

Water en wiskunde, een sterke combinatie

Hoe zorg je voor voldoende drinkwater in de wereld? Hoe benut je de enorme rijkdommen in de oceanen? Deze en aanverwante vragen staan centraal bij Wetsus, een onderzoeksinstituut in Leeuwarden op het gebied van 'duurzaam water'. Camiel Janssen vertelt over de rol van wiskunde in zijn onderzoek als chemisch technoloog.



Na afloop van het interview moet ik beslist even mee naar het lab. Daar zijn onderzoekers in de weer met algen, 'black water', filters, geladen nevels en veel meer. Het onderzoek richt zich op oplossingen voor wereldwijde watervraagstukken. Duurzaamheid staat hierbij centraal. Toen Camiel Janssen de kans kreeg om zijn promotieonderzoek bij Wetsus te doen, was de beslissing snel genomen. "Na mijn afstuderen had ik de keuze tussen Melbourne en Leeuwarden. Dat ik hier bij kan dragen aan een oplossing voor een groot probleem, gaf voor mij de doorslag om nog even in Nederland te blijven."

Zeewater een nieuwe bron

Janssen onderzoekt ionische vloeistoffen. Deze vloeistoffen bestaan uit geladen deeltjes. Als je een ionische vloeistof met water mengt, kun je de geladen deeltjes gebruiken om in het water opgeloste stoffen aan te trekken en te binden.



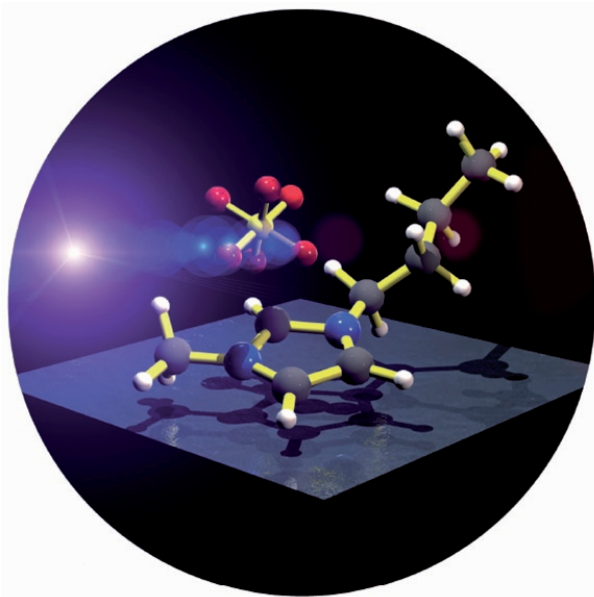
Proefopstelling om de werking van ionische vloeistoffen te testen

Als dat lukt, zijn de toepassingen van dit mechanisme legio. "Je zou ionische vloeistoffen bijvoorbeeld kunnen gebruiken om zeewater drinkbaar te maken", legt Janssen uit. "Zeewater wordt als een oplossing voor het drinkwatertekort gezien. In Australië zijn er al zuiveringscentrales voor zeewater, maar die maken gebruik van membranen. Omdat water- en zoutmoleculen ongeveer even groot zijn, moet je heel kleine poriën gebruiken waar het water onder hoge druk doorheen wordt geperst. Dit kost enorm veel energie. Als het lukt om water met behulp van ionische vloeistoffen te zuiveren, kun je veel energie besparen."

Ionische vloeistoffen kun je ook gebruiken om kostbare mineralen uit zeewater te halen. Hierover gaat Janssens onderzoek. "Ik richt me met name op de stof lithium", licht hij toe. "Door de opkomst van duurzame energievormen komt er grote behoefte aan deze stof. In elektrische auto's bijvoorbeeld zijn batterijen nodig en in goede batterijen wordt onder andere lithium gebruikt. Als er steeds meer batterijen nodig zijn, raakt de voorraad lithium in de bodem uitgeput. Het blijkt echter dat deze stof ook volop in zeewater zit. We zoeken nu naar methoden om deze voorraad aan te boren."

Op het eerste gezicht draait dit vooral om scheikundige processen, maar ook wiskunde speelt een belangrijke rol. "Als chemisch technoloog werk je continu met allerlei vergelijkingen," vertelt Janssen. "Bij dit onderzoek reken ik bijvoorbeeld aan fysische transportvergelijkingen. Dat doe je met differentiaalvergelijkingen en algebra. Als je activeringsenergieën wilt bekijken, krijg je te maken met e-machten en bij bindingsenergieën gaat het over trillingen van deeltjes."

► Lees verder op volgende pagina.



Voorbeeld van een ionisch vloeistofmolecuul
(uit: Weingartner, H; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008,
47, 654 – 670)

Op zoek naar de sleutel

Het onderzoek naar ionische vloeistoffen staat nog in de kinderschoenen, er is nog vrijwel niets over bekend. Aan Janssen de opdracht om het mechanisme achter ionische vloeistoffen te onderzoeken en een vloeistof te ontwikkelen die geschikt is om lithium uit zeewater te halen. Welke sleutel past in het slot om de schat te veroveren? Het proces moet bovendien zo efficiënt mogelijk verlopen. “Ik doe hiervoor veel computersimulaties”, vertelt Janssen. “De software die ik gebruik, berekent onder andere de moleculaire dynamica. Zo kan ik zien hoe de stoffen die ik bedenk zich gedragen. Interessante stoffen laat ik maken en onderzoek ik in de praktijk.”

Als de ionische vloeistof het lithium aan zich heeft gebonden, moeten vloeistof en lithium weer worden gescheiden. Dit gebeurt met superkritisch CO₂, een bijzondere stof – geen vaste stof, geen vloeistof, geen gas – waarmee bijvoorbeeld ook koffiebonen van cafeïne worden ontdaan. “Het leuke aan ionische vloeistoffen is dat je ze daarna gewoon weer kunt gebruiken”, aldus Janssen. “En daardoor blijven de kosten laag. Als een stof in het lab goed werkt, ga je de productie opschalen van enkele milliliters naar honderden kubieke meters per uur. Dan krijg je te maken met vragen als ‘Welke afmetingen moet apparatuur krijgen?’ en ‘Wat gaat een liter vloeistof straks

kosten?’. Die los je ook op met behulp van wiskunde. Complexe getallen, partieel integreren, ik kom het allemaal tegen in de praktijk. Tijdens je studie ga je hier verder op in, maar de basis ligt op de middelbare school.”

Echt leuk

Janssen voelt zich als een vis in het water in deze baan. Wetsus faciliteert het onderzoek en stelt laboratoria beschikbaar. Naast het onderzoek is de wetenschappelijke staf verantwoordelijk voor het overbrengen van de verworven kennis naar universiteiten en het bedrijfsleven. “Dit is precies waar je als chemisch technoloog voor wordt getraind: nieuwe processen ontwikkelen en vertalen naar de praktijk. Je discussieert met gelijkgestemden over dingen die nog nooit eerder zijn gedaan. Je verwerft niet alleen nieuwe technologische inzichten, maar ontdekt ook je eigen kwaliteiten als wetenschapper. Je leert bovendien manager te zijn van je eigen onderzoek.”

Bij het uitwisselen van informatie ontmoet Janssen veel bètawetenschappers uit binnen- en buitenland: biologen, natuurkundigen, chemisch technologen en deskundigen uit allerlei andere disciplines, die allemaal met water bezig zijn. “Wat me opvalt, is dat bèta’s dingen doen die ze écht leuk vinden. Volgens mij is dat de grote charme van het bètavakgebied.”