

ESG & Economie

Economisch Bureau | Financial Markets & Sustainability Research | 24 april 2024

Hoe haalbaar zijn de Nederlandse plannen voor kernenergie?

- Kernenergie gaat een essentiële rol spelen bij het bieden van flexibiliteit in de energievoorziening nu hernieuwbare energiebronnen de energiemix gaan domineren
- Kernenergie heeft veel voordelen, zoals de hoogste ruimtelijke efficiëntie en potentiële capaciteitsfactor van alle andere hernieuwbare bronnen, terwijl veiligheid, rechtvaardigheid en de zorg voor het milieu tot de belangrijkste uitdagingen blijven behoren
- Nieuwe generaties kernenergie met geavanceerde technologie, strengere veiligheidsmaatregelen en nieuwe mogelijkheden zijn veelbelovend, waardoor kernenergie in veel landen weer op de kaart van de energievoorziening komt te staan
- Een gebrek aan geschikte vaardigheden en arbeidskrachten, speciale financiering en beperkte potentiële locaties voor kerncentrales zijn enkele van de uitdagingen voor de ontwikkeling van de Nederlandse nucleaire capaciteit
- Binnen deze uitdagingen is de haalbaarheid van uitbreiding van de nucleaire capaciteit met vier nieuwe centrales twijfelachtig

Introductie

Kernenergie zal een essentiële rol spelen bij het bieden van flexibiliteit in de energievoorziening nu hernieuwbare energiebronnen de energiemix gaan domineren. In Nederland is er nu slechts één kerncentrale in bedrijf. De kerncentrale in Borssele is gebouwd in het begin van de jaren zeventig met capaciteit van 0.51 GW dat produceert ongeveer 400 GWh per jaar, genoeg om één miljoen huizen van stroom te voorzien (van de 8,3 miljoen huishoudens in Nederland). Dit is bijna 3% van de Nederlandse energiemix in 2023. Nu Nederland overschakelt op een CO₂-vrije elektriciteitsmix, is kernenergie één van de pijlers voor de energietoekomst van het land. Binnen het Nationaal Energieplan (NPE) zullen naar verwachting twee nieuwe kerncentrales worden gebouwd en in bedrijf worden genomen in respectievelijk 2035 en 2037, met de mogelijkheid dat de Nederlandse nucleaire geïnstalleerde capaciteit in 2050 7 GW zal bedragen. Bovendien zijn er binnen het huidige politieke klimaat, dat meer naar rechts neigt, voorstellen voor een grotere rol voor kernenergie door het aantal nieuwe centrales uit te breiden naar vier kerncentrales. Deze notitie zoomt in op kernenergie in het algemeen, de huidige status van kernenergie in Nederland, de voor- en nadelen van de ontwikkeling ervan en de verschillende generaties kernreactoren. Bovendien onderzoeken we de haalbaarheid van de huidige voorstellen voor een grotere rol in de toekomstige Nederlandse energiemix.

Voor- en nadelen van kernenergie voor Nederland

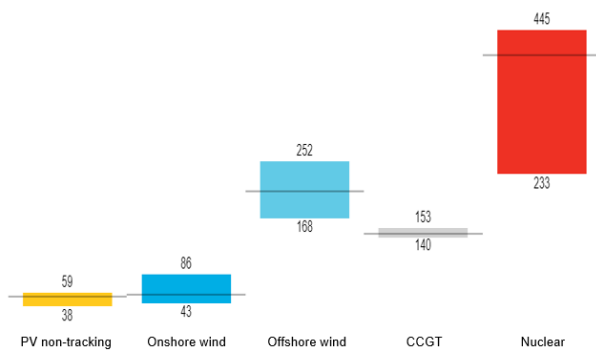
De toekomstige Nederlandse energiemix zal sterk afhankelijk zijn van zonne-energie en windenergie op zee. De wisselvalligheid van deze bronnen vergroot echter de kwetsbaarheid voor weersomstandigheden en vereist meer flexibele capaciteit in de energievoorziening. Kernenergie kan een belangrijke rol spelen bij het leveren van een stabiele en betrouwbare basisvoorziening. Bovendien heeft kernenergie, ruimtelijk gezien, de minste vereisten per eenheid opgewekte elektriciteit. Van alle “groen” bronnen is kernenergie ruimtelijk het meest efficiënt, wat helpt bij het beperken van de ruimte die nodig is voor het toekomstige hernieuwbare energiesysteem. Bovendien heeft kernenergie van alle “groen” energiebronnen de hoogste capaciteitsfactor¹. Kernenergie biedt ook een stabiele bron van elektriciteit zonder afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen, wat helpt bij het bereiken van strategische energieonafhankelijkheid.

¹ De capaciteitsfactor verwijst naar de hoeveelheid die een energiecentrale kan produceren in vergelijking met haar maximale potentiële (jaarlijkse) output

Enkele van de nadelen van kernenergie zijn de lange voorbereidingstijd en de noodzaak van zorgvuldige integratie. Ook veiligheid is traditioneel de meest prominente zorg bij kernenergie, vooral doordat na kernrampen zoals Tsjernobyl en Fukushima de publieke acceptatie van deze energiebron is afgenomen. Bovendien is het vanuit het oogpunt van veiligheid, rechtvaardigheid en milieu van het grootste belang om te komen tot een adequate permanente opslag van radioactief afval. In Nederland wordt dit afval momenteel tijdelijk opgeslagen in de internationaal hoog aangeschreven COVRA-faciliteit (zie meer [hier](#)).

LCOE-bereik voor schone technologieën in Frankrijk

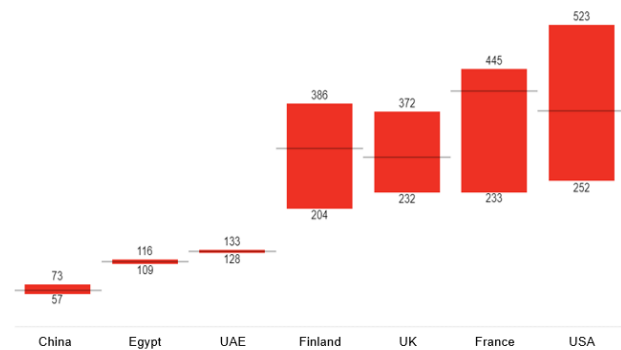
\$/MWh



Bron: BloombergNEF

LCOE-bereik voor kernenergie in alle landen in 2023H2

\$/MWh



Bron: BloombergNEF

De bovenstaande figuur illustreert hoe de kosten voor de ontwikkeling van kernenergie, weergegeven door de Levelized Cost of Electricity (LCOE), zich verhouden tot de kosten van andere hernieuwbare technologieën (linker grafiek) en tussen landen (rechter grafiek). De grafieken tonen een hogere kostprijs en een bredere marge voor kernenergie dan voor andere technologieën, samen met hogere ontwikkelingskosten in meer ontwikkelde landen ten opzichte van opkomende economieën. Illustratie van de onzekerheid over de kosten van de ontwikkeling van kernenergie in Europa.

Nieuwe generaties kernenergie, zoals SMR's, met geavanceerde technologie, aangescherpte veiligheidsmaatregelen en nieuwe mogelijkheden zijn veelbelovend en zetten kernenergie in veel landen weer op de energieke kaart.

Verschillende generaties kernreactoren

Traditionele kernenergie is gebaseerd op een splijtingsreactie om water te koken en stoom op te wekken. De splijting splitst uraniumatomen in kleinere atomen in de kernreactor. De stoom beweegt turbines die energie opwekken. Er zijn vier generaties kernreactoren. De eerste generatie kernreactoren werd ontwikkeld in de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw. Ze markeren het begin van civiele kernenergie en vertegenwoordigen het prototype van kernreactoren. Reactoren van generatie II zijn ontworpen om zuinig en betrouwbaar te zijn met een gemiddelde levensduur van 40 jaar. Ze worden eind jaren zestig van de vorige eeuw in gebruik genomen. De meeste reactoren van generatie II zijn lichtwaterreactoren (Light Water Reactors - LWR's), een type watergekoelde reactoren (Water Cooled Reactors - WCR) die water als hoofdkoelmiddel gebruiken. Bovendien beschikken generatie II-reactoren over traditionele actieve veiligheidsmaatregelen die passief (automatisch) of door menselijke tussenkomst worden geactiveerd. Generatie II-ontwerpen vereisen echter relatief grote elektrische netwerken en hoge veiligheidsnormen. Bovendien produceren ze grote hoeveelheden radioactief afval dat zorgvuldig en speciaal behandeld moet worden (zie [hier](#) voor meer informatie). Generatie III reactoren zijn een bijgewerkte versie van generatie II met state-of-the-art ontwerpverbeteringen die de veiligheidssystemen, splijtstoftechnologie, thermische efficiëntie, gemodulariseerde constructie, standaardisatie en een operationele levensduur van minstens 60 jaar verbeteren. Er zijn ook Gen III+ reactoren met verbeterde veiligheidsvoorzieningen.

Small Modular Reactors (SMR) zijn reactoren van de derde generatie. In tegenstelling tot andere generaties zijn deze reactoren klein van formaat (ze kunnen een diameter van 5 meter en een hoogte van 10 meter hebben) en ze worden offsite geproduceerd en getransporteerd naar faciliteiten, wat ze een flexibiliteitsvoordeel geeft. Ze hebben meestal een capaciteit van minder dan 300 MW (zie [hier](#) voor meer informatie). SMR's bevinden zich nog in het beginstadium van hun ontwikkeling, met slechts één 35MW reactor die momenteel werkt op een drijvende krachtcentrale die in 2020 door Rusland werd ingezet in het Noordpoolgebied.

SMR's zouden uiteindelijk een veilige en slimme energiebron kunnen vormen als ze de uitdagingen op het gebied van economie, veiligheid en publieke opinie kunnen overwinnen. Om precies te zijn is de ontwikkeling van SMR's nog steeds niet concurrerend: de kosten van elektriciteit die door SMR's wordt geproduceerd, kunnen 10 keer hoger liggen

dan de kosten van elektriciteit die door fossiele brandstoffen wordt geproduceerd. Als we SMR's vergelijken met grootschalige batterijen, die dienen als kant-en-klare back-up voor zonne- en windenergie, wordt de haalbaarheid ervan kleiner. Vanuit veiligheidsoogpunt gebruiken sommige ontwerpen van SMR's gesmolten zout en metalen om de reactor te koelen, in tegenstelling tot water in eerdere types. SMR's integreren ook nieuwe soorten brandstof en back-up noodsystemen die de kans op een meltdown verkleinen. Aan de andere kant kunnen SMR's dichter bij stadscentra worden geplaatst, wat de gevolgen van een incident verergert. Bovendien kunnen SMR's door hun lagere vermogen worden aangesloten op het elektriciteitsnet of stand-alone worden gebruikt, wat kan helpen om te voldoen aan een specifieke vraag van de industrie of het platteland. Bovendien hoeven centrales die werken op basis van SMR's minder vaak bijgetankt te worden (ze gebruiken laagverrijkt uranium (LEU) als brandstof) in vergelijking met hun traditionele tegenhangers. In sommige SMR-ontwerpen kan de reactor 30 jaar lang werken zonder bij te tanken.

Microreactoren zijn een subgroep van SMR's met een capaciteit van 10 MWe. Microreactoren zijn geschikt voor afgelegen toepassingen en back-upstroomvoorziening. SMR en microreactoren hebben een kostenvoordeel waarbij de eenheidskosten van in serie geproduceerde reactoren 30% lager kunnen zijn dan de kosten van de eerste reactor, volgens het IEA.

Andere soorten reactoren zouden kunnen vertrouwen op andere koelmiddelen zoals heliumkoelmiddel, ook wel gasgekoelde reactoren genoemd. Bijna al deze reactoren staan in het VK en zullen volgens planning in de loop van dit decennium worden gesloten. China heeft momenteel echter een HTGC-reactor (gasgekoelde reactor met hoge temperatuur), een type gasgekoelde reactor die zeer hoge kerntemperaturen produceert met behulp van uranium en grafietmatiging. Zulke hoge temperaturen maken toepassingen zoals waterstofproductie en proceswarmte mogelijk. Een ontwikkeling van HTGC is de Very High Temperature Reactor (VHTR), die de vierde generatie toekomstige reactoren vertegenwoordigt.

Wereldwijde en Europese kernenergie

Er zijn wereldwijd ongeveer 442 reactoren, die bijna 10% van de stroom in de wereld leveren. Bijna 96% van de bestaande kerncentrales zijn watergekoelde reactoren van de tweede generatie die na de Tweede Wereldoorlog zijn gebouwd. Deze reactoren zijn inmiddels verouderd. Ook hebben sommigen een geschiedenis van meltdowns meegemaakt en ze brengen relatief veel radioactief afval voort. Dit wakkert de publieke weerstand tegen kernenergie aan. Gezien de voordelen van SMR's van de derde generatie, de dringende noodzaak om de klimaatdoelstellingen te halen en de groene status van kernenergie, is er een groeiende steun voor SMR's in de EU.

In Europa wordt kernenergie geclassificeerd als een groene energiebron en daarom zal de Europese nucleaire capaciteit naar verwachting 150 GW bereiken in 2050. Om dit doel te bereiken, moet er nog eens 50 GW aan kernenergie worden toegevoegd aan de huidige 100 GW. Dit kan worden vertaald naar 30-45 grote reactoren naast andere Small Modular Reactors (SMRs) (zie [hier](#) voor meer informatie). In deze richting heeft de Europese Commissie (EC) de vorming van een Europese industriële alliantie voor SMR's geleid om samenwerking en kennisuitwisseling te vergemakkelijken en zo de ontwikkeling, demonstratie en inzet van SMR's in Europa te versnellen (zie [hier](#) voor meer informatie). Veel Europese landen hebben dan ook plannen en routekaarten opgesteld voor hun nucleaire capaciteit. In januari lanceerde de Britse regering bijvoorbeeld haar routekaart voor kernenergie met als doel de huidige capaciteit van 5,8 GW uit te breiden naar 24 GW in 2050, door een combinatie van grote en kleine reactoren.

Huidige uitdagingen voor kernenergie in Nederland

Er zijn meerdere uitdagingen voor de ontwikkeling van kernenergie in Nederland. Ten eerste, het gebrek aan deskundigheid en goed opgeleide arbeidskrachten. Kernenergie is een zeer delicaat proces dat gespecialiseerde vaardigheden vereist. Dergelijke vaardigheden zijn zeer specifiek en hebben tijd nodig om zich te ontwikkelen. Dit vereist aandacht voor de vereiste toeleveringsketens en de ontwikkeling van gespecialiseerde, gezamenlijke uitwisselingsprogramma's voor technici en ingenieurs.

Aangezien windenergie op zee en kernenergie een groot deel van de toekomstige CO₂-vrije energiemix in Nederland gaan uitmaken, en gezien de vereiste netaansluiting, kunnen twee grootschalige vormen van opwekking niet zomaar dicht bij elkaar op het net worden aangesloten. Daarom is een goede netwerkaansluiting van kernenergie in relatie tot de realisatie van offshore windenergie belangrijk, waardoor de ontwikkeling van kerncentrales in Nederland aan meer beperkingen onderhevig is.

Om deze uitdagingen het hoofd te bieden, erkent de Nederlandse regering de toegevoegde waarde van bilaterale samenwerking. Dit is van belang omdat veel landen hun uitbreiding van nucleaire capaciteit in afwijkend tempo en stadia ontwikkelen. Door het uitwisselen van expertise wordt het maken van dezelfde fouten en bijbehorende kosten voorkomen. Bovendien erkent de regering de kloof in vaardigheden en de benodigde nucleaire kennis en heeft daarom EUR 65 miljoen uitgetrokken om te investeren in nucleaire vaardigheden en de opbouw van de benodigde kennisinfrastructuur (zie [hier](#) voor meer informatie)

Hoe haalbaar zijn de Nederlandse plannen voor kernenergie?

Nederland rekent op kernenergie in de toekomstige energiemix om flexibiliteit te bieden aan het elektriciteitsnet, aangezien zonne-energie en windenergie op zee de energiemix in 2050 zullen domineren. Momenteel is er slechts één kerncentrale in bedrijf in Borssele, in het zuidwesten van het land. De exploitatie van de huidige centrale wordt verlengd. De regering heeft voor deze verlenging EUR 10 miljoen uitgetrokken voor de periode 2023-2025. Het plan is om twee nieuwe kerncentrales te bouwen in de buurt van de huidige centrale in Borssele. De definitieve beslissing over de locatie wordt echter pas eind 2024 genomen. In eerste instantie heeft de regering EUR 5 miljard uitgetrokken voor de financiering van deze centrales uit de EUR 35 miljard die is gereserveerd voor de energietransitie tot 2030. De bouw van de nieuwe centrales zal naar verwachting in 2028 beginnen en volgens de eerste plannen zullen ze rond 2035 klaar zijn. Elk van deze plannen zal een capaciteit hebben tussen 1.000 en 1.650 MW en 9-13% van de in Nederland geproduceerde stroom leveren.

Het huidige politieke klimaat in Nederland is behoorlijk onzeker en er is een nieuwe coalitie in de maak. Recente verkiezingen lieten de opkomst van rechts zien met programma's die een nog grotere rol van kernenergie in het land voorzien. Het energieplan van de winnende PVV-partij streeft bijvoorbeeld naar de bouw van vier nieuwe kerncentrales in plaats van het huidige plan van twee. De haalbaarheid van een dergelijk plan is echter twijfelachtig. Dit komt vooral na de publicatie van een nieuw rapport van een expertteam, dat in april 2023 de toekomst van kernenergie in Nederland in twijfel trok. Daarin concludeerde het expertteam dat kernenergie een beperkte rol zou spelen in de Nederlandse energiemix en dat de bouw van de kerncentrales het elektriciteitsnet onder grote druk zou zetten, vooral als deze centrales zouden worden gebouwd op de voorgestelde locatie in Borssele. Het huidige demissionaire kabinet beloofde dit verder te onderzoeken, maar benadrukte de noodzaak van kernenergie voor Nederland (zie [hier](#) voor meer informatie). Hierbij is het kiezen van geschikte locaties die rekening houden met de veiligheid, beveiliging, milieu- en sociale effecten en aansluiting op het elektriciteitsnet één van de belangrijkste uitdagingen voor kernenergie in Nederland.

Een andere grote uitdaging voor kernenergie in Nederland is de financiering. Voor nucleaire projecten is de deelname van de overheid essentieel om deze projecten van de grond te krijgen. Dit komt vooral door de risico's die verbonden zijn aan elke fase van de levensduur van een kerncentrale. Volgens een recent rapport over de financiering van kernenergie in Nederland (zie [hier](#)) willen particuliere investeerders geen risico's dragen die ze niet kunnen beheersen. Het gaat in dit geval om bijvoorbeeld risico's in verband met vertragingen in de bouw die tot kostenoverschrijdingen kunnen leiden, of het risico van vroegtijdige sluiting en de bijbehorende ontmantelingskosten, samen met risico's van mogelijke vertragingen in de vergunningverlening en politieke risico's. Het rapport benadrukt niet alleen het grote belang van de overheid bij de financiering van kerncentrales, maar ook de rol van de overheid om deze risico's te delen en te beperken. Dit kan door het gebruik van verschillende financieringsmodellen zoals Contracts for Difference (CfD), Power Purchase Agreements (PPA's), of zelfs rechtstreeks staatseigendom, of een combinatie van dergelijke modellen. Deze uitdaging zal prominenter worden met het plan om de Nederlandse nucleaire capaciteit uit te breiden met vier centrales, vooral gezien de bijbehorende kosten en het vereiste budget van de Nederlandse overheid.

Sustainability Research

Moutaz Altaghlibi, Econoom Energiemarkten & Energietransitie | moutaz.altaghlibi@nl.abnamro.com

DISCLAIMER

Dit document is opgesteld door ABN AMRO. Het is uitsluitend bedoeld om financiële en algemene informatie over economie te verstrekken. De informatie in dit document is strikt vertrouwelijk en wordt u uitsluitend ter informatie verstrekt. Het mag niet (geheel of gedeeltelijk) worden gereproduceerd, gedistribueerd of doorgegeven aan derden of worden gebruikt voor andere doeleinden dan hierboven vermeld. Dit document is informatief van aard en vormt geen aanbod van effecten aan het publiek, noch een uitnodiging tot het doen van een dergelijk aanbod.

Er mag voor geen enkel doel worden vertrouwd op de informatie, meningen, voorspellingen en veronderstellingen in het document of op de volledigheid, nauwkeurigheid of billijkheid ervan. Er wordt door of namens ABN AMRO, haar directeuren, functionarissen, agenten, gelieerde ondernemingen, groepsmaatschappijen of werknemers geen verklaring of garantie, expliciet of impliciet, gegeven met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de informatie in dit document en er wordt geen aansprakelijkheid aanvaard voor enig verlies dat direct of indirect voortvloeit uit het gebruik van dergelijke informatie. De opvattingen en meningen in dit document kunnen op enig moment wijzigen en ABN AMRO is niet verplicht om de informatie in dit document na de datum van dit document te actualiseren.

Voordat u in een product van ABN AMRO Bank N.V. belegt, dient u informatie in te winnen over de verschillende financiële en andere risico's en mogelijke beperkingen waarmee u en uw beleggingsactiviteiten te maken kunnen krijgen op grond van toepasselijke wet- en regelgeving. Als u na het lezen van dit document overweegt om in een product te beleggen, wordt u geadviseerd om een dergelijke belegging te bespreken met uw relatiebeheerder of persoonlijke adviseur en na te gaan of het betreffende product - gezien de risico's - past binnen uw beleggingsactiviteiten. De waarde van uw beleggingen kan fluctueren. In het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst. ABN AMRO behoudt zich het recht voor om wijzigingen aan te brengen in dit materiaal.

© Copyright 2024 ABN AMRO Bank N.V. en gelieerde bedrijven ("ABN AMRO")