

Thorium als nucleaire brandstof voor de toekomst?

23 augustus 2013, 02:00

Pascal Pollet

Heeft thorium het potentieel een beter alternatief te bieden voor de klassieke nucleaire technologie op basis van uranium? Dit licht radioactieve afvalproduct van de ontginning van zeldzame aardmetalen kent meerdere belangrijke voordelen tegenover uranium, al zijn er ook enkele uitdagingen aan de commerciële inzetbaarheid ervan.

De recent uitgebrachte, Amerikaanse documentaire 'Pandora's Promise' gooit de knuppel in het hoenderhok en stelt dat, wanneer rekening gehouden wordt met klimaatverandering en de globale groeiende vraag naar energie, nucleaire energie een gepaste oplossing kan brengen. Wind, zon en water worden weliswaar belangrijker als bronnen van duurzame energie, maar voldoen momenteel nog niet aan de wereldwijde energiebehoefte.

Eén van de problemen met de huidige nucleaire installaties is dat ze werken op basis van uranium en plutonium. Het gaat hier om relatief goedkope, maar niet bepaald ongevaarlijke technieken. Een alternatief zou het gebruik van thorium kunnen vormen. In een thoriumreactor wordt eveneens aan kernsplijting gedaan, maar dan van thorium in plaats van uranium. Het gebruik van dit element als energiebron in kerncentrales is nog in een experimentele fase.

Frequent voorkomend radioactief element

Thorium is een zacht, zilverwit metaal dat tot de groep van de radioactieve actiniden behoort. In veel gesteenten komt thorium in lage concentraties voor en het is een bijproduct van de ontginning van zeldzame aardmetalen. De totale beschikbare hoeveelheid thorium op aarde is drie tot vier keer zo groot als de hoeveelheid uranium, vergelijkbaar met lood.

De radioactiviteit van thorium is veel lager dan die van uranium, maar uit eenzelfde hoeveelheid thorium kan meer energie worden gehaald. Bij de splijting van uranium moet het materiaal eerst worden opgewerkt en wordt het tijdens de splijting niet volledig gebruikt. Thorium vereist daarentegen geen opwerking en kan volledig worden gesplitst. In tegenstelling tot uranium splitst een thoriumatoom niet uit zichzelf. De kernreactie wordt in stand gehouden door er neutronen op af te schieten die worden geabsorbeerd. Het natuurlijke thorium-232 verandert kort in het onstabiele thorium-233, om vervolgens in proactinium-233 en in het eindproduct uranium-233 te veranderen, wat weer in een nieuwe reactiecyclus gebruikt kan worden. Tijdens deze cyclus komt energie vrij waarmee water verwarmd wordt voor de opwekking van stoom om een turbine aan te drijven.

Thoriumcentrales zouden makkelijk op relatief kleine schaal kunnen worden gebouwd. In tegenstelling tot uraniumcentrales zou het splijttingsproces niet voortdurend gecontroleerd moeten worden: het proces stopt uit zichzelf en het thorium stolt. Problemen in dergelijke centrales zouden dus niet tot een gevreesde meltdown kunnen leiden. Ook kunnen bepaalde thoriumreactoren, zoals

vloeibaar-zoutreactoren, werken aan atmosferische druk. Voor de koeling van het proces wordt geen water gebruikt maar gesmolten zout, waardoor er met hogere temperaturen gewerkt kan worden maar ook onder veel lagere druk. Er is dus geen nood aan dure hogedrukvat en bijkomende veiligheidsvoorzieningen, want het proces verloopt veel veiliger.

Net zoals bij het splijten van uranium komt er bij thoriumspleijting ook radioactief materiaal vrij. Het gaat hier echter om 3 procent van wat er bij uraniumcentrales vrijkomt, doordat een thoriumcentrale vrijwel al haar splijtbaar materiaal opgebruikt. Terwijl de radioactieve producten bij uraniumploijting tot 100.000 jaar moeten worden bewaard, is dit bij thoriumcentrales slechts zo'n 300 jaar. In tegenstelling tot een uraniumreactor ontstaat bij het gebruik van thorium geen plutonium, waardoor er geen kernwapens mee kunnen aangemaakt worden. Er kan zelfs plutonium toegevoegd worden in de reactie; dit plutonium wordt geabsorbeerd en onschadelijk gemaakt. Een thoriumreactor zal dus veel minder radioactief afval produceren dan een klassieke kernreactor en kan bovendien zelfs plutoniumafval verwerken.

Stand van zaken

Het potentieel van thoriumreactoren is al langer bekend. Waarom zijn er dan geen commerciële thoriumreactoren? Tijdens de Koude Oorlog kozen overheden er bewust voor uraniumreactoren te ontwikkelen, omdat deze plutonium als bijproduct produceren, wat interessant was voor de productie van kernwapens.

Overheden en onderzoekers staan vandaag nog vaak aarzelend tegenover investeringen in nucleaire installaties als nieuwe energiebron. Toch is er een groeiende beweging in de richting van deze veiligere en efficiëntere nucleaire energiebron.

Technologie

Er bestaan verschillende soorten thoriumreactoren. Hierin zijn er verschillende stromingen: een technologische strekking wil de voordelen van thorium ten volle benutten door specifieke thoriumreactoren te bouwen, op basis van thorium in vloeibare vorm. Een voorbeeld hiervan is de vloeibaar-zoutreactor, die een totaal verschillend ontwerp heeft van bestaande reactoren die met vaste stoffen werken. Anderen denken dat het beter is thorium zo snel mogelijk in te zetten door gebruik te maken van bestaande reactoren. Een recent idee is om thorium te mengen met plutonium, waardoor een mengsel zou ontstaan dat de reactoren quasi permanent kan aandrijven in een cyclus van herbruikbare brandstof. Voor deze methode zouden bestaande reactoren moeten aangepast worden.

Een vereiste in thoriumreactoren is het op gang krijgen en houden van de splijtreactie. Het uranium-233 dat aan het einde van de brandstofcyclus vrijkomt, produceert immers niet voldoende neutronen, waardoor de reactie vanzelf stopt. Dit komt de veiligheid ten goede, maar een extra ingreep is dus vereist. Een Accelerator Driven System (ADS) zou hier een uitkomst kunnen bieden. Deze reactor vuurt protonen op lood af, waardoor er neutronen vrijkomen die botsen met het thorium en de splijtreactie op gang brengen.

Lopende projecten wereldwijd

Al heel wat landen hebben ondertussen met thoriumreactoren gewerkt of geëxperimenteerd:

India heeft momenteel met de reactor Kakrapar-1 een werkende experimentele centrale en mag zich hiermee pionier noemen in het onderzoek naar dit soort reactors. China is op dit ogenblik eveneens bezig met onderzoek naar dit type centrale. Ook Indonesië en Chili zouden werken aan reactoren aangedreven door thorium. De Indonesische reactor zou verbonden worden met het elektriciteitsnet of een centrale aandrijven om water te ontzouten. De reactor in Chili zou gebruikt worden voor het ontzouten van water. Beide reactoren zouden werken op thorium in vaste toestand en tussen 10 MW en 100 MW genereren.

In Noorwegen worden testen gedaan met thorium ter vervanging van uranium in een bestaande reactor. Het gaat hier om een combinatie van thorium met plutonium (thorium-MOX). Ook in de VS gaan stemmen op om gebruik van reactoren op basis van (vloeibaar) thorium te testen.

Besluit

Thoriumreactoren kunnen een alternatief vormen voor de klassieke uraniumreactoren. Dergelijke reactoren zouden intrinsiek veiliger zijn dan uraniumreactoren, veel minder kernafval produceren en er zou voldoende thorium voor de volgende 1000 jaar zijn.

Thoriumreactoren zijn echter geen duurzame oplossing. Ze produceren nog steeds kernafval en de hoeveelheid thorium blijft eindig. Op termijn kunnen thoriumreactoren wel een bijdrage leveren aan het beperken van de CO₂-uitstoot en kunnen ze mogelijk een plaats verwerven in de transitieperiode naar echt duurzame energiebronnen.

Bronnen

- <http://www.smartplanet.com>
- <http://www.thorium.tv>
- <http://energyfromthorium.com>

Auteurs



Pascal Pollet