

# Kernenergie is nodig om de klimaatdoelen te halen

*CO<sub>2</sub>-neutraal - stabiel - betaalbaar*



NucleairNederland

[www.nucleairnederland.nl](http://www.nucleairnederland.nl)

# Kernenergie is schoon en stabiel



## Kernenergie is nodig voor een stabiele, CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening

*De transitie naar een CO<sub>2</sub>-arme energiehuishouding zal gepaard gaan met een hoger elektriciteitsgebruik. Deze groei zal moeten worden opgevangen met extra elektrisch vermogen zónder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Een betaalbare en stabiele elektriciteitsvoorziening is essentieel voor de hoogtechnologische Nederlandse samenleving. Om de gestelde klimaatdoelen te halen en leveringszekerheid te garanderen is kernenergie onmisbaar.*

*Dat is kort en bondig de visie van de Vereniging Nucleair Nederland. Het is nodig om álle klimaatneutrale energiebronnen, inclusief kernenergie, te benutten én langs dezelfde meetlat te leggen. Alleen zo ontstaat zicht op de voor de Nederlandse situatie optimale CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix.*

### Nederlandse klimaatdoelen en de energietransitie

In Nederland zijn de nationale doelen voor het terugdringen van broeikasgassen vastgelegd in de Klimaatwet.

- ▶ In 2030 moet er 49% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn ten opzichte van 1990.
- ▶ In 2050 moet er 95% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn ten opzichte van 1990.

Om deze doelen te halen hebben de overheid, bedrijven en maatschappelijke organisaties in 2019 het Klimaatakkoord gesloten.

Het elektriciteitsverbruik is in Nederland de afgelopen vijftig jaar vrijwel continu gestegen. Door voortschrijdende elektrificatie zal de komende decennia de vraag naar elektriciteit nog verder toenemen. De toename van het aantal elektrische auto's en oplaadbare apparatuur, de inzet van warmtepompen in de gebouwde omgeving en elektrificering van industriële processen vragen steeds meer stroom.

Er zijn twee punten van zorg met betrekking tot de elektriciteitsvoorziening:

#### 1. Capaciteit

Om te komen tot reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot sluit Nederland kolencentrales en wordt het beroep op fossiele bronnen verder verminderd. Het is echter zeer de vraag of de opschaling van 'Zon en Wind' en import van stroom uit het buitenland de weggevallen fossiele capaciteit kunnen compenseren én in de stijgende vraag richting 2050 kunnen voorzien.

#### 2. Stabiliteit en leveringszekerheid

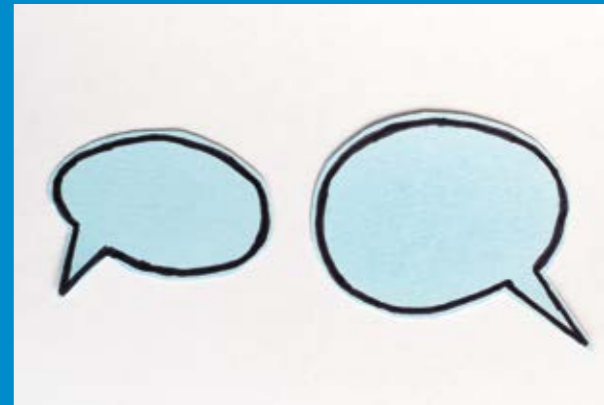
De sluiting van kolencentrales en de toename van opwekking van elektriciteit door Zon en Wind beïnvloeden de stabiliteit van het elektriciteitsaanbod. Ook wanneer het niet waait of de zon niet schijnt, moet er voldoende CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteit zijn om aan de vraag te voldoen. De betrouwbaarheid van levering staat onder druk.

Ad 1. In 2018 werd in Nederland 15% van het totale elektriciteitsverbruik klimaatneutraal opgewekt. In 2030 moet dit 70% zijn en in 2050 95%. Er is dus aanvullende capaciteit nodig. Kernenergie kan een belangrijke bijdrage leveren aan het (bijna volledig) klimaatneutraal maken van de elektriciteitsproductie.

Ad 2. Moderne kerncentrales kunnen heel goed de variaties opvangen in het aanbod van duurzame bronnen. Volgens het Nuclear Energy Agency van de OECD kunnen kerncentrales tussen 50 en 100% vermogen bijregelen met een tempo van 5% per minuut. Kernenergie in Frankrijk zorgt al veertig jaar voor regelbare CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteit, 24 uur per dag, zeven dagen in de week.

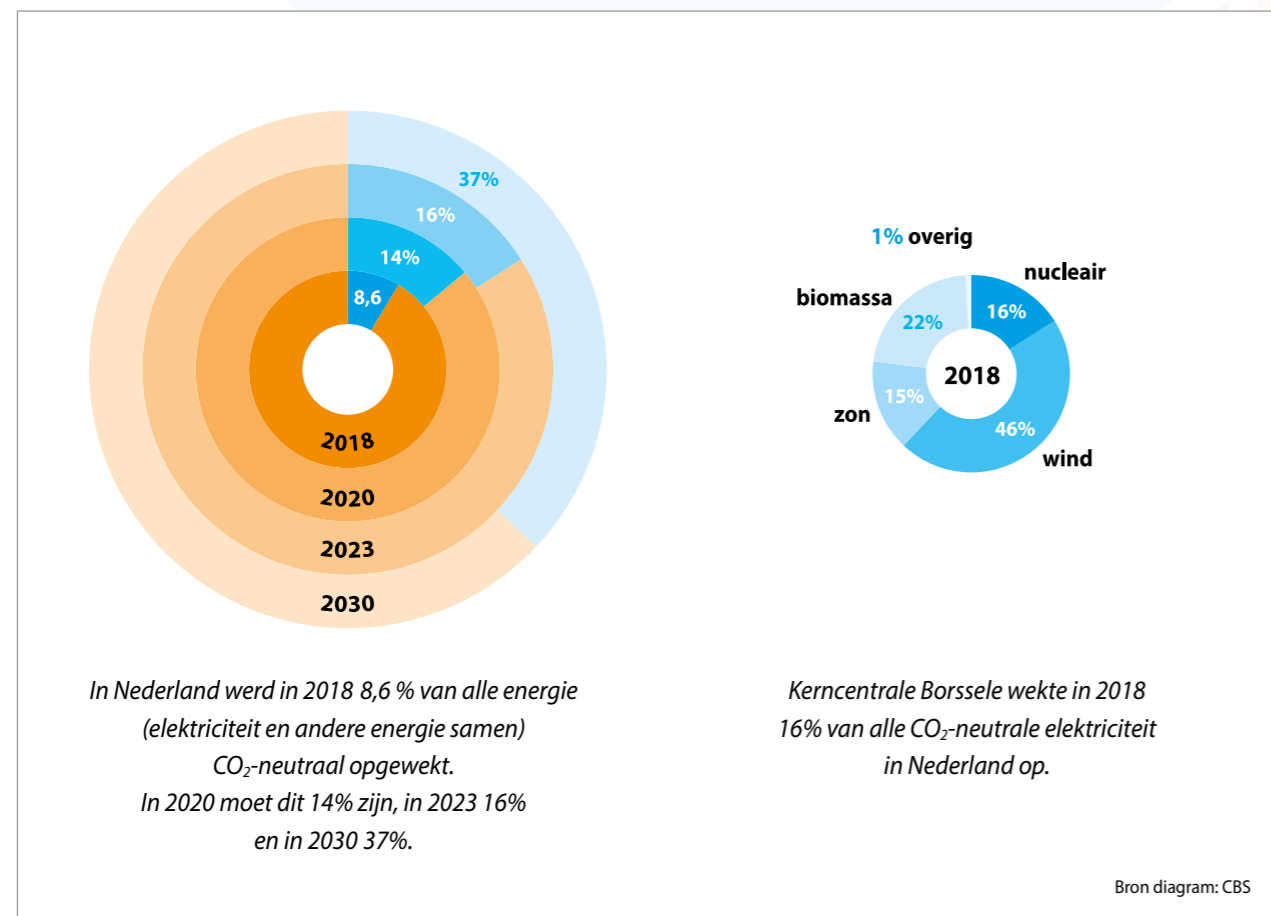
Er is overigens wel een economische 'ondergrens' aan kernenergie: als de bedrijfstijd te kort is, komt een kerncentrale niet uit de kosten. Er moet voor een CO<sub>2</sub>-neutrale energiehuishouding dus gezocht worden naar de optimale mix van nucleair en hernieuwbaar vermogen. Het kabinet is opgeroepen de optimale mix uit te zoeken met de aangenomen motie Yesilgöz-Mulder uit juni 2019.

# Draagvlak voor kernenergie

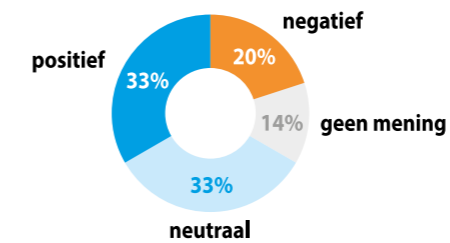


## Standpunten over kernenergie verschuiven

Uit recent onderzoek (Motivaction, januari 2020) blijkt dat er in Nederland een basis is voor een dialoog:



### Meningen over kernenergie



#### Positief over kernenergie

Ongeveer een derde van de bevolking is positief over kernenergie. Bekende argumenten vóór kernenergie zijn 'goedkoop, schoon, weinig ruimte en onafhankelijk'.

#### Neutraal over kernenergie

Plusminus een derde van de bevolking is neutraal over kernenergie.

#### Negatief over kernenergie

Circa een vijfde van de bevolking is negatief over kernenergie; vooral vanwege het radioactieve afval.

### Nieuwsgierig naar kernenergie



#### Hongerig naar meer kennis over kernenergie

Ruim een kwart van de bevolking wil meer informatie over de voor- en nadelen van kernenergie.



# De rol van kernenergie



## Internationale organisaties over de rol van kernenergie

De cijfers laten zien dat kernenergie in de wereld de op één na grootste CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsopwekker is, alleen waterkracht wekt meer klimaatneutrale stroom op. Eind 2019 waren er wereldwijd 450 reactoren in bedrijf met een totale capaciteit van bijna 400 GWe.

Het internationale klimaatpanel van de VN heeft in 2018 vier scenario's geschetst om de opwarming van het klimaat wereldwijd beperkt te houden tot 1,5 graden (IPCC, 2018). In alle vier scenario's speelt kernenergie een rol. De IPCC scenario's komen gemiddeld uit op een verdubbeling van het aandeel kernenergie in de energievoorziening van 2 naar 4%.

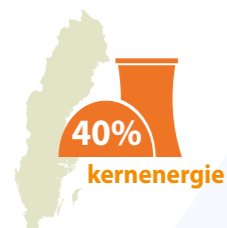
Het Internationaal Energie Agentschap (IEA 2019) waarschuwt voor extra CO<sub>2</sub>-uitstoot als West-Europa afziet van kernenergie. Volgens het IEA zal de elektriciteitsvraag in 2050 verdubbelen ten opzichte van 2010. Zonder kernenergie wordt het moeilijk om de klimaatdoelen te halen.

## Kernenergie in andere landen

In Europa is het aandeel kernenergie in de elektriciteitsproductie ruim 25%. Momenteel produceren 126 kerncentrales gezamenlijk 118 GW. Voor de toekomst wordt gerekend met een aandeel van 15%, omdat een deel van de bestaande kerncentrales het eind van de technologische levensduur zal bereiken. De stijgende behoefte aan elektriciteit vraagt om het (langer) openhouden van bestaande kerncentrales en het bouwen van nieuwe reactoren.

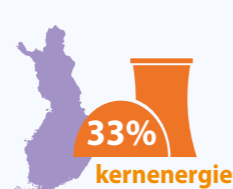
In Europa doen de landen met kernenergie het goed op het gebied van reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Zweden stoot nauwelijks CO<sub>2</sub> uit



Naast waterkracht levert kernenergie 40% van de elektriciteitsproductie.

Finland heeft een voor 80% CO<sub>2</sub>-arme elektriciteitsproductie



33% kernenergie en 47% hernieuwbare energie.

Frankrijk loopt voorop bij het halen van de klimaatdoelstellingen



72% kernenergie.

In het Verenigd Koninkrijk en in Finland worden op dit moment nieuwe grote kerncentrales van het type European Pressurized Reactor (EPR) gebouwd met een vermogen van ongeveer 1.600 MW. Frankrijk heeft recentelijk het voornemen uitgesproken zes nieuwe kerncentrales te gaan bouwen. Zwitserland en België zullen bij ongewijzigd beleid komend decennium stoppen met kernenergie.

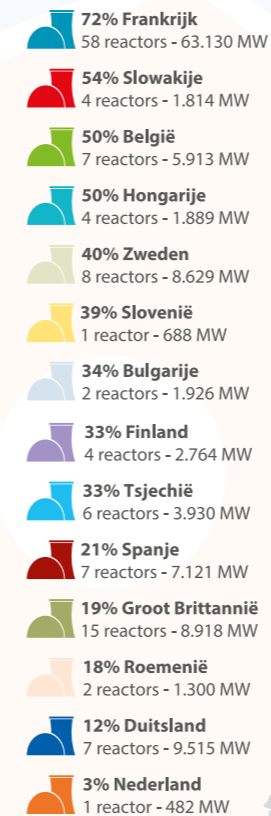
In Duitsland heeft het voornemen te stoppen met kernenergie geleid tot het eenzijdig inzetten op Zon en Wind. Regelbaar vermogen wordt verzorgd door

steen- en bruinkoolcentrales die veel CO<sub>2</sub> uitstoten. Het sluiten van kerncentrales in Duitsland heeft geleid tot 36 miljoen ton extra CO<sub>2</sub>-uitstoot per jaar.

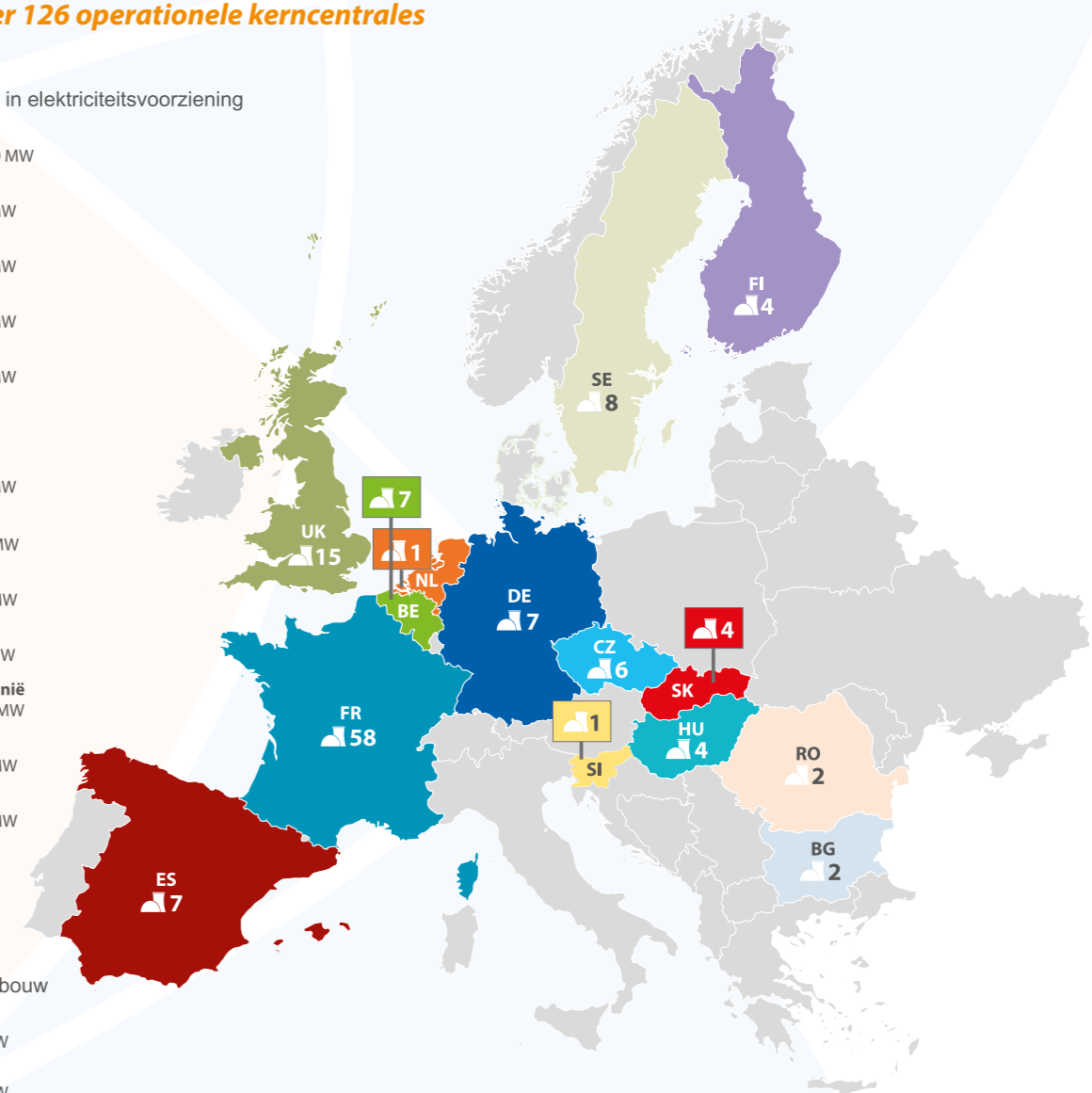
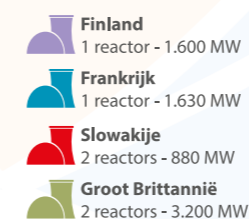
In Azië wordt volop ingezet op kernenergie. China wil in 2030 20% van de energie opwekken met niet-fossiele bronnen. Het land heeft 45 kernreactoren in bedrijf en 12 in aanbouw. China bouwt onder andere kerncentrales van het Europese EPR type. Zuid-Korea heeft 24 reactoren in bedrijf en bouwt in diverse landen kerncentrales (o.a. in de Verenigde Arabische Emiraten).

## In Europa zijn er 126 operationele kerncentrales

Aandeel kernenergie in elektriciteitsvoorziening



Kerncentrales in aanbouw

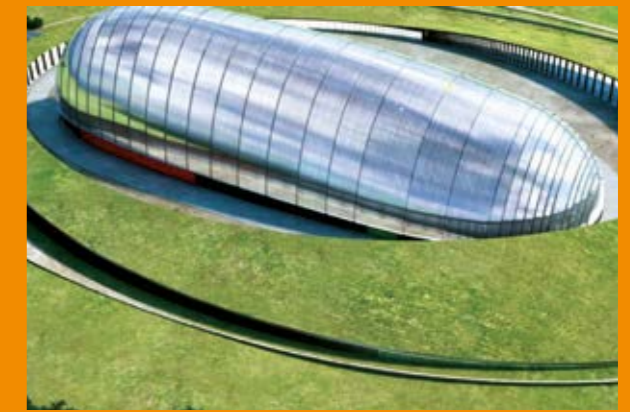


Bron: FORATOM - www.iaea.org/pris, 2018

# Nieuwbouw- kosten



# Ontwikkelingen voor de toekomst



## Betaalbaarheid nieuwbouw kernenergiecentrale

*Het is een feit dat de nieuwbouwkosten van Hinkley Point (Verenigd Koninkrijk) en Flamanville (Frankrijk) tijdens de bouw fors zijn gestegen. Dit is vooral veroorzaakt door het 'first-of-a-kind' karakter van deze projecten en de achteraf ingebrachte extra veiligheidsmaatregelen. Er zijn lange tijd geen nucleaire installaties meer gebouwd in Europa waardoor de constructiekennis en vaardigheden opnieuw opgebouwd moest worden.*

Een belangrijke overweging bij het besluit van Frankrijk om zes nieuwe centrales te bouwen is het streven naar standaardisatie en dus kostenreductie. EDF Energy verwacht voor de volgende twee EPR centrales in Sizewell een forse kostenverlaging (tot 30%).

Diverse (internationale) studies laten zien dat kernenergie efficiënt en rendabel is als het tussen 5 en 20% bijdraagt aan een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening. Recente studies zoals van het Massachusetts Institute of Technology (MIT, 2018) tonen aan dat het toevoegen van kernenergie aan de energiemix een gunstig effect heeft op de elektriciteitsprijs met een optimum bij een aandeel van 20 tot 25%. In het rapport van de NEA (onderdeel van de OESO) 'Projected Costs of Generating Electricity' uit 2015 worden de kosten van elektriciteitsopwekking bekeken over de levensduur van een technologie. Door de lange bedrijfsduur van 60-80 jaar, in combinatie met een hoge beschikbaarheid van gemiddeld 90%, kan een kerncentrale concurreren met andere vormen van elektriciteitsopwekking. De verwachte bouwtijd van een nieuwe kerncentrale bedraagt ongeveer 8 jaar.

Bij de keuzes voor bronnen die kunnen bijdragen aan een CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsvoorziening is het niet verstandig om alleen naar financiële argumenten te kijken. Zon en Wind zouden nu niet beschikbaar zijn als jaren geleden alleen het kostenaspect doorslaggevend was geweest. Als wij de klimaatdoelen willen halen, kunnen we het ons simpelweg niet veroorloven substantiële en waardevolle CO<sub>2</sub>-neutrale energiebronnen terzijde te schuiven.

## Kleine, modulair uitbreidbare kernreactoren en thorium

*Kernenergie kan binnen enkele decennia een belangrijke bijdrage leveren aan de levering van proceswarmte voor de industrie en bij de productie van waterstof.*

Met de introductie van zogeheten Small Modular Reactors (SMR; kleine modulair uitbreidbare kernreactoren met een vermogen tot circa 300 MWe) ontstaan nieuwe mogelijkheden. Deze reactoren zijn op termijn goed inpasbaar in de bestaande energie-infrastructuur van landen zoals Nederland. Ze kunnen gemakkelijk worden aangepast aan de energiebehoefte (elektriciteit en/of warmte) op een locatie. 'Confectiewerk' is mogelijk: bouwstenen in serie vervaardigen en op de bouwplaats assembleren. NRG in Petten draagt bij aan de ontwikkeling van SMR's.

In China komt de Hoge Temperatuur Reactor (HTR) in de demonstratiefase. De HTR is een zeer veilige reactor met uranium als splijtstof en helium als koelmiddel. De HTR is geschikt voor de productie van industriële proceswarmte in combinatie met elektriciteit. Veelbelovend voor de middellange termijn is de ontwikkeling van de gesmolten zoutreactor (MSR) in combinatie met het gebruik van thorium. In zo'n reactor wordt thorium opgelost in een zout dat tevens dienst doet als koelmiddel. De hoeveelheid radioactief afval is kleiner en minder langlevend (tot 300 jaar). Een meltdown is fysiek onmogelijk. Een andere optie betreft de snelle metaal-gekoelde reactoren met een uranium-plutoniumcyclus. Dergelijke reactoren zijn onder andere gericht op het reduceren van de hoeveelheid afval door het opnieuw gebruiken ervan als brandstof.

Binnen enkele decennia kunnen thoriumreactoren daadwerkelijk operationeel zijn. Omdat thorium op termijn positief kan bijdragen aan een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening, is het essentieel nu te investeren in onderzoek en ontwikkeling. Nederland werkt mee aan de ontwikkeling van deze zogeheten vierde generatie reactoren. Zo doen NRG en TU Delft onder andere experimenteel onderzoek en spelen een leidende rol bij de uitvoering van veiligheidsanalyses. Wereldwijd is er grote aandacht voor de thorium-bestralings-experimenten die op dit moment worden uitgevoerd in de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten.

Kernenergie kan een rol spelen in de overschakeling op waterstof. Waterstof kan op verschillende manieren worden geproduceerd waarvan elektrolyse de bekendste is. Met een kerncentrale kan de benodigde elektriciteit genereerd worden. De combinatie met Wind en Zon is interessant: bij windstilte en bewolking of duisternis neemt de kerncentrale de elektriciteitsproductie als regelbaar vermogen over. Samen met Zon en Wind produceert de kerncentrale elektriciteit die in waterstof wordt opgeslagen en door het (aangepaste) aardgasnet kan worden getransporteerd.



# Nucleaire kennis in Nederland



# Radioactief afval in Nederland



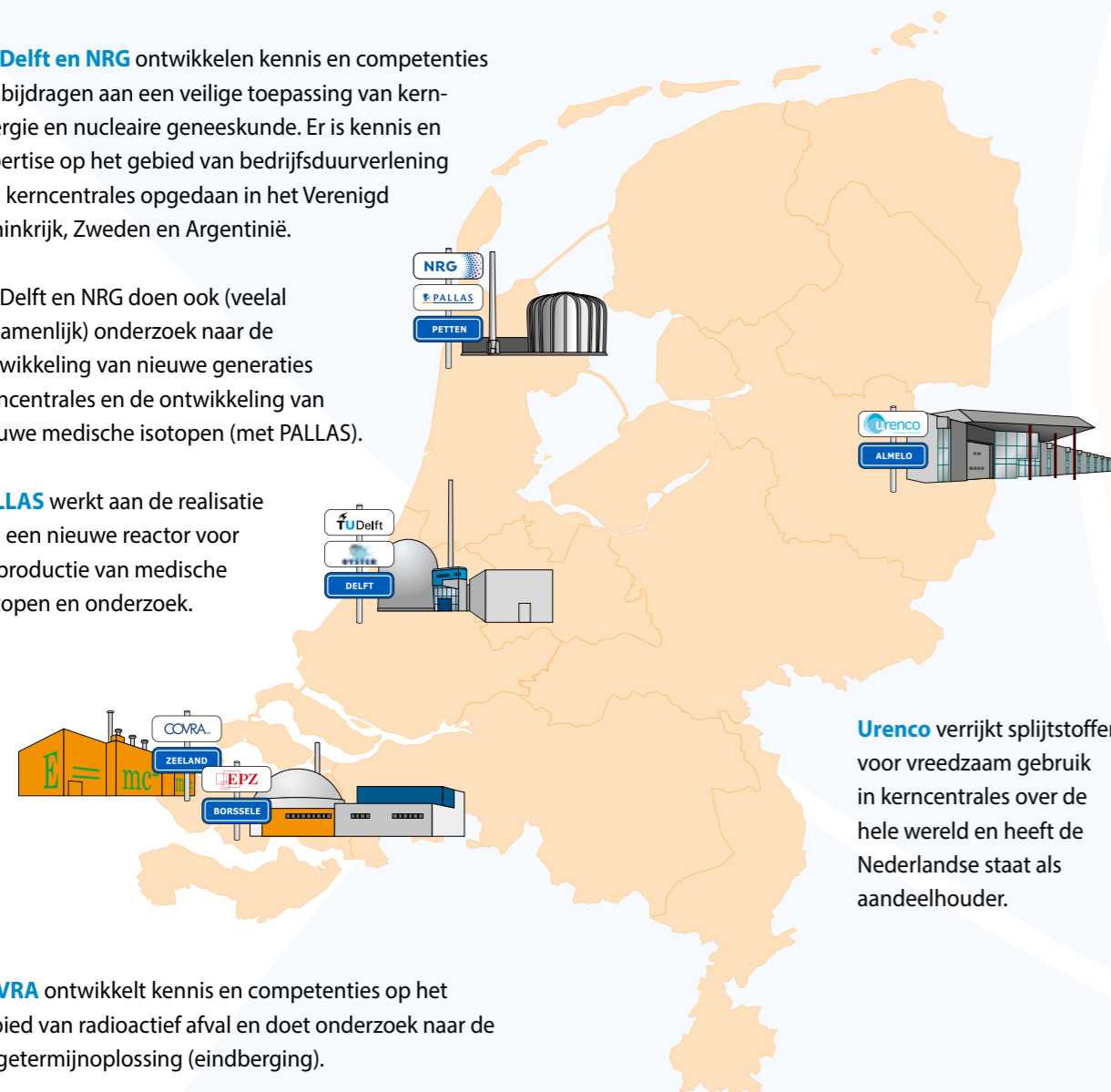
## Nederlandse kennisbasis en nucleaire infrastructuur

Het [Technopolis-rapport](#) van 2016 beschrijft de nucleair kennisinfrastructuur in Nederland.

**TU Delft en NRG** ontwikkelen kennis en competenties die bijdragen aan een veilige toepassing van kernenergie en nucleaire geneeskunde. Er is kennis en expertise op het gebied van bedrijfsduurverlening van kerncentrales opgedaan in het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Argentinië.

TU-Delft en NRG doen ook (veelal gezamenlijk) onderzoek naar de ontwikkeling van nieuwe generaties kerncentrales en de ontwikkeling van nieuwe medische isotopen (met PALLAS).

**PALLAS** werkt aan de realisatie van een nieuwe reactor voor de productie van medische isotopen en onderzoek.



**Urenco** verrijkt splijtstoffen voor vreedzaam gebruik in kerncentrales over de hele wereld en heeft de Nederlandse staat als aandeelhouder.

**COVRA** ontwikkelt kennis en competenties op het gebied van radioactief afval en doet onderzoek naar de langetermijnoplossing (eindberging).

**EPZ** bedrijft al decennia lang in Borssele de enige Nederlandse kerncentrale.

## Omgang met radioactief afval in Nederland

Nederland heeft een goed functionerend systeem voor het verzamelen, opslaan en beheren van radioactief afval. De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Zeeland verzamelt al het radioactieve afval van de industrie, ziekenhuizen, onderzoeksinstituten en de drie bestaande kernreactoren in Nederland (in Petten, Delft en Borssele). Bij de overdracht van afval aan COVRA wordt een tarief in rekening gebracht dat haar diensten over de gehele afvalketen (van transport tot en met eindberging) dekt. Dit systeem van finale kwijting is uniek in Europa.

Het beleid voor radioactief afval in Nederland is duidelijk en betrouwbaar. Al in 1984 zijn de uitgangspunten (isoleren, beheersen en controleren) vastgelegd en is de keuze gemaakt voor een ondergrondse eindberging als langetermijnoplossing. Het radioactief afval wordt, voor ten minste 100 jaar, bovengronds opgeslagen. Daarna wordt het afval in diepe, stabiele aardlagen geborgen zodat het ook op de lange termijn buiten de leefruimte van de mens blijft. COVRA doet onderzoek naar eindberging van radioactief afval in stabiele aardlagen (zout en klei). Eindberging is pas na 2130

voorzien, wellicht in combinatie met andere landen. De eindberging zou dan in Nederland of in het buitenland kunnen liggen.

In Nederland zijn de hoeveelheden hoogradioactief afval uit kernenergie beperkt. Ons land heeft gekozen voor recycling van gebruikte splijtstof. Na 4 jaar in de reactor wordt ongeveer 95% van de splijtstof opnieuw gebruikt. Slechts 5% is hoog radioactief afval dat in verglaasde vorm wordt opgeslagen.

## De hoeveelheid radioactief afval uit Kerncentrale Borssele is vergelijkbaar met de grootte van...



**per mensenleven**

Wie zijn leven lang stroom gebruikt uit Borssele, veroorzaakt een hoeveelheid radioactief afval ter grootte van een jampotje.



**per jaar**

Per jaar produceert de kerncentrale Borssele een hoeveelheid hoogradioactief afval ter grootte van 1,5 kubieke meter.



**per bedrijfslevensduur**

Over de gehele bedrijfsduur (60 jaar) produceert Kerncentrale Borssele een hoeveelheid hoogradioactief afval die in enkele zeecontainers past. Het grootste deel van het volume is verpakkingsmateriaal in de vorm van gestold glas.

# Borssele langer open dan 2033



# De overheid is aan zet



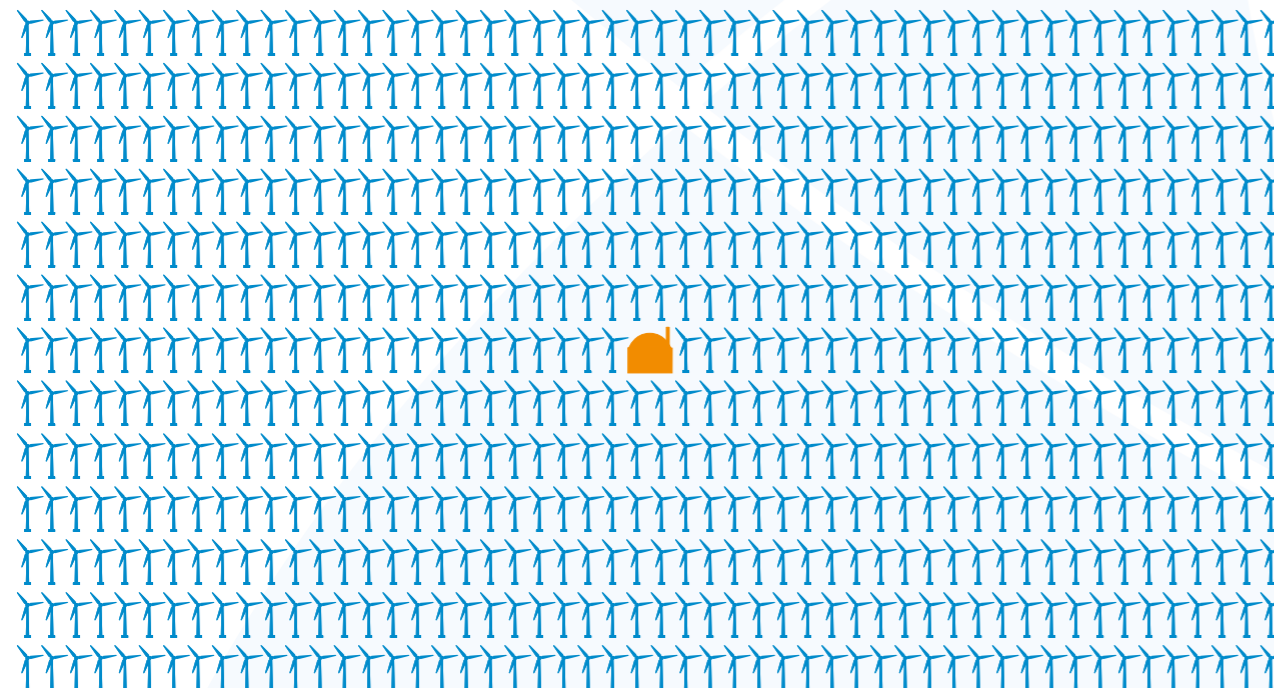
## Het is wenselijk om kerncentrale Borssele langer open te houden

*De Kerncentrale Borssele (KCB) van EPZ produceert 3,8% van de totale elektriciteitsbehoefte in ons land zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot. De kerncentrale staat na ruim 45 jaar nog steeds in de top 25% veiligste kerncentrales van de westerse wereld. In 2019 was de beschikbaarheid van de kerncentrale 92%.*

In de huidige kernenergiewetvergunning staat dat de kerncentrale in Borssele eind 2033 moet sluiten. Er valt dan 16% van de CO<sub>2</sub>-neutrale stroom (index 2018) weg. Dit zou met het huidige beleid volledig door wind- of zonne-energie moeten worden gecompenseerd. Daar bovenop komt nog de vervanging van de kolen-centrales. Een verlenging van de bedrijfsduur na 2033 kan zorgen voor het continueren van een belangrijk deel van de CO<sub>2</sub>-neutrale stroomproductie. Bovendien blijft belangrijke operationele kennis beschikbaar.

In het verlengde van de aangenomen motie Yeşilgöz/Mulder dient de overheid onderzoek te (laten) doen naar de vraag op welke wijze de kerncentrale in Borssele langer veilig open gehouden kan worden. Langer openhouden is een reële optie die kan bijdragen aan een CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix op langere termijn richting 2050, maar vraagt nog de nodige studies op juridisch, technisch en economisch vlak.

*Een extra argument voor kernenergie is het ruimtebeslag. Kerncentrales vragen relatief weinig ruimte. De Kerncentrale in Borssele levert net zoveel stroom als ruim 600 grote windturbines.*



## Kernenergie vraagt een betrokken overheid

*De financiering van nieuwe centrales moet uit de markt komen. Het is echter een gegeven dat kernenergie in geen enkel land te realiseren is zonder actieve betrokkenheid van de overheid. Om nieuwbouw van kerncentrales mogelijk te maken, is een toekomstgericht overheidsbeleid nodig.*

Er moet een klimaat worden gecreëerd waarin bouwers en exploitanten durven te investeren. Private investeringen in kerncentrales met een bedrijfsduur van zestig tot tachtig jaar vragen een voorspelbare, steunende overheid. Belangrijke voorwaarden zijn een duidelijk vergunningentraject, heldere spelregels tijdens de bouw en de mogelijkheid van een financiële garantstelling. Daarmee kunnen private investeerders en marktpartijen voor Nederland een business case opstellen voor de bouw van 1 of 2 nieuwe kerncentrales.

*Door twee kerncentrales te bouwen, kan Nederland 70% van de klimaatdoelstelling realiseren. De doel-*

*stelling is 20 Mton, de reductie met twee kerncentrales is 13,5 Mton. Een kwart van het elektriciteitsgebruik is in dat geval gedekt met kernenergie. De helft van alle CO<sub>2</sub>-neutraal opgewekte elektriciteit wordt dan gemaakt met kernenergie.*

Voor het langer openhouden van de huidige kerncentrale is inzet van de overheid onontbeerlijk. Op dit moment ligt wettelijk vast dat de centrale eind 2033 sluit. Het is daarom essentieel dat voorbereidingen voor een wetswijziging worden gestart zodat de sluitingsdatum van de kerncentrale in Borssele niet langer in de wet vastligt.

## Nodig: gelijk speelveld voor alle CO<sub>2</sub>-neutrale bronnen

*Het Internationale Energie Agentschap (IEA) stelt dat voor een goede beoordeling een gelijk speelveld nodig is voor alle CO<sub>2</sub>-neutrale bronnen. In Nederland ontbreekt dit gelijke speelveld.*

Subsidies en infrastructurele voordelen (concessie, net-aansluitingen, voorrang op het net etc.) hebben de Nederlandse energiemarkt bepaald en verstoord. Zon en Wind krijgen directe en indirecte subsidie en voorrang op het net. Kernenergie heeft deze voorkeursbehandeling niet. Een objectieve economische vergelijking tussen deze bronnen is daardoor niet mogelijk.

Twee voorbeelden:

1. De kosten van ruim € 7 miljard voor het 'stopcontact op zee' (aansluiting windparken op zee op het

stroomnet) worden omgeslagen in de elektriciteitsrekening.

2. Bij de voorjaarsronde van de SDE+ 2018 (€ 6 miljard beschikbaar) is in totaal voor een bedrag van € 3,6 miljard aan beschikkingen afgegeven aan CO<sub>2</sub>-neutrale opwek-investeringen. Kernenergie was van deze SDE-subsidie uitgesloten.

Een gelijk speelveld houdt bijvoorbeeld in: het openstellen van de SDE++ regeling voor kernenergie ontwikkelingen.

# Onze conclusie



## De conclusie van Nucleair Nederland

*Het wordt het steeds duidelijker dat kernenergie onmisbaar is in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteits-huishouding.*

Als Nederland toegang wil houden tot deze technologie, dan zijn de volgende beslissingen noodzakelijk:

- Aanpassing van de wet waarin sluiting van de kerncentrale in Borssele per 31-12-2033 is vastgelegd.
- Onderzoek wat economisch en technisch nodig is om de kerncentrale in Borssele veilig langer open te houden.
- Onderzoek welke rol kernenergie in een betrouwbare CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix kan spelen.
- Zorg voor een gelijk speelveld voor alle CO<sub>2</sub>-neutrale bronnen en creëer een investeringsklimaat waarin bouw van 1 of 2 nieuwe kerncentrales door private partijen mogelijk wordt.
- Versterk de nucleaire kennisbasis door het creëren van een aantrekkelijk onderzoeks- en onderwijsklimaat aan hogescholen, universiteiten en instituten als het gaat om nucleaire technologieën. Intensiveer de researchprogramma's bij de bedrijven en instellingen die nucleair onderzoek doen.

### Onze oproep

Leg alle energiebronnen langs dezelfde meetlat en kies op korte termijn de optimale stabiele CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix voor Nederland. Dit draagt bij aan de realisatie van betrouwbare, betaalbare en beschikbare CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteit en het halen van de Klimaatdoelstellingen.

*Nucleair Nederland verenigt de zes belangrijkste nucleaire bedrijven en organisaties in Nederland:  
EPZ, Urenco, NRG, Reactor Instituut Delft, PALLAS en COVRA.*





**NucleairNederland**

[www.nucleairnederland.nl](http://www.nucleairnederland.nl)