

**Afdeling** Policy Studies  
**Van** ECN  
**Aan** Provincie Noord-Holland

**Kopie**

**Onderwerp** **De rol van thorium in de energietransitie in Noord-Holland**

**Aanleiding is een aanvullende vraag van de Provincie over de mogelijkheden van thorium**

Eerder dit jaar heeft ECN in nauwe samenwerking met de Provincie Noord-Holland een notitie gepubliceerd over de ruimtelijke aspecten van de energietransitie in de provincie<sup>1</sup>. De focus lag daarbij volgens afspraak op de vraag hoever het toekomstig energiegebruik teruggebracht zou kunnen worden door stevig in te zetten op energiebesparing, hoe groot het potentieel voor hernieuwbare energie in de provincie is en met hoeveel ruimtebeslag dat gepaard gaat. Alleen de maximaal haalbare potentiëlen per techniek binnen randvoorwaarden die wettelijk niet overschreden kunnen worden zijn in de notitie bepaald; er is nog geen analyse verricht over hoeveel energie duurzaam kan worden opgewekt als ook andere randvoorwaarden worden meegewogen. Wel kan al worden gesteld dat het niet realistisch is te verwachten dat bij elk van de hernieuwbare opties de maximale potentiëlen zullen worden gerealiseerd. Naar aanleiding van deze notitie is bij het provinciebestuur de vraag gerezen waarom energie uit thorium niet wordt genoemd en of thorium een rol kan spelen bij de energietransitie.

**Thorium is in de eerdere notitie niet behandeld omdat het niet tot hernieuwbare energie wordt gerekend**

De reden dat thorium niet in de notitie over de energietransitie in Noord-Holland wordt behandeld is dat het onderzoek gericht was op het ruimtebeslag dat gepaard gaat met de inzet van hernieuwbare energiebronnen die bij de energietransitie een rol kunnen spelen. Energie uit thorium valt niet onder hernieuwbare energie omdat het gaat om een vorm van kernenergie die gebruik maakt van eindige voorraden splijtstof, ook al zouden de voorraden thorium, indien het thorium wordt "opgewerkt" (opnieuw geschikt gemaakt voor energieproductie), voldoende zijn voor duizenden jaren.

**Afhankelijk van de formulering van het transitiedoel zou energie uit thorium een rol kunnen spelen**

Het doel van de energietransitie kan op verschillende manieren worden geformuleerd. Als het doel is de energievoorziening volledig te verduurzamen dan is er voor thorium geen rol. Als het doel wordt geformuleerd als het komen tot een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening dan zijn er meer mogelijkheden om het doel te bereiken. Naast energiebesparing en hernieuwbare energie kunnen ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag (CCS) en kernenergie, waaronder energie uit thorium, daaraan een bijdrage leveren.

---

<sup>1</sup> De ruimtelijke effecten van de energietransitie in Noord-Holland, ECN-N--15-004, maart 2015

### Energie uit thorium heeft voordelen ten opzichte van energie uit uranium

Energie uit thorium komt de laatste tijd in de Nederlandse politiek geregeld ter sprake als techniek die een rol kan spelen in de energietransitie. De meeste wetenschappelijke kennis hierover bestaat overigens al jaren. Dit hangt samen met de wereldwijde interesse in het concept van een gesmolten-zout-reactor waarvoor thorium een kandidaat-brandstof is; andere experts geven de voorkeur aan andere reactoren en/of splijtstof. Belangrijke voordelen van thoriumreactoren ten opzichte van bestaande uraniumkernreactoren die worden genoemd zijn<sup>2</sup>:

- De voorraden van thorium zijn ongeveer vier maal zo groot als die van uranium, en als het thorium wordt opgewerkt zou de voorraad voldoende zijn voor duizenden jaren. Ook uranium kan overigens worden opgewerkt wat de geproduceerde hoeveelheid energie ook daarbij verhoogt.
- Er wordt in een gesmolten-zout-reactor geen drukvat gebruikt, dus er is geen drijvende kracht die bij een lek in de reactor zou zorgen voor verspreiding van radioactief materiaal.
- De ontwerpen voor thoriumcentrales zijn inherent veilig. Bij uitval van stroom wordt het vloeibare zout opgevangen in vaten waar de reactie stopt, en mocht het zout vrijkomen dan stolt het waarbij de splijtstof erin blijft opgenomen en zich niet verder kan verspreiden. Er kleven dus mogelijk minder veiligheidsrisico's aan een dergelijke reactor, ook zal er pas bij een operationele reactor meer zekerheid over zijn.
- Het hoogradioactief afval dat wordt geproduceerd bij gebruik van thorium vervalt sneller, maar het moet in het gunstigste geval nog wel circa 300 jaar veilig worden opgeslagen tot het stralingsniveau onder dat van natuurlijk voorkomend uraniumerts is gezakt. Het afval dat wordt geproduceerd bij splijting van uranium in de huidige reactoren blijft meer dan 100.000 jaar hoogradioactief. Er worden in gesmolten-zout-reactoren op basis van thorium wel langer levende isotopen geproduceerd, maar die blijven in het gesmolten zout in de reactor opgelost.
- Er wordt veel minder plutonium geproduceerd dan in conventionele kerncentrales.

### Net als andere energiebronnen heeft ook thorium nadelen

Er worden ook kritische kanttekeningen gezet bij de door voorstanders genoemde voordelen van thoriumcentrales<sup>3</sup>.

- Om de kernreactie op gang te houden is er naast thorium ook andere splijtstof nodig; een bepaalde hoeveelheid uranium blijft nodig om de reactie op te starten.
- Een probleem dat niet geheel verdwijnt is het risico dat radioactief materiaal in verkeerde handen valt (proliferatie).
- Belangrijk is dat het bij thoriumreactoren, anders dan bij uraniumreactoren, absoluut noodzakelijk is om de splijtstof op te werken. De ervaringen met opwerken zijn echter niet gunstig: het is duur<sup>4</sup>, er kleven grote proliferatierisico's aan<sup>5</sup>, en het is door de hoge radioactiviteit en toxiciteit een lastig hanteerbaar proces<sup>5,6</sup>.

<sup>2</sup> Opiniestuk van professor kernreactorfysica TU Delft Kloosterman op Fluxenergie

<http://www.fluxenergie.nl/pleidooi-voor-onderzoek-naar-geheel-nieuwe-vorm-van-kernenergie/>

<sup>3</sup> The Thorium Fuel Cycle, een position paper door het Britse NNL: <http://www.nnl.co.uk/science-technology/position-papers/>

<sup>4</sup> Bunn, Holdren (Harvard U.); Fetter (U. of Maryland), v.d. Zwaan (Harvard U., ECN): The economics of reprocessing versus direct disposal of spent nuclear fuel; Nuclear Technology vol 150, June 2005

<sup>5</sup> Van der Zwaan (Ed.): Nuclear energy: promise or peril? World Scientific 1998, p. 215-223

<sup>6</sup> Van der Zwaan: l'Énergie nucléaire au XXIe siècle: enjeux de sécurité, IFRI 1999, p. 163-164

### **Het moment van beschikbaar komen van en de stroomprijs uit thoriumcentrales zijn nog onzeker**

Energie uit thorium zou een aantal bezwaren van kernenergie weg kunnen nemen, ook al is dat pas met zekerheid te zeggen als er een werkende centrale is. Dit zou de acceptatie ervan als bijdrage aan het bereiken van een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening kunnen vergroten. Er zijn werkende proefreactoren geweest, maar thoriumcentrales die energie opwekken bestaan nog niet. Er is nog een aanzienlijke hoeveelheid onderzoek nodig om zover te komen. Optimistische schattingen gaan uit van 15 tot 20 jaar, andere noemen 30 tot 40 jaar<sup>7</sup>. Niet alleen technische ontwikkelingen zijn nodig maar ook regelgeving voor gesmolten zout met splijtstof erin opgelost en met een continu wisselende samenstelling. Daar zullen waarschijnlijk ook jaren mee gemoeid zijn, maar dit kan parallel aan de technische ontwikkeling gebeuren. Overigens is het bouwen van een conventionele kerncentrale al een zeer tijdrovend proces: dat kost in Europa al gauw 10 jaar, en dat kan door vergunningen en financiering regelen ook een stuk meer worden. Zelfs als thoriumcentrales nu al beschikbaar zouden zijn zou er in 2030 nog geen staan in Noord-Holland. Doordat energie uit thorium nog met de nodige onzekerheden is omgeven, is er zonder aanvullend onderzoek geen betrouwbare stroomprijs te geven<sup>5</sup>.

### **De energietransitie wordt gemakkelijker bij het inzetten van meer verschillende opties**

Omdat we zoveel energie gebruiken is het bereiken van een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening een enorme opgave, en in het algemeen geldt dat hoe minder opties worden uitgesloten hoe minder moeilijk en hoe goedkoper de transitie wordt. In meerdere studies wordt de noodzaak van de inzet van een breed scala aan opties uit de vier categorieën energiebesparing, hernieuwbare energie, CCS en kernenergie beargumenteerd<sup>8,9,10</sup>. Geen enkele techniek kan volgens deze bronnen in een realistisch scenario op eigen kracht een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening tot stand brengen. Het in de verre toekomst mogelijk ooit beschikbaar komen van energie uit thorium is dus geen reden om nu minder in te zetten op andere opties zoals energiebesparing, verschillende vormen van hernieuwbare energie en CO<sub>2</sub>-opslag. De prijs van stroom uit thorium is ook niet doorslaggevend voor de besluitvorming. Een besluit over het al dan niet inzetten van thorium als energiebron hoeft nu nog niet genomen te worden en dat kan ook niet zolang de techniek niet voldoende ontwikkeld is. Het zal nog lastig genoeg worden om met maximale inzet op alle door de provincie te selecteren reductie-opties tot een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening te komen.

### **Wachten op thoriumcentrales vertraagt de verduurzaming van de elektriciteitsproductie**

De voorstellen voor inzet van thorium betreffen de productie van elektriciteit. Elektriciteit is op kortere termijn gemakkelijker te verduurzamen dan warmte. Dat laten de cijfers voor Nederland nu al zien: het aandeel van alle hernieuwbare energie in Nederland was in 2014 5,6%<sup>11</sup>, het aandeel hernieuwbare elektriciteit was met zo'n 10% aanmerkelijk hoger<sup>12</sup>. Naar verwachting zal het aandeel

<sup>7</sup> Opiniestuk emeritus hoogleraar Turkenburg in reactie op Kloosterman: <http://www.fluxenergie.nl/niet-doen/>

<sup>8</sup> IPCC, Fifth assessment report, summary for policy makers: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)

<sup>9</sup> IEA, The way forward: [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/The\\_Way\\_forward.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/The_Way_forward.pdf)

<sup>10</sup> ECN en PBL, Routes verkend: <http://www.pbl.nl/publicaties/2011/naar-eeen-schone-economie-in-2050-routes-verkend>

<sup>11</sup> CBS 2015:

<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=83109NED&D1=1&D2=0&D3=0&D4=a&HD=150823-1545&HDR=T,G1,G3&STB=G2>

<sup>12</sup> CBS 2015: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=82610NED&D1=3-5&D2=0&D3=a&HD=150823-1544&HDR=G1,G2&STB=T>

hernieuwbare elektriciteit in 2030 op 50% uitkomen<sup>13</sup>. Het lijkt vanuit technisch oogpunt realistisch dat energie uit thorium op termijn een bijdrage kan leveren aan een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening, maar in praktijk kan het zijn dat het niet meer nodig blijkt te zijn doordat andere opties de vraag al hebben ingevuld. Om de emissiedoelen te halen kunnen emissiereductiemaatregelen echter niet worden uitgesteld tot het nog onbekende moment waarop thoriumcentrales beschikbaar zijn (zoals hierboven vermeld lopen de schattingen uiteen van over 15 tot over 40 jaar) en de kosten er van aanvaardbaar. Ook zal de bouwcapaciteit beperkt zijn, dus het is niet realistisch er op te rekenen dat alle vraag naar nieuwe opwekcapaciteit van elektriciteit vanaf het moment van beschikbaarheid volledig in te kunnen vullen met thoriumcentrales. Thoriumcentrales zouden op termijn aanvullend kunnen zijn in de elektriciteitsvoorziening, en mogelijk is er een toepassing als proceswarmte voor de industrie.

**Het belang van thorium ligt voorlopig niet bij de energietransitie, maar bij mogelijk nut voor Nederland en Noord-Holland van intensiever inzetten op de ontwikkeling van thoriumcentrales**

Wachten met de energietransitie is geen optie bij het tijdig behalen van de doelen uit het Energieakkoord. Daarom is in de komende jaren de beleidskeuze over het al dan niet intensiever inzetten op onderzoek en innovatie op het gebied van thoriumcentrales belangrijker dan een keuze voor thoriumcentrales als energietechniek voor Noord-Holland. Onderzoek naar maatschappelijke acceptatie is nodig om de kansen te bepalen voor inzet ervan op langere termijn. Nederland, en Noord-Holland in het bijzonder, heeft wel een goede uitgangspositie om onderzoek te doen naar thoriumenergie met het Reactorinstituut van de TU Delft en NRG in Petten. De TU Delft coördineert al een Europees onderzoek naar Thorium (SAMOFAR). Ook al is er nu, gedurende de komende paar decennia en misschien zelfs in de verdere toekomst nooit een rol voor thorium weggelegd in Nederland, andere landen zouden in de verre toekomst baat kunnen hebben bij deze techniek in hun energietransitie. Onderzoek en innovatie naar energie uit thorium zouden daarom interessant kunnen zijn vanuit academisch en technologisch standpunt, en op de zeer lange termijn (op zijn vroegst na 2050) mogelijk ook voor werkgelegenheid in en exportkansen voor Noord-Holland.

---

<sup>13</sup> ECN, PBL, RVO, CBS, Nationale Energieverkenning 2014: <https://www.ecn.nl/nl/energieverkenning/>