



NANOZEEF biedt beter alternatief

Technologie voor belang van petrochemie

Rob Kreiter

Published in Journal Europoort September 2009, 48e jaargang

ECN-W-09-032

Oktober 2009

Nanozeef biedt beter alternatief

Technologie van belang voor petrochemie

door Jacques Kraaijeveld

In diverse media kwam vorig jaar het ophefmakende nieuws: Nanozeef kan biobrandstoffen energiezuinig reinigen. Voor Europort Kringen gaan we na hoe -anderhalf jaar na de uitgebreide internationale aandacht- de stand van zaken is. We gaan te rade bij de onderzoekers. "We bieden membraanmodules aan voor laboratoriumtests en werken ook toe naar demonstratie van de technologie op grotere schaal. Daarbij hebben we de Nederlandse industrie hard nodig," zegt Rob Kreiter werkzaam bij Energie onderzoek Centrum Nederland (ECN) in Petten. "We werken op dit moment met diverse partijen uit de (petro)chemie samen aan een test op locatie en aan een relevant procesmengsel."



De ontwikkeling van het membraan begon zeven jaar geleden in een project voor de Technologiestichting STW. Inmiddels is er HybSi: de handelsnaam van deze nanoporeuze membraan, gemaakt van hybride silica, met een ongekend hoge stabiliteit onder zowel hydrothermale als zure omstandigheden.

Stabiel

"Verbazend stabiel", noemt de Twentse onderzoeksleider dr.ir. André ten Elshof het nieuwe membraan. "De actieve top laag is slechts twintig tot honderd nanometer dik, maar toch blijft het in een vochtige omgeving maand na maand stabiel. Kenmerk van het membraan materiaal is dat het een combinatie is van organische en anorganische eenheden, die zijn aangesloten op een moleculair niveau. Door dit te doen, wordt het beste van twee werelden gecombineerd in dit daadwerkelijk hybride materiaal." Het onttrekken van water aan biobrandstoffen en oplosmiddelen kan dankzij deze nieuwe techniek dertig tot vijftig procent energiezuiniger. De oplossing zit 'm in de speciaal ontworpen 'nanozeef'. De zeef is tot stand gekomen binnen een langdurige samenwerking tussen onderzoekers van het MESA+-instituut van de Universiteit Twente, het Van 't Hoff-laboratorium van de Universiteit van Amsterdam en ECN. Beide universiteiten zijn betrokken bij het fundamentele onderzoek naar het materiaal, terwijl ECN zich richt op het toepassen van het materiaal in membraanscheidingen. Om het membraan en de toepassing te beschermen, is er wereldwijd patent op aangevraagd.

Hybride

Het verwijderen van ongewenste resten water uit een biobrandstof of uit oplosmiddelen is bij veel toepassingen een vereiste. Het

'drogen' gaat tot dusver via complexe destillaties, maar bij dat procédé gaat veel energie verloren bij het verdampen van het complete mengsel. De nanozeef bespaart een deel daarvan doordat het van het mengsel alleen het water doorlaat, dat vervolgens wordt verdampt.

De watermoleculen passeren via gaatjes in het poreuze materiaal. Die zijn zo klein (van de orde van 0,3 nanometer ofwel een miljoenste millimeter) dat watermoleculen er wel doorheen passen, maar grotere moleculen, zoals die van alcohol, niet. Die porositeit is verkregen door het zorgvuldig manipuleren van de structuur van bijvoorbeeld silica (siliciumatomen die telkens met vier zuurstofbruggen met elkaar verbonden zijn).

Conventionele keramische en polymeer membranen laten het al veel eerder afweten (bij ongeveer honderd graden Celsius), omdat ze slecht bestand zijn tegen de combinatie van hoge temperaturen en water. De onderzoekers ondervonden dit in het nieuwe type membraan door een 'hybride' materiaal te kiezen, dat het beste van keramische en polymeer-membranen verenigt. Ze maken er een membraan mee waarvan de poriën zo klein zijn dat alleen de kleinste moleculen erdoor passen. Keramische membranen gemaakt van silica werken gaandeweg steeds minder goed doordat ze reageren met water of stoom. In het nieuwe membraan wordt daarom een deel van de keramische bindingen vervangen door organische verbindingen die ervoor zorgen dat het water geen kans krijgt om het membraan aan te tasten. Het fabricageproces van de nieuwe hybride membranen is daarnaast eenvoudiger dan dat van bestaande silica membranen. Dit heeft te maken met de flexibiliteit van het membraanma-



teriaal; hierdoor scheurt het veel minder snel. Tegelijk hebben ze, net als keramische membranen, wel een snelle doorstroming zodat het membraanoppervlak klein kan blijven.

Pervaporatie

Een nanozeef van het hybride materiaal onttrekt nu al bijna drie jaar onverminderd water aan butanol bij een temperatuur van honderdvijftig graden Celsius. Dr. Rob Kreiter, projectleider bij de groep Membraantechnologie van ECN, ziet vooral grote mogelijkheden voor het nieuwe membraan in installaties voor pervaporatie. Dat is een energiezuinig scheidingproces waarbij een stof uit een mengsel wordt verwijderd via selectieve verdamping door een membraan. "Omdat je niet het hele mengsel in de dampfase hoeft te brengen, zoals bij destillatie, vergt dit veel minder energie", aldus Kreiter. "Een vereiste is wel dat het membraan op sub-nanoschaal kan scheiden: moleculen van de af te scheiden stof gaan er doorheen, de rest moet achterblijven. Dat vereist poriën met een doorsnede van enkele tienden van een nanometer. De hybride membranen zijn geschikt om het water uit oplosmiddelen en biobrandstoffen te halen: een toepassing waar veel vraag naar is. De meest recente publicatie (ChemSusChem, 2, 2, p 158-160, 2009) over deze membranen toont aan dat HybSi membranen (bio-)ethanol kunnen ontwateren, zelfs als er zuren in het mengsel aanwezig zijn. Het grote voordeel van membraantechnologie is dat dit veel minder energie vereist dan de tot nu toe toegepaste destillatie. We voorzien bovendien mogelijkheden bij het scheiden van waterstofgas uit gasmengsels. Om deze ontwikkeling te kunnen versnellen, is recent een nieuw STW-project van start gegaan. Hiermee kan dit membraantype een belangrijke bijdrage gaan leveren aan de verduurzaming van de energievoorziening. Een mogelijke andere toepassing kan gevonden worden in het ontzilten van water. Hiervoor worden op dit moment vooral polymeer-membranen gebruikt. Een sterk punt van de nieuwe 'nanozeven' is dat hetzelfde resultaat kan worden behaald met een vele malen kleiner membraan."

Procesvoering

Rob Kreiter: "We geloven heel erg in het nieuwe materiaal en zien duidelijke kansen het nieuwe membraan op de markt te brengen. De ECN unit Efficiency en Infrastructuur heeft veel contacten in de chemische en petrochemische industrie. Er is een toegenomen belangstelling voor energie-efficiënte processen, zowel bij continue procesvoering als bij batch-processen. Die laatste zijn onder andere

te vinden bij bedrijven die actief zijn in de recycling van oplosmiddelen, en met name daar zien we op korte termijn mogelijkheden voor industriële toepassing van het nieuwe membraan. Daarnaast zijn er kansen in de wereld van de biobrandstoffen. Bij de producenten van bio-ethanol bijvoorbeeld bestaat grote behoefte aan een goedkoop procédé voor de verwijdering van water. Om zicht te krijgen op de verdere toepasbaarheid van het nieuwe membraan is de volgende stap het uittesten van het membraan in een proefinstallatie op pilot schaal met gebruikmaking van echte industriële mengsels."

Meer over nanotechnologie

Nanotechnologie wordt gezien als de grote belofte van de toekomst. Internationaal investeren bedrijfsleven en overheden tientallen miljarden in de ontwikkeling ervan. Het kabinet Balkenende trok hiervoor 235 miljoen euro uit in de hoop een flinke bijdrage te leveren aan de positie van de Nederlandse kenniseconomie in Europa. Nano is Grieks voor dwerg. Het voorvoegsel nano duidt een grootteorde aan, net zoals micro-, kilo-, mega-. Nano staat voor een miljardste deel van iets: een nanometer is een miljardste meter. Dat is de grootteorde van moleculen. Ter vergelijking: een menselijke haar heeft een dikte van ongeveer tachtigduizend nanometer. Nanotechnologie maakt het mogelijk om doelgericht en gecontroleerd nieuwe structuren op te bouwen uit atomaire of moleculaire bouwstenen, met het oog op specifieke functies of eigenschappen. De eigenschappen verschillen fundamenteel van die van 'traditionele' materialen.

Meer over Kennislink

Kennislink wordt in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap uitgevoerd door Stichting Nationaal Centrum voor Wetenschap en Technologie. Kennislink maakt wetenschappelijke informatie toegankelijk voor een breed publiek. Sinds 15 april 2002 is Kennislink uitgegroeid tot een van de meest bezochte populair-wetenschappelijke websites in het Nederlandse taalgebied. Tot 2005 beperkte Kennislink zich voornamelijk tot de bètawetenschappen. Vanaf 2005 kwamen daar ook de taal-, gedrags- en maatschappijwetenschappen bij. Daarmee geeft Kennislink ook op het gebied van de taalkunde en algemene taalwetenschap, antropologie, sociologie, bestuurskunde, politicologie, psychologie en pedagogie een goed en toegankelijk beeld van het wetenschappelijk onderzoek in deze vakgebieden. Voor medio 2009 wordt gewerkt aan een vakpagina voor geschiedenis en archeologie. Op termijn zullen nog rechtswetenschappen, filosofie, en literatuur- en cultuurwetenschappen aanhaken. Zo zal Kennislink betrouwbare informatie gaan verschaffen op het gebied van alle wetenschappen.