

Kiezen voor kerncentrales?

Reactie op:

Nú kiezen voor kerncentrales
door Roel Niessen

De Ingenieur, december 2021, p.11

25 december 2021

Ir J.W. Storm van Leeuwen
member of the Nuclear Consulting Group
storm@ceedata.nl

Klimaatverandering door CO₂ uitstoot is een mondiaal probleem. Elk land op de wereld heeft de verantwoordelijkheid te zorgen dat zijn economie en samenleving zo min mogelijk CO₂ uitstoten en zo duurzaam mogelijk worden. Verreweg de meeste CO₂ wordt geproduceerd door de verbranding van fossiele brandstoffen.

Ook Nederland zich verplicht tot een energietransitie naar duurzame en CO₂-vrije energiebronnen. Naast zon en wind wordt kernenergie als optie genoemd.

Roel Niessen komt met het interessante en misschien wat provocerende statement: "Liever kernafval dan verdrinken".

Zo simpel is de kwestie echter niet.

Nucleaire bijdrage

De huidige mondiale vloot van kerncentrales (totaal bijna 400 GW vermogen) levert ongeveer 4,5% van het wereldenergieverbruik, als een eenheid elektriciteit uit een kerncentrale gelijkgesteld wordt aan 2,6 thermisch energie-eenheden uit fossiele brandstoffen, zoals in sommige statistieken gerekend wordt.

Stel dat kernenergie CO₂ vrij is - hetgeen niet het geval is - dan draagt het huidige mondiale kernenergievermogen niet meer dan 4,5% bij aan de mondiale vermindering van de CO₂ uitstoot. Er schuilt echter een grote adder onder het gras: de CO₂-val, daarover straks meer.

Hoe groot is de bijdrage van Nederland aan de vermindering van de mondiale CO₂ uitstoot als het pakweg 2 GW kernenergievermogen gaat bouwen? Kunnen we daarmee als voorbeeld dienen voor de wereld omdat Nederland CO₂-vrij wordt? Voorkomt dat verdrinken?

Kernafval

Een uniek aspect van kernenergie is dat bij het vrijkomen van warmte door de splijting van uraniumkernen onlosmakelijk kunstmatige radioactiviteit ontstaat, in de vorm van splijtingsprodukten en activeringsprodukten. De warmte wordt via stoomturbines omgezet in elektriciteit. Wereldwijd produceren de huidige kerncentrales elk jaar een hoeveelheid kunstmatige radioactiviteit overeenkomend met ongeveer 400 000 atoombomequivalenten. Eén atoombomequivalent is de hoeveelheid radioactiviteit die ontstaat bij de ontploffing van één 15 kt atoombom (Hiroshima bom).

De kunstmatige radioactiviteit bevindt zich in de afgewerkte splijtstof, in de materialen van de reactor, in de constructie van het 'nucleaire eiland' van de kerncentrale en in de materialen die nodig zijn voor de bedrijfsvoering van de kerncentrale; een deel van de kunstmatige radioactiviteit wordt geloosd in de lucht en met het koelwater. Epidemiologische studies in Duitsland en Frankrijk hebben aangetoond dat de operationele lozingen van normaal functionerende kerncentrales een verhoogde kans op kanker bij kinderen veroorzaken, een kans die toeneemt naarmate de kinderen dichter bij de kerncentrale wonen.

Sinds het begin van kernenergie staan alle containers met kernafval nog in kwetsbare tijdelijke opslagplaatsen te wachten op definitieve berging.

Radioactiviteit kan niet worden beïnvloed en is voor alle levende organismen gevaarlijk.

Bij de rampen van Chernobyl en Fukushima samen kwam een hoeveelheid kunstmatige radioactiviteit vrij van ongeveer 1000 atoombomequivalenten. Dit komt ongeveer overeen met 0,01% van de toenmalige wereldwijde inventaris van civiele kunstmatige radioactiviteit.

In tegenstelling tot hetgeen Niessen verkondigt, is het nucleaire afval wereldwijd wel degelijk een *garantie* op levensgevaar. De Tweede Hoofdwet van de thermodynamica is onverbidlijk. Uit deze wet volgt dat bij elk spontaan proces in een systeem, dus zonder input van buitenaf, de entropie van dat systeem toeneemt. Concreet betekent toename van de entropie dat de verstrooiing van deeltjes en energiequanta in dat systeem toeneemt. Dat betekent dat alle materialen en constructies vanzelf in kwaliteit achteruitgaan, ook als er actief en gericht arbeid verricht wordt om het aftakelingsproces te vertragen. Een verschijnsel dat we allen uit het dagelijks leven kennen.

De consequentie is dat de nucleaire afvalcontainers op den duur gaan lekken - dat is nu al een probleem - en dat er gevaarlijke reacties kunnen optreden, bijvoorbeeld als er water bij het afval kan komen. Lekkage en ongelukken veroorzaken verspreiding van radioactieve stoffen, permanente vervuiling van de lucht, land, grondwater, rivieren, meren, zee. Hierbij zijn menselijke acties, zoals onkunde en terrorisme, en natuurrampen, zoals aardbevingen en overstromingen, nog buiten beschouwing gelaten.

Kortom, de reusachtige hoeveelheden radioactief afval die momenteel op duizenden kwetsbare tijdelijke opslagplaatsen op de wereld liggen opgeslagen zullen *gegarandeerd* tot katastofes van ongekende omvang leiden, ook in gebieden zonder overstromingsgevaar.

CO2 emissie van kernenergie

Over de CO2 emissie van kernenergie doen veel onjuistheden de ronde. De kernreactor is het enige onderdeel van het nucleaire systeem dat geen CO2 produceert. Alle andere processen en activiteiten die onmisbaar zijn om kernenergie mogelijk te maken stoten wel CO2 en andere broeikasgassen uit. Voorbeelden van de onmisbare processen van de nucleaire procesketen zijn: de winning van uranium uit de aardkorst, de productie van splijtstof uit het natuurlijk uranium, de bouw van de kerncentrale - er gaat ruim een miljoen ton (!) beton en staal in één moderne kerncentrale - de bedrijfsvoering, de afvalverwerking en tenslotte de ontmanteling van de kerncentrale aan het eind van zijn operationele levensduur.

CO2-val

Belangrijk is het verschijnsel van de CO2-val (Engels: CO2 trap): de specifieke CO2 emissie van kernenergie (kg CO2/kWh) neemt toe met de tijd. Als het mondiale kernenergievermogen op het huidige niveau blijft, zal de productie van elektriciteit uit uranium omstreeks 2070 gepaard gaan met een even grote CO2-emissie als de elektriciteitsproductie uit een fossiele brandstof. Als het mondiale kernenergievermogen toeneemt, loopt de productie van kernenergie eerder vast in de CO2-val.

De CO2-val wordt veroorzaakt doordat de winning van een kilogram uranium uit de aardkorst met de tijd energie-intensiever wordt en dat de specifieke CO2 emissie, en dus van de hele nucleaire cyclus, exponentieel toeneemt. Dit op zijn beurt wordt veroorzaakt door het feit dat het uraniumgehalte van de te winnen ertsen met de tijd steeds lager wordt: de beschikbare ertsen met het hoogste gehalte worden immers het eerst geëxploiteerd, omdat die de hoogste return on investment bieden. De overgebleven ertsen zijn dus armer. Dit verschijnsel treedt ook op bij ertsen van andere metalen, maar het verschil is dat uranium voor energie-opwekking wordt gebruikt en de andere metalen niet.

Energieklif

Gekoppeld aan de toename van de CO2 emissie per kg gewonnen natuurlijk uranium met de tijd is de afname van de netto energie-opbrengst van de nucleaire procesketen. Beneden een zeker uraniumgehalte van het beschikbare erts (0,2 gram uranium per kilogram erts) kost de winning van 1 kg uranium evenveel of meer energie dan uit die kilogram vrijgemaakt kan worden. De netto energie-opbrengst van de nucleaire procesketen wordt nul; deze afname tot nul wordt de energieklif (energy cliff) genoemd. In plaats van een energiebron (energy source) wordt de nucleaire keten dan een energieverbruiker (energy sink).

Bovenstaande conclusies betreffende de CO2-val en de energieklif berusten op een uitgebreide fysisch-chemische analyse van gegevens die door uranium-mijnbouw maatschappijen zijn gepubliceerd.

De afgelopen drie decennia zijn geen significante nieuwe ertsvoorkomens met uraniumgehaltes boven de energieklif gevonden, ondanks intensief speurwerk.

Thorium

Biedt thorium soelaas?

Thorium is niet splijtbaar en om het als kernbrandstof te kunnen gebruiken moet het eerst in het splijtbare uranium-233 worden omgezet. Dit zal moeten gebeuren in een kweekreactor, gevoed met verrijkt uranium of met uranium-233 (dat niet in de natuur voorkomt). In elk geval dient de bestraalde splijtstof in een opwerkingsfabriek gescheiden te worden in gezuiverde fracties. Een zogenoemde thoriumreactor is dus altijd een schakel in een cyclus, te vergelijken met de uranium-plutonium cyclus.

In de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw is getracht een thoriumcyclus op te tuigen, zonder succes. Op dit moment is nergens ter wereld een thoriumreactor voor energie-opwekking in ontwikkeling. Het falen van de thorium-U-233 cyclus is, naast technische problemen, terug te voeren op verschijnselen die voortvloeien uit de Tweede Hoofdwet. Het is trouwens twijfelachtig of de thoriumcyclus netto energie zou kunnen leveren, aangenomen dat hij te verwezenlijken zou zijn. Dezelfde verschijnselen hebben een belangrijke rol gespeeld bij het mislukken van de uranium-plutonium cyclus. Hieraan is tientallen jaren gewerkt in zeven landen met investeringen van meer dan 100 miljard dollar. Met de U-Pu kweekreactor zou honderd maal meer uranium uit 1 kg natuurlijk uranium verspleten kunnen worden ("Nuclear energy too cheap to meter").

Ervaringen in het buitenland

Los van het bovenstaande: zou het niet verstandig zijn om alvorens een beslissing te nemen eerst even over de schutting te kijken? Hoe zijn de ervaringen in het buitenland: Olkiluoto in Finland, Flamanville in Frankrijk, Hinkley Point C in het VK? Welke consequenties zullen de ontwerpfouten in de EPR reactor hebben die in de kerncentrale van Taishan in China aan het licht zijn gekomen?

Hoe verhouden de kosten en bouwtijd van deze kerncentrales zich met een equivalent vermogen van zon en wind gekoppeld aan een waterstofbuffer?

Gedetailleerde rapporten met literatuurverwijzingen en analyses van bovengenoemde onderwerpen zijn te vinden op de website:

Nuclear Legacy and the Second Law
www.stormsmith.nl

J.W.Storm van Leeuwen