



**Prof. Koen Binnemans** is als gewoon hoogleraar verbonden aan het Departement Chemie van de Katholieke Universiteit Leuven. Daar doceert hij o.a. de vakken Gevorderde Anorganische Chemie, Kernchemie en Radiochemie. Zijn onderzoek richt zich vooral op ionische vloeistoffen en op zeldzame aarden.

# Windmolens zijn niet zo groen

Inzetten op zonne-energie was een verkeerde keuze, we moeten voor windmolens gaan, klinkt het bij Vlaams minister Freya Vandenbossche. Maar windmolens zijn niet zo groen als ze lijken, stelt chemicus Koen Binnemans. De productie ervan veroorzaakt ernstige milieuvervuiling.

**G**eneratoren van moderne windmolens maken vaak gebruik van sterke permanente magneten op basis van zeldzame aarden (een soort metalen) om elektriciteit op te wekken. Voor de bouw van één windmolen zijn meerdere honderden kilo's aan zeldzame aarden vereist, en dan vooral het element neodymium. Magneten gemaakt uit een neodymium-ijzer-boorlegering ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ) zijn immers de sterkste permanente magneten.

De ontginning van deze elementen gaat gepaard met ernstige milieuvervuiling in de buurt van Chinese mijnen en verwerkingsfabrieken. Momenteel komt 97% van de zeldzame aarden die we gebruiken uit China, en meer dan 45% daarvan van één openlucht-mijn, de Bayan Obo-mijn in Binnen-Mongolië, dicht bij de stad Baotou. De zeldzame aarden komen voor als een mengsel van vooral lichte zeldzame aarden (lanthaan, cerium, praseodymium en neodymium). Deze ertsen bevatten ook 0,17 tot 0,4% radioactief thorium.

De zeldzame aarden zijn moeilijk af te zonderen uit de omringende gesteenten, en ook nog eens moeilijk van elkaar te scheiden. Daarvoor zijn grote hoeveelheden chemicaliën nodig. Bovendien heeft China lange tijd gekozen voor de goedkoopste verwerkings- en extractiemethoden, zonder ook maar enigszins rekening te houden met de gevolgen voor mens en natuur.

In 1995 bezocht ik in Baotou verwerkingsinstallaties van zeldzame aarden. Wat ik daar te zien kreeg, deed denken aan de schrijnende toestanden in 19de-eeuwse Europese mijngebieden. Sindsdien is er nauwelijks in nieuwe technologie geïnvesteerd.

De eerste stap bij de extractie van de zeldzame aarden bestaat erin om het fijngemalen erts met geconcentreerd zwavelzuur te mengen en dit mengsel te verhitten tot 500°C. Hierbij

huid- en longzieken veroorzaakt door dit stof. Door toevoeging van natriumsulfaat kan men de zeldzame aarden als een sulfaatdubbelzout uit de oplossing laten neerslaan en de achterblijvende zwavelzuuroplossing wordt gewoonweg in beken of rivieren geloosd. Tijdens verdere stappen worden de zeldzame aarden omgezet naar chloride- of nitraatzouten, en die kunnen verder worden gebruikt bij de scheiding van het mengsel van zeldzame

## *Voor de ontginning van zeldzame aarden zijn grote hoeveelheden chemicaliën nodig*

worden de zeldzame aarden in sulfaat-zouten omgezet, terwijl de eveneens gevormde sulfaten van thorium en ijzer ontbinden. Tijdens de behandeling met zwavelzuur ontstaan er ook grote hoeveelheden aan giftige en agressieve gassen zoals waterstoffluoride (HF), zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) en zwaveltrioxide ( $\text{SO}_3$ ), die men vaak ongecontroleerd in de atmosfeer laat ontsnappen.

Na de reactie met zwavelzuur wordt het mengsel met water verdund. De aarden lossen op, terwijl thorium en ijzer in het vaste residu achterblijven. De vaste stof wordt gefilterd en in een gigantisch bassin gedumpt. Zodra dit materiaal opdroogt, ontstaat er zwart, giftig, radioactief stof. Vele inwoners uit de streek van Baotou hebben last van

aarden in de verschillende afzonderlijke elementen. Deze scheiding wordt door middel van solventextractie uitgevoerd en vereist het gebruik van grote hoeveelheden organische solventen en chemicaliën. Een deel daarvan komt op het einde van het proces in het oppervlaktewater terecht.

De toepassing van zeldzame aarden in windmolens is grotendeels een verspilling van grondstoffen en een onnodige milieubelasting. Voor windmolens kunnen permanente magneten uit alternatieve materialen zoals aluminium-nikkel-kobaltlegeringen of ferriet keramische materialen worden gebruikt. Bovendien bestaan er types van windmolens waarvoor helemaal geen permanente magneten vereist zijn.