

Feitenlijkheden

Perspectief

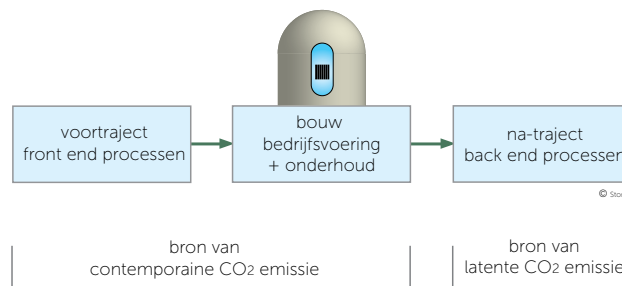
Toepassing van kernenergie heeft veel aspecten - veiligheid, gezondheid, klimaat, milieu, leveringszekerheid, kosten, politieke en militaire verwevenheden - en de consequenties zijn van lange duur. Dit maakt dat een mondiaal perspectief nodig is en een langetermijnvisie. Of gaat de discussie alleen over Nederland?

Kenmerkend aspect van kernenergie

Eén kerncentrale (1 GWe) produceert per jaar een hoeveelheid kunstmatige radioactiviteit die overeenkomt met ruim 1000 ontplofte atoombommen. Radioactiviteit is schadelijk voor alle levende organismen, in het bijzonder voor de mens. Radioactiviteit kan niet vernietigd of anderszins beïnvloed worden.

Nucleaire procesketen

Een kerncentrale kan niet zelfstandig functioneren, maar is onlosmakelijk onderdeel van een keten van industriële processen:



Oorsprong van de nucleaire CO₂ emissie

De kernreactor is het enige onderdeel van de procesketen dat vrijwel geen CO₂ uitstoot. Alle andere processen, inclusief bouw en onderhoud van de centrale, verbruiken energie en stoten CO₂ uit.

De stelling: 'kernenergie is CO₂ vrij' is misleidend, hierbij wordt de gehele procesketen buiten beschouwing gelaten. Bij zon- en windenergie worden bouw en installatie wel altijd meegerekend.

Energieklif

Uranium-ertsen verschillen sterk, afhankelijk van de plek waar ze gedolven worden, qua uraniumgehalte, mineralogie en geologische condities. De te verwerken hoeveelheid erts per kg uranium neemt snel toe naarmate het erts armer is. Dit komt door lager gehalte en lager extractierendement. Bij een gehalte van 0,02 - 0,01% uranium en minder, kost de winning van 1 kg uranium evenveel energie als eruit opgewekt kan worden. Dit wordt de *energieklif* genoemd.

CO₂ emissie uraniumwinning

Uit een thermodynamische analyse blijkt dat bij de winning uit de huidige ertsen de emissie 7-57 g CO₂/kWh is. De spreiding wordt veroorzaakt door sterk verschillende condities in de diverse mijnen. De emissie neemt toe naarmate meer erts gewonnen wordt. De rijkste ertsen worden het eerst gewonnen, zodat de armere ertsen overblijven.

Voortraject, de overige front-end processen

Na de uraniumwinning zijn er industriële processen nodig om splijtstof van verrijkt uranium te maken uit natuurlijk uranium. Daarbij komt de bouw en het onderhoud van de kerncentrale. Al deze processen verbruiken energie en produceren CO₂.

Na-traject, de back-end processen

Afgewerkte splijtstof is zeer radioactief en moet wegens warmteafgifte decennia lang gekoeld worden. Als de koeling uitvalt is een explosie onvermijdelijk. Dit is gebeurd bij Fukushima. De enige betrouwbare oplossing is het opbergen in speciale gangenstelsels 500 m diep in geologisch stabiele formaties (graniet). Nog nergens ter wereld is zo'n veilige berging gerealiseerd.

Een andere uitdaging is de ontmanteling van afgedankte kerncentrale. De eerste voorlopige ramingen komen op kosten even hoog of hoger dan van de bouw. Nog nergens is een commerciële kerncentrale volledig ontmanteld. Ook ontmanteling kost veel energie en levert veel CO₂.

Huidige nucleaire bijdrage

De huidige nucleaire bijdrage aan de vermindering van de opwarming van de aarde zou 4% zijn, verondersteld dat kernenergie geen CO₂ en ook geen andere broeikasgassen uitstoot. Aangezien de gehele procesketen wel degelijk CO₂ uitstoot is de werkelijke bijdrage lager dan 4%.

Geavanceerde ontwerpen van kernreactors

Huidige kernreactors kunnen niet meer dan 0,5% (5 gram per kilo) van natuurlijk uranium versplijten. In 1960 werd al beloofd dat er nieuwe reactors (kweekreactors) zouden komen die 100 keer meer zouden kunnen versplijten dan een licht-water reactor (LWR). Na 60 jaar onderzoek en ontwikkeling en 100'n miljarden euros investeringen in zeven landen, is er nog steeds geen resultaat. Een kweekreactor is onlosmakelijk deel van een cyclus. Het gewenste resultaat is alleen mogelijk als alle delen van deze cyclus vlekkeloos werken. Tot nu toe is dat nergens gelukt. Gebruik van thorium vereist ook een kweekcyclus, die nog compliceerder is dan van de uranium-plutonium kweekreactor. In jaren 1960 zijn experimenten in USA met thorium uitgevoerd, voor militaire toepassingen. Sindsdien zijn er niet of nauwelijks ontwikkelingen gemeld.

Toekomstige nucleaire bijdrage

De International Atomic Energy Agency (IAEA) verwacht niet dat vóór het jaar 2050 een Generation IV kernreactor in bedrijf kan komen. Conclusie: de komende decennia zal kernenergie afhankelijk blijven van de huidige types, voornamelijk licht-water reactoren (LWR). In het hoge IAEA scenario zou in 2060 ruim tweemaal zoveel nucleair vermogen in bedrijf zijn als thans. Volgens de prognoses van de IAEA zal de mondiale emissie van broeikasgassen 2 tot 3% per jaar stijgen. De nucleaire bijdrage aan de vermindering van de klimaatopwarming zou dan niet meer dan 4% kunnen zijn in 2060, aangenomen dat kernenergie geen CO₂ en ook geen andere broeikasgassen uitstoot, hetgeen onjuist is. Tegen 2060 zullen in dit scenario de thans bekende uranium-voor-energie voorraden nagenoeg uitgeput raken, wegens het bereiken van de energieklimf.

Energieschuld en latente CO₂ emissie

Tijdens de rampen van Chernobyl en Fukushima kwam in totaal een hoeveelheid radioactiviteit vrij gelijk aan de jaarproductie van één kerncentrale. Dit was 0,01% (1/10000 deel) van de totale hoeveelheid radioactief materiaal (equivalent met 12 miljoen ontplofte atoombommen) dat in kwetsbare tijdelijke opslagplaatsen ligt te wachten op definitieve isolatie van de menselijke omgeving. De gevolgen van Chernobyl en Fukushima zijn merkbaar op continentale schaal, miljoenen mensen zijn getroffen, de schade aan plaatselijke economieën wordt nu al geraamd op vele 100'n miljarden euros.

De back-end processen zijn noodzakelijk om te zorgen dat de resterende 99,99% van de wereldinventaris van radioactief materiaal niet verspreid wordt in de biosfeer. Indien er geen materialen, energie en menselijke inspanning in geïnvesteerd worden, zal zeker een groot deel van deze hoeveelheid vrijkomen. Dat kan beredeneerd worden op grond van verschijnselen die volgen uit de Tweede Hoofdwet van de thermodynamica. De beste methode om de materialen te isoleren van de biosfeer is in geologische bergplaatsen. Dit alles zal veel energie kosten en veel CO₂ produceren: de *energieschuld* en de *latente CO₂ emissie* van kernenergie.