
NRG speelt een prominente rol bij de ontwikkeling en de toepassing van kennis en kunde op het gebied van nucleaire technologie.

NRG beschikt over een state-of-the-art onderzoeksinfrastructuur, waaronder de Hoge Flux Reactor (HFR), uitgebreide laboratoria en nucleaire procesinstallaties.

NRG is koploper in de wereld met het onderzoek naar nieuwe technologieën zoals de gesmolten zout reactor (Molten Salt Reactor, MSR) ook wel bekend als de thorium-reactor.

Met de HFR produceert NRG ook medische isotopen waarmee artsen over de hele wereld levensbedreigende ziektes diagnosticeren en behandelen. Dagelijks zijn 30.000 patiënten afhankelijk van medische isotopen uit Nederland.

Kernenergie en de Nederlandse energietransitie

Nederland is volop bezig met de transitie naar een CO₂-neutrale energievoorziening in 2050. Dit vraagt om een grote verandering in de manier waarop we energie opwekken voor elektriciteit, transport, lage temperatuur warmte (verwarming) en hoge temperatuur warmte (procesindustrie). Deze klimaatopgave is enorm, we kunnen het ons niet veroorloven om op voorhand opties uit te sluiten. Klimaatneutrale kernenergie kan een grote bijdrage leveren en mag daarom niet buiten beschouwing blijven.

Nederland beschikt over zowel de infrastructuur als de kennis, de vaardigheden én de ervaring om met kernenergie een volledig CO₂-vrije elektriciteitsvoorziening dichterbij te brengen.

Nucleair-technologisch onderzoek kent in Nederland een lange geschiedenis en heeft eerder al belangrijke resultaten opgeleverd zoals de wereldwijd toegepaste ultracentrifugetechnologie. Deze technologie is vooral bekend van de verrijking van uranium, maar wordt ook gebruikt voor het maken van grondstoffen voor medische isotopen. Ook heeft ons land productietechnologieën ontwikkeld waarmee op grote schaal medische isotopen voor de diagnostiek en behandeling van kanker en andere ziektes worden geproduceerd.

Intensivering van het nucleaire onderzoek en van toepassing van kernenergie brengt dus niet alleen de realisatie van de klimaatdoelen dichterbij, het draagt met spin-off ook bij aan de bestendiging van de positie van Nederland als innovatie- en kennisland. Het biedt óók kansen voor de industrie in de toeleveringsketen.

HUIDIGE ROL VAN KERNENERGIE IN DE EU

Sinds de introductie in de jaren '50 van de vorige eeuw, heeft kernenergie zich ontwikkeld tot een betrouwbare technologie voor de productie van elektriciteit. Met een aandeel van 25% in de elektriciteitsproductie van Europa is kernenergie nog altijd de belangrijkste leverancier van CO₂-vrije stroom. Ook Nederland draagt met de kerncentrale Borssele bij met een aandeel CO₂-vrije elektriciteit – zij het op beperktere schaal dan landen als België en Frankrijk.

De resterende bedrijfsduur van het huidige Europese reactorpark in combinatie met de toenemende vraag naar elektriciteit vraagt om nieuw beleid voor de toekomst van Europese kernenergie. Zonder nieuwbouw (en bedrijfsduurverlenging) van kerncentrales

wordt het in de komende jaren nog moeilijker om de klimaatdoelstellingen te realiseren.

Een aantal landen in Europa heeft de handschoen inmiddels opgepakt. In Finland en Frankrijk worden nieuwe kerncentrales gebouwd. Ook de Engelse regering voorziet met de bouw van twee 1600 MW kerncentrales in Hinkley Point een belangrijke rol voor kernenergie. Daarnaast liggen er concrete plannen voor nog meer nieuwbouw.

KENMERKEN VAN KERNENERGIE

Ook in Nederland groeit de belangstelling voor klimaatneutrale kernenergie als onderdeel van het toekomstige energieportefolio. Wind en zon lopen in ons dichtbevolkte en hooggeïndustrialiseerde land nu tegen grenzen aan gelet op het ruimtebeslag. Ook zijn er zorgen over de netstabiliteit. Bovendien beschikt Nederland, in tegenstelling tot bergachtige landen, nauwelijks over waterkracht.

Als klimaatneutrale technologie met een hoge energiedichtheid op een kleine oppervlakte – en dus een kleine ‘footprint’ – kan kernenergie juist in Nederland een belangrijke bijdrage leveren aan de energietransitie.

- Kernenergie is na meer dan 60 jaar praktische ervaring en doorontwikkeling als zogenaamde basislast met een hoge graad van beschikbaarheid, een aantoonbare veilige en betrouwbare technologie. Kernenergie kent het laagste aantal dodelijke slachtoffers (*fatalities*) per opgewekte eenheid elektriciteit.
- Ervaring laat zien dat met kernenergie grote stappen gezet kunnen worden. De hoeveelheid CO₂ per opgewekte eenheid elektriciteit voor de volledige nucleaire procesketen (mijnbouw, nieuwbouw, operatie, ontmanteling) is vergelijkbaar met de CO₂-uitstoot voor windenergie.
- Moderne kerncentrales kunnen met hun regelbaar vermogen ook variaties in het

aanbod van duurzame bronnen opvangen. Daarmee wordt een bijdrage geleverd aan het instandhouden van het hoge percentage leveringszekerheid.

- Met bewezen makkelijk winbare uranium-reserves kan volgens de OECD-NEA de wereld nog 130 jaar* lang van stroom worden voorzien. Inclusief de minder makkelijk winbare reserves: 245 jaar. Gebruiken we dit uranium in kweekreactoren (waarmee 20 keer meer energie uit het uranium opgewekt kan worden), dan komt men tot zo'n 5.000 jaar. Als de kernenergiesector intussen overschakelt op thorium, dan ligt de horizon nóg veel verder.

NIEUWBOUW VAN KERNENERGIE IN NEDERLAND

De Nederlandse regelgeving maakt uitbreiding van de nucleaire capaciteit mogelijk. Geïnteresseerde partijen kunnen een vergunning aanvragen voor de bouw van een nieuwe kerncentrale. De overheid heeft hiervoor drie locaties aangewezen ('waarborging van vestigingsplaatsen'): Borssele, Maasvlakte I en Eemshaven. Daarnaast beschikt Nederland over de noodzakelijke, faciliterende kennisinfrastructuur zoals genoemd in de richtlijnen van het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA).

Als reden voor een gebrek aan nieuwbouw-initiatieven in Nederland wordt regelmatig naar moeizame bouwprocessen in het buitenland verwezen. Daarvoor is echter een verklaring. In Europa zijn lange tijd geen nieuwe kerncentrales gebouwd. Die periode zorgde voor erosie van de Europese kennisbasis en toeleveringsketen. Dat is de voornaamste oorzaak voor de vaak aangehaalde vertragingen en kostenoverschrijdingen van nieuwbouwprojecten in Frankrijk en Finland. Het omgekeerde geldt ook: ervaringen in het Verre en Midden-Oosten tonen aan dat duidelijke beleidskeuzes vóór kernenergie een positief effect hebben op de efficiënte realisatie van nieuwe kerncentrales.

* Berekend op basis van de uraniumvraag in 2017

Inmiddels is Europa weer bouwervaring aan het opdoen. De verwachting is dat de nieuwbouwprojecten in Engeland al zullen gaan profiteren van ervaringen in Finland en Frankrijk. Ook Nederland zal bij nieuwbouw zeker de vruchten plukken van de bijna 15 jaar ervaring die inmiddels in Europa, en daarbuiten, is opgedaan.

Als de overheid zich richt op het daadwerkelijk faciliteren van kernenergie, kunnen de eerste nieuwe kerncentrales in het begin van de jaren '30 beschikbaar zijn. Met een vermogen van 1000 tot 1600 MW per reactor zullen zij dan in de periode 2030-2050 substantieel gaan bijdragen aan de grootschalige productie van CO₂-vrije elektriciteit.

INNOVATIES

Intussen wordt door de nucleaire industrie gewerkt aan nieuwe reactorconcepten die de potentie van kernenergie vergroten en flexibiliseren. Een goed voorbeeld zijn de kleine, modulaire reactoren. Deze zogenaamde Small Modular Reactors (SMR) hebben een vermogen tot circa 300 MW en kunnen gebruik maken van dezelfde reactortecnologie als de huidige generatie drukwater kerncentrales. Dit modulaire concept voorziet in reductie van bouwkosten en bouwtijd door fabrieksmatige serieproductie. Desgewenst kan het aantal eenheden op een locatie worden uitgebreid, afhankelijk van de hoogte van de lokale energievraag (een hoogoven-complex vraagt meer energie dan een haveninstallatie). Door modulair te bouwen kan de eerste eenheid al in gebruik worden genomen, terwijl de bouw van overige eenheden nog loopt. Tijdens de bouw worden al opbrengsten gegenereerd waardoor de investeringsrisico's verminderd worden. Inmiddels zijn er vergevorderde plannen voor de bouw van SMR's in de Verenigde Staten en Canada.

Net als andere technologiesectoren, kijkt ook de nucleaire sector naar optimalisatie van veiligheid en verdere verduurzaming van de

productiecyclus. Voorbeelden zijn de hoge temperatuur reactor (HTR) en metaalgekoelde (in plaats van watergekoelde) 'snelle' reactoren die 20 keer meer energie uit splijtstof halen. En tenslotte de gesmolten zout reactor (MSR) al dan niet in combinatie met het gebruik van thorium, een concept waar de wereld grote verwachtingen van heeft. Naast innovaties op het gebied van veiligheid, gebruik van grondstoffen en recycling van afval openen deze nieuwe technologieën perspectieven voor een meer toegesneden gebruik van kernenergie. Bijvoorbeeld voor productie van warmte voor de procesindustrie en stadsverwarming.

Realisatie van de bestaande en nieuwe mogelijkheden van kernenergie vragen om een breed draagvlak en een gezamenlijk initiatief vanuit de politiek, industrie, kennisinstellingen en universiteiten. Zo trekken NRG, de TU Delft, DIFFER in Eindhoven en het Europese Joint Research Centre in Karlsruhe samen op in het onderzoek naar de gesmolten zout reactor. Met het bestralingsonderzoek van NRG in de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten, loopt Nederland momenteel voorop in het internationale MSR-onderzoek.

Met een actieve, stimulerende en regisserende rol van de Nederlandse overheid ontstaat een ecosysteem van kennisinstellingen en bedrijven, waarin veelbelovende technologieën versneld tot bloei kunnen komen. Dit ecosysteem is het voorportaal waarin bedrijven zich optimaal kunnen voorbereiden op het betreden van een internationale concurrerende markt. In die fase zullen zij gaan bijdragen aan veilige klimaatneutrale kernenergie die zowel elektriciteit levert als hoogwaardige warmte voor de industrie. Kernenergie maakt de energievoorziening in Nederland robuuster door op meerdere manieren bij te dragen aan klimaatneutrale leveringszekerheid.

KORTOM: Investeren in kernenergie draagt bij aan verbreding en diversificatie van het klimaatneutrale energieportefolio van Nederland na 2030.

Innovatieve Nucleaire Systemen



VEILIG

- Gebruik van passief veilige systemen zorgt ervoor dat personeel pas na enkele dagen hoeft in te grijpen als er iets misgaat.
- Nieuwe materialen vergroten betrouwbaarheid en veiligheid.



SCHOON

- Kerncentrales stoten geen CO₂ uit en ze zijn zuiniger door naast elektriciteit ook stoom op te wekken voor de industrie.
- Door gebruikte splijtstof meerdere malen her te gebruiken blijft er bijna geen radioactief afval over.



BETAALBAAR

- Geavanceerde productie-methodes in fabrieken zorgen ervoor dat de kosten beperkt blijven.
- Modulaire bouw spreidt de investeringskosten en verlaagt het investeringsrisico.
- Stijgende efficiëntie houdt kernenergie betaalbaar.

NRG



Elektriciteits-opwekking



Warmtekracht voor stads-verwarming

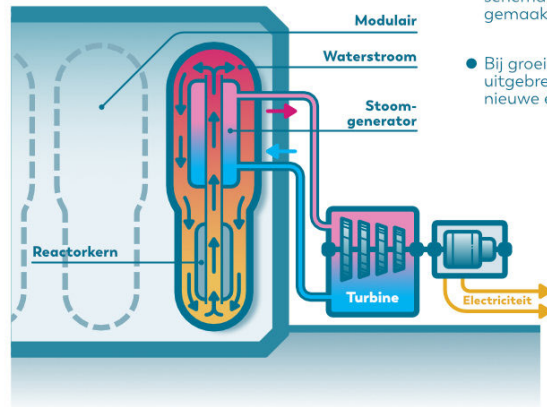


Warmtekracht voor proces-industrie



Verduurzamen splijtstof cyclus

KLEINE WATERGEKOELDE REACTOR

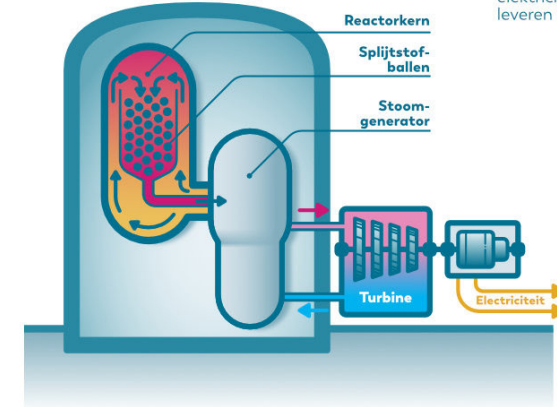


- Kleine kerncentrales op basis van bestaande technologie met water als koelmiddel die seriematig in een fabriek gemaakt worden.

- Bij groeiende vraag kan er uitgebreid worden met nieuwe eenheden.



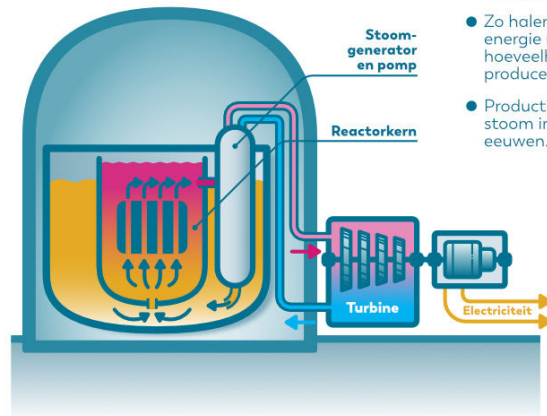
GASGEKOELDE HOGE TEMPERATUUR REACTOR



- Gasgekoelde kerncentrales die op middellange termijn een combinatie van elektriciteit en stoom kunnen leveren voor de industrie.



METAALGEKOELDE SNELLE REACTOR



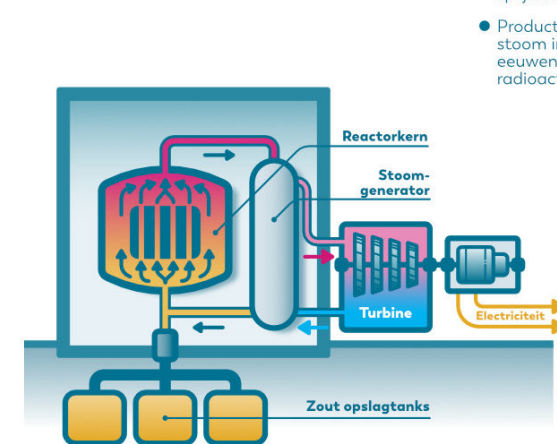
- Metaalgekoelde reactoren die splijtstof meerdere keren kunnen hergebruiken.

- Zo halen ze 20x meer energie uit dezelfde hoeveelheid uranium en produceren minder afval.

- Productie van elektriciteit en stoom in de komende eeuwen.



GESMOLTEN ZOUT REACTOR



- Gesmolten zout reactoren in combinatie met thorium als splijtstof.

- Productie van elektriciteit en stoom in de komende eeuwen met veel minder radioactieve restproducten.



THORIUM

URANIUM