

Extreem radioactieve vis in Fukushima

ECOLOGIE — Een vis die in de buurt van de rampcentrale Fukushima ter controle gevangen was, bevat een schokkend hoog gehalte aan radioactiviteit: meer dan 2.500 keer hoger dan de wettelijke norm. Dat heeft uitbater Tepco van het kernpark bekendgemaakt. In een vis met de naam 'muraso' heeft Tepco een hoeveelheid radioactief cesium van 254.000 becquerel per kilo gemeten, of 2.540 keer meer dan toegestaan voor producten uit de zee. Het dier was gevangen in de baai van het kernpark Fukushima Daiichi aan de noordoostelijke kusten van Japan. De kerncentrale werd op 11 maart 2011 getroffen door een zware aardbeving en tsunami. Grote hoeveelheden radioactiviteit zijn in de natuur terechtgekomen.

Fastfood in verband gebracht met zware astma

GEZONDHEID

Kinderen en adolescenten die meer dan drie keer per week fastfood naar binnen werken, lopen meer risico op zware astma, allergische rinitis en eczema. Dat blijkt uit een groot internationaal onderzoek. Het verband tussen fastfood en ernstige problemen met de luchtwegen blijkt algemeen, waar de jongeren ook woonden, wat hun sociale achtergrond was of welk geslacht ze hadden. Het onderzoek startte in 1991 en is gevoerd in een honderdtal landen, met 319.000 adolescenten van 13 en 14 jaar en bij 181.000 kinderen van 6 en 7 jaar. Fastfood bleek het enige voedingstype dat gelinkt kon worden aan een verergering van de symptomen. Drie keer of meer per week de tanden zetten in een sappige hamburger vergrootte de kansen op ernstige astma met 39 procent bij de adolescenten. Al die vetigheid werkte ook de risico's op een allergische rinitis of zwaar eczema in de hand.



Melkweg valt af

ASTRONOMIE — Een nieuwe weging van ons eigen sterrenstelsel de Melkweg komt uit op maar de helft van de massa die de meeste sterrenkundigen tot dusver aannamen, zo stelt astronome Ali Deason van de universiteit van Californië. Ze kwam tot die bevinding door metingen van de snelheid van sterren in de buitense regio's van de Melkweg, zo'n half miljard lichtjaar van het centrum. Zij komt op een massa van 500 tot 1.000 miljard zonnemassa's voor de Melkweg, wat immens is, maar slechts de helft van eerdere schattingen. Massa's van sterrenstelsels worden tot nog toe gemeten aan de hand van de rotatie in het stelsel, tot pakweg 45.000 lichtjaar van het centrum. De halvering van de Melkwegmassa is niet onomstreden, omdat beide methoden berusten op diverse theoretische aannamen. Een lichtere Melkweg zou wel verklaren waarom er veel minder sterrenstelsels omheen cirkelen dan voorspeld.

Facebookgetater onvergetelijk

PSYCHOLOGIE — Mensen herinneren zich veel beter de luchtige boodschappen op sociale media dan zinnen uit boeken. Cognitieve psychologen van de universiteit van Californië ontdekten dat per toeval. Ze onderzochten de effecten van emoties op herinneringen en gebruikten Facebookboodschappen. Aan vrijwilligers schotelde ze 200 Facebookboodschappen en 200 zinnen uit boeken voor, ontdekkend van hun context. Bleek dat de deelnemers zich de Facebookzinnen anderhalve keer beter herinnerden dan de zinnen uit boeken. Mogelijk komt dat omdat zinnen die zo lijken op spreektaal veel dichterbij liggen bij de gesprekken en niet-geschreven boodschappen die we van oudsher altijd hebben gememoreerd. (BDB/MK)



Aangekondigde doorbraak van nieuwe en

Thorium: nucleair toekomstwonder of eeuwige hype?

Een 'energiewonder', 'de grootste doorbraak sinds het vuur'. Nu China en India zich storten op kernenergie uit thorium, beweren sommigen dat dit metaal voor onbeperkte, schone en veilige kernenergie zorgt. 'Maar een reactor op thorium werkt met een exotische soep van reactieve stoffen.' **Barbara Debusschere**

Populair was ze al niet en sinds de kernramp in Fukushima zit de nucleaire sector al helemaal met een besmeurd imago. Maar kijk, terwijl het Internationaal Atoomagentschap 47 van de 52 Japanse kerncentrales degradeert van de categorie 'operationeel' tot 'dicht voor lange tijd', komt vanuit Azië een blij nucleair bericht. 'Azië bouwt aan een nucleair energiewonder', zo luidt het. Het wonder heet thorium en kan ervoor zorgen dat we binnen een dertigtal jaar de opwarming van de aarde en brandstoftekorten van onze problemenlijst mogen schrappen.

Het element 90 uit de tabel van Mendelejev komt vier tot vijf keer meer voor dan element 92, het uranium waar kerncentrales nu op draaien. Het is ook veel krachtiger dan uranium: één kilogram aardkorst bevat 10 milligram thorium, wat gelijk staat aan 25 liter benzine. Daarom is er veel minder thorium dan uranium nodig om eenzelfde hoeveelheid energie op te wekken. In theorie zit voldoende thorium in de aardkorst om de hele wereld tien- tot twintigduizend jaar van energie te voorzien. Waarom kwamen we daar niet eerder op?

In de jaren 60 liepen in de VS twee experimenten met een beperkte thoriumreactor, maar uiteindelijk koos het Westen voor uranium als basis voor zijn kernindustrie. Dat was deels omdat dat plutonium, een nevenproduct van uranium, makkelijk kan worden gebruikt voor het fabriceren van kernwapens. In de jaren 60 was die militaire redenering een argument voor de uraniumcyclus. Bovendien is die eenvoudiger dan de thoriumcyclus (zie kader) en zit in de VS, Canada en Australië meer uranium dan thorium in de grond.

Maar 50 jaar later zit de nucleaire industrie met een kater door het gevaarlijke radioactieve afval, de technische problemen met verouderde kerncentrales en het Fukushima-effect. Kerncentrales gaan dicht, regeringen pleiten voor uitdooftases en de investeringen drogen op. Dat China, India en nota bene Japan nu milieustoppen in een nieuw nucleair concept, lijkt dan ook het effect te hebben van flinke regenbuien in een woestijn.

China pompt 268 miljoen euro in het project van 140 wetenschappers van het Shanghai Institute of Nuclear and Applied Physics om dit decennium nog een thoriumreactor te ontwikkelen. Het Japanse International Institute for Advanced Studies (IIAS) onderzoekt de techniek. Sommigen denken dat wanneer premier Shinzo Abe recent aankondigde te mikken op een nucleaire relance "met totaal nieuwe en andere technologie", hij eveneens naar reactoren die op thorium draaien verwees. India zet in op een zwaarwaterreactor op basis van thorium. Zo wil het land eindelijk kernenergie winnen uit de overvloedige Indiase thoriumreserves. Ook Noorwegen, dat met 6 procent van de wereldvoorraad als uitzondering in Europa veel thorium heeft, onderzoekt de piste. In eigen land pleit de N-VA voor reactoren met thorium als brandstof.

Maar de grote sprong voorwaarts zou dus uit Azië komen. "We laten het in Europa een beetje liggen. Het nucleaire onderzoek is hier zo klein

dat we in korte tijd zijn gaan achterlopen bij China en India, terwijl we op de eerste rij zouden kunnen zitten voor thoriumbrandstoffen", zegt Jan Leen Kloosterman, reactorfysicus van de Technische Universiteit Delft. Is Europa te traag? Niet per se, zeggen chemicus Koen Binnemans (KU Leuven) en Peter Baeten, directeur van het Institute for Advanced Nuclear Systems bij het Studiecentrum voor Kernenergie in Mol. Er zijn namelijk nogal wat probleempjes die de lobby's van het nieuwe vuur vergeten te vertellen, stellen ze. Een overzicht en evaluatie van de voor- en nadelen.

1. Thorium is makkelijk beschikbaar

Het element thorium, ontdekt in 1828 door de Zweedse chemicus Berzelius, is vernoemd naar de hamerzwaaiende dondergod Thor uit de Noorse mythologie. Het is niet alleen veelvuldiger beschikbaar dan uranium, we kunnen er ook makkelijker bij. Wel is het zo dat vooral India en China grote thoriumreserves hebben, wat de Europese en Amerikaanse terughoudendheid verklaart.

Binnemans: "In India zijn stranden waar je zo het mineraal monaziet kunt opscheppen en daarin zitten grote hoeveelheden thorium. Dat is een veel ecologischere praktijk dan uraniumontginning, waarbij vaak schadelijke zuren in de ondergrond worden geïnjecteerd om het uranium op te lossen en naarboven te krijgen."

Baeten: "Ik zie twee voordelen aan thorium voor kernreactoren. De grote beschikbaarheid is er daar inderdaad één van."

Bovendien is thorium nu een lastig afvalproduct bij de ontginning van zeldzame aarden. Dat zijn metalen zoals neodymium, dysprosium en europium die de wereld steeds meer nodig heeft voor toepassingen zoals gsm's en laptops.

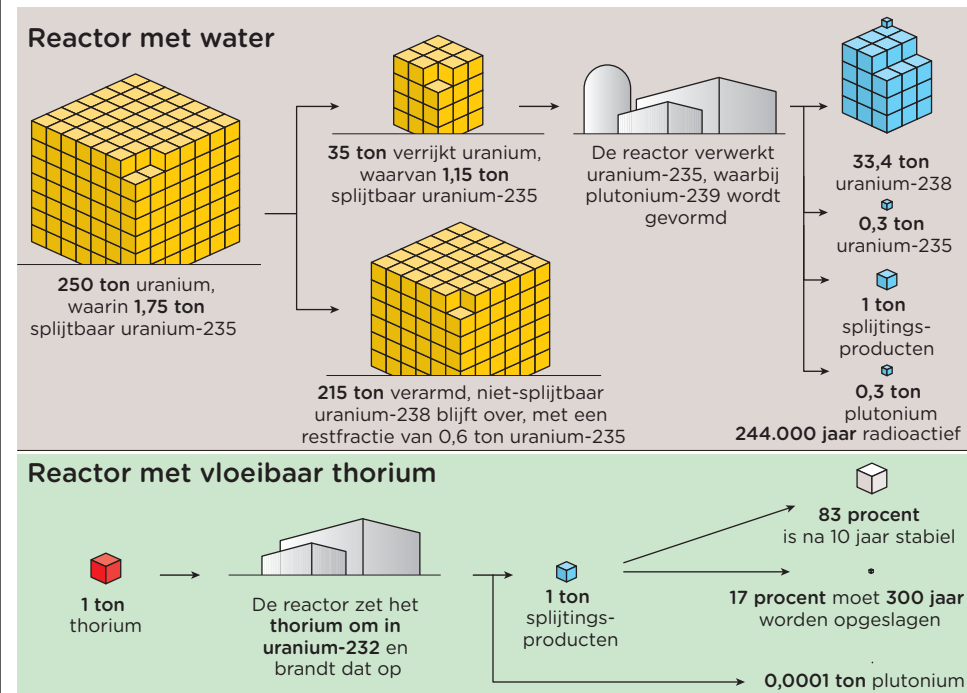
"Heel wat ertsen van zeldzame aarden worden nu echter niet ontgonnen omdat ze aanzienlijke concentraties thorium bevatten. Dat ziet Europa als radioactief afval en dat afscheiden en verwerken is zeer duur. Mocht thorium een nucleaire brandstof worden, dan zouden we meer zeldzame aarden kunnen ontginnen en zouden de prijzen — die nu enorm pieken — zakken. Ik denk zelfs dat we met alle thorium die bij de ontginning van zeldzame aarden vrijkomt, de meeste kerncentrales in de wereld kunnen laten draaien", legt Binnemans uit.

2. Thorium is 100% bruikbaar, terwijl maar 0,7% van alle uranium bruikbaar is voor kernenergie

Uranium bestaat uit twee atoomsorten: uranium-235 en uranium-238. Alleen de eerste soort is splijtbaar en nucleair bruikbaar. Maar op duizend uraniumatomen komen er maar zeven uranium-235-atomen voor. Dat wil zeggen dat zowat 99 procent van het uranium in de uraniumcyclus onbruikbaar is. Om bruikbaar te zijn moet het gehalte aan uranium-235 worden aangerijkt van 0,7 tot 3 à 5 procent, en dat is een zeer moeilijk en energie-intensief proces. Het verarmde uranium kan eventueel ook in een nucleaire brandstof worden omgezet door het te mengen met het veel toxischer plutonium. Het geproduceerde plutonium kan verder gebruikt worden als splijtbaar materiaal, maar dat wordt maar in beperkte mate gedaan in de huidige reactoren. Een deel is hoe dan ook nucleair afval.

Thorium bestaat voor 100 procent uit één atoomsort, thorium-232, en die kan volledig opgebruikt worden. "Maar daar stopt het helaas niet", zegt Baeten. "Thorium is ook 100 procent

Verskillende afvalproductie per reactortype



'groene' vorm van kernenergie onder de loep



niet-splijtbaar. Je moet het bestralen in een reactor met voldoende uranium-235 of met plutonium om het thorium om te zetten in het splijtbare uranium-233. Dat is dus ook een extra bewerking en je blijft een splijtbaar materiaal, uranium of plutonium nodig hebben. Die extra stap is duur en het is deels om economische redenen dat er is gekozen voor de natuurlijke stof die op zich al splijtbaar materiaal in zich heeft. Bovendien kan ook uranium theoretisch 100 procent opgebruikt worden in een ander type reactoren dan de huidige."

3. Gesmoltenzoutreactor voor thorium is veiliger

Thoriumbrandstof kan in principe in elk type reactor geïntroduceerd worden. Zo kan in de huidige waterreactoren thoriumhoudende brandstof geïntroduceerd worden om minder uraniumbrandstof op te gebruiken. Sinds 10 jaar doet het Studiecentrum voor Kernenergie SCK•CEN in Mol daar onderzoek naar via testbestralingen in de BR2-onderzoeksreactor. Later kan thorium ook gebruikt worden in snelspectrumreactoren en eventueel in gesmoltenzoutreactoren om thorium efficiënt om te zetten in uranium-233 tijdens energieproductie. De gesmoltenzoutreactor is zeer specifiek en verschilt van alle andere types reactoren omdat de brandstof in gesmolten toestand door de reactor circuleert in plaats van in vaste vorm in de reactor aanwezig is.

Die gesmoltenzoutreactoren zouden veiliger zijn omdat ze niet werken met water onder hoge druk zoals de huidige waterreactoren maar met gesmolten zout als afkoelmiddel en geleider van het splijttingsproces. Een verlies aan koelingscapaciteit is daardoor niet aan de orde. Omdat de splijting in een vloeistof gebeurt waar altijd neutronen moeten worden aan toegevoegd om de splijting mogelijk te maken, kan het proces in een gesmol-

Van water onder hoge druk tot gesmolten zout

● Een drukwaterreactor zoals bijvoorbeeld die in Doel werkt met uraniumdioxide, aangerijkt met 3 à 5 procent splijtbaar uranium-235. De splijstoftabletten zijn zo groot als een vingertopje en worden op elkaar gestapeld in een huls die uit een speciale legering bestaat die weinig neutronen absorbeert. Breng je voldoende van dat goedje bij elkaar, dan begint spontaan een kernreactie. De warmte die vrijkomt bij de kernsplijting wordt via stoom in een turbine omgezet in kracht en elektriciteit. Bij elke splijting komen wel neutronen vrij. Die moeten afgeremd worden door water omdat afgeremde neutronen efficiënter kernen kunnen splijten dan snelle neutronen. Dat water dient tegelijk als koelmiddel. Met controlestaven absorberen medewerkers meer of minder neutronen zodat de kernreactor stabiel blijft en er geen ongecontroleerde kernreactie optreedt. Ook staat het water onder hoge druk zodat het niet kookt.

● In principe kunnen de pastilles met uranium vervangen worden door een mengsel van thorium en zijn splijtbare vorm uranium-233. Om tijdens de reactorwerking meer thorium om te zetten in uranium-233 dan dat er uranium-233 wordt verbruikt, kan je best een snelspectrumreactor ne-

men. In vergelijking met de uraniumcyclus is het proces met thorium minder efficiënt, maar je kunt dit optimaliseren door de thoriumcyclus te combineren met een reactor op basis van gesmolten zouten. ● In die reactor, die moet aangepast zijn aan zeer hoge temperaturen, is het zoutmengsel, met daarin onder andere berylliumfluoride, lithiumfluoride en zirkoniumfluoride, de geleider en de koelvloeistof. Dat proces is intrinsiek veilig omdat er steeds splijtbaar stof moet worden toegevoegd, anders valt de zaak stil. Maar de precieze verwerking van het gesmoltenzoutmengsel blijft een vraagstuk. (BDB)

tenzoutreactor zichzelf niet oververhitten en is er ook geen kans op een kernsmelting.

Maar dat is theorie. "In de praktijk zijn de ervaringen hiermee uiterst minimaal. Er is ooit één gesmoltenzoutreactor getest in de VS. Dat is een veel te kleine basis om te concluderen dat het echt zo veilig is en er zijn nog veel technologische uitdagingen en veiligheidsaspecten die geïdentificeerd moeten worden", zegt Baeten.

"Het grootste probleem in een thoriumreactor is, naast de hoge temperatuur en de hoge straling, de stoffen in het mengsel met gesmolten zout", zegt Binnemans. "Dat is een complex

mengsel met berylliumfluoride, lithiumfluoride en zirkoniumfluoride: een vrij exotische soep en zeer reactief in gesmolten toestand. Bovendien is beryllium zelf toxisch. Slechts weinig materialen zijn bestand tegen de inwerking van die gesmolten zouten, zodat een thoriumreactor moeilijk te bouwen is."

4. Thorium geeft minder langlevend radioactief afval

Een van de belangrijkste voordelen van thorium is dat het een stuk minder nucleair afval maakt.

● Op heel wat stranden in India ligt het mineraal monaziet, met daarin grote hoeveelheden thorium, voor het opscheppen. Het land zet nu fors in op reactoren met thorium in plaats van op kernreactoren met een uraniumcyclus, zoals in Doel (foto onder).

© GAVIN HELLIER / JONAS LAMPENS

Thorium blijft 'slechts' 100 tot 1.000 jaar radioactief, terwijl kernafval uit uranium uit veiligheidsoverwegingen 100.000 jaar opgeslagen moet blijven. Binnemans: "Met een thoriumcyclus ontstaan inderdaad veel minder zware radioactieve elementen zoals americium, neptunium, plutonium en curium. Maar je blijft natuurlijk wel deels dat soort afval aanmaken. Bovendien is voor de uraniumcyclus de afvalverwerking geoptimaliseerd, terwijl dat voor de thoriumcyclus nog niet het geval is. Een bijkomend probleem is dat er bij gebruik van thorium als nucleaire brandstof ook uranium-232 wordt gevormd, dat zeer intense gammastraling uitzendt en daardoor moeilijk te hanteren is."

Baeten: "De veel kleinere hoeveelheid langlevend afval is een tweede voordeel van thorium. Toch is dat niet direct een reden om meteen op thorium over te schakelen. Europa heeft een driestappenplan. Op langere termijn zullen we thorium kunnen bijmengen in de huidige reactoren, waardoor de afvalproductie al zal dalen. Testbestralingen van dat type op thorium gebaseerde brandstof zijn al gebeurd in de BR2-onderzoeksreactor in Mol. Een tweede geplande ontwikkeling is de snelspectrumreactor. Dat is een reactor waarin de splijting met snelle neutronen gebeurt en in een vloeistof zoals vloeibaar lood of natrium of eventueel gesmolten zout."

In een thermische reactor gebeurt de reactie met trage neutronen: de neutronen die bij de splijting vrijkomen worden afgeremd door het water. In een snelspectrumreactor gebeurt dat niet. Je kunt elementen die langlevend radioactief zijn opnieuw splijten en daardoor heb je veel minder gevaarlijk afval. Zo'n snelspectrumreactor levert veel minder afval dan de huidige reactoren. En ze werken op uranium of op thorium. "Het is logischer die snelspectrumreactoren eerst te ontwikkelen en te gebruiken met de uranium-cyclus omdat we dat al kennen. Wanneer je de uraniumcyclus dan nog eens vervangt door de thoriumcyclus, is er nog wat minder afval. Maar de grootste afvalreductie krijg je door van reactortype te wisselen. Dat is op zich al zeer duur en kan nog zeker 30 jaar duren voor industriële implementatie."

5. Geen plutonium, dus minder risico op een wapenwedloop

"Thorium zelf is inderdaad geen probleem. Het kan niet gebruikt worden voor atoomwapens, maar uranium-233, de stof die ontstaat door het thorium te bestralen om splijtbaar materiaal te maken, is dat wel", zegt Baeten. "Het is zelfs heel goed splijtbaar en volledig nuttig om een atoomboom mee te maken en in fette problematische dan het natuurlijke of laag verrijkte uranium omdat je in het thoriumproces een splijtbaar stof in zeer zuivere vorm hebt. Wel is er voor kandidaat-terroristen het nadeel dat er altijd sporen van uranium-232 in het uranium-233-zullen zitten. De straling daarvan maakt het moeilijk om dit materiaal te behandelen, en het is makkelijk op te sporen en dat zou potentiële malafide praktijken snel verraden."

6. Een slimme en tijdige ontwikkeling van een alternatieve energiebron

"Het is zwaar overdreven om dat nu te kunnen zeggen", zegt Baeten. "De hype is gebaseerd op India. Dat land heeft de specifieke situatie dat het over zeer veel thorium en weinig uranium beschikt en dat het het antiproliferatieverdrag niet heeft ondertekend, waardoor het de toegang wordt ontzegd tot nucleaire kennis en materialen van andere landen. Daarom zet India nu in op thorium. En China wil altijd alle nieuwe technologie kennen en testen en heeft nu eenmaal ook grote voorraden thorium. Maar het is logischer dat we hier eerst inzetten op het efficiënter maken van wat we al kennen. Op zich kan de uraniumcyclus 50 keer efficiënter met snelspectrumreactoren. Omschakelen op een volledig ander proces is veel duurder. Een stap-voor-stapproces is aangewezen om de financiële en veiligheidsrisico's te beperken."

Binnemans: "De technologie is nog niet voldoende bewezen en het is duur. Het kan nog zeer lang duren en met de huidige crisis denk ik niet dat de eerste investeringen hier naartoe gaan."

Ook bij Foratom, het Europees Atoomforum, vinden ze de technologie te wankel. "De technologie is niet volgreoid tot op een industrieel niveau en ze is zelfs nog niet eens voldoende bewezen als het over het gebruik van thorium gaat. De kosten, de competitiviteit, de veiligheidsaspecten en de afvalverwerking moeten nog aangetoond worden", zegt woordvoerder Mark O'Donovan.