



**Scheikunde voor het volk:**  
de jacht op 'zeldzame aarden'

# Elementaire deeltjes

Ze zitten in onze gsm, in onze tv, in de tl-buizen van de afzuigkap, zelfs in de batterij van onze elektrische fiets: chemische elementen die 'zeldzame aarden' heten. Sinds de Chinezen de markt helemaal hebben ingepalmd, zoeken westerse wetenschappers verwoed naar nieuwe manieren om ze te winnen, met de KU Leuven voorop. **DOOR DIRK DRAULANS**

**E**r zijn weinig sectoren waarin wetenschap, economie en geopolitiek zo met elkaar in aanvaring kunnen komen als die van de 'zeldzame aarden'. Dat zijn zeventien chemische elementen die aan elkaar verwant zijn, en die in producten zitten die we alle dagen gebruiken: van mobiele telefoons, tv-schermen en computerchips tot magneten en batterijen. Hoeft het te verbazen dat China zo goed als een monopolie heeft op die markt? Bij de standaardmethode om ze chemisch te scheiden, komen meer dan duizend stappen kijken, waaronder het gebruik van vervuilende stoffen. Dat maakt het scheidingsproces omslachtig en duur. Maar de Chinezen liggen minder wakker van ethische beslommeringen zoals aandacht voor het leefmilieu, waardoor de productiekosten er een stuk lager liggen dan elders in de wereld.

Alleen is de Chinese markt erg onvoorspelbaar, en toen de Chinese autoriteiten in 2010 plots quota oplegden voor de export van belangrijke zeldzame aarden, schoot de prijs omhoog. Europa en de VS schoten wakker, en startten onderzoeksprogramma's op. De Amerikanen bekeken of ze stilgelegde mijnen voor zeldzame aarden weer konden openen, de Europeanen investeerden in onderzoek en ontwikkeling. De Chinezen vierden daarop de teugels, waardoor de prijzen zakten tot een 'normaal' niveau. 'Het is een hardnekkig misverstand dat zeldzame aarden zeldzaam zijn', zegt chemicus Koen Binnemans van de KU Leuven, die tot de wereldtop in het onderzoek van de elementen behoort. 'Tin is bijvoorbeeld zeldzamer dan de meeste zeldzame aarden. Het probleem is dat de aarden niet zoals koper of ijzer

in ertsafzettingen geconcentreerd zijn, maar losjes in het gesteente verspreid zitten. Zowel op Groenland als in Australië en Zuid-Afrika zijn enorme afzettingen van ontginbare zeldzame aarden gevonden. En op de Braziliaanse stranden ligt veel monaziet, een zwaar mineraal met een hoog gehalte aan het radioactieve thorium dat een zeer nuttig element is als je de radioactiviteit eraf kunt halen.'

## 'Blijven investeren in alternatieven'

Natuurlijk komt het ene element al vaker voor dan het andere. De zwaarste elementen, zoals terbiem en dysprosium, die vooral in lampen en magneten terechtkomen, zijn zeldzamer dan de lichtere elementen zoals lanthaan en cerium, die minder concrete toepassingen hebben. 'We vinden steeds meer interessante afzettingen van zeldzame aarden over de hele wereld, maar zolang het moeilijk blijft om ze chemisch uit elkaar te halen, blijft het probleem van de afhankelijkheid van de markt spelen', zegt Binnemans. 'De grote uitdaging is het zo zuiver mogelijk produceren van zeldzame aarden.'

Het element yttrium moet bijvoorbeeld voor 99,999 procent zuiver zijn om in fosforlampen gebruikt te kunnen worden. De Belgische chemiereus Solvay runt een fabriek die sinds 1960 elk jaar 9000 ton hoogzuivere zeldzame aarden aflevert, maar daarvoor heeft ze liefst 1500 chemische stappen nodig. 'Geen enkele kmo kan aan zo iets beginnen', waarschuwt Binnemans. 'Het gaat om specifieke technologie die weinig bedrijven beheersen. De investeringen zijn zo zwaar dat ze alleen renderen als de procedures lange tijd kunnen lopen. Veel bedrijven uit de koper- en goudmijnbouw hebben zich de voorbije decennia mispakt aan de zeldzame aarden. Nu heb je de vreemde situatie dat er op veel plaatsen in de wereld een concentraat van zeldzame aarden uit de grond wordt gehaald, maar dat het voor de scheiding naar China wordt getransporteerd.'

Een belangrijk probleem met zeldzame aarden is dat ze chemisch sterk op elkaar lijken, maar dat hun fysische eigenschappen desondanks zo verschillen dat ze elkaar niet zomaar kunnen vervangen. 'Het is niet altijd makkelijk te vatten', geeft Binnemans toe. 'Je kunt dysprosium in krachtige magneten voor windmolens vervangen door terbiem, maar terbiem in tl-lampen kun je niet door dysprosium vervangen. Bovendien zitten we met een scherp balansprobleem: de verhoudingen waarin zeldzame aarden in de natuur voorkomen, komen niet overeen met wat we nodig hebben voor onze toepassingen. Van de lichte zeldzame aarden is neodymium hetgene waarvan de beschikbaarheid écht een probleem is. Het wordt veel gebruikt voor de batterijen van elektrische fietsen – een markt die snel groeit. Als we er 20.000 ton van uit een erts willen halen, blijven we zitten met 50.000 ton lanthaan en cerium. Daar moeten we een afzetmarkt voor zoeken, als we de kostprijs van de ontginning willen drukken.'

Het balansprobleem leidt tot ingewikkelde situaties. Het element gadolinium is uitermate geschikt voor de magnetische koeling van koelkasten zonder gas of chloorfluorkoolwaterstoffen, maar er is zo weinig beschikbaar op de markt dat het maar een oplossing biedt voor een fractie van de koelkasten in de samenleving. En meer gadolinium produceren, zou dan weer zo'n massa andere zeldzame aarden opleveren dat er onmogelijk een afzetmarkt voor gevonden kan worden. 'Helaas is er geen globale boekhouding om de productie en het gebruik van chemische elementen te stroomlijnen', zegt Binnemans.

We kunnen zeldzame aarden dus niet onderling vervangen, maar kunnen ze dan niet in elkaar worden omgezet als ze chemisch toch zo sterk op elkaar lijken? 'Dat is alchemie,' lacht Binnemans, 'dat is helaas niet realistisch. Het werkt alleen op kleine schaal door kernafval met neu-

tronen te bestralen. Daardoor worden langlevende radioactieve isotopen kortlevend, zodat de straling niet pas na 10.000 jaar weg zal zijn, maar al na 100 jaar. Voor zeldzame aarden kun je alleen aan vervanging van elementen denken, met het risico dat de kwaliteit van je magneten of batterijen dan lager wordt. Of je kunt wat geluk hebben. Voor het rode licht in oude tl-lampen kon je uitsluitend europium gebruiken, maar in de nieuwe led-verlichting zit dat niet meer, dus is het element geen prioriteit meer.'

Veel zeldzame aarden worden met klassieke mijnbouw uit de grond gehaald, maar bij de scheiding en verwerking komen chemische processen kijken die sterk vervuilend kunnen zijn. 'Na de onverwachte Chinacrisis kwam er ook in Europa onderzoeksgeld vrij om zeldzame aarden te bestuderen, waardoor we nieuwe technologieën voor scheiding konden ontwikkelen, ook hier aan de KU Leuven', vertelt Binnemans. 'Maar de industrie is voorlopig niet geïnteresseerd, omdat de prijzen van zeldzame aarden weer laag geworden zijn. We weten echter dat de geschiedenis zich altijd herhaalt, dus we doen er goed aan om in alternatieven te blijven investeren.'

## Zuigner lampen, handiger gsm's

De aankoopprijs van zeldzame aarden is bijzonder gevoelig voor speculatie, en is daardoor onvoorspelbaar. In de jaren negentig gooide China zeldzame aarden tegen dumpingprijzen op de markt, waardoor alle producenten elders failliet geconcentreerd werden. Daarna joegen de Chinezen de prijzen omhoog, zodat er veel geld verdiend werd. Zodra elders weer potentiële concurrenten de kop opstaken, gingen de prijzen opnieuw omlaag. 'We moeten dus goed voorbereid zijn', waarschuwt Binnemans. 'Als een Japans vissersbootje even op een foute plek gaat varen, kun je ineens te maken krijgen met een wereldcrisis in de zeldzame aarden.'





# begrijp de wereld voor hij ideaal wordt

canvas

20.00 - 21.00 het journaal • terzake • de afspraak  
22.00 de ideale wereld

canvas.be



(K)  
CHEMIE



► Recyclen is voor zeldzame aarden niet altijd een duurzame oplossing. Er zitten bijvoorbeeld te weinig zeldzame aarden in gsm's om een effect te hebben op de balans tussen vraag en aanbod. Maar voor batterijen van elektrische fietsen en auto's, en zeker voor de één ton zware magneten uit zeewindmolens, loont het wel de moeite. Zeldzame aarden spelen een sleutelrol in het succes van hernieuwbare energie. Zelfs de vervanging van energiezuwende gloeilampen door zuiniger tl-lampen was erop gebaseerd. Binnemans: 'De vergroening van de samenleving ging hand in hand met het beschikbaar worden van industriële hoeveelheden zeldzame aarden.'

Gsm-toestellen konden pas klein worden omdat de beschikbaarheid van zeldzame aarden het mogelijk maakte veel kleinere magneten te produceren. 'De oorspronkelijke magneet voor de eerste draagbare telefoons was een vuist groot, waardoor die telefoons eigenlijk niet echt draagbaar waren maar vooral draadloos. Nu zijn de magneten kleiner dan een vingerkootje geworden – een wereld van verschil qua hoeveelheid materiaal die nodig is om de toestellen te maken, en uiteraard qua prijs. De toepassingen van zeldzame aarden hebben echt ons leven beïnvloed.'

Samen met andere experts maakte Binnemans een rapport voor de Europese Commissie. Hun conclusie: als we 1 miljard euro investeren, kunnen we onze industrie volledig zelfvoorzienend maken op het vlak van zeldzame aarden. 'Maar er is een probleem', zegt Binnemans. 'De Europese Unie mag bedrijven niet rechtstreeks sponsoren. Dat is een extra concurrentieel nadeel tegenover China, waar veel geld wordt

gepompt in door de staat gecontroleerde industrie. Daar moet dringend een oplossing worden gezocht.'

Aan de KU Leuven werken groepen uit de chemie, de ingenieurtechniek en de materiaalkunde samen om tot efficiëntere scheidingsmethoden voor zeldzame aarden te komen, zowel voor de klassieke winning als voor de recyclage (van bijvoorbeeld het kritische neodymium uit magneten). 'We willen naar een scheidingsproces voor zeldzame aarden uit Europese ertsen waarvoor we niet meer dan een paar honderd stappen nodig hebben, zonder vervuilende chemicaliën', stelt Binnemans. 'Het is een grote uitdaging, maar we geloven dat het kan. We willen ook naar een efficiëntere recyclage van bijvoorbeeld yttrium uit lampenafval. We kunnen met één chemische stap in een gesloten circuit met een recyclebaar oplosmiddel 70 procent van het yttrium recupereren. Het is fundamenteel onderzoek dat aantoonde dat we de chemie goed beheersen. Nu moeten we op zoek naar bedrijven voor commercialisering. Dat is niet gemakkelijk. Soms hebben bedrijven er voordeel bij om een uitvinding niet op de markt te laten komen, omdat ze niet spoort met wat ze eerder als investeringen deden. Het is altijd spannend.'



**'Veel van wat we doen, is misschien naïef of vergezocht, maar het leverde toch al een mooie oplossing op.'**

misschien wat naïef of vergezocht, maar het leverde toch al die mooie oplossing voor lampenafval op. De mens had natuurlijk de oude gloeilamp verder kunnen optimaliseren door jarenlang te werken aan een nog iets efficiëntere gloeidraad, maar zo zouden we nooit tot de tl-lamp of de led-verlichting gekomen

zijn. Wij vertrekken in ons werk dikwijls van iets helemaal nieuws.'

## Industrie aarzelt

Waar hij het meest trots op is – hij noemt het 'de heilige graal' van zijn sector – is het zogenaamde 'splitanionenproces' dat de KU Leuven ontwikkelde voor de scheiding van zeldzame aarden. 'Als je zeldzame aarden wilt scheiden, moet je het concentraat verkregen uit de verwerking van ertsen eerst oplossen in sterke zuren', legt hij uit. 'Je kunt daar zoutzuur voor gebruiken, zoals de Chinezen doen, of salpeterzuur, zoals Solvay doet. Beide strategieën hebben voor- en nadelen, maar met ons splitanionenextract kunnen wij de voordelen van de twee methodes combineren. Ik durf het een revolutionaire ontdekking te noemen, maar vooralsnog springt de industrie niet op de wagen. Zolang de prijzen voor zeldzame aarden laag blijven, zal ze niet willen investeren in iets nieuws. We moeten wachten tot de prijzen weer stijgen. Als we dit proces vijf jaar geleden hadden ontwikkeld, vóór de laatste crisis, was het ongetwijfeld al industrieel geïmplementeerd.'

Binnemans slaagde er met zijn collega's ook in om het kritieke antimoon uit lampafval te isoleren. Antimoon komt ook grotendeels uit China, maar wij hebben het nodig als vlamvertrager in elektrische apparaten of plastic – 5 procent van plastic bestaat uit antimoon, om het minder brandbaar te maken. 'België is daar een grote speler in. De Kempense onderneming Campine, vroeger een loodproducent, is een belangrijke producent van vlamvertragers op basis van antimoon geworden', legt Binnemans uit. 'Maar er is een crisis op komst, want de rijkste antimoonmijnen in China raken uitgeput en de vraag blijft toenemen. Als de crisis over een paar jaar losbarst, zal onze nieuwe techniek ongetwijfeld een waardig alternatief bieden. We moeten onze expertise dus goed afstemmen op de evoluties in de markt.' □