

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De [catalogus](#) van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde [tijdschriften](#) uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling [video's](#).

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material. Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The [catalogue](#) of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized [magazines](#) from the Dutch anti-nuclear power movement and a [video-section](#).

Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

Actieplan - Kleine Modulaire Kernreactoren

Henri Bontenbal

Samenvatting

- Om minder afhankelijk te worden van fossiele brandstoffen, hebben we in Nederland naast veel duurzame energie ook kernenergie nodig. Duurzame energie en kernenergie zijn elkaars bondgenoten in de strijd tegen fossiele brandstoffen.
- Kleine, modulaire kernreactoren zijn een kansrijke ontwikkeling die ook in Nederland een rol kan spelen in de verduurzaming van de industrie. Andere landen kijken ook naar deze ontwikkeling en in sommige landen worden de eerste stappen gezet voor de ontwikkeling en realisatie van deze centrales.
- Ook in Nederland moeten we aan de slag met deze kleine, modulaire kernreactoren. Dat moeten we allereerst in Europees verband doen. Daarmee werken we aan klimaatbeleid en vergroten we de strategische autonomie van Europa.

Inleiding

Den Haag, april 2022

Het nieuwe rapport van het VN-klimaatpanel IPCC dat deze maand gepresenteerd werd, alsmede de oorlog in Oekraïne maken ons nogmaals heel duidelijk: we moeten het gebruik van fossiele brandstoffen snel afbouwen.

Het coalitieakkoord zet fors in op de klimaattransitie. We investeren heel fors in duurzame energiebronnen zoals windenergie op zee, zonne-energie, aardwarmte en groen gas. De verduurzaming van de industrie staat hoog op de prioriteitenlijst.

Groene industriepolitiek is een hoeksteen van het klimaatbeleid van dit kabinet. Het kabinet presenteerde begin van deze maand een ambitieuze energiebesparingscampagne en het Nationaal Isolatieprogramma. De energietransitie komt nu echt op stoom. Ambitie én realisme, zonder taboes.

In onze [Klimaatvisie](#) die we als CDA een jaar geleden publiceerden, deden we verschillende aanbevelingen om Nederland duurzamer te maken. Een groot aantal daarvan heeft een plek gekregen in het coalitieakkoord. In dit actieplan vragen we aandacht voor één van de adviezen: **de inzet op de ontwikkeling van kleine, modulaire kernreactoren** (small modular reactors, hierna: SMR's).

Door de verduurzaming van onze mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie zal de vraag naar elektriciteit heel fors toenemen. Het realiseren van een waterstofeconomie vraagt

ook om veel extra elektriciteit. Deze elektriciteit moeten we zonder uitstoot van broeikasgassen produceren. Duurzame energiebronnen en kernenergie kunnen samen die klimaatneutrale elektriciteit leveren. Het zijn elkaars bondgenoten in de strijd tegen fossiele brandstoffen.

In onze Klimaatvisie schreven we: “In een land met schaarse ruimte is kernenergie een optie om toch in een fors deel van de elektriciteitsvraag te voorzien. Interessant is de route via kleinere, modulaire kernreactoren.

Deze zijn inherent veilig, kunnen op termijn ook qua kostprijs interessant zijn en de financiële risico's zijn door de omvang beheersbaar. Belangrijk is dit binnen een Europees programma verder met andere lidstaten te ontwikkelen.” In dit actieplan werken we dit idee verder uit.

Henri Bontenbal

Tweede Kamerlid CDA

Wat zijn SMR's?

Small Modular Reactors (SMR's) zijn kleine kernreactoren met een vermogen tussen 10 MW en 300 MW. Deze reactoren zijn modulair en kunnen met geprefabriceerde units 'in de fabriek' gebouwd worden en dan verscheept en geïnstalleerd worden op locatie. De bouwtijd is daardoor lager, de kostprijs kan naar beneden en de units kunnen geïnstalleerd worden op plekken waar grote kerncentrales niet passen. Meerdere SMR's kunnen op een locatie gecombineerd worden.

Door de omvang kunnen deze centrales op gunstige plekken in het elektriciteitsnet worden ingepast. Door het modulaire karakter is het daarnaast mogelijk om een reactor al in werking te hebben op het moment dat eventuele volgende eenheden nog in aanbouw zijn. Omdat de productie van de modulen seriematig in een fabriek gebeurt, is ook de kwaliteit gemakkelijker te bewaken.

SMR's zijn daarnaast ook heel veilig. SMR's hebben een 'walk away safe' ontwerp, wat betekent dat deze centrales intrinsiek veilig zijn: door hun beperkte omvang kan de warmte makkelijker weg en koelt de centrale zich automatisch zelf bij een eventueel incident (passieve koeling).

De ontwikkeling van de SMR's vindt plaats in een aantal landen, waaronder Canada, China, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten. Wereldwijd wordt aan meer dan 70 SMR-ontwerpen gewerkt. De eerste SMR's zouden wellicht al voor 2030 gebouwd kunnen worden, ook in Europa. Het is realistisch om te verwachten dat deze na 2030 grootschalig kunnen worden gebouwd.

Kansen: industrie en waterstofproductie

Uit de [marktconsultatie](#) over kernenergie die door KPMG is uitgevoerd, komt naar voren dat SMR's door veel marktpartijen als een interessante optie worden gezien, omdat deze sneller en in serie gebouwd kunnen worden en makkelijker te financieren zijn dan grotere conventionele kerncentrales. Daarnaast is het mogelijk om SMR's op locaties te bouwen waar een grote reactor niet gebouwd kan worden, zijn SMR's flexibeler in te zetten als regelbaar vermogen en kan een SMR makkelijker – en dichter bij afnemers – in worden gepast in het energiesysteem.

In het [rapport](#) *'Decarbonising hydrogen in a net zero economy'* van Aurora Energy Research wordt berekend hoe een snelle CO₂-reductie in het Verenigd Koninkrijk kan worden gerealiseerd. Het rapport concludeert dat duurzame energie en kernenergie samen nodig zijn voor voldoende elektriciteitsproductie en waterstofproductie. Juist de combinatie van beide – duurzame elektriciteitsbronnen en kernenergie – is economisch efficiënt.

Kerncentrales produceren naast elektriciteit ook warmte. Deze kan mede worden ingezet voor efficiënte waterstofproductie (via elektrolyse) of warmtelevering aan de industrie en gebouwde omgeving. Zowel een kerncentrale als een elektrolyser hebben een hoog aantal vollasturen nodig om economisch rendabel te zijn; de combinatie van beide voor waterstofproductie is dus een uitstekende combinatie en zou kunnen resulteren in een waterstofprijs richting de \$1/kg in 2030. Zogenaamde 'advanced small modular reactors' (gen IV) met een hogere temperatuur in combinatie

met hoog-temperatuur elektrolyse zijn daarvoor een geschikte combinatie.

In Nederland hebben we vijf industrieclusters die op dit moment veel fossiele energie gebruiken. De plannen om fors te verduurzamen liggen op tafel, maar een randvoorwaarde is dat er voldoende CO₂-vrije elektriciteit en waterstof beschikbaar is.

Windenergie op zee wordt door dit kabinet fors uitgebreid en zal een deel van de energiebehoefte van de industrie voor haar rekening nemen. Ook zal import van waterstof een belangrijke rol gaan spelen, mede omdat Nederland doorvoerland naar andere Europese landen wordt, via de Rotterdamse haven. Maar om niet te afhankelijk te worden van andere landen voor waterstof is voldoende eigen waterstofproductie nodig.

Het is daarom nodig om te onderzoeken of in de toekomst SMR's een rol kunnen spelen bij de vijf industrieclusters in Nederland. Voor de productie van betaalbare elektriciteit, waterstof en warmte, en om forse verzwaringen van het elektriciteitsnet te vermijden.

Kosten en uitdagingen

De exacte kosten voor SMR's zijn momenteel nog moeilijk in te schatten. Uit de marktconsultatie kernenergie komt naar voren dat een SMR van 300 MW tussen de 1,5 en 2,8 miljard euro kan kosten. Uitgaande van een bewezen technologie en design en het aanwezig zijn van de juiste randvoorwaarden, zijn er echter meer mogelijkheden voor private financiering bij de ontwikkeling van een SMR dan bij een conventionele kerncentrale. Deze financiering zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit een combinatie van institutionele investeerders en een energieleverancier, waarbij de overheid bepaalde garanties verstrekt.

Hoewel wordt verwacht dat SMR's efficiënter te bouwen zullen zijn dan conventionele kerncentrales, moet dit nog in de praktijk worden bewezen. Een van de te verwachten uitdagingen bij de realisatie van een SMR is de vergunningverlening. Dit omdat het hele vergunningenstelsel voor kerncentrales in veel landen gericht is op grotere centrales met een vermogen tussen de 1000 en 1600 MW. In landen waar de ontwikkeling van de SMR plaatsvindt wordt er (vaak gezamenlijk) gewerkt om dit probleem op te lossen. Deze internationale samenwerking is cruciaal om snelheid te kunnen maken.

Of de SMR's gevoelig zijn voor de zogenaamde First-Of-A-Kind (FOAK) problematiek is onzeker, simpelweg omdat er nog geen of weinig ervaring is opgedaan met het bouwen van een SMR voor commerciële toepassing. Hierdoor bestaan er, in ieder geval bij de eerste SMR's die worden gerealiseerd, risico's van overschrijding van geschatte kosten en

doorlooptijd. Ook de vergunningverlening zou hierdoor langer kunnen duren dan verwacht. Daarom is het cruciaal dat er een Europees programma komt voor de ontwikkeling van de SMR in Europa. Daarmee worden risico's gespreid, wordt beleid tussen landen geharmoniseerd, een eigen Europese industrie opgebouwd en daarmee een planmatige, seriematige uitrol van SMR's mogelijk.

Internationale ontwikkelingen

Wereldwijd zijn er inmiddels meer dan 70 SMR-concepten in ontwikkeling. Enkele van deze ontwerpen (NuScale Power, GE-Hitachi Nuclear Energy, KAERI en Terrestrial Energy Inc.) bevinden zich reeds in de licentiefase en zijn daarmee het meest kansrijk om op relatief korte termijn commercieel beschikbaar te worden. Meerdere landen zetten op dit moment in op de verdere ontwikkelingen en realisatie van SMR's.

Zo is in Canada een SMR Roadmap ontwikkeld via een gezamenlijke aanpak van het bedrijfsleven, centrale en decentrale overheden, energiebedrijven en andere stakeholders. Uit deze SMR Roadmap vloeiden afspraken over onder andere:

- Financiering voor SMR-demonstratieprojecten;
- Risicospreiding bij de eerste commerciële SMR's;
- Het geschikt maken van wet- en regelgeving voor de verdere ontwikkeling en realisatie van SMR's;
- Het betrekken van inwoners en andere stakeholders;
- Internationale samenwerking op het gebied van SMR's.

De Canadese roadmap resulteerde in december 2021 tot een overeenkomst tussen GE-Hitachi Nuclear Energy en energiebedrijf Ontario Power Generation over de realisatie van de eerste SMR in Canada. Deze nieuwe SMR zal naar planning vanaf 2028 operationeel worden als de vijfde reactor van het Darlington Nuclear Generation Station. De verwachting is dat de nieuwe SMR binnen twee tot drie jaar gebouwd kan worden. Veel sneller dan de negen jaar die nodig is voor de tweede (conventionele) reactor op dezelfde locatie.

Ook het Verenigd Koninkrijk investeert in de ontwikkeling van SMR's. In 2015 kondigde de Britse regering aan om gedurende een periode van vijf jaar £250 miljoen te zullen investeren in nucleaire R&D waaronder SMR's. Na een uitvraag voor 'expressions of interest' in 2016 om de meest geschikte SMR-projecten te identificeren, heeft de Britse regering in november 2021 aangekondigd dat zij £210 miljoen zal investeren in een SMR van Rolls-Royce. Ook zijn de onderhandelingen met Rolls Royce gestart over de locaties waar de eerste Britse SMR's kunnen worden gerealiseerd.

Frankrijk kondigde in februari van dit jaar aan dat het "NUWARD SMR project" onderdeel zal zijn van de Franse nucleaire strategie en daarmee aanspraak kan maken op publieke financiering. Het streven is om per 2030 een SMR-prototype te realiseren.

Naast de overeenkomst met Canada heeft GE-Hitachi Nuclear Energy ook een overeenkomst gesloten om tien nieuw SMR-reactoren te ontwikkelen in Polen, op nog onbekende locaties. Ook het Amerikaanse NuScale is van plan om SMR's te ontwikkelen in Polen. Dit is in lijn met de strategie van Amerikaanse ontwikkelaars van SMR's om hun designs te

exporteren naar Europa. Zo heeft GE-Hitachi Nuclear Energy afspraken met Estland en Tsjechië. Ook het Britse Rolls Royce maakte bekend *memoranda of understanding* te hebben gesloten met Estland, Tsjechië en Turkije.

Europese aanpak

De Europese Unie heeft met het Fit for 55-klimaatpakket een stevige ambitie op tafel gelegd. In feite betekent de klimaatambitie van de EU dat we een nieuwe, groene industriële revolutie nodig hebben. Daar is bij gekomen dat niet alleen klimaatverandering een belangrijk argument is, maar ook een grotere onafhankelijkheid van andere landen zoals China en Rusland. Industriepolitiek en strategische autonomie staan terecht weer hoog op de politieke agenda.

Kernenergie zal onmiskenbaar een grotere rol gaan spelen in het energiebeleid van de EU en haar lidstaten. Wie daar de ogen voor sluit, neemt het klimaatprobleem onvoldoende serieus. Maar willen we ook van kernenergie een succes maken, dan is er een Europese aanpak, een Europees Ontwikkelprogramma en een nauwe samenwerking tussen lidstaten nodig. Voor een seriematige bouw is een helder en stabiel beleid nodig en uniformiteit in regelgeving. Ook moeten we via onderzoek en innovatie de kennisinfrastructuur op peil houden en werken aan een *Europese nucleaire industrie*.

Aanbevelingen aan het kabinet

1. Initieer als kabinet met andere Europese landen een “Europees moonshotprogramma” voor de ontwikkeling en bouw van Small Modular Reactors (SMR’s).

Kernenergie en SMR’s moeten volwaardig onderdeel worden van het Europese klimaatbeleid, het Europese Fit for 55-klimaatpakket en de taxonomie. Kernenergie is onmisbaar voor de Europese klimaatambitie en past bij de wens ten aanzien van industriepolitiek en strategische autonomie.

Zet actief in op Europese samenwerking op het gebied van onder andere kennisontwikkeling over SMR’s, zoek aansluiting bij ontwikkelingen in andere landen en bekijk de mogelijkheden om met andere landen samen te werken aan deze nieuwe generatie kernreactoren. Werk binnen bestaande en nieuwe kennisprogramma’s samen. Ga in gesprek met gelijkgestemde lidstaten om een Europese pilot op te zetten om te bekijken hoe de in verschillende Europese landen aanwezige kennis en innovatie gebundeld kunnen worden voor de ontwikkeling van SMR’s.

2. Investeer in nucleaire kennis, technologie en innovatie.

We beschikken in Nederland over veel (unieke) nucleaire kennis en belangrijke infrastructuur die we moeten behouden. Voor het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele en het realiseren van toekomstige (SMR)kerncentrales is het belangrijk om deze kennis te behouden en uit te breiden door nieuwe mensen op te leiden. De Commissie Van der Zande heeft

in juni 2020 geconcludeerd dat deze basis ‘in de versukkeling’ dreigt te raken.

Met het amendement Erkens & Dassen (Kamerstuk 35-925-XIII, nr. 14) is eenmalig een bedrag vrijgemaakt van €5 miljoen om een kennis- en innovatieprogramma op te zetten om onze kennis en innovatie op het gebied van nucleaire technologie te versterken. Daarnaast ontvangt de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) van het Ministerie van EZK onderzoeksbudget voor nieuwe ontwikkelingen zoals SMR's. Dit kennis- en innovatieprogramma moet structureel worden gemaakt en sterker worden gericht op nieuwe technologieën zoals SMR's.

3. Kernenergie moet volwaardig worden opgenomen in het Topsectorenbeleid en een plek krijgen in de Topsector Energie.

Daarnaast moet een Kennis- en Innovatie Agenda (KIA) Nucleaire Technologie en Straling opgezet worden.

4. Onderzoek welke voordelen SMR's bij de vijf industrieclusters kunnen bieden ten aanzien van de lokale productie van elektriciteit, warmte en waterstof, en het vermijden van netinvesteringen.

Onderzoek op welke schaal en tegen welke prijs waterstofproductie door SMR's bij industrieclusters kan plaatsvinden.

5. Start met het identificeren van knelpunten in wet- en regelgeving die het snel realiseren van SMR's bemoeilijken en in kaart brengen van aanpassingen die nodig zijn om vergunningverlening voor SMR's.

Onderzoek in hoeverre er specifieke wet- en regelgeving nodig is voor SMR's, zodat SMR's in de toekomst ook kunnen worden gerealiseerd buiten de huidige drie aangewezen locaties voor kernenergie.

Werk aan het verkorten van vergunningsprocedures. Werk net zoals het Verenigd Koninkrijk met een [Generic Design Assessment](#) (GDA), waardoor nieuwe types kernreactoren al vroegtijdig worden beoordeeld, zodat de vergunningsprocedures korter worden. Overweeg ook het invoeren van een typecertificaat voor kerncentrales, op EU-niveau.

Verder lezen?

<https://www.iaea.org/topics/small-modular-reactors>

<https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>

https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf

<https://auroraer.com/insight/decarbonising-hydrogen-in-a-net-zero-economy>

<https://henribontenbal.medium.com/waarom-nieuwe-kerncentrales-bff305cd8d99>

<https://www.power-technology.com/analysis/where-will-the-first-small-modular-nuclear-reactors-be>

<https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/small-nuclear-power-reactors.aspx>

<https://smrroadmap.ca>

<https://www.energy.gov/ne/articles/could-hydrogen-help-save-nuclear>