



Secretariaat: Emmalaan 3C  
9752 KR Haren  
Telefoon: 050-5349621  
Email: twester@ziggo.nl  
Bankrekening NL60 INGB 0000 8805 73 te Assen  
Kenmerk: Convocaat lezing Groen

08-06-2016

Geachte Leden,

Het bestuur nodigt u en uw partner uit voor een lezing op **dinsdag 14 juni 2016** in een van de zalen van het Gorechthuis, Hortuslaan1, 9751 BE te Haren door de heer

**Coen Groen** Msc. Physics

over

**Energie uit Thorium**

met een kernreactor waarin Thorium als brandstof wordt gebruikt.



### Over de inleider

Coen is al diverse jaren lid van onze vereniging. Na zijn studie natuurkunde aan de TU te Delft is hij aan de slag gegaan bij de RUG. Daar heeft hij diverse managementfuncties vervuld bij de Faculty Mathematics and Natural Sciences. Nu gepensioneerd, maar de RUG nog volop in het vizier. Het KIVI regio Noord kent hem ook goed. Onlangs (febr. 2016) ontving hij de instituutserепенning voor zijn vele verdiensten voor de vereniging. In juni 2015 is Coen voorzitter geworden van de Foundation Thorium MSR (Molten Salt Reactor) in Delft, mede vanwege zijn interesse en kennis van dit type kernreactor.

### Programma

Het programma luidt indicatief als volgt:

- 19:30 uur ontvangst met koffie/thee;
- 19:45 uur start lezing,
- 20.45 uur pauze, koffie/thee, vervolg lezing;
- 21:30 uur einde lezing, vragen;
- ca. 22.00 uur afsluiting.

De lezing is ook toegankelijk voor leden van de **Groningse Chemische Kring (GCK)** en **KIVI** regio Noord. Van hen wordt een bijdrage gevraagd van € 5,-- pp. ter plekke te voldoen aan de penningmeester.

Andere verteringen dan koffie of thee zijn voor eigen rekening.

### Ten geleide

Door het gebruik van fossiele brandstoffen bij onder andere de energieopwekking wordt er veel CO<sub>2</sub> in de atmosfeer gebracht met een verhoging van het broeikaseffect van de atmosfeer en een navenante verhoging van de temperatuur op onze planeet als gevolg. Om dit effect tegen te gaan wordt gezocht naar methoden om energie te produceren zonder het bijproduct CO<sub>2</sub>. Zonenergie, windenergie en waterkracht zijn daar voorbeelden van maar ook met een kernreactor kan CO<sub>2</sub> vrij elektriciteit worden opgewekt.

In de huidige kernreactoren worden kernen van de uraniumisotoop U<sub>235</sub> door neutronen gesplitst en omdat de kernen van de spijtingsproducten samen minder wegen dan de kern van het U<sub>235</sub> wordt het massaverschil volgens  $E=mc^2$  omgezet in warmte. Ook komen neutronen vrij die op hun beurt weer kernen kunnen splitsen.



Voor een gecontroleerde reactie moet het surplus aan neutronen weggevangen, geabsorbeerd worden. Probleem bij deze methode is dat er in de brandstofstaven in de reactor niet alleen  $U_{235}$  zit maar ook  $U_{238}$ . De kern van  $U_{238}$  splijt niet maar vangt een neutron in en transformeert naar het zeer giftige en hoog radioactieve Plutonium. Samen met wat andere elementen is dat wat wij nu het gevaarlijk langlevend radioactief afval noemen.

Maar ook de reactor zelf kan gevaar opleveren. De reactor moet nog lange tijd gekoeld worden ook als de kernsplijting allang gestopt is. Valt de koeling uit (Tsjernobyl en Fukushima) dan kan bij de brandstofstaven omdat ze kapot gaan waterstof ontstaan dat samen met zuurstof knalgas vormt en explodeert. Ook kunnen de brandstofstaven smelten (meltdown) waarbij veel radioactiviteit vrijkomt. Verloopt alles wel normaal bij dit reactortype dan moet toch jaarlijks een kwart van de brandstofstaven vervangen worden zodat een staaf vier jaar in de reactorkern verblijft. Toch is dan nog maar 1% van het beschikbare  $U_{235}$  gebruikt.

Al deze problemen worden ondervangen wanneer men een kernreactor gebruikt met Thorium als brandstof en een gesmolten zout als koelmiddel. In een Gesmolten Zout Reactor (MSR) is de brandstof (Thorium) opgelost in een vloeibaar Fluoridezout. Derhalve kan oververhitting niet optreden omdat brandstof, splijtingsproducten en koelmiddel dezelfde temperatuur hebben. Het Thorium zit niet opgesloten in brandstofstaven zoals bij uranium en dus kan er geen waterstof gevormd worden. Ook is een meltdown onmogelijk. Mocht de temperatuur toch te hoog oplopen dan zet het koelmiddel wat meer uit en stopt de kernreactie automatisch. Gaat de temperatuur nog verder omhoog dan smelt een plug onder in de reactor en stroomt de reactorinhoud in een aantal bassins waar het rustig kan afkoelen. Omdat de plug actief met elektriciteit gekoeld wordt zal ook bij stroomuitval de plug smelten en de reactorinhoud wegstromen in bassins waar het geen kwaad meer kan en afkoelt.

De reactor werkt bij gewone atmosferische druk. Dat betekent dat constructies aanzienlijk lichter (en goedkoper) kunnen zijn dan bij een uraniumreactor. Mocht toch het radioactieve mengsel ontsnappen uit de reactor door een breuk of scheur dan is er wel een probleem maar het zout stolt en de radioactiviteit kan zich niet verspreiden. De reactor werkt niet alleen op Thorium maar is ook geschikt om bestaande voorraden gevaarlijk afval "op te branden". De vloeistof in de reactor kan daar zo lang in blijven tot alle brandstof verbruikt is. Het proces kan men in stand houden door voortdurend kleine hoeveelheden Thorium in de reactor te brengen en de splijtingsproducten te verwijderen.

Die splijtingsproducten zijn wel radioactief, moeten ook opgeslagen worden maar na circa 300 jaar is de activiteit gezakt tot het niveau van het erts waar het Thorium uit afkomstig is. Bovendien gaat het om aanzienlijk kleinere hoeveelheden dan wat uit een uraniumreactor komt. Zeer groot voordeel is dat in de splijtingscyclus nergens Plutonium gevormd wordt. Dus geen langlevend gevaarlijk afval en ook de mogelijkheid van proliferatie is er niet.

Problemen op dit moment zijn de publieke opinie, en dus de politiek, die zich mede door "Tsjernobyl" en "Fukushima" heeft afgekeerd van kernenergie. En de Nucleaire Industrie die zo veel geïnvesteerd heeft in de Uraniumtechnologie dat men niet wil beginnen aan een Thorium MSR.

## **Opgave bij de secretaris van GIV (geldt ook voor GCK en KIVI leden)**

Als u de lezing wilt bijwonen wordt u verzocht u op te geven door de secretaris een e-mail te sturen: [twester@ziggo.nl](mailto:twester@ziggo.nl).

Namens het bestuur,

T.A. Wester, secretaris

M: 06 24 65 27 17