bij de aanmaak van bio-ethanol. Het probleem met distillatie van alcohol is dat men een azeotroop

een alternatief zijn voor extractie, waarbij de milieuwinst dan zit in het feit dat men geen bijkomend solvent (extra afvalstroom) nodig heeft om de scheiding te realiseren. Membraandistillatie bestaat trouwens ook, maar dat is weer een heel ander proces. Daarbij wordt geen drukverschil aangelegd over het membraan om tot een scheiding te komen, maar wordt een



Ook dit high-throughputtoestel is ontwikkeld aan de KULeuven. Het wordt gebruikt voor simultane synthese van meerdere polymeergebaseerde vlakke membranen.

COMPOSITMEMBRANEN

De meeste industriële toepassingen houden het echter bij de meer klassieke vormen van membraanfiltratie. Zo voert Ivo Vankelecom heel wat onderzoek naar solvent-scheidingen via nanofiltratie. Heel wat chemische producten zoals farmaceutica worden aangemaakt in een solvent en moeten nadien uit deze oplossing gewonnen worden. Dat gebeurt vaak via distilla-

In wezen kan men een onderscheid maken tussen twee types van membranen: de organische of polymere membranen, en de anorganische op basis van zeolieten, metalen of oxides. Anorganische membranen hebben het voordeel dat ze zeer selectief zijn en tegelijk zeer permeabel voor de stoffen die er wel door mogen. Dit leidt vanzelfsprekend tot een hoge efficiëntie maar het is bijzonder moeilijk



Fluid Control
Sealing
Steam and Concept
Filtration

Knowledge - Experience - Service

Connect with
Quality

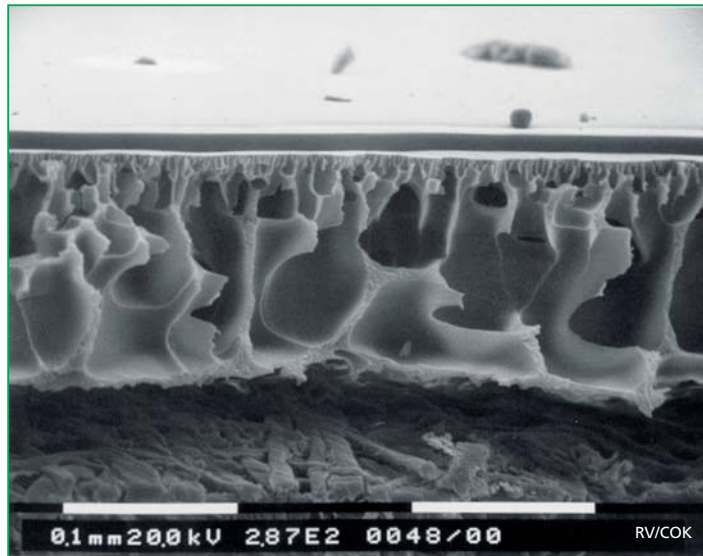
Vilvoordsesteenweg 70
B-1120 Brussel
Tel. (+32) 2 247 16 11
Fax. (+32) 2 247 16 14
E-mail: info@klinger-sogefiltres.be

www.klinger-sogefiltres.be



om deze membranen op grote schaal defectvrij te maken en te houden. Zeolieten bijvoorbeeld zijn kristallijne, poreuze structuren van siliciumoxide. De kristalstructuur maakt dat het materiaal kanalen heeft (hoge permeabiliteit) van een welbepaalde doormeter (selectiviteit). Zeolieten worden dan ook veelvuldig gebruikt als adsorbens, gepakt in een kolom. Het nadeel daarbij is dat veel energie nodig is voor de desorptie. Bij zeoliet als membraan is een continue werking mogelijk, wat een aanzienlijk voordeel is. Maar in het flinterdunne vliesje mogen dan geen defecten voorkomen want anders houdt de filterende werking op.

Bij polymeermembranen heeft men minder last van defecten. Keerzijde is dan weer dat ze minder selectief zijn. Een mogelijke oplossing hiervoor is het gebruik van composietmembranen of or-



Deze microscopiefoto toont een dwarsdoorsnede van een typisch polymeermembraan bestaande uit een tweelagige steunlaag voor mechanische stabiliteit met een micronmeterdunne toplaag die de eigenlijke scheiding uitvoert.

ganomineraalmembranen: membranen waar zeoliet, of een andere anorganisch materiaal, in de vorm van nanotubes of sferen ingebed wordt in een polymeer-

structuur. In een dergelijk membraan creëert men omwille van de nanobuisjes, zeolietkanalen of sferen open ruimtes zodat de permeabiliteit verbeterd wordt ten

opzichte van 'klassieke' polymeermembranen. De selectiviteit en de efficiëntie van dergelijke oplossingen kunnen moeilijk in algemene termen uitgedrukt worden. Het komt er op aan om voor een bepaalde toepassing te zoeken naar het membraan met de optimale samenstelling en structuur.

INSPIRATIE UIT FARMA INDUSTRIE

Wanneer men zich beperkt tot commercieel beschikbare membranen is het mogelijk om in een testopstelling te zoeken naar de meest geschikte oplossing voor een bepaalde toepassing. De meest doeltreffende oplossing zal er echter in bestaan van een nieuw membraan te ontwikkelen in functie van een gegeven toepassing. Als men gaat spelen met de samenstelling en productieparameters die een invloed hebben op de structuur komt men echter al snel tot 15 à 20 parameters wat

NIEUW

PROFITEST MASTER

Eerste klasse universele installatietester.

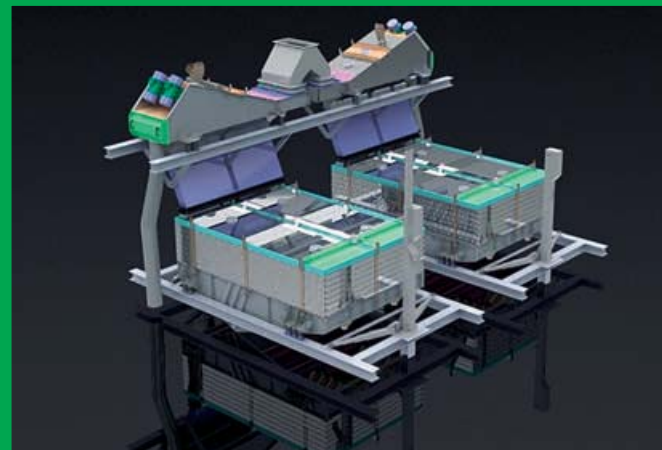
- Aardingsweerstandsmeting - traditioneel of met meettang.
- Isolatiweerstandsmeting met testspanning van 10 tot 1000 V.
- Uittesten van verliesstroomschakelaars - type A en B (DC) - 10, 30, 100, 300 en 500 mA.
- Kring-impedantiemeting, zonder uitschakeling verliesstroomschakelaar.
- Kortsluitstroombepaling van het net tot 50 kA.
- Spanning- en stroommeting.
- Fase-volgorde meting.
- Intern geheugen met database voor 50 000 testobjecten.
- Automatische nulpuntafregeling.
- Groot en helder verlicht display.
- Eenvoudige bediening.
- RS232 en USB interface, of Bluetooth.
- Standaard geleverd met ETC software, DKD testcertificaat, adapters en draagriem.
- Uitgebreid gamma opties en toebehoren.

GMC-Instrumenten België NV
 Etsel 1800000000, 24 - 9200 Joliet
 Tel: (052) 399 730 - Fax: (052) 399 760
 E-mail: info@gmc-instrumenten.be
 www.gmc-instrumenten.be

GMC INSTRUMENTS
 GOSSEN METRAWATT CAMILLE BAUER

Nieuwe meerdekszeef

Rheum, bij ons ingevoerd door Eskens, heeft een vernieuwde versie op de markt gebracht van zijn MDS (horizontale lineaire trilzeef). Het is een meerdekszeef met een maximale oppervlakte van 114 m² waarmee een stroom aan middelgrote tot zeer fijne partikels volgens grootte verdeeld kan worden in elf verschillende fracties. Het modulaire concept maakt een snelle vervanging van de zeven mogelijk. De grootste vernieuwingen zitten in het ontwerp van de frames, voor een makkelijkere handling en onderhoud van de machine. Het transport van de partikels doorheen de zeef gebeurt horizontaal en lineair, volgens het microthrow principe. Daarbij zorgen twee ongebalanceerde motoren voor een trilling die de partikels herhaaldelijk doet opspringen terwijl ze horizontaal over de zeven door de machine bewegen. Het reinigen van de filterdoeken gebeurt met behulp van "rappers" die dezelfde trillingen ondergaan als de productstroom.



van het zoeken naar de meest optimale oplossing een wel erg complexe en langdurige opdracht maakt. Het doet wat denken aan het onderzoek dat in de farmaceutische industrie gebeurt waarbij men het meest doeltreffende middel zoekt om bijvoorbeeld een bepaald virus te lijf te gaan door een groot aantal verschillende moleculen te creëren en hun doeltreffendheid te testen.

Professor Vankelecom ontwikkelde dan ook een methode van *high throughput* combinatoriële technieken, zoals die ook in de R&D-afdelingen van de farmaceutische of halfgeleiderindustrie toegepast worden om moleculen te testen. De techniek bestaat enerzijds in om snel membranen te kunnen maken en te testen, anderzijds uit het gebruik van wiskundige algoritmes om na het testen van een reeks membranen



Professor Vankelecom ontwikkelde een methode van high throughput combinatoriële technieken, zoals die ook in de R&D-afdelingen van de farmaceutische of halfgeleiderindustrie toegepast worden om moleculen te testen.

conclusies te kunnen trekken over de parameters, waarna de cyclus herhaald wordt met een nieuwe, verbeterde "generatie"

van membranen. Om snel membranen te maken werd een robot ontwikkeld die de additieven doseert en het mengsel vervolgens

op een substraat uitspreidt. Het testen gebeurt in een opstelling waarin een solvent in kleine hoeveelheden door 16 verschillende units gepompt wordt met elk een verschillend membraan. In een eerste run worden op die manier 64 membranen met verschillende parameters gemaakt en getest waarna het algoritme op zoek gaat naar de meest optimale parameters voor het ontwikkelen en testen van een volgende generatie van 64 membranen. Na drie tot vier generaties komt men met deze methode tot parameters voor een membraan met optimale selectiviteit en permeabiliteit voor een bepaalde toepassing. Het zoeken van een dergelijk membraan kan vaak al in minder dan vier maanden afgerond worden.

www.industrie.be
www.itmsurvey.be

BOWI

PUMPS & LEVELS

Tel: 03/ 663.86.64 Fax: 03/ 663.86.69

www.bowipumps.be e-mail: info@bowipumps.be



MUNSCH
Centrifugaalpompen



PHÖNIX
PHÖNIX MESSTECHNIK GMBH
Kijkglazen, magnetische peiltoestellen, opto-elektronische sensors



feluwa
Piston-, membraan-, slangpompen



Jola
Vlotterschakelaars, dompelsonden, staafsonden
Lekdetectie geleidende en niet-geleidende vloeistoffen



TACMINA
EUROPE
Doseerpompen



Steinel
Tandwielpompen