

## **Sluiting HFR-Petten?**

### **Alternatieve productiemethodes technetium-99m**

Vrijdag 7 juli schorste de Raad van State de transportvergunning voor uitgewerkte brandstof van de Hoge Flux Reactor (HFR) van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) in Petten.

Milieuminister Pronk zet dat het ECN hierdoor in grote problemen is gekomen nu de opslagcapaciteit aldaar volloopt en dat de reactor noodgedwongen dicht zou moeten. Om dat te voorkomen heeft Pronk een halve week later een nieuwe vergunning verleend voor afvoer van de uitgewerkte brandstof naar de COVRA faciliteit in Borssele.

Maar hoe ernstig is het als de reactor zou moeten sluiten? Zijn er alternatieve productiemethoden van radio-isotopen voor medische doeleinden? Eén van de meest belangrijke isotopen die met de HFR wordt geproduceerd is technetium-99m voor diagnostische doeleinden. De stichting Laka heeft met dit stuk een eerste verkenning gedaan naar alternatieve productiemethodes voor technetium-99m. Hieruit blijkt dat er hele goede alternatieve methodes voor bestaan zonder dat een kernreactor nodig is. In de hele discussie over de HFR zou eens een grondige afweging moeten worden gemaakt of de verschillende radio-isotopen zonder een kernreactor kunnen worden gemaakt.

#### **Technetium-99m**

Meestal wordt technetium-99m met behulp van een kernreactor gemaakt. In een reactor wordt door splijting met neutronen in uranium-targets het isotoop molybdeen-99 gevormd. Met een halfwaardetijd van 67 uur vervalst dit weer in het gewenste technetium-99m (halfwaardetijd is 6 uur). Het moederisotoop molybdeen-99 wordt in een fabriek afgescheiden en verpakt in een zogenaamde "Technekow". Daarin ontstaat dus het vervalproduct technetium-99m wat in een ziekenhuis afgetapt wordt voor diagnostisch onderzoek.

Maar een reactor heeft geen eeuwige levensduur. En de bouw van vervangende reactoren gaat niet altijd zonder slag of stoot. In een tijd waarin kernenergie politiek en maatschappelijk zeer omstreden is is het niet eenvoudig met voorstellen voor nieuwe reactoren te komen. Dus moet men rekening houden met het feit dat isotopen-producerende reactoren uiteindelijk moeten sluiten. In die context is al vaker onderzocht in hoeverre de isotopenproductie met deeltjesversnellers een alternatief is.

De cyclotron of deeltjesversneller is een uitvinding van de vroegere jaren '30 (Ernest Lawrence). Met de cyclotron konden diverse elementen geproduceerd worden. Toen echter in 1941 de nucleaire reactor was uitgevonden (Enrico Fermi) vormde die een concurrent voor de cyclotron. In een reactor konden de isotopen nog eenvoudiger en goedkoper worden geproduceerd. Dus raakte productie met deeltjesversnellers naar de achtergrond.

Midden jaren negentig hebben het Belgische Studiecentrum voor Kernenergie (SCK) en het bedrijf Ion Beam Applications (IBA) nadere studie verricht naar het alternatief deeltjesversneller. De studie richtte zich onder andere op het bestralen van verrijkt uranium-targets in een deeltjesversneller. Het project Accelerator-driven Operated New Irradiation System (Adonis) geeft veel perspectief. Eén enkel systeem zou in staat zijn per dag 25.000 >porties= molybdeen te produceren, terwijl wereldwijd per dag 60.000 patiënten onderzocht worden met dit isotoop. Het zou de Europese vraag ruimschoots kunnen dekken.

Het grote voordeel van het gebruik van de versneller is dat de deeltjes, die gebruikt worden om de uranium-targets te bombarderen, niet meer afkomstig zijn uit een kernreactor. En dat scheelt in de productie van kernafval. Een versneller is immers een apparaat waarin deeltjes worden geproduceerd zonder gebruik te maken van nucleaire brandstof. Toch blijft er een afvalprobleem aanwezig in de vorm van restproducten van de uranium-targets. In die targets is immers wel

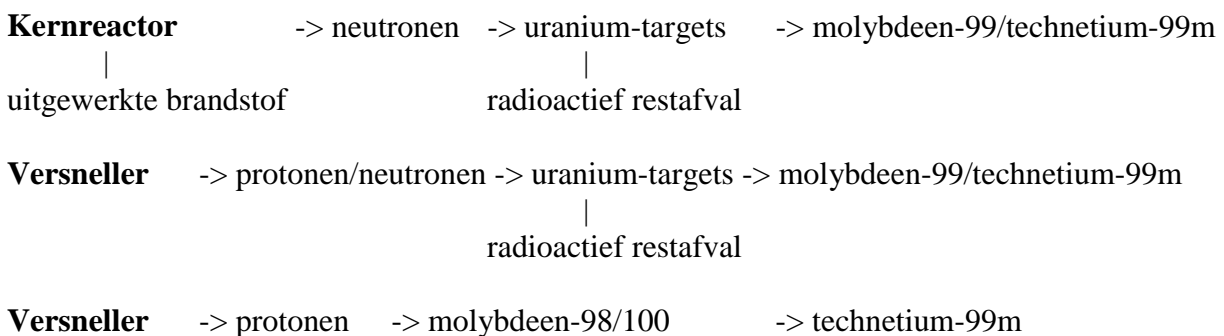
uranium verspleten en naast het restproduct molybdeen-99 worden ook andere splijtingsproducten gevormd, zoals cesium-137.

Maar er is nog een derde variant om technetium-99m te produceren zonder gebruik te maken van een kernreactor en zonder restafval van de uranium-targets. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van een deeltjesversneller. Sinds de vroege jaren >70 is een techniek bekend waarin (natuurlijk voorkomend) molybdeen-100 wordt gebombardeerd met een proton. Na de invang van het proton worden vervolgens twee neutronen uit de kern gestoten en vervalt de stof in technetium-99m. Dr. Manuel C. Lagunas-Solar van de University of California vond in 1993 een vergelijkbare methode om het technetium-99m te produceren. Daarbij worden molybdeen-98 kernen geraakt door een proton, waarbij direct technetium-99m ontstaat.

Volgens Lagunas-Solar is de directe productie van technetium-99m met een deeltjesversneller een "uitstekend alternatief voor splijtingsreactoren en reactor activeringstechnieken". Technetium-99m uit een deeltjesversneller heeft dezelfde fysische en chemische eigenschappen als technetium-99m van een molybdeen-99 vervalreeks. Ook kwa capaciteit kan de deeltjesversnellertechniek voldoen aan de vraag en op 24-uurs basis ongeveer 300 benodigde "porties" zuiver technetium-99m produceren. Gezien de Adonis methode is dit wel aan de lage kant en betekent dit dat er meerdere versnellers moeten functioneren om aan de vraag te voldoen. Anderzijds is het natuurlijk een techniek die in ontwikkeling is en kunnen er verbeteringen in plaats vinden.

---

De drie alternatieven in een schema:



## Conclusie

De conclusie is dat met het gebruik van een kernreactor het afvalprobleem het grootste is. Met name de uitgewerkte hoogradioactieve reactorbrandstof zorgt voor langdurig gevaarlijk afval. Daarnaast komt er radioactief afval vrij bij het verwerken van de uranium-targets, zij het dat dit afval wat minder langdurig gevaarlijk is. Het molybdeen-99 (en dus technetium-99m) kan ook geproduceerd worden door bestraling van uranium-targets in een deeltjesversneller. Uitgewerkte reactorbrandstof wordt daarbij dus niet geproduceerd, maar wel het restafval van de verwerking van de uranium-targets. Het meest schone alternatief vormt de directe productie van technetium-99m in een deeltjesversneller, waarbij het proces niet bestaat uit het splijten van uranium, maar uit het activeren van molybdeen. Enig nadeel van deze methode is de korte halfwaardetijd van het gevormde technetium-99m en de wat lage productiecapaciteit..

Als we dus kijken naar het meest belangrijke isotoop dat met de HFR wordt geproduceerd blijkt dat er alternatieve productiemethodes bestaan die het gebruik van de kernreactor overbodig maken. Dit biedt perspectief voor een grondige discussie over het gebruik van de HFR. Naast molybdeen-99/technetium-99m worden in de HFR ook andere isotopen geproduceerd. Ook van die isotopen zou onderzocht moeten worden welke alternatieve productiemethoden daarvoor voorhanden zijn. Het argument dat sommige isotopen alleen kunnen worden geproduceerd met neutronen, en dus met een kernreactor, is niet steekhoudend. Ook in een deeltjes-versneller kunnen (via een tussenstap) neutronen worden gegenereerd. Het Adonis concept is een voorbeeld daarvan.