



HOOGSTE TIJD VOOR  
**MEER KERNENERGIE**





# INHOUD

<b>Inleiding</b> .....	<b>2</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>4</b>
<b>Opinie: Zonder kernenergie zijn klimaatdoelen onhaalbaar!</b> .....	<b>7</b>
<b>Kernenergie</b> .....	<b>9</b>
Kernafval.....	12
Kernrampen.....	14
Kernreactoren.....	18
<b>Nederland en kernenergie</b> .....	<b>20</b>
Historie .....	20
Regelgeving.....	21
Brandstof.....	22
COVRA .....	22
Nieuwbouw.....	23
<b>Europa en kernenergie</b> .....	<b>24</b>
Frankrijk.....	26
België.....	29
Finland.....	32
<b>Toekomstvisie</b> .....	<b>34</b>
Nieuwbouw.....	34
Borssele.....	38
Regelgeving.....	39
Generatie IV.....	41
<b>Opinieonderzoek I&amp;O Research</b> .....	<b>44</b>
<b>Bijlagen</b> .....	<b>45</b>



# INLEIDING

Zelfs de grootste critici kunnen er niet meer omheen. Een energiebron die decennialang is verketterd, staat nu weer prominent in de spotlights. Kernenergie is simpelweg niet meer uit te sluiten. Wat JA21 betreft is het nu de hoogste tijd voor daadkracht. Politieke daadkracht wel te verstaan.

Zodra JA21 in maart van dit jaar in de Tweede Kamer kwam hebben we ons voorgenomen alles op alles te zetten om te zorgen dat kernenergie continu op de politieke agenda zou worden gezet. Zo wilden we maximaal druk zetten op de nieuwe kabinetsformatie. We hoopten door continu agenderend te zijn en moties, zoals het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele, in te dienen met name VVD en CDA te dwingen heel stevig in te zetten op kernenergie tijdens de formatie. Als straks het nieuwe coalitieakkoord bekend is zal blijken hoe succesvol deze tactiek is geweest. De eerste signalen waren hoopvol.

We gaven onderzoeksbureau I&O opdracht uit te zoeken hoe groot het draagvlak onder de bevolking is voor kernenergie. Er blijkt een historisch grote steun te zijn. Voor het eerst in decennia is de meerderheid van Nederland voor kernenergie. Bijna de helft van de Nederlanders vindt dat er in Nederland (veel) meer energie moet worden geproduceerd door middel van kerncentrales, slechts 11% van de ondervraagden wil helemaal geen kernenergie.

De trein van de energietransitie is al een tijdje rijdende maar de wagons zijn tot nu toe vooral gevuld door pleitbezorgers van megawindturbines, immense zonneparken en mensen zoals Ed Nijpels en Frans

Timmermans met onhaalbare en onbetaalbare groene ideeën. Wat JA21 betreft stapt op het volgende station ook kernenergie eindelijk aan boord van deze trein. Er is nu eenmaal een grote politieke meerderheid om de uitstoot van CO<sub>2</sub> in 2050 naar nul terug te brengen. Hoe realistisch of wenselijk je dit ook vindt, welke bedenkingen er ook te maken zijn over de uitstoot van landen als China en India, zonder kernenergie is het onmogelijk om de gewenste klimaatdoelen te behalen.

Daarom heb ik samen met de fractie van JA21 dit rapport opgesteld. In dit rapport zetten we alle feiten van kernenergie op een rij. Weerleggen we de grijsge draaide platen uit de jaren 80 van de vorige eeuw dat kernenergie te duur en te gevaarlijk is, de bouw van centrales te lang duurt en we door het radioactieve afval de volgende generatie met een onwenselijke erfenis opzadelen. Eén voor één weerleggen we deze ongefundeerde clichés en tonen we aan dat kernenergie met afstand de beste vorm van energieopwekking is.

We beschrijven de geschiedenis van kernenergie vanaf de uitvinding van elektriciteitsopwekking door middel van uranium tot de ontwikkeling van thorium, maken een vergelijking met andere Europese landen en we geven duidelijk en uitgebreid aan hoe, in welk tijdspad en tegen welke kosten de uitbreiding van kernenergie volgens JA21 realistisch vorm kan krijgen in Nederland.

We willen om te beginnen twee extra kerncentrales in Borssele. Hierdoor kunnen we de ongebreidelde stroom van nieuwe megawindturbines waarmee ons land wordt volgebouwd stoppen. Ter vergelijking: twee nieuwe kerncentrales staan qua elektriciteitsopbrengst gelijk

aan maar liefst 4400 windturbines.<sup>1</sup> Ruimtelijk gezien hebben we het over twee voetbalvelden tegenover een oppervlakte ter grootte van de gehele provincie Utrecht.

Samen met de bestaande centrale in Borssele kunnen deze drie centrales jaarlijks voor 10 miljoen huishoudens CO2 vrije elektriciteit leveren. Bovendien reduceren ze jaarlijks 15 miljoen ton CO2 en besparen ze miljarden subsidie op andere duurzame bronnen op jaarbasis.

JA21-europarlementariër Rob Roos gaf afgelopen jaar de opdracht om een onderzoek uit te voeren naar de werkelijke kosten van nucleaire energie ten opzichte van wind- en zonne-energie. Vanuit het Europees Parlement blijft JA21 zich hard maken voor kernenergie.

Het momentum is daar voor kernenergie. Het is nu of nooit. Er is een meerderheid in de Tweede Kamer, rapporten zijn positief en het draagvlak onder de Nederlanders is dus getuige het I&O onderzoek spectaculair gegroeid. Zelfs onder de D66-achterban, veelal kritisch over kernenergie, zijn de voorstanders in de meerderheid.

Wat JA21 betreft de hoogste tijd dus om vol in te zetten op kernenergie!

### **Joost Eerdmans**

<sup>1</sup> Bron: EPZ



# SAMENVATTING

Hoe je ook denkt over de gestelde klimaatdoelen, zonder kernenergie gaan we deze doelen niet halen. Tot die conclusie komen steeds meer mensen in Nederland. Er liggen kansen voor de enige echte duurzame manier van energieopwekking. Wat JA21 betreft is dit hét momentum om te besluiten tot het bouwen van nieuwe kerncentrales. Met een nieuw kabinet in aantocht is dit dus ook het moment om een rapport uit te brengen zodat de voordelen van kernenergie nog eens helder neergezet worden.

Kernenergie is in Nederland op dit moment verantwoordelijk voor slechts 2% van de elektriciteitsproductie. Kernenergie wordt gezien als duurzame energie maar speelt gek genoeg geen enkele rol in de energietransitie die Nederland in 2050 klimaatneutraal zou moeten maken. Zonnepanelen en windturbines zijn geen continue energiebron. Windturbines werken alleen als de wind waait (maar dan niet te hard), zonnepanelen alleen als de zon schijnt.

Momenteel worden kolencentrales gesloten en moeten voor 2050 alle 7,2 miljoen huizen en gebouwen in Nederland van het gas afgekoppeld worden. (Iets waarvan het overigens maar zeer de vraag is of dit ooit zal lukken en tegen welke prijs. Alle experimenten zijn tot nu toe op een debacle uitgelopen) Het resultaat hiervan is dat er tijdens energiepieken te weinig energie beschikbaar is in de nabije toekomst. Kerncentrales werken vrijwel altijd, zijn niet afhankelijk van externe factoren als wind en zon, ze kunnen het stroomnet reguleren en zijn dus van groot belang om ons stroomnet in stand te houden voor onze volgende generatie

In Borssele staat op dit moment een 485 MW BWR-centrale. Deze centrale zou volgens artikel 15a van de

Kernenergiewet moeten sluiten op 31 december 2033. Uit onderzoek van ENCO, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, blijkt dat het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele de goedkoopste manier van CO<sub>2</sub>-reductie is. JA21 wil dan ook een wetswijziging voorstellen om de vergunning van de kerncentrale in Borssele te verlengen, zolang dit technisch en economisch mogelijk is.

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat kwam naar aanleiding van de motie Dijkhoff met een onderzoeksrapport door KPMG naar de marktwensen rondom kernenergie. Kernenergie is afhankelijk van marktpartijen die investeringen doen, daarom moet de Nederlandse politiek zo goed mogelijk rekening houden met deze wensen. Alleen zo is het mogelijk om nieuwe centrales te realiseren.

Uit het onderzoek kwamen de volgende punten naar voren:

- Er is brede consensus onder marktpartijen dat Nederland voor een generatie III+ reactor met een bewezen ontwerp moet kiezen om problemen qua kosten en vertragingen zo veel mogelijk te vermijden.
- Marktpartijen suggereren dat het verstandig kan zijn voor de Nederlandse overheid om te investeren in (de ontwikkeling van) generatie IV-technologie.
- Op basis van de interviews en relevante randvoorwaarden komt er één mogelijke locatie, de gemeente Borssele binnen de provincie Zeeland, naar voren waar zowel één of meerdere grote kerncentrales als SMR('s) mogelijk zijn.

Nieuwe kerncentrales bijbouwen is de enige optie

om de gewenste klimaatdoelen te behalen wat JA21 betreft. Om te beginnen twee nieuwe centrales in Borssele. Ter vergelijking: twee nieuwe kerncentrales staan gelijk aan liefst 4400 windmolens. Ruimtelijk gezien hebben we het over 0,2 km<sup>2</sup> tegenover een oppervlakte ter grootte van de gehele provincie Utrecht. Samen met de bestaande centrale in Borssele kunnen de drie centrales jaarlijks voor 10 miljoen huishoudens CO<sub>2</sub> vrije elektriciteit leveren. Bovendien reduceren ze jaarlijks 15 miljoen ton CO<sub>2</sub> en besparen ze miljarden subsidie op andere duurzame bronnen op jaarbasis.

Naast de Nederlandse politiek moet ook Brussel uiteindelijk in actie komen om het aandeel van kernenergie fors uit te breiden. De Europese Commissie kwam in april 2021 met de nieuwe taxonomie, een lijst met duurzame investeringen die het aantrekkelijk maakt voor investeerders om te investeren in energiebronnen. Er is

momenteel een felle strijd gaande om ook kernenergie op deze lijst te krijgen. Frankrijk is hier de aanjager van en JA21 wil dat ons kabinet veel actiever wordt om aan te geven dat Nederland hier ook voor pleit. We hebben de staatssecretaris hiertoe opgeroepen.

In opdracht van JA21 heeft onderzoeksbureau I&O onder een representatieve groep Nederlanders het draagvlak voor kernenergie onderzocht. De resultaten mogen op zijn zachtst gezegd spectaculair genoemd worden. Het draagvlak groeit onder de aanhang van alle partijen en er zijn twee keer zoveel mensen voor kernenergie als tegen. Het hele onderzoek is als bijlage bijgevoegd.

Op korte termijn zijn generatie IV-centrales nog niet aan de orde, denk hierbij aan thorium of SMR-centrales. Maar voor de middellange termijn worden deze centrales gezien als de veiligste, betrouwbaarste en meest

## WIST U DAT?

### Deze leveren evenveel stroom op!

**231 km<sup>2</sup> zonnepanelen  
= 70 miljoen**

Oppervlakte zo groot als de stad Utrecht, Nieuwegein, IJsselstein en Woerden



**1570 km<sup>2</sup> windmolens  
= 4400 stuks**

Oppervlakte groter dan de provincie Utrecht



**0,2 km<sup>2</sup>  
kerncentrales  
= 3 stuks**

Oppervlakte zo groot als Dierenpark Amersfoort

## JA21 wil

- ✓ Twee nieuwe EPR-centrales van 1500 MW in Borssele naar Brits model
- ✓ De gesprekken voeren met leverancier EDF over de bouw van een grote EPR-centrale in Nederland
- ✓ Een onderzoek naar de haalbaarheid van een levensduurverlenging van de huidige 485 MW BWR-centrale in Borssele
- ✓ Een wetwijziging van de Kernenergiewet in artikel 15a voor het faciliteren van een levensduurverlenging van de BWR-centrale in Borssele
- ✓ De komende jaren regelgeving voor kernenergie bevriezen om meer stabiliteit te bieden aan investeerders
- ✓ Onderzoek subsidiëren naar SMR-centrales en thorium-centrales
- ✓ Kernenergie opnemen in de taxonomie

logische oplossing voor het CO2 probleem. Thorium-centrales bieden louter voordelen, zo blijft er nauwelijks kernafval over en kan de reactor niet ontploffen. SMR-centrales zijn goedkoop, op veel plekken te plaatsen en hebben een korte bouwtijd. Wat JA21 betreft stimuleren we het onderzoek naar deze nieuwe technologische mogelijkheden door het vrijmaken van subsidie. Alleen zo stellen we de toekomst van ons stroomnet veilig.

Veel marktpartijen zijn huiverig voor de wisselende regelgeving door de jaren heen en de politieke instabiliteit die daarmee gepaard gaat. Door wisselende regelgeving zijn projecten in het buitenland met jaren vertraagd en de bouwkosten enorm gestegen. In Nederland moeten we dat voor zijn, daarom stelt JA21 voor om de regelgeving voor kernenergie te bevriezen totdat de bouw is afgerond. Zo behoeden we investeerders voor instabiliteit en extra kosten.





## OPINIE:

# Zonder kernenergie zijn klimaatdoelen onhaalbaar!

Zelfs de grootste critici kunnen er niet meer omheen. Een energiebron die decennialang is verketterd, staat nu weer prominent in de spotlights. Kernenergie is simpelweg niet meer uit te sluiten. Hoogste tijd voor politieke daadkracht.

### Borssele

Begin oktober was ik op werkbezoek in het Zeeuwse Borssele. Met een JA21-delegatie bezocht ik de kerncentrale en de opslagfaciliteit voor het Nederlandse radioactieve afval. De kerncentrale in Borssele behoort qua veiligheid tot de top 20 kerncentrales ter wereld, levert momenteel drie procent van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening en is in staat om nog jaren door te draaien. Toch moet de kerncentrale in Borssele in 2033 sluiten volgens de huidige Kernenergiewet, iets wat echt nog niet nodig is. JA21 wil dan ook de Kernenergiewet aanpassen. Niet alleen om de sluiting van de huidige kerncentrale uit te stellen. Er moeten gewoon extra centrales bijkomen. Twee nieuwe kerncentrales in Borssele bijbouwen is de enige optie om de gewenste klimaatdoelen te behalen. Ter vergelijking: twee nieuwe kerncentrales staan gelijk aan 4400 windmolens. Ruimtelijk gezien hebben we het over 0,2 km<sup>2</sup> tegenover een oppervlakte ter grootte van de gehele provincie Utrecht. Naast de bestaande centrale in Borssele leveren de drie centrales jaarlijks voor 10 miljoen huishoudens CO<sub>2</sub> vrije elektriciteit. Bovendien reduceren ze jaarlijks 15 miljoen ton CO<sub>2</sub> en besparen ze miljarden subsidie op andere duurzame bronnen op jaarbasis. En het kan gewoon. Naast de huidige kerncentrale in Borssele zouden er twee nieuwe reactoren passen op het terrein van EPZ, zo om de hoek van de opslagfaciliteit COVRA. We hebben de hele infrastructuur liggen en draagvlak onder de lokale bevolking.

### Kritiek is selectief en gezocht

Vlak bij de kerncentrale staat de COVRA, een opslagcentrum voor al het radioactieve afval dat in Nederland geproduceerd wordt. Waar tegenstanders het altijd maar weer hebben over de problemen met kernafval, heb ik met eigen ogen gezien dat Nederland het uitstekend voor elkaar heeft. Ieder jaar produceert de kerncentrale in Borssele slechts twee cilinders van 2 meter bij 0,5 meter aan hoogradioactief afval. Deze worden vervolgens tot 2130 opgeslagen in een betonnen faciliteit dat bestand is tegen tsunami's, explosies en zelfs een inslag van een vliegtuig. Kortom: zeer veilig.

Diezelfde critici hoor je nooit over wat we over een tien of twintig jaar moeten doen met de duizenden uitgerangeerde windturbines. Waar laten we in vredesnaam deze restanten? In de Verenigde Staten worden op grote schaal windturbinebladen begraven in de woestijn. Zullen we het dáár eerst eens over hebben in plaats van steeds maar weer verwijzen naar kernafval wat pas over meer dan honderd jaar actueel wordt en waar al concrete oplossingen voor zijn?

Ook een geliefd argument van de tegenstanders is dat het bouwen van een kerncentrale te lang duurt. Waar we voor andere onderdelen van de transitie met gemak stippen aan de horizon zetten tot 2050 of 2060 zou in het geval van kernenergie acht jaar opeens veel te lang duren? De argumenten zijn even gezocht als ongelooftwaardig.

### Energietransitie

Het Kabinet is druk bezig met de energietransitie, een onhaalbaar project zonder kernenergie. Waarom? Zonnepanelen en windturbines zijn geen continue



energiebron. Windturbines werken alleen als de wind waait of niet te hard waait, zonnepanelen alleen als de zon schijnt. Het resultaat hiervan is dat er tijdens energiepieken te weinig energie beschikbaar is. Zeker als men vast blijft houden aan het compleet onhaalbare en onbetaalbare project 'van het gas af' en je per 2030 alle kolencentrales sluit en dat alleen denkt te kunnen compenseren met windturbines en zonnepanelen.

Het alternatief kernenergie wordt toch door links vaak vergeuisd, terwijl het juist zo efficiënt werkt. De kerncentrale in Borssele draait 95 procent van de tijd, op ieder moment van de dag ongeacht de weersomstandigheden. Bovendien kan de centrale in korte tijd op- of afschalen om zo het net in stand te houden. In een toekomstperspectief waarin we steeds meer elektriciteit gaan gebruiken kunnen we toch niet vertrouwen op energievoorzieningen die het maar onder bepaalde omstandigheden doen?

### **Europese gidslanden**

Terwijl Nederland afwachtend toekijkt, wordt in de rest van Europa volop ingezet op het gebruik van kernenergie. Op dit moment zijn er in totaal 186 actieve kerncentrales in Europa, met nog eens vijftien in aanbouw. Frankrijk is koploper met 56 reactoren, deze hebben gezamenlijk een aandeel van 71 procent van de energievoorziening. De Fransen zijn overduidelijk gecharmeerd van de voordelen van kernenergie, de energiestroom is constant en de stroomprijs voor Franse huishoudens ligt dan ook een stuk lager dan in andere EU-landen.

Laatst kondigde Macron aan dat Frankrijk zes nieuwe kerncentrales gaat bouwen voor 2044, een investering van 47 miljard euro. Finland opent volgend jaar een

nieuw type centrale, in het Verenigd Koninkrijk worden er twee nieuwe centrales bijgebouwd en Slowakije is ook druk bezig. De landen om ons heen laten zien dat nieuwbouw helemaal niet zo'n gek idee is, Nederland kan als technologisch toptand niet achterblijven.

### **Tijd voor politieke actie**

KPMG heeft in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor kernenergie in Nederland. Daaruit kwam duidelijk naar voren dat de markt interesse heeft in de bouw, de bal ligt bij de politiek. Het momentum is daar voor kernenergie. Er is een meerderheid in de Tweede Kamer, rapporten en media zijn positief en het maatschappelijk draagvlak groeit. Nederland kan twee kerncentrales bijbouwen in Borssele en zou dat moeten doen om technologisch bij te blijven.

Bij de totstandkoming van allerlei akkoorden is kernenergie nooit als serieuze optie bekeken. Deze fout kunnen en moeten we nu herstellen! De oplossing voor het kernafval is er, er is een politieke meerderheid, andere landen zijn druk aan het bouwen en gidsland Frankrijk investeert tientallen miljarden. Vanuit de taboesfeer naar de enige optie om de klimaatdoelen te halen, kernenergie is niet meer uit te sluiten. Het is tijd om vol in te zetten op kernenergie!

### **Joost Eerdmans**

# KERNENERGIE

Kernenergie is de warmte, die vrijkomt na splijting van bepaalde zeer zware atoomkernen (kernsplijting). In tegenstelling tot bijvoorbeeld kolen of gas wordt er niet gebruik gemaakt van het verbranden van een brandstof, maar door een chemische reactie wordt warmte omgezet in elektriciteit. Het splijtingsproces vindt plaats in een kernreactor. Elke kerncentrale heeft zo'n kernreactor, waarin koelwater opwarmt tot hoge druk en een hoge temperatuur.

Een kerncentrale werkt op basis van een brandstof, voor de huidige type centrales wordt gebruik gemaakt van de grondstof uranium. Het uranium wordt verrijkt en komt in poedervorm bij de splijtstof fabriek aan. Het uraniumpoeder wordt in een splijtstoftablet gestopt, deze splijtstoftabletten gaan in een splijtstofstaaf. Vervolgens worden 205 van deze splijtstofstaven in een splijtstofelement gezet. In de kern van de reactor zitten 121 van deze splijtstofelementen.

Het verhaal van kernenergie begint in 1895, toen Wilhelm Röntgen röntgenstraling ontdekte. Terwijl hij experimenteerde met een kathodestraalbuis, merkte Röntgen op dat fotografische platen die in de buurt zaten, oplichtten wanneer het apparaat aan was, zelfs als het bedekt was met zwart papier, waardoor hij concludeerde dat de kathodebuis een onzichtbare straal uitstraalde, iets dat niet eerder was waargenomen. Wat Röntgen opmerkte, waren in feite röntgenstralen die zich vanuit de buis verspreidden.

Het jaar daarop ontdekte een man genaamd Becquerel in Frankrijk dat uraniumzouten doordringende straling kunnen produceren, zonder dat er een externe energiebron nodig is. Deze observatie bracht Becquerel tot het besef dat het uranium röntgenstralen moet produceren.

Marie en Pierre Curie bestudeerden het fenomeen ook, wat hen ertoe bracht twee nieuwe elementen te isoleren, Polonium en Radium. Hun onderzoek leidde in 1898 tot een nieuw woord, radioactiviteit.

Terwijl wetenschapper Ernest Rutherford radioactiviteit bestudeerde in Engeland, ontdekte hij twee nieuwe soorten straling, die verschilden van röntgenstraling, en die hij alfa- en bètastraling noemde. Een van de meest cruciale ontdekkingen voor de toekomst van kernenergie werd ook gedaan door Rutherford. In 1909 ontdekte hij dat het grootste deel van de massa van een atoom zich in hun kern bevond.

Rutherford wordt tegenwoordig beschouwd als de vader van de kernfysica. Hij ontdekte vervolgens gammastraling en theoretiseerde zelfs het bestaan van neutronen in 1920, hoewel hij absoluut geen bewijs van hun bestaan had. Neutronen zouden uiteindelijk in 1932 worden ontdekt. Deze fundamentele ontdekkingen vormden de basis voor wat zou uitgroeien tot de industrie van de productie van kernenergie.

In 1938 schoten de Duitse wetenschappers Otto Hann en Fritz Strassman neutronen af op uraniumatomen en ontdekten dat er een aanzienlijke hoeveelheid energie vrijkwam. Met de hulp van Lise Meitner en Otto Frisch konden ze uitleggen dat wat ze hadden waargenomen, de splitsing van het atoom door splijting was.

Tegen 1939 theoretiseerden natuurkundigen Leo Szilard en Enrico Fermi dat splijtingsreacties konden worden gebruikt om een explosie te creëren door middel van een enorme kettingreactie. Szilard en een paar andere wetenschappers, waaronder Albert Einstein, schreven in 1939 naar president Roosevelt om hem te

waarschuwen voor de mogelijkheid om kernwapens te maken. De president machtigde een adviescommissie om te beginnen met de ontwikkeling van atoombommen voor de VS.

In 1942 was Fermi, als onderdeel van de commissie, in staat om de eerste door de mens gemaakte kettingreactie van splijting in Chicago te creëren. Het was op dit punt dat het Manhattan-project in volle ontwikkeling kwam. Het team streefde naar de ontwikkeling van twee soorten bommen, één met uranium als kern en één met plutonium. Het project was zeer geheimzinnig en hele geheime steden werden gebouwd om het project te ondersteunen. Eén faciliteit, in Oak Ridge, Tennessee, gebruikte kernreacties om plutonium te maken voor de productie van verrijkt uranium. Een andere faciliteit in Washington gebruikte kernreacties om plutonium te produceren.

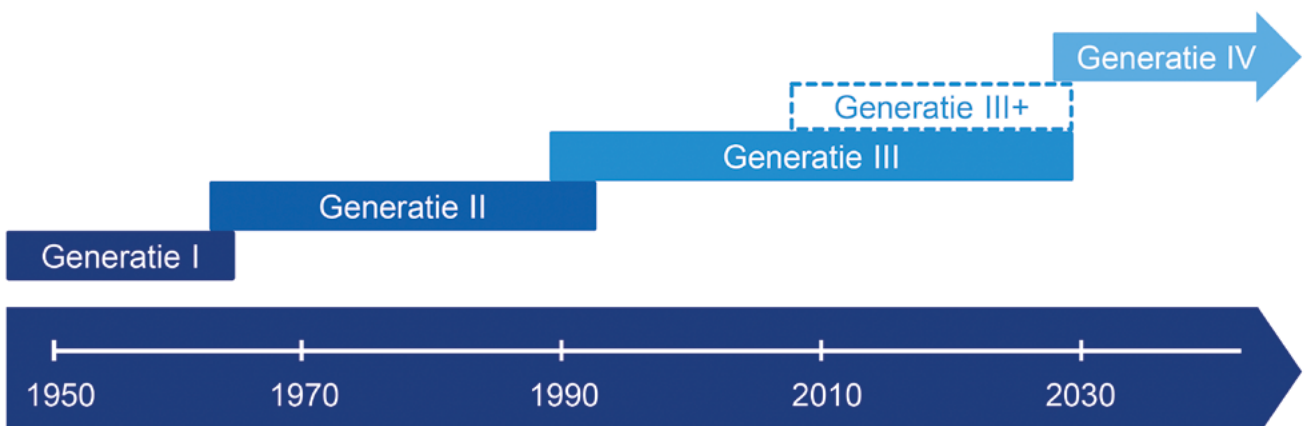
De nu beroemde geheime site in Los Alamos, New Mexico, werd door honderden wetenschappers gebruikt voor het onderzoek naar en de constructie van kernwapens. Tegen het einde van de Tweede Wereldoorlog, in

1945, zag de mensheid het eerste gebruik van kernwapens op mensen. Dit was ook het moment waarop de meerderheid van de wereldbevolking beseftte hoe destructief deze technologie kon zijn.

Het was 1951 voordat de eerste kernreactor die elektriciteit produceerde, voltooid was. Het werd Experimental Breeder Reactor 1 genoemd, het was gevestigd in Idaho en werd gekoeld met vloeibaar metaal. In 1954 werd de eerste nucleair aangedreven onderzeeër, de USS Nautilus, voltooid, waardoor de onderzeeër voor aanzienlijke tijd onder water kon blijven zonder bij te tanken. In hetzelfde jaar voltooiden de Sovjets hun eerste kerncentrale. De kerncentrale van Obninsk, de eerste op het elektriciteitsnet aangesloten kernreactor. De Atomic Power Station van Shippingport, in Pennsylvania, kwam in 1957 in gebruik en was 's werelds eerste grootschalige kerncentrale die uitsluitend was bedoeld voor elektriciteitsproductie.

De jaren zestig en zeventig brachten de ontwikkeling en bouw van veel meer commerciële kernreactoren voor elektriciteitsopwekking, waarvan er vele werkten

## Generaties nucleaire reactors



Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG

op licht gewijzigde ontwerpen van eerdere reactoren. Deze kerncentrales werden aangeprezen als relatief goedkope en emissievrije bronnen van elektriciteit. Kernenergie werd in die tijd door velen gezien als de belofte om de energiebron van de toekomst te zijn.

In 1974 deed Frankrijk een grote stap voor de ontwikkeling van kernenergie en wekte uiteindelijk maar liefst 75% van zijn elektriciteitsvermogen op via kernreactoren. In dezelfde periode was ongeveer 20% van de energieopwekking in de Verenigde Staten afkomstig van kernenergie, geproduceerd door 104 centrales in het hele land.

In 1979 werd de toekomst van kernenergie echter in twijfel getrokken met een ongeval op Three Mile Island in Pennsylvania. Deze gedeeltelijke meltdown van een reactor in Pennsylvania zorgde voor een aanzienlijke hoeveelheid radioactieve deeltjes in de atmosfeer. Hiermee begon de verschuiving in de publieke opinie over de veiligheid van kernreactoren.

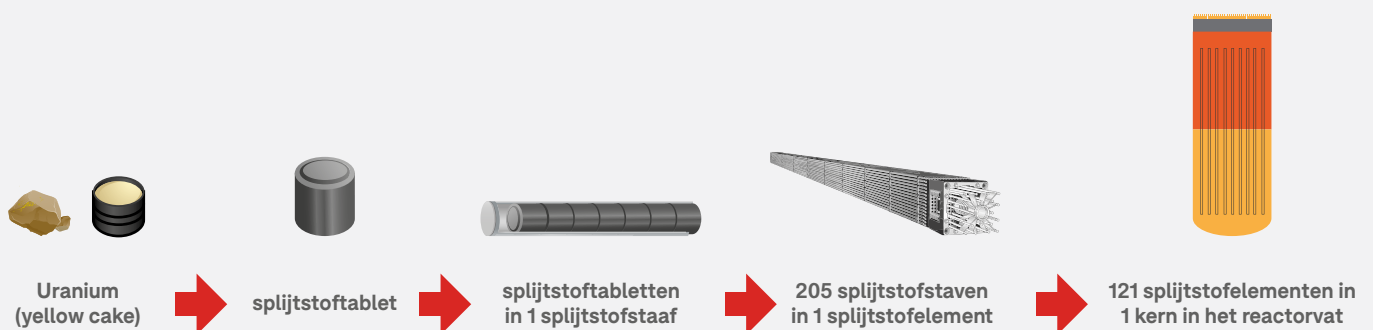
Toen in 1986 de ramp in Tsjernobyl plaatsvond, waarbij

een enorme stralingswolk vrijkwam die een groot deel van Noord-Europa trof, en zelfs tot aan de oostkust van de Verenigde Staten kwam, begon de mondiale opinie negatiever te worden over kernenergie. Deze rampen hebben echter geleid tot het creëren van veiligere reactorontwerpen.

Een interessant feit uit de geschiedenis van kernenergie is dat in 1994 Rusland en de Verenigde Staten afspraken om hun kernkoppen te degraderen tot nucleaire brandstof. Ongeveer 10% van de Amerikaanse nucleaire elektriciteit wordt tegenwoordig geproduceerd met behulp van ontmantelde kernwapens.

De kernenergiesector in het post-Tsjernobyl-tijdperk van de late jaren 90 en 2000 werd gekenmerkt door een hoge mate van veiligheid in kerncentrales. De algemene mening over kernenergie begon weer positief te worden toen de nucleaire industrie blij gaf van voortdurende veiligheid.

De ramp in Fukushima in 2011, waarbij een aardbeving en tsunami leidden tot een gedeeltelijke meltdown en





het vrijkomen van een grote hoeveelheid straling uit een Japanse reactor, herinnerde ons er echter aan dat kernenergie niet helemaal zonder risico's komt.

Ongeveer 14 procent van de wereldwijde elektriciteit wordt vandaag de dag nog steeds geproduceerd door 450 kerncentrales, en sommigen schatten dat kernenergie in de loop van haar geschiedenis 1,8 miljoen levens heeft kunnen redden door de luchtvervuiling van het gebruik van fossiele brandstoffen te besparen. China bouwt in de komende vijf jaar 13 nieuwe centrales van 1500 MW, zo wordt China het land met de meeste elektriciteitsproductie uit kernenergie ter wereld met 62 kerncentrales. De Verenigde Staten heeft 98 kerncentrales die 20% van de elektriciteit produceren.

## Kernafval

De elektriciteit die wordt opgewekt uit kernreactoren zorgt voor een kleine hoeveelheid radioactief afval en wordt sinds het begin van civiele kernenergie op verantwoorde wijze beheerd. Er zijn in de praktijk verschillende beheerstrategieën, zoals directe verwijdering of hergebruik in reactoren om meer duurzame elektriciteit op te wekken.

Zoals in alle industrieën en energie producerende technologieën, zorgt het gebruik van kernenergie voor sommige afvalproducten. Er zijn drie soorten nucleair afval, ingedeeld op basis van hun radioactiviteit: laag-, middelactief en hoogactief. Het overgrote deel van het afval (90% van het totale volume) bestaat slechts uit licht radioactieve zaken, zoals gereedschap en werkkleding, en bevat slechts 1% van de totale radioactiviteit.

Hoogradioactief afval daarentegen - meestal bestaande uit gebruikte nucleaire (soms verbruikte) splijtstof die is aangemerkt als afval van de kernreactoren - maakt slechts 3% uit van het totale volume afval, maar bevat 95% van alle radioactiviteit.

In tegenstelling tot andere sectoren in de energie-industrie, neemt de nucleaire sector de volledige verantwoordelijkheid voor al zijn afval. Er zijn veel permanente bergingsinstallaties in gebruik voor laag- en middelactief afval, en faciliteiten voor hoogactief afval en gebruikte splijtstof zijn in uitvoering en faciliteiten in aanbouw. Kernbrandstof is erg energierijk, dus er is maar heel weinig van nodig om enorme hoeveelheden elektriciteit te produceren, vooral in vergelijking met andere energiebronnen. Als gevolg hiervan wordt een kleine hoeveelheid afval geproduceerd.

Gemiddeld zou het afval van een reactor die een jaar lang in de elektriciteitsbehoefte van een persoon voorziet, ongeveer zo groot zijn als een baksteen. Slechts 5 gram hiervan is hoogactief afval - ongeveer hetzelfde gewicht als een vel papier. De opwekking van elektriciteit uit een typische kerncentrale van 1000 MW, die in de elektriciteitsbehoefte van meer dan een miljoen mensen zou voorzien, produceert slechts drie kubieke meter verglaasd hoogactief afval per jaar, als de gebruikte brandstof wordt gerecycled. Ter vergelijking: een kolencentrale van 1.000 MW produceert jaarlijks ongeveer 300.000 ton as en meer dan 6 miljoen ton koolstofdioxide.

Sinds het begin van de civiele kernenergie-industrie heeft kernafval nooit mensen schade bezorgd. De populaire misvatting is dat, omdat bepaalde delen van nucleair afval miljarden jaren radioactief blijven, de

dreiging gedurende die periode blijft bestaan. Dit is echter niet het geval. Hoewel het een paar honderdduizend jaar zwak radioactief blijft, zal de radioactiviteit van het hoofdbestanddeel van het afval, dat gezondheidsproblemen zou kunnen veroorzaken, binnen een paar honderd jaar tot een veilig niveau zijn gedaald.

Een belangrijke reden om te begrijpen waarom opslagplaatsen voor kernafval geen bedreiging voor de gezondheid vormen, is ook het feit dat de hoeveelheid materialen die in het geval van een lek in het milieu zou worden aangetroffen, zeer klein zou zijn. De hoeveelheid radioactieve stoffen die in het milieu terecht zou komen, zou geen verschil maken voor de natuurlijke omgeving of de toekomstige mens. De omgeving waarin we leven, evenals het menselijk lichaam, is immers van nature radioactief. Straling is een onvermijdelijk onderdeel van het leven op onze planeet en het leven is geëvolueerd en afhankelijk van deze radioactieve omgeving. Bovendien zijn de doses van een opslagplaats voor nucleair afval bijna 50 keer kleiner zijn dan de gemiddelde achtergrondstraling (natuurlijke straling).

Gebruikte splijtstof wordt bewaard in natte of droge opslagfaciliteiten, voordat het wordt gerecycled of verwijderd. Wanneer gebruikte brandstof uit een reactor wordt gehaald, is deze zowel heet als radioactief en vereist opslag in water om de brandstof te laten afkoelen. De brandstof kan in een natte opslag worden bewaard of na een periode van aanvankelijke afkoeling worden overgebracht naar een droge faciliteit. Door de gebruikte brandstof tijdelijk op te slaan om zowel de warmte als de radioactiviteit te verminderen, wordt recycling en verwijdering eenvoudiger.



Over de hele wereld bestaan er twee belangrijke afvalbeheerstrategieën: sommige landen recyclen al tientallen jaren gebruikte kernbrandstof; anderen hebben gekozen voor directe verwijdering. Dit is in wezen een strategische beslissing, die op nationaal niveau wordt genomen en voornamelijk wordt ingegeven door politieke en economische, maar ook door technologische overwegingen. In Nederland kiest men ervoor om 95% van de splijtstofstaaf te recyclen, dat is mondiaal gezien revolutionair. Hoewel sommige landen, met name de Verenigde Staten, gebruikte nucleaire brandstof als afval behandelen, kan het meeste materiaal in gebruikte brandstof worden gerecycled.

Ongeveer 97% - de overgrote meerderheid (~ 94%) is uranium - zou kunnen worden gebruikt als brandstof in bepaalde typen reactoren. Recycling was tot nu toe vooral gericht op de winning van plutonium en uranium, aangezien deze elementen kunnen worden hergebruikt in conventionele reactoren. Dit gescheiden plutonium en uranium kan vervolgens worden gemengd met vers uranium en worden verwerkt tot nieuwe splijtstofstaven. Landen als Frankrijk, Japan, Duitsland, België en Rusland hebben allemaal plutoniumrecycling gebruikt om elektriciteit op te wekken, terwijl ze ook de radiologische voetafdruk van hun afval verkleinen.

Sommige van de bijproducten (ongeveer 4%), voornamelijk de splijtingsproducten, zullen nog steeds in een opslagplaats moeten worden verwijderd en onschadelijk worden gemaakt door ze te mengen met glas, via een proces dat verglazing wordt genoemd. La Hague, een recycling faciliteit in Frankrijk, recyclet gebruikte kernbrandstof al decennialang.

Directe berging is, zoals de naam al doet vermoeden, een beheerstrategie waarbij gebruikte splijtstof wordt aangemerkt als afval en wordt afgevoerd naar een ondergrondse opslagplaats, zonder enige vorm van recycling. De gebruikte brandstof wordt in capsules gedaan die op hun beurt in tunnels worden geplaatst en vervolgens worden afgesloten met beton. Ook het afval van recycling – de zogenaamde splijtingsproducten – komt in de berging terecht. Deze methode wordt nu in Finland en de Verenigde Staten al toegepast.

## Kernrampen

In de geschiedenis hebben drie significante kernrampen plaatsgevonden, hiervan zijn Tsjernobyl en Fukushima de bekendste. De grootste kernramp ooit vond plaats in 1986 in de toenmalige Sovjet-Unie. Door een explosie kwam een radioactieve wolk vrij die zich verspreidde over Europa. Toch is het aantal doden van kernrampen laag, dit komt door veiligheidseisen en keuringen. Hedendaags zijn rampen op een schaal van Tsjernobyl niet meer mogelijk.

### Three Mile Island

In 1979 zorgde een koelingsstoring in de kerncentrale van Three Mile Island in de Verenigde Staten ervoor dat een deel van de kern in reactor nr. 2 smolt. De TMI-2-reactor werd vernietigd. Een paar dagen na het ongeval kwam wat radioactief gas vrij, maar niet genoeg om de omwonenden een dosis boven het achtergrondniveau te bezorgen. Er waren geen gewonden of nadelige gevolgen voor de gezondheid van het ongeval op Three Mile Island. De elektriciteitscentrale van Three Mile Island bevindt zich in de buurt van Harrisburg, Pennsylvania in de VS. Het had twee drukwaterreactoren. TMI-1, een PWR van 800 MWe (775 MWe netto) werd in 1974 in gebruik genomen en blijft een van de best presterende eenheden in de VS. TMI-2 had een vermogen van 906 MWe (880 MWe netto) en was op het moment van het ongeval bijna gloednieuw.

Het ongeval met centrale 2 gebeurde op 28 maart 1979 om 4 uur 's ochtends, toen de reactor op 97% vermogen werkte. Het ging om een relatief kleine storing in het secundaire koelcircuit waardoor de temperatuur

in het primaire koelmiddel steeg. Dit zorgde er op zijn beurt voor dat de reactor automatisch werd uitgeschakeld. Het afsluiten duurde ongeveer een seconde. Op dit punt kon een ontlastklep niet sluiten, maar de sensoren gaven dit niet aan. Er liep zoveel van het primaire koelmiddel weg dat de resterende vervalwarmte in de reactorkern niet verloren ging. De kern liep daardoor ernstige schade op.

Radioactieve gassen uit het reactorkoelsysteem verzamelden zich in een opslagtank. Operators gebruikten een systeem van leidingen en compressoren om het gas naar afvalgasvervalttanks te verplaatsen. De compressoren lekten en sommige radioactieve gassen kwamen in het milieu terecht. Deze gingen door zeer efficiënte deeltjesluchtfilters (HEPA-filters) en koolstoffilters die de meeste radionucliden verwijderden, behalve de edelgassen. Met een korte halfwaardetijd vormden deze geen gevaar voor de gezondheid.

### **Tsjernobyl**

Op 25 april 1986, voorafgaand aan een routinematige stopzetting, begon de reactorbemanning in Tsjernobyl 4 zich voor te bereiden op een test om te bepalen hoe lang turbines zouden draaien en stroom zouden leveren aan de hoofdcirculatiepompen na een uitval van de hoofdstroomvoorziening. Deze test was het jaar ervoor al in Tsjernobyl uitgevoerd, maar het vermogen van de turbine liep te snel op, dus moesten nieuwe ontwerpen voor spanningsregelaars worden getest. Een reeks handelingen van de operator, waaronder het uitschakelen van automatische uitschakelmechanismen, ging aan de poging vooraf. Tegen de tijd dat de bediener zich bewoog om de reactor stil te leggen, bevond de

reactor zich in een uiterst onstabiele toestand. Een eigenaardigheid van het ontwerp van de regelstaven veroorzaakte een dramatische stroomstoot toen ze in de reactor werden gestoken.

De aanraking van zeer hete brandstof met het koelwater leidde tot brandstoffragmentatie, snelle stoomproductie en een toename van de druk. De ontwerpkenmerken van de reactor waren zodanig slecht dat aanzienlijke schade aan zelfs drie of vier splijtstofelementen zou leiden tot de vernietiging van de reactor. Door de overdruk kwam de afdekplaat van 1000 ton van de reactor gedeeltelijk los, waardoor de brandstofkanalen scheurden en alle regelstaven, die op dat moment nog maar halverwege waren, vastliepen. Intense stoomopwekking verspreidde zich vervolgens door de hele kern (gevoed door water dat in de kern werd gedumpt als gevolg van de breuk van het noodkoelcircuit) waardoor een stoomexplosie ontstond en splijtingsproducten vrijkwamen in de atmosfeer. Twee tot drie seconden later verspreidde een tweede explosie fragmenten uit de brandstofkanalen en heet grafiet.

Het ongeluk in Tsjernobyl in 1986 was het resultaat van een gebrekkig reactorontwerp dat werd bediend met onvoldoende opgeleid personeel. De stoomexplosie en branden brachten ten minste 5% van de radioactieve reactorkern in het milieu, met de verspreiding van radioactief materiaal in veel delen van Europa.

Twee fabrieksarbeiders in Tsjernobyl stierven als gevolg van de explosie in de nacht van het ongeval, en nog eens 28 mensen stierven binnen een paar weken als gevolg van het acute stralingssyndroom. Het Wetenschappelijk Comité van de Verenigde Naties voor



de effecten van atoomstraling heeft geconcludeerd dat, afgezien van ongeveer 5000 schildklierkankers (resultierend in 15 dodelijke slachtoffers), “er geen bewijs is van een grote impact op de volksgezondheid die kan worden toegeschreven aan blootstelling aan straling 20 jaar na het ongeval.”

Ongeveer 350.000 mensen zijn geëvacueerd als gevolg van het ongeval, maar de hervestiging van de gebieden van waaruit de mensen zijn verhuisd, is aan de gang.

De ramp van april 1986 in de kerncentrale van Tsjernobyl in Oekraïne was het resultaat van een gebrekkig Sovjet-reactorontwerp in combinatie met ernstige fouten gemaakt door de exploitanten van de centrale. Het was een direct gevolg van het isolement van de Koude Oorlog en het daaruit voortvloeiende gebrek aan een veiligheidscultuur.

Er zijn veel lessen getrokken uit het ongeluk in Tsjernobyl. De belangrijkste hebben betrekking op de veiligheid van reactoren, met name in Oost-Europa. De veiligheid van alle door de Sovjet-Unie ontworpen reactoren is enorm verbeterd. Dit is grotendeels te danken aan de ontwikkeling van een veiligheidscultuur die wordt aangemoedigd door meer samenwerking tussen Oost en West, en door substantiële investeringen in de verbetering van de reactoren. Automatische uitschakelmechanismen werken nu sneller en andere veiligheidsmechanismen zijn verbeterd. Een herhaling van het ongeluk in Tsjernobyl in 1986 is nu vrijwel onmogelijk, volgens een rapport van de Duitse nucleaire veiligheidsdienst. Sinds 1989 hebben meer dan 1000 nucleaire ingenieurs uit de voormalige Sovjet-Unie westerse kerncentrales bezocht en zijn er veel wederzijdse bezoeken geweest.

## Fukushima

Op 11 maart 2011 vond de krachtigste aardbeving ooit in Japan plaats voor de oostkust van het land. De aardbeving met een kracht van 9,0 op de schaal van Richter was zo krachtig dat de aarde van zijn as werd verschoven. Het veroorzaakte een tsunami die over het hoofdeiland Honshu raasde, waarbij meer dan 18.000 mensen omkwamen en hele steden van de kaart werden geveegd.

Bij de kerncentrale van Fukushima stroomde de gigantische golf over verdedigingswerken en overstroomde de reactoren, wat leidde tot een grote ramp. De autoriteiten hebben een uitsluitingszone ingesteld die steeds groter werd naarmate er straling uit de fabriek lekte, waardoor meer dan 150.000 mensen het gebied moesten verlaten. Een decennium later blijft die zone bestaan en zijn veel bewoners niet teruggekeerd. De autoriteiten denken dat het tot 40 jaar zal duren om het werk af te ronden, wat Japan al miljarden yen heeft gekost.

Systemen bij de kerncentrale detecteerden de aardbeving en schakelden de kernreactoren automatisch uit. Nooddieselgeneratoren zijn ingeschakeld om koelvloeistof rond de kernen te laten pompen, die ongelooflijk heet blijven, zelfs nadat de reacties zijn gestopt. Maar kort daarna trof een golf van meer dan 14 meter hoog Fukushima. Het water overspoelde de defensieve zeekering, zette de fabriek onder water en schakelde de noodgeneratoren uit. De schade leidde tot nucleaire meltdowns en een aantal waterstofexplosies

Arbeiders haastten zich om de stroomvoorziening te herstellen, maar in de dagen die volgden raakte de

splijtstof in drie van de reactoren oververhit en smolten de kernen gedeeltelijk - iets wat bekend staat als een nucleaire meltdown. De fabriek leed ook aan een aantal chemische explosies die de gebouwen zwaar beschadigden. Radioactief materiaal begon in de atmosfeer en de Stille Oceaan te lekken, wat leidde tot evacuaties en een steeds groter wordende uitsluitingszone.

Er vielen geen doden direct tijdens de kernramp. Minstens 16 arbeiders raakten gewond bij de explosies, terwijl tientallen anderen werden blootgesteld aan straling terwijl ze werkten om de reactoren te koelen en de centrale te stabiliseren.

Drie mensen werden naar verluid naar het ziekenhuis gebracht na blootstelling op hoog niveau. De langetermijneffecten van de straling zijn onderwerp van discussie. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft in 2013 een rapport uitgebracht waarin staat dat de ramp geen waarneembare toename van het aantal kankergevallen in de regio zal veroorzaken. Wetenschappers zowel binnen als buiten Japan zijn van mening dat, afgezien van de regio direct rond de kerncentrale, de risico's van straling relatief laag blijven. Op 9 maart 2021, voorafgaand aan het 10-jarig jubileum, zei een VN-rapport dat er "geen nadelige gezondheidseffecten" waren gedocumenteerd onder de inwoners van Fukushima die rechtstreeks verband hielden met de straling van de ramp. Eventuele toekomstige straling gerelateerde gezondheidseffecten waren "onwaarschijnlijk waarneembaar". De ramp in Fukushima is door het International Atomic Energy Agency geclassificeerd als een gebeurtenis van niveau zeven, de hoogste gebeurtenis en pas de tweede ramp die aan deze classificatie voldoet na Tsjernobyl.

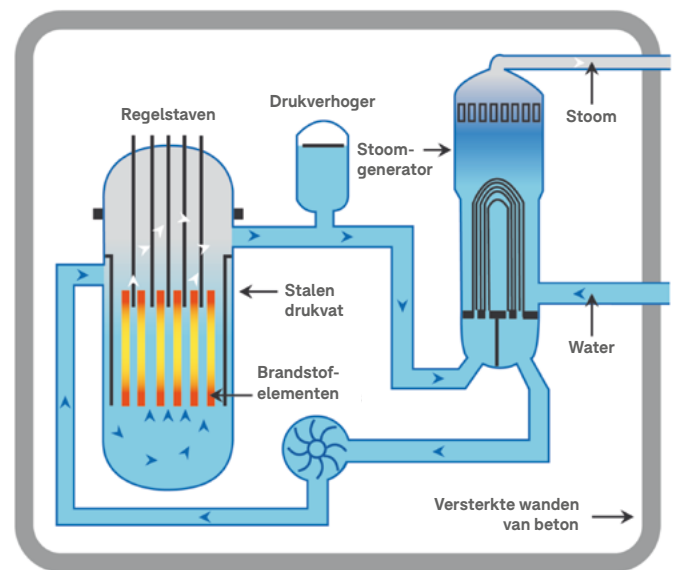
## Kernreactoren

### Drukwaterreactor (PWR)

Een drukwaterreactor is het meest voorkomende type kerncentrale, met ongeveer 300 werkende reactoren voor energieopwekking en enkele honderden meer voor scheepsvoortstuwing. Het ontwerp van PWR's is ontstaan als een onderzeese elektriciteitscentrale. PWR's gebruiken gewoon water als koelmiddel en als moderator. Het ontwerp onderscheidt zich door een primair koelcircuit dat onder zeer hoge druk door de kern van de reactor stroomt, en een secundair circuit waarin stoom wordt gegenereerd om de turbine aan te drijven. In Rusland staan deze bekend als VVER-types - watergemodereerd en -gekoeld. Een PWR heeft splijtstofelementen van elk 200-300 staven, verticaal in de kern gerangschikt, en een grote reactor zou ongeveer 150-250 splijtstofelementen bevatten met 80-100 ton uranium.

Water in de reactorkern bereikt een temperatuur van ongeveer 325 °C, daarom moet het onder ongeveer 150 keer de atmosferische druk worden gehouden om te voorkomen dat het gaat koken. De druk wordt in stand gehouden door stoom in een drukvat. In het primaire koelcircuit is het water ook de moderator, en als een deel ervan in stoom zou veranderen, zou de splijtingsreactie vertragen. Dit negatieve feedback-effect is een van de veiligheidskenmerken van het type. Het secundaire uitschakelsysteem omvat het toevoegen van boor aan het primaire circuit. Het secundaire circuit staat minder onder druk en het water kookt hier in de warmtewisselaars die dus stoomgeneratoren zijn. De stoom drijft de turbine aan om elektriciteit te produceren en

wordt vervolgens gecondenseerd en teruggevoerd naar de warmtewisselaars die in contact staan met het primaire circuit.

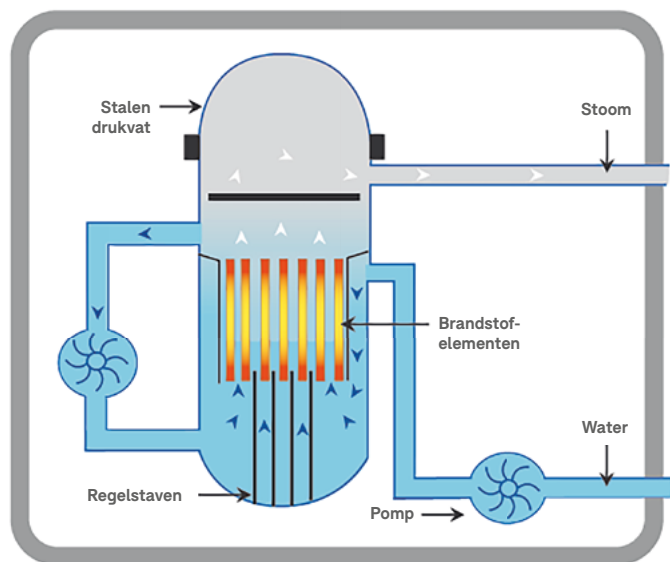


### Kokendwaterreactor (BWR)

Dit type reactor heeft veel overeenkomsten met de PWR, behalve dat er maar één circuit is waarin het water op een lagere druk staat (ongeveer 75 keer de atmosferische druk) zodat het in de kern kookt bij ongeveer 285°C. De reactor is ontworpen om te werken met 12-15% van het water in het bovenste deel van de kern als stoom, en dus met minder matigend effect en dus efficiëntie daar. BWR-reactoren kunnen gemakkelijker in de belastingvolgende modus werken dan PWR's.

De stoom gaat via drogere platen (stoomafscheiders) boven de kern en vervolgens rechtstreeks naar de turbines, die dus deel uitmaken van het reactorcircuit. Aangezien het water rond de kern van een reactor altijd

verontreinigd is met sporen van radionucliden, betekent dit dat de turbine moet worden afgeschermd en dat er radiologische bescherming moet worden geboden tijdens onderhoud. De kosten hiervan hebben de neiging om de besparingen in evenwicht te brengen vanwege het eenvoudigere ontwerp. De meeste radioactiviteit in het water is van zeer korte duur, dus de turbinehal kan kort na het stilleggen van de reactor worden betreden. Een BWR-splijtstofassemblage omvat 90-100 splijtstofstaven en er zijn tot 750 assemblages in een reactorkern, die maximaal 140 ton uranium bevatten. Het secundaire regelsysteem houdt in dat de waterstroom door de kern wordt beperkt, zodat meer stoom in het bovenste gedeelte de matiging vermindert.



Reactor type	Aantal	GWe	Brandstof	Koeling	Regelaar
Pressurised water reactor (PWR)	305	290.5	verrijkt UO <sub>2</sub>	water	water
Boiling water reactor (BWR)	62	63.1	verrijkt UO <sub>2</sub>	water	water
Pressurised heavy water reactor (PHWR)	49	24.5	natuurlijk UO <sub>2</sub>	zwaar water	zwaar water
Advanced gas-cooled reactor (AGR)	12	6.6	natuurlijk U, verrijkt UO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	grafiet
Light water graphite reactor (LWGR)	12	8.4	verrijkt UO <sub>2</sub>	water	grafiet
Fast neutron reactor (FBR)	2	1.4	PuO <sub>2</sub> en UO <sub>2</sub>	liquid sodium	geen
<b>TOTAAL</b>	<b>442</b>	<b>394.6</b>			



# NEDERLAND EN KERNENERGIE

In Nederland kennen we de volgende nucleaire installaties:

- De kerncentrale Borssele bij Borssele (Zeeland).
- De kerncentrale Dodewaard (buiten gebruik).
- URENCO Nederland, Almelo (Overijssel), verrijningsfabriek van uranium.
- Kernreactoren Petten, onderzoekscentrum in Petten (Noord-Holland). Produceert radioactieve isotopen voor onderzoek en medicinale toepassingen.
- Hoger onderwijs reactor (HOR), onderzoeksreactor in Delft (Zuid-Holland). Bedoeld voor onderzoek, levert geen elektriciteit. Eigendom van de Technische Universiteit Delft.
- Centrale organisatie voor radioactief afval (COVRA), gevestigd in de gemeente Borsele in Zeeland. Hier wordt hoogradioactief afval voor langere tijd opgeslagen.

Bron: Wikipedia

## Historie

In de jaren dertig van de twintigste eeuw raakten onderzoekers van de Technische Universiteit Delft geïnteresseerd in het potentieel van kernenergie en legden ze een voorraad natuurlijk uranium aan, dat later voor de Duitse bezetter verborgen werd gehouden. Begin jaren vijftig vormde dit uranium de basis voor samenwerking met het Noorse Instituut voor Energietechnologie in de zwaarwateronderzoeksreactor Halden in Kjeller. In 1955 begon de bouw van de eigen onderzoeksreactor van Nederland, de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten. HFR

was bedoeld om het land te helpen kennis op te doen over nucleaire technologie en operaties door middel van materiaalonderzoek.

Sinds 1969 maakt Nederland gebruik van elektriciteitsproductie door middel van kerncentrales. Op 26 maart 1969 opende de Kerncentrale Dodewaard in het Gelderse dorp Dodewaard. Sinds de jaren '50 in de twintigste eeuw werd de roep om kernenergie steeds groter vanuit de Nederlandse bevolking. Terwijl omringende landen bezig waren met de bouw van de relatief nieuwe vorm van elektriciteitsopwekking bleef Nederland achter. Toen de roep vanuit de industrie en de politiek in Nederland groeide werd besloten om een onderzoek te laten uitvoeren naar de technische en financiële haalbaarheid van de realisatie van een kerncentrale.

In opdracht van de NV Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (SEP) onderzocht de 'Commissie Roodenburg' in 1957 de haalbaarheid van de bouw van een generatie II 150MW centrale. De eindconclusie: technisch gezien was de realisatie van een kerncentrale mogelijk, financieel was het onhaalbaar. Er moest gekeken worden naar een alternatief, zo begon de 'Commissie Kernenergiecentrale' in 1959 met het onderzoeken van de haalbaarheid van een generatie II 50MW centrale, destijds genoeg vermogen om een stad als Arnhem van elektriciteit te voorzien. Dit plan werd zowel economisch als technisch haalbaar gevonden.<sup>2</sup>

Het ministerie van Economische Zaken had een strategie om een nationale industrie te ontwikkelen die in

<sup>2</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Kerncentrale\\_Dodewaard](https://nl.wikipedia.org/wiki/Kerncentrale_Dodewaard)

staat was kernenergietechnologie te ontwerpen, produceren en exporteren. Het uiteindelijke doel was dat vanaf ongeveer 1962 kernenergie zou worden ingevoerd om geleidelijk veel elektriciteitsopwekking met fossiele brandstoffen te vervangen.

De politiek stemde in met dit plan en er werd in 1961 gekozen voor een boiling water reactor (BWR), ook bekend als kokendwaterreactor. De leverancier werd General Electric, een Amerikaanse industriegigant met ervaring in de bouw van BWR-centrales. De financierders van het project waren het Ministerie van Economische Zaken, de elektriciteitsbedrijven, Euratom en enkele individuele leningen. In 1962 wordt er een definitief ontwerp gemaakt nadat de elektriciteitsbedrijven, het Ministerie van Economische Zaken en Euratom een krediet beschikbaar stelden. In 1964 wordt gestart met de grondwerkzaamheden en eind 1968 is de bouw voltooid. Op 26 maart 1969 wordt de eerste kerncentrale in Nederland officieel geopend door toenmalig koningin Juliana.<sup>3</sup>

Het volgende kernenergieproject was een commerciële 452 MWe drukwaterreactor in Borssele, in het zuidwesten van het land. De bouw begon in juli 1969 en de centrale werd in juli 1973 op het elektriciteitsnet aangesloten. Het werd ontworpen en gebouwd door de Duitse Kraftwerk Union (Siemens). Het wordt geëxploiteerd door het Elektriciteitsproductiebedrijf Zuid-Nederland (EPZ) en was eigendom van Essent en Delta Energie (elk 50%). In 2006, na een verlenging van de levensduur tot 2033, verhoogde een turbine-upgrade de capaciteit van 452 tot 485 MWe. Op dit moment voorziet de

centrale van Borssele voor 2% van onze elektriciteitsproductie, genoeg voor zo'n één miljoen huishoudens.<sup>4</sup>

In 2009 stemde het Duitse nutsbedrijf RWE ermee in Essent te kopen voor € 8,35 miljard en kondigde vervolgens aan dat het bereid was nieuwe nucleaire capaciteit te bouwen in Nederland. Essent had op dat moment de helft van EPZ in handen. Echter, vanwege een statuut met betrekking tot het eigendom van de centrale, sloot de overname door Essent het 50%-belang in Borssele uit, dus werd deze ondergebracht in een nieuw bedrijf – Energy Resources Holding (ERH) – eigendom van de provincie en gemeente, bestaande uit de oorspronkelijke aandeelhouders van Essent. De door RWE betaalde prijs daalde dienovereenkomstig met € 950 miljoen.

In mei 2011 kwam Delta met RWE overeen dat het nog eens 20% van EPZ/Borssele zou kopen voor € 137 miljoen, en RWE kwam overeen om € 609 miljoen te betalen voor het saldo van ERH, waardoor het 30% eigendom van EPZ/Borssele zou krijgen. Dit werd in juli 2011 afgerond.

## Regelgeving

De Kernenergiewet 1963 stelt de basisregels voor het gebruik van nucleair materiaal in Nederland. Sindsdien zijn er geen grote veranderingen in deze wet geweest en de regering startte in 2006 een project om deze te moderniseren. Het ministerie van Economische Zaken is verantwoordelijk voor energie, inclusief kernenergie.

<sup>3</sup> <https://www.geldersarchief.nl/bronnen/archieven?mivast=37&mizig=210&miadt=37&miaet=1&micode=1154&minr=3864206&miview=inv2>

<sup>4</sup> <https://www.pzem.nl/trading/assets/kerncentrale-epz>

De herziening van de Kernenergiewet, die nog niet definitief is, zou het ministerie meer zeggenschap geven over de kernenergiehandel door onder meer vergunningen voor kerncentrales beperken tot 40 jaar en door opwerkingscontracten ook aan een vergunningstelsel te onderwerpen.

In 2014 is de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) opgericht als zelfstandig bestuursorgaan onder de minister van Infrastructuur en Milieu. De IAEA heeft later in het jaar een Integrated Regulatory Review Service (IRRS) missie uitgevoerd om deze plannen te herzien. De ANVS is in augustus 2017 volledig onafhankelijk geworden. Een nieuwe IRRS-missie in november 2018 rapporteerde gunstig.

## Brandstof

Nederland heeft van oudsher onderzoek gedaan naar de gascentrifugemethode van uraniumverrijking. Soortgelijke werkzaamheden waren aan de gang in zowel Duitsland als het Verenigd Koninkrijk, en in 1970 werd een overeenkomst (het Verdrag van Almelo) ondertekend door de drie. Het resultaat van de overeenkomst was Urenco, een bedrijf dat gezamenlijk eigendom is van de drie regeringen. In 1979 begonnen de werkzaamheden aan de Urenco-verrijkingsfabrieken in Almelo in het oosten van Nederland en Capenhurst, VK.

De fabrieken begonnen respectievelijk in 1981 en 1982 met de commerciële productie van verrijkt uranium. De productiefaciliteit voor de centrifuges van Urenco bevindt zich in Almelo.

## COVRA

In de jaren zeventig voerde de Nederlandse regering een beleid in om gebruikte splijtstof van zowel de Borssele- als de Dodewaard-reactoren op te werken. In 1984 werd een beleid van langdurige (100 jaar) tussentijdse opslag van al het radioactieve afval van het land opgesteld; en een onderzoeksstrategie voor de uiteindelijke berging. Dit leidde tot de oprichting van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA), gevestigd in Borssele, vlak bij de kerncentrale. Een beheercentrum voor laag- en middelradioactief afval (LILW) is in 1992 in Borssele in gebruik genomen en zorgt voor de opslag van die materialen. In september 2003 is de HABOG-faciliteit van COVRA – een interim-opslag voor hoogactief afval (HLW) – in gebruik genomen door koningin Beatrix.

HABOG heeft twee compartimenten, een voor middelzwaar vlak afval zoals capsules met bekleding van splijtstofelementen na opwerking van hun uraniumgehalte; en één voor het verglaasde hoogradioactief afval dat is geretourneerd na opwerking van gebruikte splijtstof. Het slaat al het hoogradioactief afval van Dodewaard-brandstof op die is opgewerkt in Sellafield in het Verenigd Koninkrijk, en al het afval dat is teruggekeerd van de opwerking van Borssele-brandstof in La Hague. In het tweede compartiment werkt een systeem van natuurlijke convectie om het warmte genererende hoogradioactief afval af te koelen.

Het beleid van de overheid is om hoogradioactief afval uiteindelijk ondergronds op te slaan en op zo'n manier naar dat doel toe te werken dat elke stap omkeerbaar is. In 2001 concludeerde de door de Rijksoverheid gesponsorde Commissie Opberging Radioactief Afval

(CORA) dat geologische terugwinbare berging technisch haalbaar is op een veilige manier, op verschillende locaties in Nederland. In 2100 wordt hierover een besluit genomen. Tot die tijd kan de HABOG modulair uitgebreid worden zodat er genoeg ruimte is voor hoogradioactief afval.

## Nieuwbouw

Begin jaren zestig werden in Nederland grote aardgasvoorraden ontdekt. In combinatie met de impact op de publieke opinie van het ongeluk in Tsjernobyl, nam de belangstelling voor kernenergie af. In 1986 werd op last van de regering een nieuwbouwproject opgeschort. In 1994 stemde de Tweede Kamer voor een voorstel om de kerncentrale Borssele in 2003 uit te faseren. De regering kwam echter in juridische moeilijkheden om dat besluit uit te voeren. In 2003 verschoof de regering de conservatieve regeringscoalitie de sluitingsdatum naar 2013, en in 2005 werd het afbouwbesluit ingetrokken. In juni 2006 sloot de Nederlandse overheid een contract met de exploitanten en aandeelhouders van Borssele. De reactor zou onder bepaalde voorwaarden tot 2034 mogen werken: hij zou volgens de hoogste veiligheidsnormen moeten worden onderhouden en de belanghebbenden, Delta en Essent, kwamen overeen om € 250 miljoen te investeren in duurzame energieprojecten. De regering voegde nog eens € 250 miljoen toe, waarmee ze de schadevergoedingsclaim ontliet waarmee ze te maken zouden hebben gehad als ze waren doorggegaan tot vervroegde sluiting.

In september 2008 maakte Delta (50% eigenaar van EPZ en Borssele) bekend een tweede centrale te bouwen in Borssele van 1000-1600 MWe. In juni 2009

is het bedrijf gestart met het aanvragen van voorlopige goedkeuringen bij het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Delta stelde voor om in 2013 met de bouw te beginnen en in 2018 een installatie van 1600-2500 MWe in gebruik te nemen op MOX-brandstof. Delta startte milieubeoordelingsprocedures en tekende na gesprekken met potentiële partners in november 2010 een overeenkomst met het Franse EDF.

EDF zei bereid te zijn € 2 miljard te investeren in een minderheidsbelang in een nieuwe centrale in Borssele. Mocht het project doorgaan, dan kunnen derde partijen als investeerders worden betrokken en gecontracteerd voor de productie van de kerncentrale. Na de overname van Energy Resources Holding (ERH) in mei 2011 zou RWE hebben aangeboden om 20% van het project te verzekeren. In januari 2012 heeft Delta het project wegens economische onzekerheden voor 2-3 jaar stilgelegd en sindsdien is het niet doorggegaan.

Toen het Duitse nutsbedrijf RWE in 2009 ermee instemde Essent te kopen voor 8,35 miljard euro, kondigde het aan bereid te zijn nieuwe capaciteit in Nederland te creëren. Het aandeel van Essent in EPZ werd vervolgens ondergebracht in een nieuwe onderneming – Energy Resources Holding (ERH) – eigendom van provincies en gemeenten, bestaande uit de oorspronkelijke aandeelhouders van Essent. In september 2010 heeft ERH een aanvraag ingediend voor de bouw van een nieuwe kerncentrale in Borssele, geheel los van het Deltavoorstel. Dit was voor een installatie tot 2500 MWe met een of twee EPR-reactoren. De bouw was voorzien vanaf 2015, voor exploitatie in 2019, maar dit project ging niet door.



# EUROPA EN KERNENERGIE

Kernenergie wordt breed gebruikt binnen de Europese Unie, in 13 van de 26 EU-landen wordt gebruikt gemaakt van nucleaire energieopwekking. Gezamenlijk nemen 106 kerncentrales 26,4 procent van de elektriciteitsproductie voor rekening.<sup>5</sup> In 2019 produceerden kerncentrales meer dan 50% aan duurzame energie binnen de Europese Unie.<sup>6</sup> Koplopers van nieuwe nucleaire ontwikkelingen binnen de EU zijn Frankrijk, Finland en Hongarije. Op dit moment zijn er acht reactoren in aanbouw.

In Europa staan in totaal 141 nucleaire reactoren, 56 staan er in Frankrijk, 15 in het Verenigd Koninkrijk. In Europa werd in 2005 weer begonnen met de bouw van een nieuwe kerncentrale. In het Finse Eurajoki werd begonnen met de realisatie van een EPR-centrale: 'Olkiluoto 3'. De bouw van de Finse centrale was het startschot voor de realisatie van generatie III+ reactoren in Europa. In de jaren daarna volgden Frankrijk met Flamanville 3 (2007), Wit-Rusland met Ostrovets (2013) en Hinkley Point C in het Verenigd Koninkrijk (2018). Nieuw geplande centrales in Finland en Hongarije zijn ook generatie III+ reactoren, SMR-centrales staan op het netvlies in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Denemarken en Estland.<sup>7</sup>

Er zijn ook landen binnen Europa waar kernenergie van de radar begint te verdwijnen. Zo besloten de Duitsers in 2011 om alle kerncentrales te sluiten voor 2022. Deze 'Energiewende' zorgde voor de sluiting van nucleaire centrales in ons buurland; door deze sluiting werd er

tijdens piekmomenten overgeschakeld op het schadelijke bruin- en steenkool. Spanje besloot om in 2035 af te stappen van kernenergie, de komende jaren zullen de centrales geleidelijk sluiten.

De Europese Commissie kwam in april 2021 met de nieuwe taxonomie, een lijst met duurzame investeringen die het aantrekkelijk maakt voor investeerders om te investeren in energiebronnen. Duitsland voert actief de lobby aan om kernenergie uit de taxonomie te houden, samen met Oostenrijk, Denemarken, Luxemburg en Spanje. Ministers van deze groep landen stuurden een brief aan de Europese Commissie met als boodschap: "Kernenergie is onverenigbaar met het 'do no significant harm'-principe van de taxonomieverordening. Wij vrezen dat het opnemen van kernenergie in de taxonomie de integriteit, geloofwaardigheid en daarmee het nut ervan blijvend zou schaden. Kernenergie is een technologie met een hoog risico, windenergie niet. Met dit essentiële verschil moet rekening worden gehouden."<sup>8</sup>

Begin juni 2021 nam de Tweede Kamer een motie aan van het lid Erkens om de regering op te roepen zich in te zetten voor het opnemen van kernenergie in die taxonomie. De strekking van de motie: "Verzoekt het kabinet, om in Europa samen met Frankrijk en andere lidstaten die zich inzetten voor kernenergie op te trekken om kernenergie onderdeel van de taxonomie te laten zijn."<sup>9</sup>

5 <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/nl/sheet/62/kernenergie>

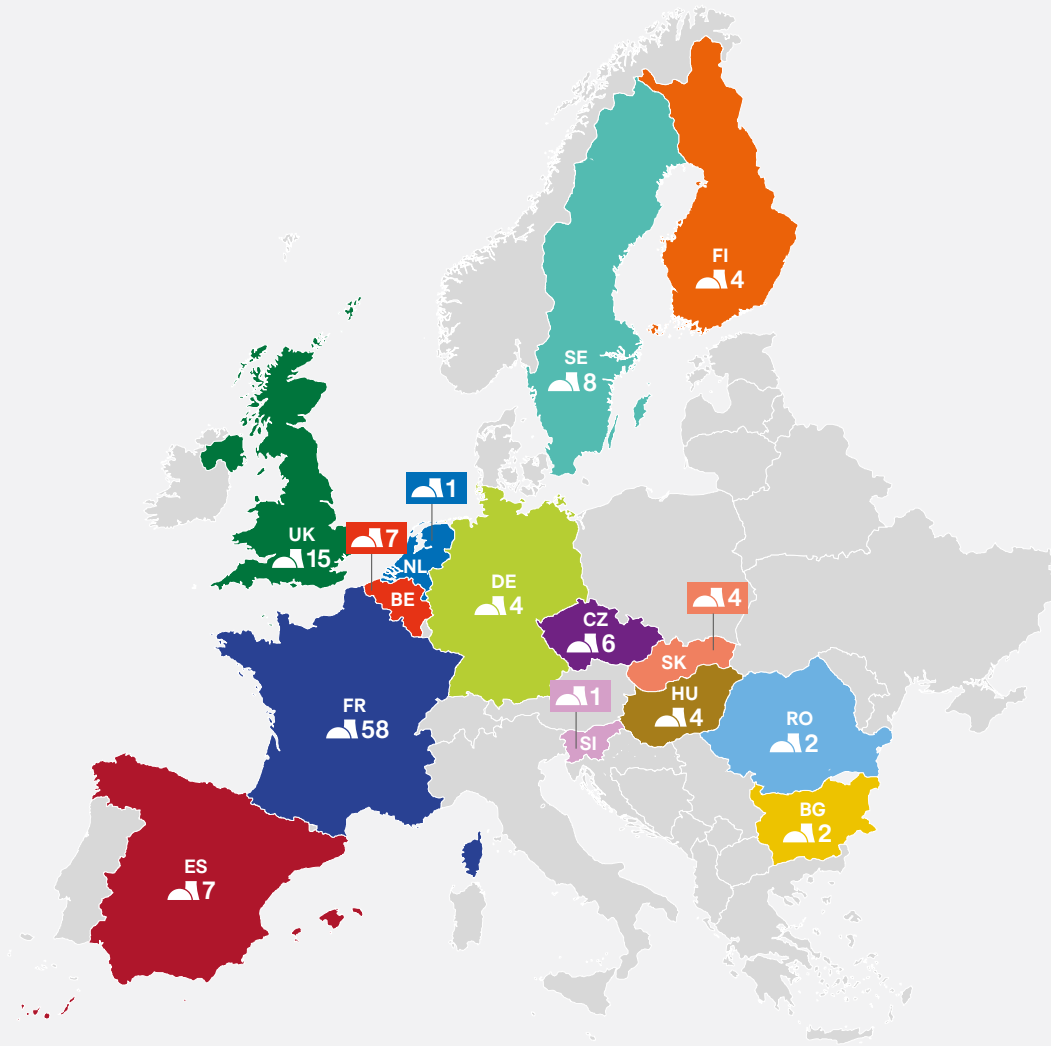
6 [https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_in\\_the\\_European\\_Union](https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_the_European_Union)

7 <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/european-union.aspx>

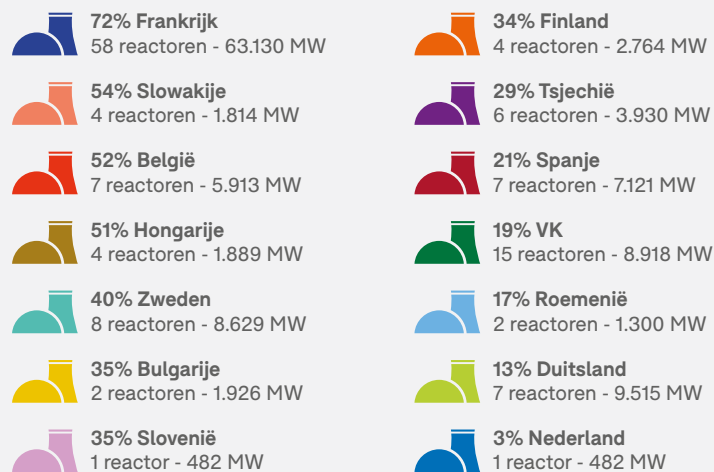
8 <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/germany-leads-call-to-keep-nuclear-out-of-eu-green-finance-taxonomy/>

9 <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2021Z10377&did=2021D22704>

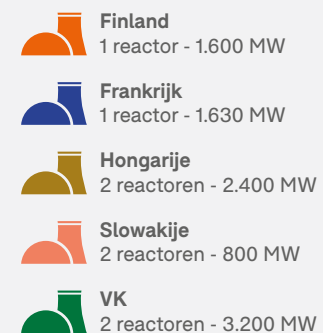
# 126 operationele reactoren in de EU



## Aandeel nucleaire elektriciteit



## Kerncentrales in aanbouw



In oktober tekenden de ministers van energie van Bulgarije, Kroatië, Tsjechië, Finland, Frankrijk, Hongarije, Polen, Roemenië, Slowakije en Slovenië samen een brief die zij stuurden naar de Europese Commissie om kernenergie op te nemen in de taxonomie. Nederland ontbrak onder de brief, later sprak de staatssecretaris voor Economische Zaken en Klimaat Dilan Yeşilgöz-Zegerius toch steun uit voor de brief. “Richting de EU en de Fransen zullen wij heel duidelijk zijn”, beloofde Yeşilgöz tijdens het Kamerdebat.<sup>10</sup>

“Kernenergie moet een deel van de oplossing zijn, hernieuwbare energie speelt een sleutelrol in de energietransitie, maar we hebben andere bronnen van koolstofvrije energie nodig om consistent en voldoende in onze behoeften te voorzien. Kernenergie is essentieel. Het is al goed voor bijna de helft van de koolstofvrije elektriciteitsproductie in Europa.

Al meer dan 60 jaar bewijst de Europese nucleaire industrie haar betrouwbaarheid en veiligheid. Het is een van de meest gereguleerde sectoren ter wereld, met 126 reactoren in bedrijf in 14 Europese landen. Naarmate de samenwerking tussen de lidstaten zich ontwikkelt, zullen we binnenkort nieuwe, moderne reactoren kunnen bouwen, zoals kleine modulaire reactoren.

Het is daarom absoluut noodzakelijk dat kernenergie voor het einde van dit jaar wordt opgenomen in het Raamwerk van de Europese Taxonomie. Alle wetenschappelijke analyses in opdracht van de Europese

Commissie over de milieu-impact van kernenergie leiden tot dezelfde conclusie: er is geen wetenschappelijk bewijs dat kernenergie meer zou bijdragen aan de opwarming van de aarde dan andere energieën die in de taxonomie zijn opgenomen.”<sup>11</sup>

## Frankrijk

Frankrijk is het gidsland van Europa als het gaat om kernenergie. Rond de 72% van de Franse elektriciteitsproductie komt uit kerncentrales, er staan 56 centrales in het land en Macron kondigde laatst aan zes nieuwe centrales te willen bouwen. Wat doen de Fransen anders dan de rest van Europa?

Na de Tweede Wereldoorlog kwam Frankrijk voor een dilemma te staan: hoe breidden we onze capaciteit uit om elektriciteit te produceren. In 1946 werd besloten om alle 1350 Franse nutsbedrijven te nationaliseren, dit werd *Électricité de France*. *Électricité de France*, ook wel bekend als EDF, is de eigenaar van alle huidige kerncentrales in het land. EDF is een Frans staatsbedrijf, 84,5% van de aandelen zijn in handen van de Franse staat.<sup>12</sup>

EDF besloot om in de jaren '50 te starten met de bouw van waterkrachtcentrales, echter was de capaciteit niet genoeg. Later werden centrales op steenkool en olie gebouwd om de vraag bij te benen. Dit ging lang goed, tot de eerste oliecrisis van 1973. De Fransen zagen de kwetsbaarheid en afhankelijkheid en wilden op zoek

<sup>10</sup> <https://www.telegraaf.nl/nieuws/1365963812/kabinet-schaart-zich-alsnog-achter-franse-lobby-voor-meer-kernenergie>

<sup>11</sup> <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Ten-EU-nations-call-for-nuclear-s-inclusion-in-tax>

<sup>12</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/EDF#Frankrijk>

naar een alternatief. Dat alternatief werd kernenergie: in een korte tijd werden 13 kerncentrales gebouwd die in 1977 voor het eerst opende. Het ‘Messmer Plan’ was gericht op de transitie naar het vervangen van alle elektriciteitsproductie naar kernenergie, als slogan werd gebruikt: “In Frankrijk hebben we geen olie, maar wel ideeën”. Het idee was om in 1985 80 kerncentrales te hebben, in 2000 170 centrales. Zo rap ging het niet, maar in 15 jaar tijd werden er wel 58 kerncentrales gebouwd.<sup>13</sup>

In 2007 werd gestart met de bouw van Flamanville 3, een EPR-centrale in Normandië met een capaciteit van 1650 MW. EDF voorspelde een kostenplaatje van 3,3 miljard euro, in 2020 worden de kosten op 19,1 miljard euro geschat na forse tegenslagen. Terwijl de centrale al had moeten draaien in 2012 staat de openingsdatum nu gepland voor 2022. Door ontwerpwijzigingen, verkeerd materiaalgebruik, gewijzigde veiligheidsvoorschriften en wisselende wetgeving liep de bouw uit en stegen de kosten.<sup>14</sup> De Fransen bouwden een zogenaamde ‘first of a kind’ reactor, dit wil zeggen dat zij als één van de eersten startten met de bouw van een EPR-centrale. Het risico hiervan is dat tijdens de bouw op fouten gelopen wordt die dan moeten worden aangepast in het technische ontwerp. Hier gaat veel tijd in zitten, ook stijgen de kosten daardoor.

In 2011 ontstond er een keerpunt voor kernenergie in Frankrijk. Na de Fukushima ramp maakte de Franse politiek zich zorgen over de veiligheid van de steeds

oudere kerncentrales. De directeur van de Franse autoriteit voor nucleaire veiligheid Jacques Repussard zei daarover: “Er moet een laag worden toegevoegd om veiligheidsmechanismen in reactoren te beschermen die essentieel zijn voor de bescherming van de reactor, zoals koelfuncties en elektrische aandrijving”.<sup>15</sup>

In de jaren die volgden werd besloten om de maximale levensduur van de Franse centrales voor onbepaalde tijd te verlengen in plaats van de vastgelegde 40 jaar. EDF kwam met een veiligheidsprogramma en begon met het renoveren van de oudste centrales. In 2012, na de verkiezingsoverwinning van Hollande, werd besloten dat er nagedacht moest worden over het uit faseren van kernenergie. In 2015 stemde het Franse parlement voor het reduceren van de opwekking door kernenergie naar 50% in 2025. Dit zou betekenen dat veel centrales gesloten moesten worden.

Dit besluit zorgde voor de nodige controverse binnen de Franse politiek. De toenmalig Minister van Ecologie en bevoegd voor ecologische transitie, Nicolas Hulot, kondigde aan dat het doel om het aandeel van de kernenergie tegen 2025 te doen dalen van 75% naar 50% moest worden uitgesteld naar 2030 of 2035. Een te snelle beëindiging van kernenergie zou nadelig zijn voor de Franse klimaatdoelstellingen, verklaarde hij. De doelstelling van 50% kernenergie is onrealistisch als Frankrijk zijn beloften over de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen wil naleven.<sup>16</sup>

13 [https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_in\\_France#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_France#History)

14 [https://en.wikipedia.org/wiki/EPR\\_\(nuclear\\_reactor\)#Flamanville\\_3\\_\(France\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EPR_(nuclear_reactor)#Flamanville_3_(France))

15 <https://www.france24.com/en/20111117-france-nuclear-reactors-need-upgrade-safety-natural-disaster-repussard>

16 <https://www.reuters.com/article/france-nuclearpower-idUKL5N1ND5N2>

In 2018 kwam Macron aan de macht en wilde het heel anders doen. Hij besloot direct om de sluiting van centrales uit te stellen tot minimaal 2035. Volgens Macron hadden er zonder zijn besluit 14 centrales gesloten moeten worden, dat had veel banen gekost en een toename in het gebruik van niet-duurzame energie. Twee zwaar verouderde centrales werden in 2020 gesloten.<sup>17</sup>

Door het gebruik van kernenergie is de elektriciteitsprijs in Frankrijk één van de laagste in Europa, zowel voor de consument als voor de industrie. Het aantal doden door luchtvervuiling ligt in Frankrijk sterk lager dan omringende Europese landen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot ligt tot wel tien keer lager ten opzichte van buurland Duitsland. Frankrijk exporteert ook stroom uit kernenergie, jaarlijks levert dat EDF zo'n 3 miljard euro op.<sup>18</sup>

Ter vergelijking: in Frankrijk ligt de consumentenprijs op 18 cent per kWh en de industrieprijs op 12 cent per kWh. In Nederland ligt de consumentenprijs op 24 cent per kWh, de industrieprijs op 17 cent per kWh. Dat is een verschil van 25% en 29% tussen Nederland en Frankrijk.

In Zuid-Frankrijk wordt gewerkt aan onderzoek naar kernfusie. Het zogenaamde 'ITER' project werkt aan de grootste en meest geavanceerde kernfusiereactor ter wereld. In samenwerking met de EU, India, Japan, China, Rusland, Zuid-Korea en de Verenigde Staten is het project op zoek naar technologische mogelijkheden voor de toekomstige generatie kernreactoren.<sup>19</sup>

De Fransen begonnen de afgelopen jaren toch weer te kijken naar de realisatie van nieuwe kerncentrales. Op dinsdag 9 november 2021 sprak de Franse president Emmanuel Macron op televisie de volgende woorden uit: "Om de energieonafhankelijkheid van Frankrijk te garanderen, de elektriciteitsvoorziening van ons land te garanderen en onze doelen te bereiken - met name koolstofneutraliteit in 2050 - zullen we voor het eerst in decennia de bouw van kernreactoren in ons land nieuw leven inblazen en doorgaan met de ontwikkeling van hernieuwbare energie."

Macron wil zes nieuwe EPR-centrales bouwen in Frankrijk, een investering van 48 miljard euro. Ook wil Frankrijk 1 miljard euro investeren in SMR-centrales, een grote stap die de doorbraak kan leveren in de ontwikkeling van deze centrales. Frankrijk neemt het voortouw voor de nieuwe generatie kernreactoren in Europa. EDF heeft in het voorjaar een rapport ingediend bij de regering over de haalbaarheid van het bouwen van zes nieuwe EPR-centrales. Naast de industriële uitdaging, benadrukte de Franse Rekenkamer vorig jaar het "grote" financiële belang van een dergelijk programma, en schatte de bouwkosten van zes nieuwe generatie EPR's op 46 miljard euro.<sup>20</sup>

"EDF en de nucleaire sector zijn klaar om de uitdaging van de #energietransitie aan te gaan door nieuwe kernreactoren te bouwen en hernieuwbare energiebronnen te versnellen. We zijn verheugd met de aankondiging van de president van de republiek", tweette

<sup>17</sup> <https://www.bbc.com/news/world-europe-53233385>

<sup>18</sup> <https://www.edfenergy.com/about/financial-information>

<sup>19</sup> <https://www.iter.org>

<sup>20</sup> <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/nucleaire-ce-que-df-propose-a-emmanuel-macron-et-a-la-france-1362501>



Jean-Bernard Lévy (CEO van EDF) naar aanleiding van de persconferentie.<sup>21</sup>

Uit onderzoek blijkt dat de bouw van een EPR-centrale veel korte termijn banen opleveren binnen de industriële keten, met een aandeel van Franse bedrijven dat op meer dan 80% wordt geschat. Het zou de effecten van de crisis in andere sectoren op het industriële netwerk helpen verzachten. Nieuwe kernenergie, met een van de laagste invoertarieven, zou ook een sterk domino-effect hebben op de rest van de economie (in Frankrijk levert elke euro die in kernenergie wordt geïnvesteerd 2,5 euro op in de rest van de wereldeconomie) en meer in het bijzonder in de Franse departementen.

De publieke opinie in Frankrijk begint steeds positiever tegenover kernenergie te staan. Waar de jaarlijkse populariteitscijfers daalden sinds de Fukushima-ramp in 2011 begint kernenergie weer aan een mars naar boven. Uit een opiniepeiling van het Franse uraniumbedrijf Orano blijkt dat een meerderheid welwillend tegenover kernenergie staat.

- 50 procent (3 procentpunten meer dan in 2019) gelooft dat kernenergie een aanwinst is voor het land.
- 64 procent (10 procentpunten meer dan in 2019) denkt dat de toekomstige elektriciteitsmix van Frankrijk uit kernenergie en hernieuwbare energiebronnen zal bestaan.
- 53 procent (7 punten meer dan in 2019) beschouwt de nucleaire sector als essentieel voor de

energieonafhankelijkheid van Frankrijk.

- 66 procent (5 punten meer dan in 2019) is op de hoogte van de mogelijkheden voor het recyclen van splijtstoffen uit elektriciteitscentrales.

*Bron: Orano*

“De resultaten van dit onderzoek bevestigen de verbetering in de perceptie van kernenergie door onze medeburgers als een continue bron van levering van koolstofarme elektriciteit die bijdraagt aan de strijd tegen klimaatverandering”, aldus de directeur van Orano Philippe Knoche.<sup>22</sup>

## België

België telt zeven kernreactoren, verdeeld over twee plekken. Sinds 1975 staan er twee centrales in het Vlaamse Doel, vlakbij Antwerpen. Ook werd er een centrale gebouwd in het Waalse Tihange, nabij Luik. In de jaren die volgden werden er twee centrales bijgebouwd in Doel en twee in Tihange, allen van het type PWR. Zo kreeg België door de jaren heen zeven PWR-centrales met allemaal een andere sluitingsdatum.<sup>23</sup> Gezamenlijk hebben deze centrales een vermogen van 6000 MW, 2000 medewerkers en dekken ongeveer 50% van het elektriciteitsverbruik.<sup>24</sup>

Volgens het Koninklijk Besluit van 2003 werd besloten dat de kerncentrales in België allemaal zullen moeten sluiten de komende jaren, met een einddatum van

<sup>21</sup> [https://twitter.com/J\\_B\\_Levy/status/1458328912547700736](https://twitter.com/J_B_Levy/status/1458328912547700736)

<sup>22</sup> <https://www.ans.org/news/article-3378/french-support-for-nuclear-is-growing-survey-says/>

<sup>23</sup> <https://fanc.fgov.be/nl/dossiers/kerncentrales-belgie>

<sup>24</sup> <https://corporate.engie.be/nl/energy/kernenergie>

2025. Het federaal regeerakkoord van september 2020 bevestigt bovendien de intentie van de overheid om de volledige kernuitstap in België tegen 2025 te realiseren. De afgelopen maanden is de opinie zwaar aan het kantelen bij onze zuiderburen. Terwijl Frankrijk door blijft investeren in kernenergie zien de Belgen 38% van hun energieproductie aan banden gelegd worden.<sup>25</sup> Volgens voorstanders gaat het niet om de veiligheid, maar om een politieke beslissing.

“België heeft 20 jaar geleden besloten om een kernuitstap te realiseren. Dat is een beslissing op politiek niveau, die wij ten volle respecteren. Als de centrales sluiten, dan is dat niet omdat ze niet veilig zijn, wel omdat er een politieke beslissing is genomen. Redenen zoals het kostenplaatje en investeringen in alternatieve energiebronnen spelen hierbij een rol. Het klopt dat kernenergie een zeer complexe en hoogtechnologische sector is. De standaarden liggen zeer hoog,

verbeteringen zijn duur. Mochten de kernreactoren sluiten, dan is dat dus niet omdat ze niet in goede staat zijn, maar omdat er een tijd geleden in België is beslist om voor de uitdoving van de kernenergie te kiezen”, aldus Rafael Mariano Grossi, directeur van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA).<sup>26</sup>

In plaats van kerncentrales wil de Belgische overheid op grote schaal gascentrales bouwen. Centrales die wel CO2 uitstoten, in tegenstelling tot kerncentrales. Zo kopte nieuwszender VRT al vorige week: “Als België zijn kerncentrales sluit in 2025 en vervangt door gascentrales, zal dit – op het eerste gezicht - leiden tot een hogere uitstoot van broeikasgassen. Kerncentrales stoten immers geen CO2 uit, gascentrales doen dat wel.”<sup>27</sup>

De meerderheid van de Belgische bevolking lijkt ondertussen van kernenergie overtuigd. De Stemming

	Vermogen (MWe)	Inbedrijfstelling	Wettelijke sluiting
DOEL 1	445	15 februari 1975	15 februari 2025
DOEL 2	433	1 december 1975	1 december 2025
DOEL 3	1006	1 oktober 1982	1 oktober 2022
DOEL 4	1039	1 juli 1985	1 juli 2025

	Vermogen (MWe)	Inbedrijfstelling	Wettelijke sluiting
TIHANGE 1	962	1 oktober 1975	1 oktober 2025
TIHANGE 2	1008	1 juni 1983	1 februari 2023
TIHANGE 3	1038	1 september 1985	1 september 2025

25 <https://www.febeg.be/statistieken-elektriciteit>

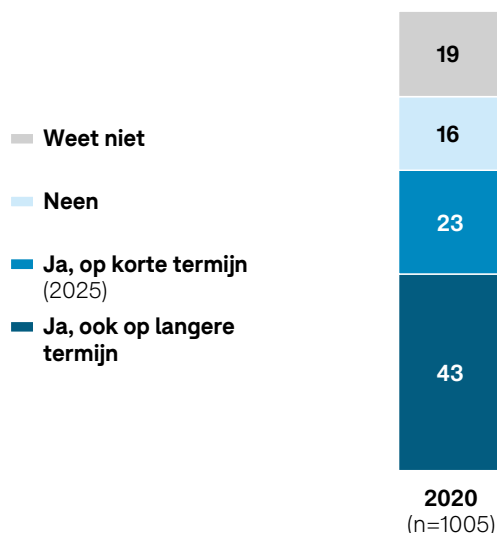
26 <https://www.demorgen.be/nieuws/kerncentrales-zijn-duur-maar-intussen-is-de-gasprijs-450-procent-gestegen~b62cba89/>

27 <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2021/11/08/brengen-extra-gascentrales-de-europese-klimaatdoelstellingen-in/>

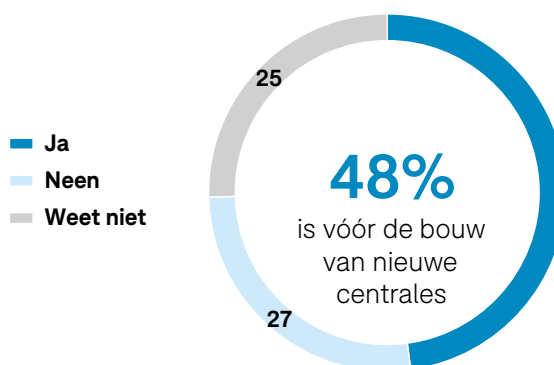
van de VRT wijst uit dat 66% van de Vlamingen kernenergie in onze energiemix wil behouden na 2025. Ook andere onderzoeken van Kantar en Ipsos komen met gelijkwaardige cijfers. Bovendien is 48% van de Belgen overtuigd dat er nieuwe kerncentrales gebouwd moeten worden, een kwart van de ondervraagden is tegen en de resterende 25% weet het niet.<sup>28</sup>

Zowel de bevolking als de politiek zijn nog sterk verdeeld in het kernenergie-debat. Zo haalde de Belgische minister van Omgeving Zuhal Demir (N-VA) een streep door de plannen van de bouw van nieuwe gascentrales in Vilvoorde, de beoogde vervanger van kerncentrales. De kernuitstap - waartegen N-VA zich fel verzet vanuit de oppositie - is alleen mogelijk als er tegen die tijd voldoende gascentrales zijn, die voldoende stroom kunnen leveren. De centrale in Vilvoorde was daarvoor van cruciaal belang. Ze haalde hiermee een groot deel van de Belgische politiek op de hals.<sup>29</sup>

### Vindt u dat productie van kernenergie in België moet behouden blijven?



### Vindt u dat er nieuwe en modernere kerncentrales in België mogen gebouwd worden om de oude op termijn te vervangen?



Bron: Kantar peiling Kernenergie januari 2021<sup>30</sup>

28 <https://www.nuclearforum.be/actualiteit/nieuws/recente-opiniepeilingen>

29 <https://fd.nl/samenleving/1419077/besluit-vlaamse-minister-maakt-stopzetten-kernenergie-onzeker-npk1caoxsYFz>

30 [https://nuclearforum-5143.kxcdn.com/uploads/docs/peiling\\_kernenergie\\_2021\\_NL\\_website.pdf](https://nuclearforum-5143.kxcdn.com/uploads/docs/peiling_kernenergie_2021_NL_website.pdf)

## Finland

Finland kent op dit moment vier kerncentrales, één kerncentrale in aanbouw en één centrale in de ontwerpfase. In totaal komt 30% van de Finse elektriciteitsproductie uit kernenergie, als de nieuwe kerncentrale voltooid is groeit dit percentage door naar 60%.<sup>31</sup>

Finland wordt in Europa revolutionair gezien op het gebied van kernenergie, niet alleen bouwt het land op dit moment een EPR-centrale, ook werkt het land aan de eerste definitieve eindberging. Nederland kan hier veel van kan leren, in 2110 staan wij namelijk voor dezelfde uitdaging.

In 1971 werd gestart met de bouw van de Loviisa 1 centrale nadat het Finse parlement had besloten dat het tijd moest zijn voor kernenergie in Finland. In 1972 werd het Loviisa-project uitgebreid met Loviisa 2, een PWR-centrale met 500 MW vermogen. In Eurajoki werd gestart met Olkiluoto 1 en 2 in 1974 en 1975, twee BWR-centrales van 890 MW per stuk. Finland is met deze vier centrales één van de grootste elektriciteitsproducenten uit kernenergie in Europa. De uitbater van Olkiluoto is TVO, een consortium van Finse energie- en industriebedrijven.

Finland is in 2009 gestart met de bouw van Olkiluoto 3, de derde centrale in het Finse havenstadje Eurajoki. Olkiluoto 3 wordt een EPR-centrale van 1600 MW, één van de grootste centrales van Europa. Volgend jaar is de geplande opleveringsdatum na jaren vertraging. Net als Flamanville 3 in Frankrijk heeft Olkiluoto 3 last gehad van vertragingen door ontwerpwijzigingen, verkeerd materiaalgebruik en nieuwe veiligheidseisen. De ramp bij Fukushima in 2011 zorgde voor een moeilijker klimaat voor kerncentrales, Olkiluoto 3 heeft hier veel last van gehad.<sup>32</sup>

Finland heeft ambitieuze toekomstplannen, onder andere de bouw van twee nieuwe kerncentrales naast de bouw van Olkiluoto 3. Gepland stonden onder andere Olkiluoto 4, een EPR-centrale die in 2010 werd goedgekeurd door het Finse parlement, en Hanhikivi 1, een 1170 MW VVER-centrale. In 2014 besloot het Finse parlement het Olkiluoto 4 project af te blazen door de vertraging en de duurdere bouwkosten van Olkiluoto 3.<sup>33</sup>

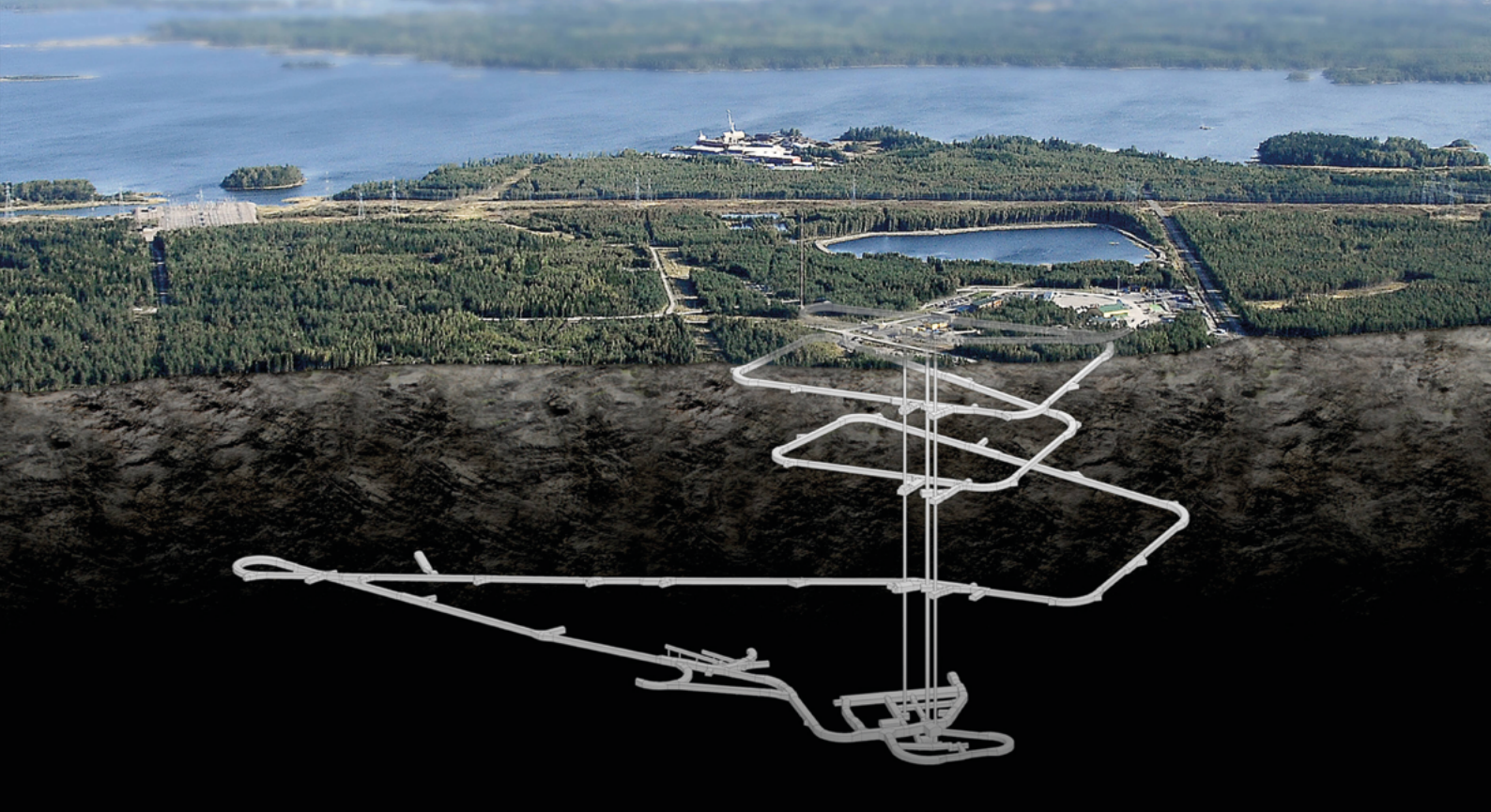
Op het gebied van nucleair afval is Finland revolutionair en een gidsland voor Nederland. In de Finse

	Type	Vermogen (MWe)	Inbedrijfstelling	Start bouw
Loviisa 1	PWR	507	Februari 1977	1971
Olkiluoto 1	BWR	890	September 1978	1974
Olkiluoto 2	BWR	890	Februari 1980	1975
Loviisa 2	PWR	507	November 1980	1972
Olkiluoto 3	EPR	1600	Februari 2022	2009

31 <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx>

32 [https://www.euractiv.com/section/all/short\\_news/the-never-ending-saga-of-finlands-olkiluoto-nuclear-plant/](https://www.euractiv.com/section/all/short_news/the-never-ending-saga-of-finlands-olkiluoto-nuclear-plant/)

33 <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/TVO-seeks-to-delay-Olkiluoto-4-project>



Bron: Posiva<sup>34</sup>

Kernenergiwet is 1994 opgenomen dat Finland al haar kernafval moet opslaan in Finland zelf.<sup>35</sup> Naast de Olkiluoto centrales moest een eerste echte eindberging voor kernafval worden gebouwd werd in 2000 besloten. Hoogradioactief afval is nog voor 100.000 jaar radioactief en gevaarlijk. Door kernafval diep onder de grond op te slaan is het risico op blootstelling aan het milieu het kleinste. Daarom bedachten de Finnen 'Onkalo', een gangenstelsel op minimaal 400 meter diepte. Diep onder de grond is een gangenstelsel aangelegd waarin radioactief afval opgeslagen kan worden.

Het project wordt in vier fases uitgevoerd:<sup>36</sup>

- Fase 1 (2004-09) was het uitgraven van de grote toegangstunnel naar de faciliteit, die naar beneden ging tot een diepte van 420 meter.
- Fase 2 (2009-11) zette de opgraving voort tot een uiteindelijke diepte van 520 meter. Om de lay-out

van de bergingsinstallatie aan te passen, werden de kenmerken van het gesteente bestudeerd.

- Fase 3 (2015–17) was de bouw van de bergingsinstallatie.
- Fase 4 (2022) is het inkapselen en begraven van met verbruikte splijtstof gevulde gangen.

Enkeel af bestaat het opbergingsproces uit het plaatsen van twaalf afvalcapsules in een boorstalen bus en worden deze in een koperen capsule gepakt. Elke capsule wordt vervolgens in zijn eigen gat in de berging geplaatst en de berging wordt gevuld met beton. De geschatte kosten van het Onkalo project bedragen ongeveer € 818 miljoen, inclusief constructie-, inkapselings- en bedrijfskosten.<sup>37</sup>

<sup>34</sup> <https://www.skb.com/news/swedish-method-gains-approval-in-finland-2/>

<sup>35</sup> <https://www.finlex.fi/en/laki/kaannokset/1987/en19870990.pdf>

<sup>36</sup> [https://indico.cern.ch/event/401223/contributions/958655/attachments/803584/1101320/III-2\\_Erik\\_Johansson\\_ONKALO\\_presentation.pdf](https://indico.cern.ch/event/401223/contributions/958655/attachments/803584/1101320/III-2_Erik_Johansson_ONKALO_presentation.pdf)

<sup>37</sup> <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx>



# TOEKOMSTVISIE

Wat JA21 betreft is de tijd aangebroken om te gaan kijken naar de toekomst van kernenergie. Het momentum is er en de publieke opinie staat positief tegenover kernenergie. JA21 wil daarom met een lijst aan voorstellen komen voor de toekomst.

De centrale in Borssele zou volgens artikel 15a van de Kernenergiewet moeten sluiten op 31 december 2033. Uit onderzoek van ENCO blijkt dat het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele de goedkoopste manier van CO<sub>2</sub>-reductie is. JA21 wil een wetswijziging voorstellen om de vergunning van de kerncentrale in Borssele te verlengen, zolang dit technisch en economisch mogelijk is.

JA21 wil twee EPR-centrales bijbouwen in Borssele. Ter vergelijking: twee nieuwe kerncentrales staan gelijk aan liefst 4400 windmolens. Ruimtelijk gezien hebben we het over 0,2 km<sup>2</sup> tegenover een oppervlakte ter grootte van de gehele provincie Utrecht. Samen met de bestaande centrale in Borssele leveren de drie centrales jaarlijks voor 10 miljoen huishoudens CO<sub>2</sub> vrije elektriciteit. Bovendien reduceren ze jaarlijks 15 miljoen ton CO<sub>2</sub> en besparen ze miljarden subsidie op andere duurzame bronnen op jaarbasis.

Op korte termijn zijn generatie IV-centrales nog niet aan de orde, denk hierbij aan thorium of SMR-centrales. Maar voor de middellange termijn worden deze centrales gezien als de veiligste, betrouwbaarste en meest logische oplossing voor het CO<sub>2</sub> probleem. Thorium-centrales bieden louter voordelen, zo blijft er nauwelijks kernafval over en kan de reactor niet ontploffen. SMR-centrales zijn goedkoop, op veel plekken te plaatsen en hebben een korte bouwtijd. Wat JA21 betreft stimuleren we het onderzoek naar deze nieuwe technologische

mogelijkheden door het vrijmaken van subsidie. Alleen zo stellen we de toekomst van ons stroomnet veilig.

Veel marktpartijen zijn huiverig voor de wisselende regelgeving door de jaren heen en de politieke instabiliteit die daarmee gepaard gaat. Door wisselende regelgeving zijn projecten in het buitenland met jaren vertraagd en de bouwkosten enorm gestegen. In Nederland moeten we dat voor zijn, daarom stelt JA21 voor om de regelgeving voor kernenergie te bevriezen totdat de bouw is afgerond. Zo behoeden we investeerders van instabiliteit en extra kosten.

## Nieuwbouw

In juli 2021 kwam er een rapport uit van KPMG in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat over de marktwensen rondom kernenergie. Voor de bouw van een nieuwe centrale zijn marktpartijen en investeerders van essentieel belang voor de kans van slagen. JA21 baseert zich dan ook grotendeels op de wensen van deze marktpartijen. Uit de onderzoeksresultaten komt het volgende naar voren:

**Een overgroot deel van de marktpartijen benadrukt het belang van het kiezen voor bewezen technologie die voldoet aan de geldende veiligheidseisen, waarbij er brede consensus is om voor een generatie III+ reactor te kiezen**

- Er is brede consensus onder marktpartijen dat Nederland voor een generatie III+ reactor met een bewezen ontwerp moet kiezen. Op deze manier beschikt de Nederlandse overheid over bewezen, veilige en reeds beschikbare technologie, en zijn er

naar verwachting minder problemen met ‘first of a kind’ (FOAK)-problematiek die leiden tot kostenoverschrijdingen en vertragingen.

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

Het is wat JA21 betreft duidelijk dat we op dit moment moeten kiezen voor de realisatie van een Generatie III+-type centrale. Bij voorkeur een EPR-centrale zoals deze in het Verenigd Koninkrijk gebouwd wordt. In het Verenigd Koninkrijk wordt op dit moment gewerkt aan Hinkley Point, een EPR-centrale met 2 kernreactoren. Zo ontstaat er een vermogen van 3200 MWe. Dit is genoeg om 10 miljoen huishoudens van elektriciteit te voorzien. In het buitenland zijn EPR-projecten veelal uitgelopen zoals in Frankrijk met Flamanville 3 en in Finland met Olkiluoto 3. KPMG heeft dit onderzocht en hier het volgende over geconcludeerd:

**Er is brede consensus dat een generatie III+ reactor in Nederland niet de problemen hoeft te hebben als in het buitenland qua kosten en vertragingen en daarnaast significant besparingspotentieel kent**

- Om problemen qua kosten en vertragingen zo veel mogelijk te vermijden zal gekozen moeten worden uit generatie III+ ontwerpen waarvan reeds een (aantal) reactoren gebouwd zijn, of in aanbouw zijn. In EMEA en Noord-Amerika zijn dat reactortechnologieën van EDF (Olkiluoto, Flamanville, Hinkley Point C), Westinghouse (Vogtle), KEPCO (Barakah) en Rosatom (Ostrovets, Akkuyu, Hahnikiivi, Paks II).
- Doordat de ontwerpen van deze generatie III+ reactoren volwassen zijn en kennis en expertise in Europa opgebouwd worden, zullen kosten naar verwachting lager uitvallen. Het is naar schatting

## JA21 wil

- ✓ Twee nieuwe EPR-centrales van 1500 MW in Borssele naar Brits model
- ✓ De gesprekken voeren met leverancier EDF over de bouw van een grote EPR-centrale in Nederland
- ✓ Een onderzoek naar de haalbaarheid van een levensduurverlenging van de huidige 485 MW BWR-centrale in Borssele
- ✓ Een wetswijziging van de Kernenergiewet in artikel 15a voor het faciliteren van een levensduurverlenging van de BWR-centrale in Borssele
- ✓ De komende jaren regelgeving voor kernenergie bevroren om meer stabiliteit te bieden aan investeerders
- ✓ Onderzoek subsidiëren naar SMR-centrales en thorium-centrales
- ✓ Kernenergie opnemen in de taxonomie

mogelijk om in een optimistisch scenario tot ~28-40% per MW te besparen ten opzichte van een FOAK-reactor bij de bouw een kerncentrale met twee reactoren op basis van een bewezen ontwerp.

- Het voorkomen van FOAK-problematiek in engineering en bouw kan naar schatting een besparing opleveren van ~20-30%. Deze besparing zit hem in leereffecten met het ontwerp tijdens de bouw en het voortbouwen op vergunningen uit de eerdere trajecten.

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

Door een bestaand ontwerp te kiezen voor een Nederlandse EPR-centrale zijn de kosten tussen de 30 en 40% lager ten opzichte van een nieuw ontwerp. Ook zal de bouwtijd met 20 tot 30% korter zijn waardoor er een significant besparingspotentieel ligt. Dit versterkt de visie van JA21 om een dubbele EPR-centrale naar het Hinkley Point model te bouwen. De kosten van de recente westerse FOAK-generatie III+ reactoren van 1.200-1.500 MW bedragen tussen de 7,0 en 13,2 miljard euro. Door te kiezen voor een bestaand ontwerp gaan deze kosten dus omlaag.

Ter vergelijking: een windturbine van 2 MW kost ongeveer 3 miljoen euro. Om dezelfde capaciteit te behalen als een 1500 MW EPR-centrale zijn 1800 windturbines nodig. De bouwkosten van de windturbines bedragen 5,4 miljard euro, echter gaat een kerncentrale minimaal twee keer zo lang mee (60 jaar in plaats van 30 jaar), de geschatte kosten liggen dan ook rond de 11 miljard euro exclusief jaarlijkse kosten van 600 miljoen per jaar.

EDF, het Franse staatsbedrijf, is verantwoordelijk

voor de bouw van deze centrale in het zuiden van het Verenigd Koninkrijk. JA21 wil dat de Nederlandse regering actief gesprekken gaat voeren met het Franse EDF om deze partij de mogelijkheid te bieden om in Nederland te investeren.

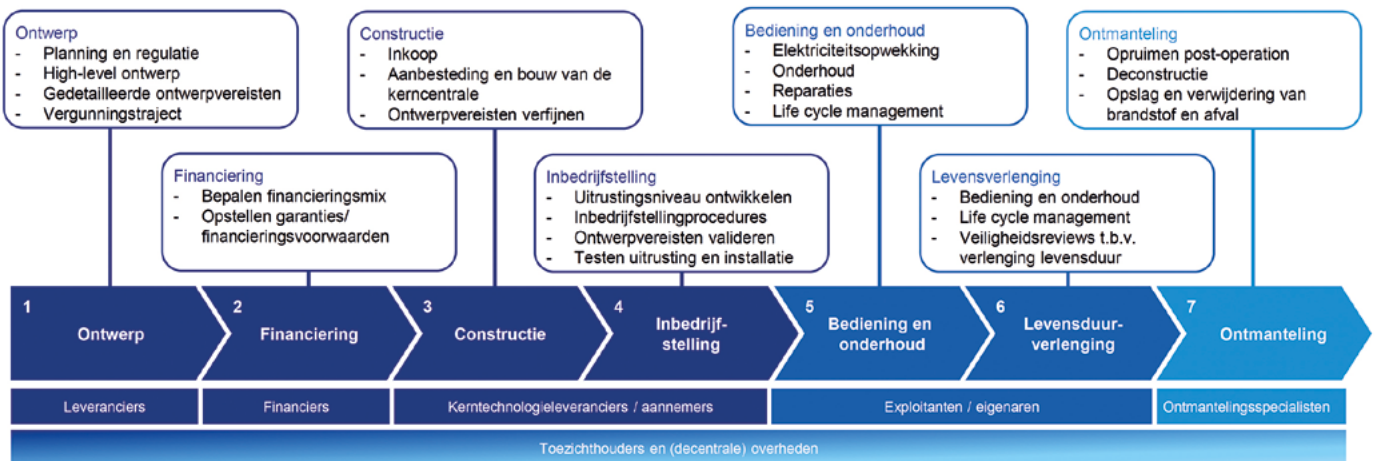
De Nederlandse overheid heeft drie locaties onderzocht voor de mogelijke komst van een kerncentrale. Dit betreft de Eemshaven, de Maasvlakte I en Borssele. Eemshaven is recentelijk door een motie komen te vervallen. Voor Borssele lijkt er ruimte voor 1 à 2 grote kerncentrales door de reeds geplande uitbreiding van het hoofdnet. JA21 is van mening dat twee nieuwe kerncentrales in Borssele moeten worden bijgebouwd. Tijdens het werkbezoek in Borssele is de JA21-fractie nadrukkelijk verteld door EPZ dat er plaats is voor twee centrales op het EPZ-terrein, direct naast de huidige kerncentrale.

### **Een generatie III+ kerncentrale kan naar verwachting gerealiseerd worden na 11-15 jaar vanaf de start van het vergunningstraject**

- Een kerncentrale op basis van een bewezen ontwerp kent een verwacht vergunningstraject van 3-5 jaar.
- Generatie III+ kerncentrales kennen op basis van recente bouwprojecten buiten de EU een bouwtijd van ongeveer 8-10 jaar. De lopende projecten binnen de EU van generatie III+ kerncentrales in Finland en Frankrijk zijn nog niet afgerond en laten nu uitschieters zien naar 15-16 jaar.) Marktpartijen geven aan dat ze verwachten dat met de opgedane ervaring de bouwtijd mogelijk gereduceerd kan worden tot 6-8 jaar.

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

## Nucleaire waardeketen



Bron: Marktconsultatie kernenergie, KPMG

De bouwtijd van een bestaand bewezen ontwerp van een EPR-centrale wordt door KPMG geschat op 11 tot 13 jaar. Het is daarom van groot belang dat we zo snel mogelijk starten met het in gang zetten van een vergunningstraject voor een nieuwe centrale. JA21 heeft hier een motie voor ingediend in de Tweede Kamer, helaas is deze door een meerderheid van de Kamer begin november verworpen.

Twee nieuwe centrales staan gelijk aan 4400 windturbines of 70 miljoen zonnepanelen. Twee voetbalvelden ten opzichte van de oppervlakte van de provincie Utrecht. Met alleen wind- en zonne-energie gaan we het niet redden. Hoe langer we wachten met de bouw van een nieuwe centrale, des te groter de problemen op het elektriciteitsnet worden.

Nieuwbouw van een kerncentrale levert een positief economisch effect op voor de regio. Voor de bouw van een nieuwe centrale zijn uit onderzoek ongeveer 12.000 directe arbeidsjaren nodig. 60% van de bouw van een kerncentrale bestaat uit civiel werk, dit wordt vooral lokaal gezocht. Ook zorgt het voor een enorme kennisboost in de regio doordat hoog opgeleiden in en nabij de centrale gaan werken. Voor deze werknemers worden woningen gebouwd waardoor de omgeving economisch erop vooruitgaat.

De operatie van een kerncentrale van 1.000 MW levert gemiddeld ~600 voltijds- banen op per jaar uitgaande van een levensduur van 50 jaar. Over de gehele levensduur van een kerncentrale van deze grootte levert deze ook ~1.000 indirecte banen op.

In 2019 genereerden Europese kerncentrales (in totaal 118.019 MW) ~392,3 duizend directe banen in de civiele nucleaire industrie. Daarnaast genereerden ze ~786,5 duizend indirecte banen, waarmee de totale werkgelegenheid uitkomt op ~1,2 miljoen banen.

Marktpartijen geven aan dat de gecreëerde banen door een kerncentrale veelal goedbetaald en hoogopgeleid zijn. Dat kan voor sommige regio's buiten de Randstad een belangrijke overweging zijn.

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

## Borssele

In oktober was de JA21-fractie op bezoek bij de kerncentrale in Borssele, de centrale uit 1973 levert 2% van de elektriciteitsvraag in Nederland. Volgens de Kernenergiewet moet de centrale sluiten op 31 december 2033. Uit onderzoek van ENCO, in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat blijkt het volgende:

“De kosten van kernenergie zitten vooral in de bouw van centrales. Het langer openhouden van een bestaande centrale - en de enige Nederlandse staat in Borssele - is goedkoper dan elke andere manier van energieopwekking. Maar ook de bouw van een nieuwe centrale maakt de stroom eigenlijk niet duurder. Als bij wind- en zonne-energie de systeemkosten worden meegenomen (zoals extra netwerkkosten, kosten voor balanceren van het net en aansluitingskosten) dan is de stroom uit een nieuwe centrale net zo duur als van een windmolen of zonnepaneel. Bij duurzame energie

worden die kosten nu afgewenteld op de netwerkbeheerder en de consument.”

*Bron: ENCO*

Uit onderzoek van KPMG, in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, blijkt dat marktpartijen hun voorkeur geven aan het openhouden van Borssele.

### **Marktpartijen geven aan dat Borssele een modern en veilig ontwerp kent.**

- Borssele heeft daarnaast door de jaren heen diverse veiligheidsaanpassingen doorgevoerd. Naar aanleiding van reguliere veiligheidsevaluaties zijn systemen veiliger gemaakt en/of uitgebreid, waardoor sommige marktpartijen Borssele inmiddels typeren als een generatie II+ kerncentrale.
- De veiligheid van Borssele wordt bevestigd door de Benchmark Commissie (de commissie die iedere vijf jaar verslag uitbrengt over de veiligheid van kern- centrale Borssele), welke aangeeft dat de centrale behoort tot de 25% veiligste drukwaterkerncentrales van de westerse wereld.
- Mede door Borssele beschikt Nederland over specifieke kennis met betrekking tot nucleaire energievoorziening (denk aan stralingsbescherming en vergunning- verlening).

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

JA21 wil de kerncentrale in Borssele openhouden. Hiervoor heeft Joost Eerdmans een motie ingediend die begin november verworpen werd. Om de kerncentrale open te houden is een veiligheidsrapport



nodig dat enkele miljoenen kost. JA21 stelt voor dat de Nederlandse overheid dit rapport financiert om EPZ uit de onnodige kosten te houden. Zolang de kerncentrale in Borssele open te houden is op basis van technologische en economische mogelijkheden wil JA21 de centrale open houden.

## Regelgeving

Om de kerncentrale in Borssele open te houden moeten er een aantal wijzigingen doorgevoerd worden. Allereerst moet artikel 15a van de Kernenergiewet aangepast worden. Bij afspraken tussen de Nederlandse overheid en uitbater EPZ zijn afspraken gemaakt dat de centrale in 2033 moet sluiten. Dit is opgenomen in artikel 15a van de Kernenergiewet.

### Artikel 15 sub a lid 1 Kernenergiewet:

*Met ingang van 31 december 2033 vervalt de op grond van artikel 15, onder b, verleende vergunning voor het*

*in werking houden van de in 1973 in werking gebrachte kernenergiecentrale Borssele, voorzover het betreft het vrijmaken van kernenergie.*

Om de kerncentrale open te houden zal er dus een wetswijziging moeten komen. JA21 wil dit wetsvoorstel gaan indienen in de Tweede Kamer. Het wetgevings-traject gaat een tijd duren dus er is noodzaak om snel deze wijziging in te dienen.

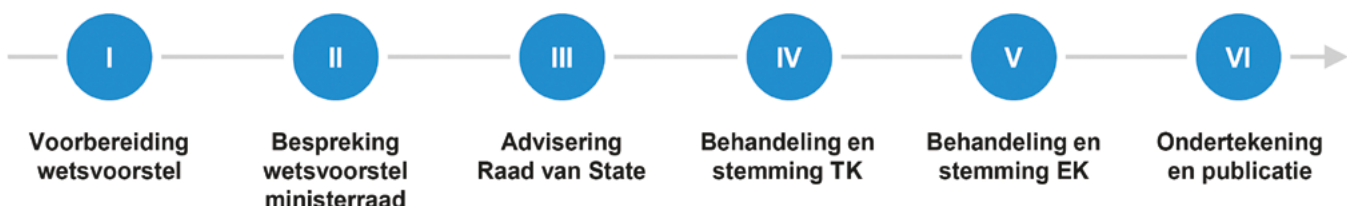
### Artikel 15 sub a lid 1 Kernenergiewet:

*De verleende vergunning voor het in werking houden van de in 1973 in werking gebrachte kernenergiecentrale Borssele, voorzover het betreft het vrijmaken van kernenergie op grond van artikel 15, onder b vervalt indien hetopenhouden van de kernenergiecentrale technisch en economisch onhaalbaar is geworden.*

In de nota van toelichting van de Kernenergiewet staat vermeld dat het opnemen van een uiterste sluitingsdatum voor de centrale in de wet, samenhangt met

## Proces mogelijke wets- en vergunningswijziging levensduurverlenging Borssele

### Wetgevingsproces



Bron: Marktconsultatie kernenergie, KPMG

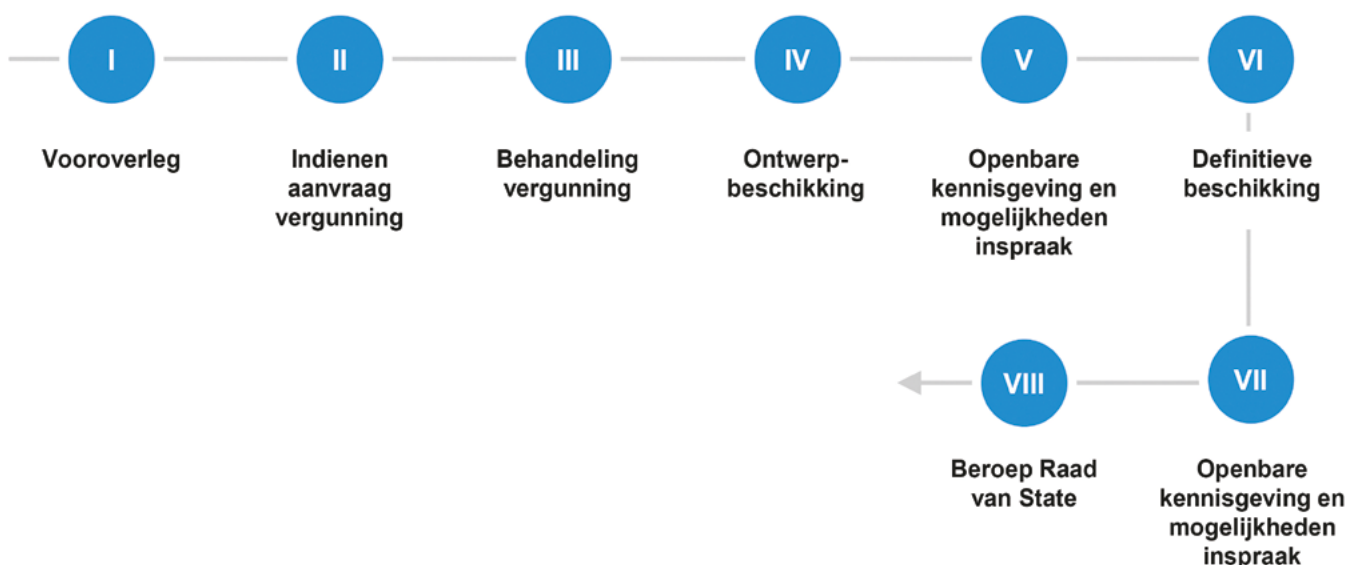
de afspraak over bedrijfsduur van de centrale, zoals opgenomen in het Convenant Kerncentrale Borssele. Naast het wijzigen van de Kernenergiewet is het dus ook noodzakelijk om het Convenant Kerncentrale Borssele aan te passen. Een convenant is een afspraak tussen de overheid en één of meerdere partijen, in dit geval EPZ.

Om de kerncentrale in Borssele langer in bedrijf te houden moet ook een nieuwe vergunning afgegeven worden. Dit traject duurt in Nederland lang en is afhankelijk van een veiligheidsrapport naar de levensduurverlenging. Dit rapport kost miljoenen en duurt jaren. Volgens uitbater EPZ is eind 2022 de deadline verstreken om op tijd te zijn voor een levensduurverlenging in 2033, er is dus haast bij gebaat. Begin 2022 moet er een politiek besluit genomen worden hierover.

- Onderdeel van de huidige vergunning voor Borssele is een onderliggend veiligheidsrapport. Voor bedrijfsvoering na 2033 moet het onderliggende veiligheidsrapport worden geactualiseerd. In het veiligheidsrapport moet de vergunninghouder aantonen dat de kerncentrale aan de technische veiligheids-eisen kan voldoen. Voor bedrijfsvoering na 2033 moet de vergunninghouder het veiligheidsrapport aanvullen en aantonen, met onder andere veiligheidsanalyses en verouderingsberekeningen, dat de veiligheid ook na 2033 is geborgd.
- Het nieuwe veiligheidsrapport moet worden beoordeeld en goedgekeurd door de ANVS. Afhankelijk van de uitkomst, kan dit een aanpassing van de vergunning vereisen.

Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG

## Vergunningverleningsproces



Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG

Marktpartijen geven aan tijdens de bouw van een kerncentrale last te ondervinden van wisselende veiligheidsregels en wetgeving. Door de wijzigingen stijgt de bouwprijs en de bouwtijd significant zoals bijvoorbeeld te zien is in Frankrijk en Finland. JA21 wil dat de overheid marktpartijen zekerheid biedt door de regelgeving van kernenergie de komende jaren ongeschonden te laten. Ondernemers willen zekerheid, geen loze beloftes.

## Generatie IV

In de toekomst kunnen we centrales bouwen waarin we kernafval gebruiken als brandstof, zo valt het kernafval argument weg. Ook kunnen we kleine centrales door het hele land in korte tijd bouwen. Mooie toekomstmuziek, maar helaas op dit moment nog niet aan de orde. Toch wil JA21 onderzoek naar generatie IV-reactoren ondersteunen om zo onze toekomstige elektriciteitsvoorziening veilig te stellen.

Uit onderzoek van KPMG blijkt dat marktpartijen SMR-centrales als een interessante optie zien. SMR-centrales zijn kerncentrales met een kleine omvang die op veel plekken in Nederland gebouwd kunnen worden. De verwachte benodigde investering voor een SMR van 300 MW zal ongeveer tussen de 1,4 en 2,7 miljard euro liggen. Dat is een stuk goedkoper dan grote moderne kerncentrales. De bouwtijd van een SMR-centrale ligt rond de vier jaar, dat is de helft van een reguliere centrale.

In het buitenland wordt al volop geëxperimenteerd met SMR-concepten. Wereldwijd zijn er op dit moment 72

SMR-concepten in ontwikkeling, daarvan zijn er nu 3 operationeel. De verwachting is dat vanaf 2027 pas op grote schaal gestart kan worden met de bouw van een SMR-centrale. JA21 vindt het belangrijk dat Nederland technologisch koploper blijft op mondiaal niveau en daarom vanaf de start betrokken raakt bij het onderzoek naar SMR-centrales. Nederland moet wat ons betreft horen tot de eerste landen die een operationele SMR-centrale hebben.

### Er is brede consensus onder marktpartijen dat SMR's een interessante optie kunnen zijn

- Veel marktpartijen zien SMR's als een interessante optie, omdat deze mogelijk sneller gebouwd kunnen worden en beperkter in investeringsomvang zijn, waardoor ze mogelijk makkelijker te financieren zijn.
- Door de kleine omvang zijn SMR's beter in staat om de efficiëntie van passieve veiligheidssystemen te verhogen en is het mogelijk om SMR's op locaties te bouwen waar een grote generatie III+ reactor niet gebouwd kan worden.
- Daarnaast zijn SMR's flexibeler door verbeterde mogelijkheden in de toepassing van regelbaar vermogen.

*Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG*

Thorium-centrales zijn ook generatie IV-centrales. Thorium-centrales werken op basis van de brandstof thorium. De kans op een nucleaire meltdown zoals bij Fukushima is vrijwel nul. Thorium-centrales produceren tot 1000 keer zo weinig kernafval dan een normale kerncentrale. Na 10 jaar is 83% van de brandstof

stabiel en kan die worden hergebruikt in de industrie en geneeskunde. De resterende 17 % hoogradioactief afval van thoriumreactoren moet daarna 300 jaar veilig bewaard worden voordat de radioactiviteit tot ongevaarlijke niveaus gedaald is.<sup>38</sup>

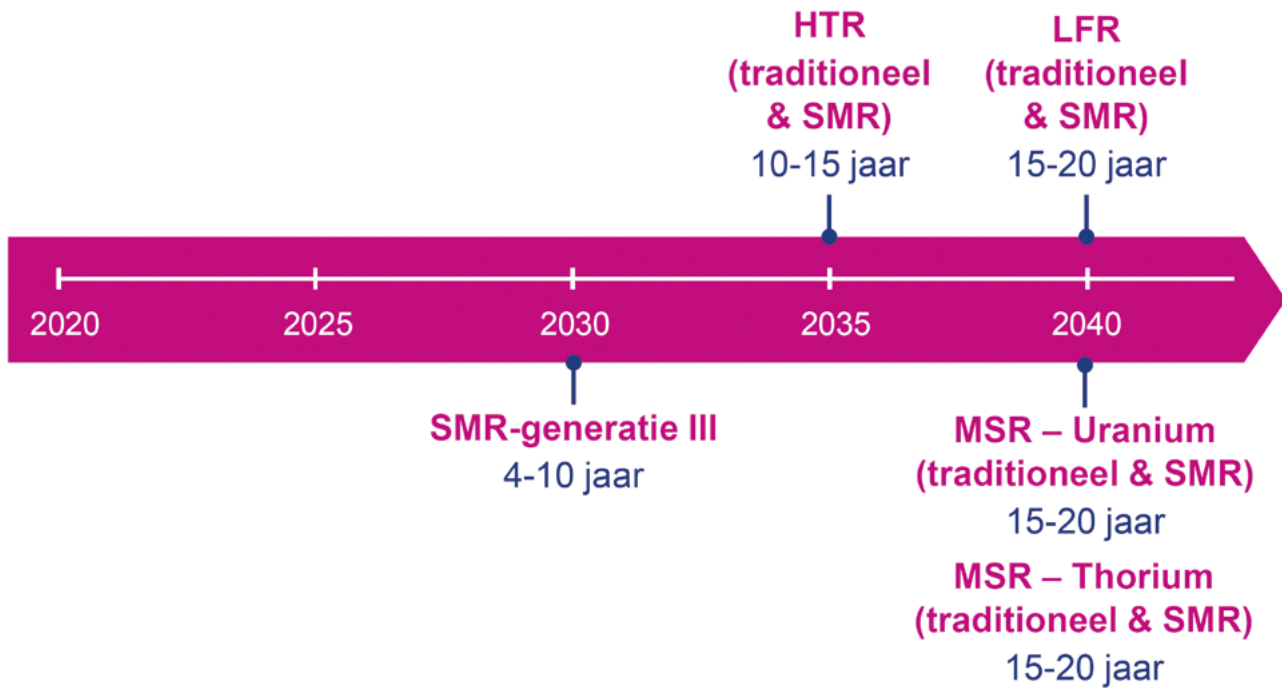
Thorium is ongeschikt voor het maken van kernwapens, dat is dan ook de reden dat grootschalig onderzoek naar thorium in de jaren 70 niet werd voortgezet, er was veel vraag naar kernwapens in die tijd. Er is nog veel thorium beschikbaar wereldwijd, ongeveer drie keer zoveel als uranium.

Voor 2040 zal er nog niet op grote schaal gestart kunnen worden met de bouw van thorium-centrales. In China is op dit moment één thorium-centrale werkende als onderzoeksreactor. In de Westerse wereld worden grote stappen gezet om zo snel mogelijk een werkend type thorium-centrale te bouwen op grote schaal.

Marktpartijen geven aan dat het belangrijk is om technologisch onderzoek te verrichten naar deze soorten van kernenergie. JA21 wil zowel SMR-centrales als thorium-centrales op grote schaal gaan onderzoeken. Hiervoor zijn onder meer investeerders en subsidies nodig. Wat JA21 betreft moet de overheid zich hard maken voor het aantrekken van investeerders en het subsidiëren van nieuwe kernenergiebronnen. Dat alles om onze toekomst veilig te stellen als het gaat om elektriciteitsproductie.

<sup>38</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Thoriumreactor>

## Geschatte doorlooptijd tot beschikbaarheid van een passend vergunningskader <sup>(a)</sup>



Bron: Marktconsulatie kernenergie, KPMG



## OPINIEONDERZOEK I&O RESEARCH

JA21 heeft voor dit kernenergie rapport een opinieonderzoek laten uitvoeren door I&O Research om te kijken in hoeverre de ideeën aanslaan in de samenleving. Het is belangrijk om te zien dat kernenergie breed gedragen wordt in de samenleving.

De vraag is of Nederlanders vinden dat kernenergie wel of geen rol in moet spelen in de energietransitie. Dat hebben we in dit opinieonderzoek op meerdere manieren onderzocht. Steeds blijkt ongeveer de helft van de Nederlanders voorstander te zijn van (meer) kernenergie. De andere helft is of neutraal of tegen deze vorm van energieopwekking.

Momenteel is één kerncentrale in gebruik in Nederland. De helft van de Nederlanders ervaart dit als positief. Slechts 17 procent is hier negatief over.

Bijna de helft van de Nederlanders (46%) vindt dat er in Nederland (veel) meer energie moet worden geproduceerd door middel van kerncentrales. Slechts 11 procent vindt dat we helemaal geen kernenergie moeten gebruiken. De meest populaire energiebronnen zijn zonnepanelen (op daken), windturbines/molens op zee, aquathermie en aardwarmte. Gas en kolen zijn veruit het minst populair.

Met name kiezers onder rechtste partijen waarderen het opwekken van kernenergie. Maar ook onder de kiezersgroepen van CDA, Volt en D66 is een meerderheid positief.

We legden Nederlanders ook enkele stellingen met betrekking tot kernenergie. Bij geen van de stellingen schaaft een meerderheid zich erachter. Wel zien we steun vanuit substantiële minderheden voor alle

stellingen. Slechts 16 procent van de Nederlanders vindt dat kernenergie niet nodig is om de overstap te maken van fossiele naar hernieuwbare energie. Drie keer zoveel Nederlanders geven aan kernenergie wél nodig te vinden.

BIJLAGEN

**RAPPORT DRAAGVLAK KERNENERGIE**

Rapport

---

# Draagvlak kernenergie

Landelijk representatief (18+) onderzoek naar de houding van Nederlanders ten aanzien van kernenergie en andere vormen van energieproductie.  
Uitgevoerd in opdracht van JA21.

# Colofon

**Uitgave**

I&O Research  
Piet Heinkade 55  
1019 GM Amsterdam

**Rapportnummer**

2021/concept

**Datum**

november 2021

**Opdrachtgever**

JA21

**Auteurs**

Wietse van Engeland  
Asher van der Schelde

*Het overnemen uit deze publicatie is toegestaan, mits de bron duidelijk wordt vermeld.*



# Inhoudsopgave

<b>Belangrijkste uitkomsten</b>	<b>4</b>
<b>1 Nederlanders positief over “Parijs” maar onderschatten aandeel fossiel</b>	<b>8</b>
1.1 Nederlanders positief over klimaatdoelen “Parijs”	8
1.2 Nederlanders onderschatten aandeel fossiele energie	9
<b>2 Kernenergie als energiebron</b>	<b>10</b>
2.1 Nederlanders per saldo positief over kernenergie	10
2.2 Bijna helft wil meer kernenergie	11
2.3 Experiment: uitleg verandert steun voor kernenergie niet wezenlijk	12
2.4 Voorstanders van kernenergie: “schoon” en “noodzakelijk”	13
2.5 Tegenstanders kernenergie zien vooral gevaren	14
2.6 Helft Nederlanders vindt kernenergie nodig	15
<b>3 Onderzoeksverantwoording</b>	<b>16</b>





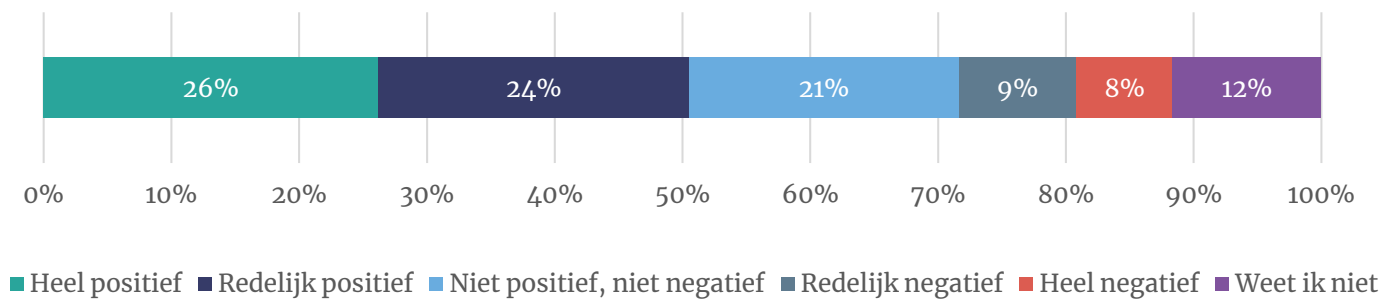
# Belangrijkste uitkomsten

## Nederlanders per saldo voor kernenergie

Tijdens de Parijs-top in 2015 werd o.a. afgesproken dat in 2050 de energievoorziening volledig duurzaam moet zijn. Twee op drie Nederlanders staan positief tegenover deze doelen. De vraag is echter hoe zij denken dat deze doelen gehaald kunnen worden. En of zij vinden of kernenergie hier wel of geen rol in moet spelen. Dat hebben we in dit onderzoek op meerdere manieren onderzocht. Steeds blijkt ongeveer de helft van de Nederlanders voorstander te zijn van (meer) kernenergie. De andere helft is of neutraal of tegen deze vorm van energieopwekking. Per saldo kunnen we daarom stellen dat Nederlanders meer voor dan tegen kernenergie zijn.

Momenteel is één kerncentrale in gebruik in Nederland. De helft van de Nederlanders ervaart dit als positief. Slechts 17 procent is hier negatief over.

**Figuur 0.1 - In Nederland is op dit moment één kerncentrale in gebruik. Wat vindt u ervan dat we in Nederland kernenergie opwekken? N = 1.110**

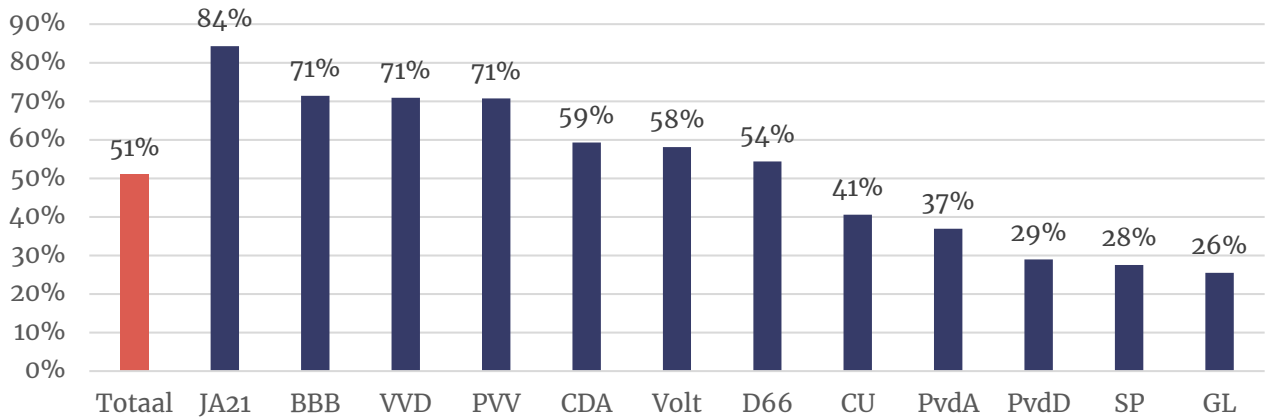


## Rechtse kiezers positiever over kernenergie

Met name onder kiezers rechtse partijen waarderen het opwekken van kernenergie. Maar ook onder de kiezersgroepen van CDA, Volt en D66 is een meerderheid positief.

**Figuur 0.2 - Wat vindt u ervan dat we in Nederland kernenergie opwekken?<sup>1</sup>**

Heel/redelijk positief naar partij van eerste voorkeur (N = 1.110 Nmin =29)

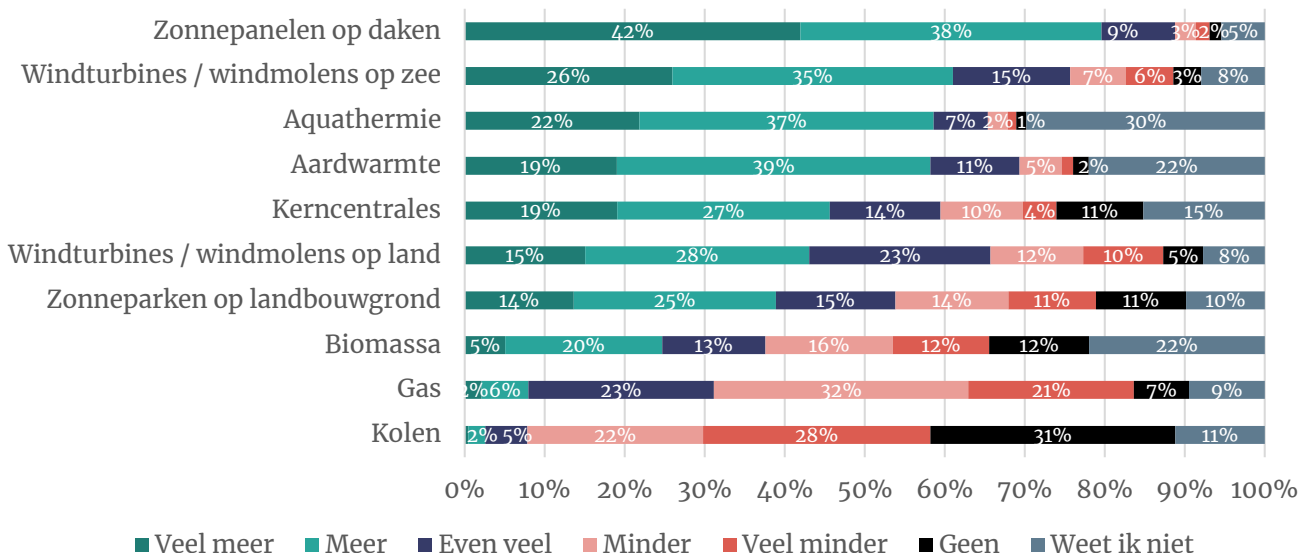


## Bijna helft voor meer kernenergie

Bijna de helft van de Nederlanders (46%) vindt dat er in Nederland (veel) meer energie moet worden geproduceerd door middel van kerncentrales. Slechts 11 procent vindt dat we helemaal geen kernenergie moeten gebruiken. De meest populaire energiebronnen zijn zonnepanelen (op daken), windturbines/molens op zee, aquathermie en aardwarmte. Gas en kolen zijn veruit het minst populair.

**Figuur 0.3: Wat vindt u? Moet er in Nederland meer, minder, even veel of geen energie geproduceerd worden door middel van ...**

N= 1.110



<sup>1</sup> Percentages voor BBB (n=29), JA21 (n=35) en CDA (n=37) zijn indicatief vanwege het beperkte aantal waarnemingen



### Voorstanders kernenergie: "schoon" en "noodzakelijk"

Nederlanders die voorstander zijn van meer kerncentrales maken voornamelijk gebruik van twee argumenten. Een groot deel noemt het feit dat kernenergie een relatief schone manier van energieopwekking is waarbij geen CO2 wordt uitgestoten. Anderen stellen dat het noodzakelijk is. Zij menen dat er geen alternatief is omdat het niet mogelijk is om alle energie uit duurzame bronnen te halen.

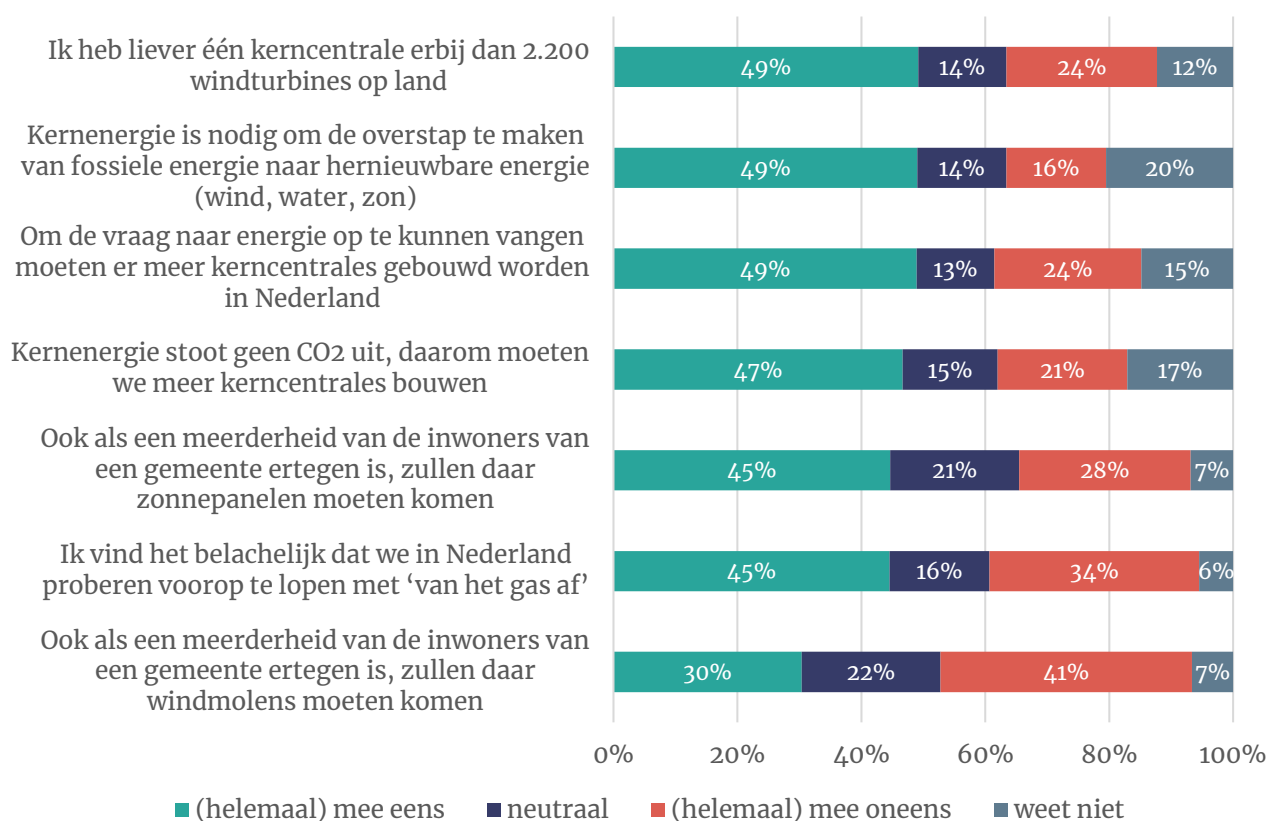
Tegenstanders wijzen op de gevaren die de energiebron met zich mee kan brengen. Veel van hen noemen kernafval, anderen vrezen voor een kernramp.

### Kleine minderheid vindt kernenergie niet nodig

We legden Nederlanders ook enkele stellingen m.b.t. kernenergie. Bij geen van de stellingen schaaft een meerderheid zich erachter. Wel zien we steun vanuit substantiële minderheden voor alle stellingen. Slechts 16 procent van de Nederlanders vindt dat kernenergie niet nodig is om de overstap te maken van fossiele naar hernieuwbare energie. Drie keer zoveel Nederlanders geven aan kernenergie wél nodig te vinden.

**Figuur 0.4: In hoeverre bent u het eens of oneens met de volgende stellingen?**

N= 1.110



## Verantwoording

Dit onderzoek vond plaats van vrijdag 12 november tot maandagochtend 15 november 9.00 uur.

In totaal werkten 1.110 van 18 jaar of ouder mee aan dit onderzoek. Het grootste deel is afkomstig het I&O Research Panel, een kleiner deel (100) uit PanelClix. Dit zijn allen Nederlanders met een niet-westerse migratie-achtergrond. Respondenten werden niet geïnformeerd dat JA21 de opdrachtgever van het onderzoek was.

De onderzoeksresultaten zijn gewogen op geslacht, leeftijd, regio, opleidingsniveau en stemgedrag bij de Tweede Kamerverkiezingen in maart 2021. De weging is uitgevoerd conform de richtlijnen van de Gouden Standaard. Hiermee is de steekproef representatief voor de kiesgerechtigde Nederlandse inwoners (18+), voor wat betreft deze achtergrondkenmerken.

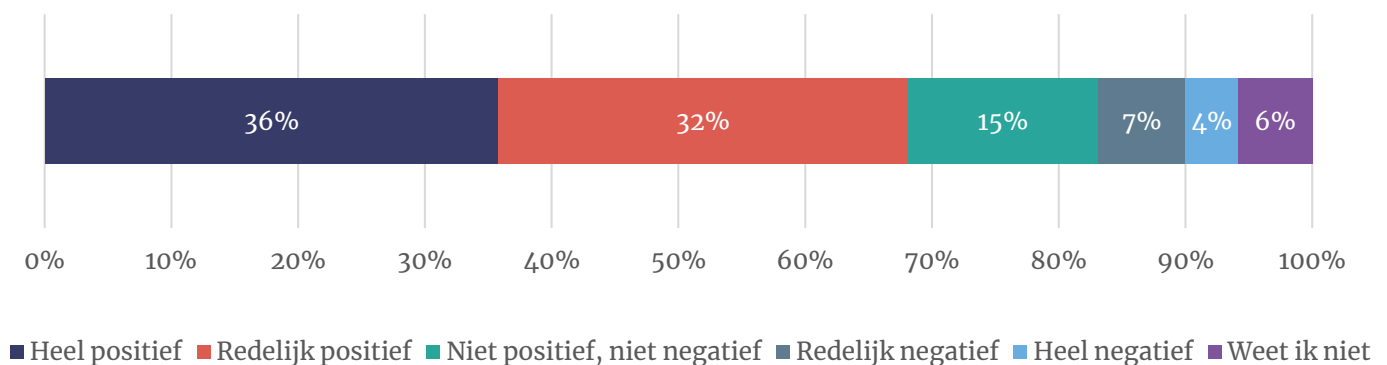


# 1 Nederlanders positief over “Parijs” maar onderschatten aandeel fossiel

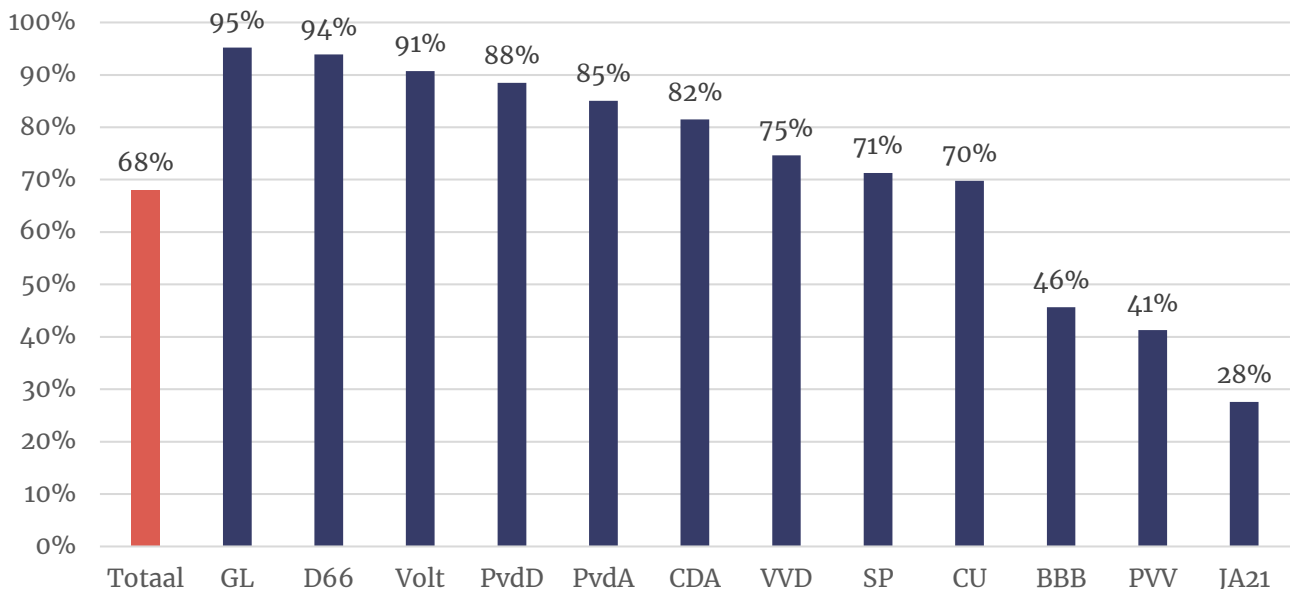
## 1.1 Nederlanders positief over klimaatdoelen “Parijs”

In het Klimaatakkoord van Parijs (2015) is afgesproken dat de energievoorziening in 2050 volledig duurzaam moet zijn. Twee derde van de Nederlanders staat daar positief tegenover (figuur 1.4). Een derde (36%) staat hier zelfs zeer positief tegenover. Met name kiezers van GroenLinks, D66 en Volt vinden dit een goed streven (figuur 1.2). Een minderheid van de BBB-, PVV- en JA21-kiezers (slechts 28%) staat hier positief tegenover.

**Figuur 1.1 - In het Klimaatakkoord van Parijs is opgenomen dat de energievoorziening in 2050 volledig duurzaam moet zijn. Wat vindt u ervan dat onze energievoorziening in 2050 volledig duurzaam moet zijn?**  
N=1.110



**Figuur 1.2 - Wat vindt u ervan dat onze energievoorziening in 2050 volledig duurzaam moet zijn?**  
Heel/redelijk positief naar partij van eerste voorkeur (N = 1.110, Nmin =29)



<sup>2</sup> Percentages voor BBB (n=29), JA21 (n=35) en CDA (n=37) zijn indicatief vanwege het beperkte aantal waarnemingen

## 1.2 Nederlanders onderschatten aandeel fossiele energie

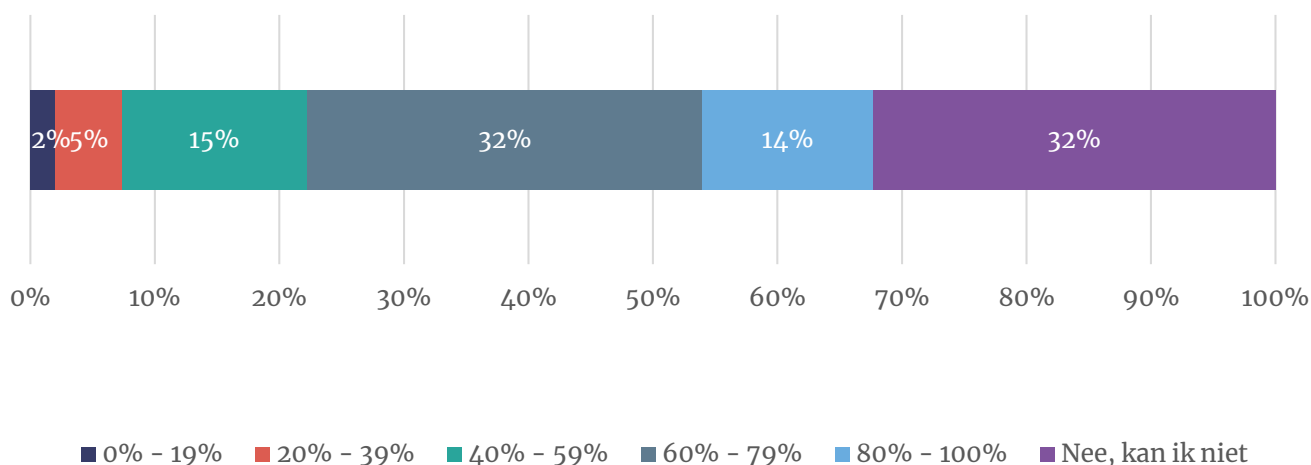
In Nederland wordt op verschillende manieren energie opgewekt. Ook importeert Nederland energie uit andere landen. Energie kan in Nederland duurzaam worden opgewekt of door middel van fossiele brandstof (kolen, gas of olie).<sup>3</sup>

Nadat wij de respondenten bovenstaande informatie voorschotelden vroegen wij hen of ze kunnen inschatten hoeveel procent van de Nederlandse energieproductie afkomstig is uit fossiele brandstoffen.

In werkelijkheid was in 2020 89 procent van de in Nederland geproduceerde energie afkomstig van fossiele brandstoffen.<sup>4</sup>

Een klein deel van de Nederlanders (14 procent) kan een min of meer correcte inschatting maken (14% denkt dat het tussen de 80 en 90 procent ligt). Een op drie (32%) denkt tussen 60 en 79 procent, de rest denkt dat het minder dan 60 procent is (22%) of weet het niet (32%). Kortom: de meeste Nederlanders (56%) onderschatten in welke mate de Nederlandse energieproductie afkomstig is uit fossiele brandstoffen en denken dat dit aandeel minder dan 80 procent is.

**Figuur 1.3 - Kunt u inschatten hoeveel procent van de Nederlandse energieproductie afkomstig is uit fossiele brandstoffen?** N=1.110



<sup>3</sup> Deze tekst is ook als introductie aan respondenten voorgelegd.

<sup>4</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen>



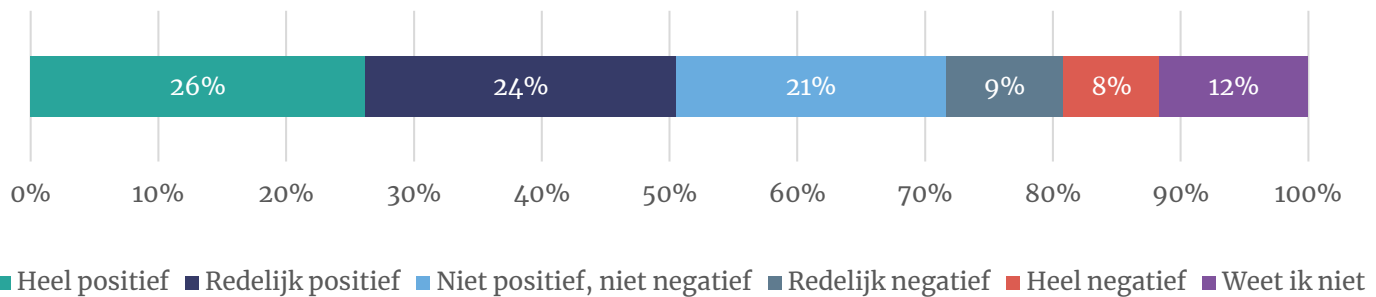
## 2 Kernenergie als energiebron

### 2.1 Nederlanders per saldo positief over kernenergie

In Nederland is op dit moment één kerncentrale in gebruik.

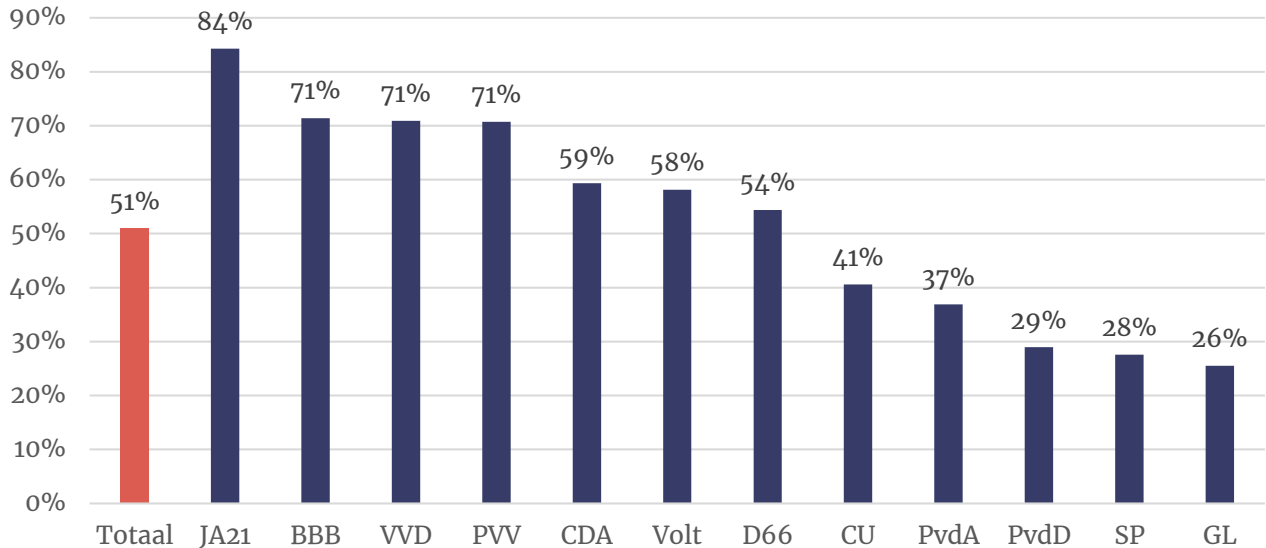
De helft van de Nederlanders (51%) vindt het positief dat we in Nederland kernenergie opwekken (figuur 2.1), 17 procent is hier negatief over. Per saldo zijn Nederlanders dus positief. Er is met name onder kiezers van rechtste partijen waardering voor het opwekken van kernenergie (figuur 2.2). JA-21-kiezers zijn het meest hierover te spreken. Maar ook onder de kiezersgroepen van CDA, Volt en D66 is een meerderheid positief over kernenergie.

**Figuur 2.1 - In Nederland is op dit moment één kerncentrale in gebruik. Wat vindt u ervan dat we in Nederland kernenergie opwekken?** N = 1.110



**Figuur 2.2 - Wat vindt u ervan dat we in Nederland kernenergie opwekken?** <sup>5</sup>

Heel/redelijk positief naar partij van eerste voorkeur (N = 1.110 Nmin =29)



<sup>5</sup> Percentages voor BBB (n=29), JA21 (n=35) en CDA (n=37) zijn indicatief vanwege het beperkte aantal waarnemingen

## 2.2 Bijna helft wil meer kernenergie

We legden respondenten tien energiebronnen voor met de vraag of men vindt dat er in Nederland meer, minder, even veel of geen energie geproduceerd zou moeten worden door middel van deze energiebron.

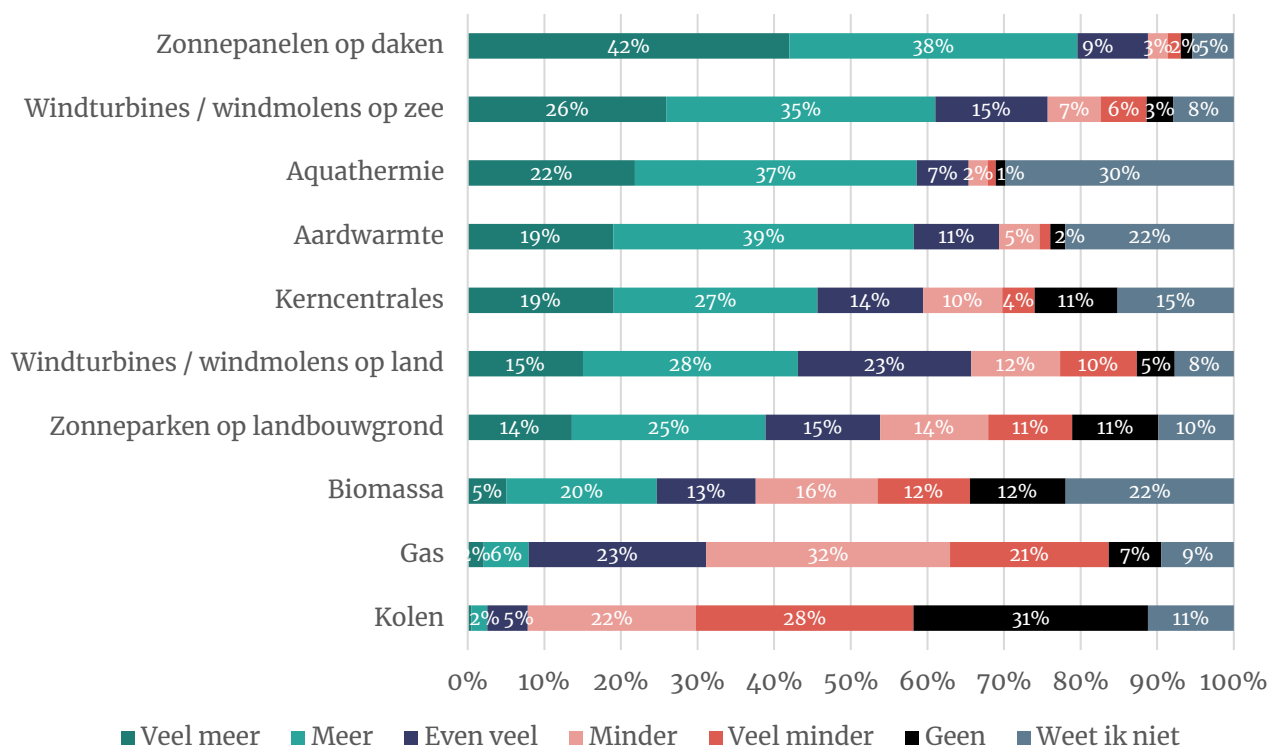
De meest populaire energiebronnen zijn zonnepanelen (op daken), windturbines/molens op zee, aquathermie en aardwarmte. En ruime meerderheid van de Nederlanders vindt dat er meer gebruik moet worden gemaakt van deze bronnen.

Bijna de helft van de Nederlanders (46%) vindt dat er in Nederland (veel) meer energie moet worden geproduceerd door middel van kerncentrales. Een kleiner deel (26%) vindt dat Nederland minder of überhaupt geen gebruik moet maken van kerncentrales. Dat laatste geldt voor slechts elf procent.

Gas en kolen zijn veruit het minst populair.

**Figuur 2.3: Wat vindt u? Moet er in Nederland meer, minder, even veel of geen energie geproduceerd worden door middel van ...**

N= 1.110. Helft respondenten kreeg uitleg over energiebronnen in Nederland, andere helft niet. Experiment verder uitgelegd in 2.3



## 2.3 Experiment: uitleg verandert steun voor kernenergie niet wezenlijk

Om te testen of informatievoorziening steun voor verschillende energiebronnen beïnvloedt legden we de helft van de steekproef de volgende tekst voor:

*“In 2020 was 89 procent van de in Nederland geproduceerde energie afkomstig van fossiele brandstoffen, vooral aardolie en gas.*

*Ongeveer 11 procent is afkomstig van hernieuwbare bronnen (zon, wind, biomassa, aardwarmte) en 1 procent uit kernenergie.*

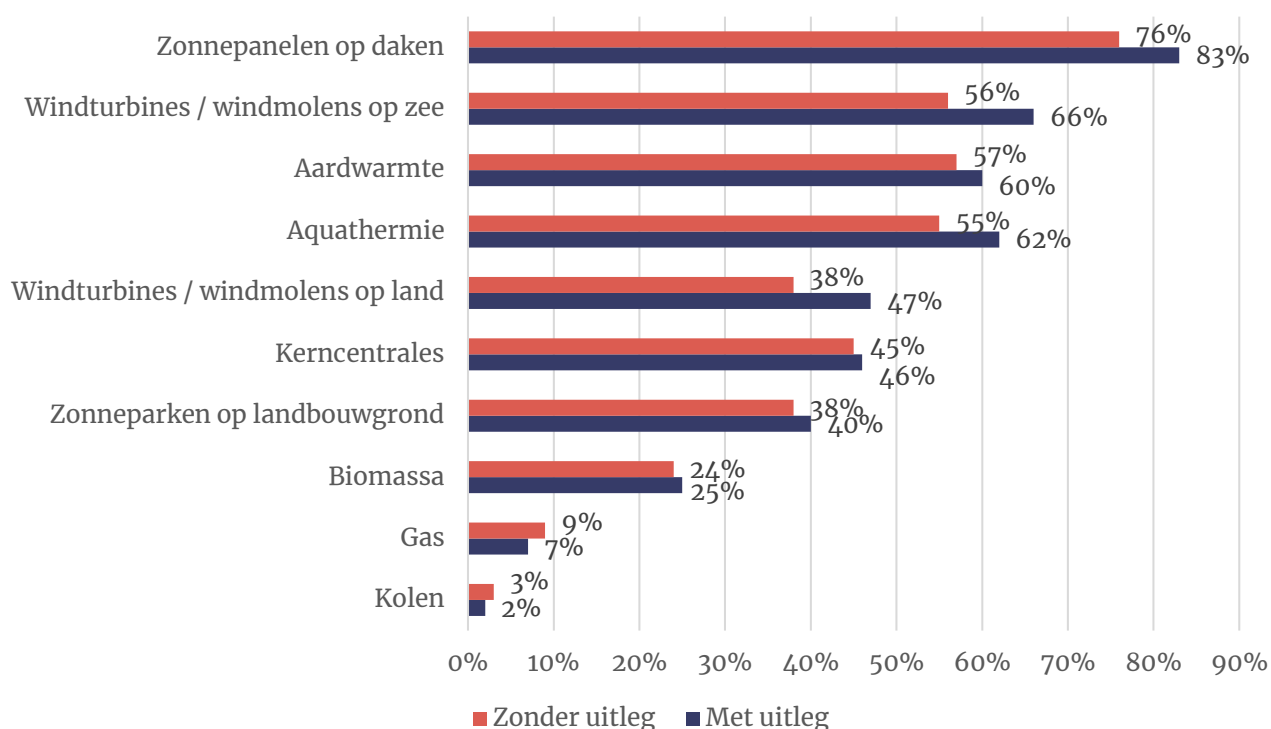
*Volgens de afspraken van het Klimaatakkoord van Parijs moeten we in 2050 volledig duurzaam energie opwekken.”*

De andere helft van de steekproef kreeg deze informatie niet te zien voordat de vraag werd gesteld. We zien dat de informatievoorziening geen invloed heeft op steun voor kernenergie. De steun ligt onder beide groepen immers rond de 45 procent.

De informatievoorziening heeft wel een significant positief effect op de steun voor zonnepanelen (op daken), windturbines (zee en land) en aquathermie.

**Grafiek 2.4: Wat vindt u? Moet er in Nederland meer energie geproduceerd worden door middel van ...**

N = 1.110



## 2.4 Voorstanders van kernenergie: “schoon” en “noodzakelijk”

Nederlanders die voorstander zijn van meer kerncentrales maken voornamelijk gebruik van twee argumenten. Een groot deel noemt het feit dat kernenergie een relatief schone manier van energieopwekking is waarbij geen CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten. Anderen stellen dat het noodzakelijk is. Zij menen dat er geen alternatief is omdat het niet mogelijk is om alle energie uit duurzame bronnen te halen.

### Schoon

*Schone energie, redelijk compact in tegenstelling tot windmolenparken. Risico's blijven aanwezig, maar met de hedendaagse technieken onder controle te houden.*

VVD-kiezer

*Een schone, krachtige en stabiele vorm van energievoorziening. Natuurlijk moeten bij de locatiekeuze, bij de productie en bij de opslag en verwerking van kernafval de hoogste eisen worden gesteld aan de veiligheid voor mens, dier en milieu*

D66-kiezer

*Schone manier van energie winning en tegenwoordig relatief veilig!*

VVD-kiezer

*Relatief schoon en hoog rendement. Ga er wel vanuit dan dat wetenschappers een manier vinden om met kernafval om te kunnen gaan in plaats van ergens weg stoppen.*

CU-kiezer

### Noodzaak

*Het is niet realistisch om alles uit hernieuwbare bronnen te winnen tegen 2030.*

BIJ1-kiezer

*Omdat het noodzakelijk is, met zo'n en wind kunnen wij niet aan de vraag naar energie voldoen.*

PvdD-kiezer

*Mogelijk het beste alternatief wanneer hernieuwbare bronnen niet geheel realistisch zijn*

D66-kiezer

*Anders kom je er eenvoudig niet*

CU-kiezer

*Enige manier op dit moment om een bedrijfszekere backup voorziening van energie te hebben*

JA21-kiezer



## 2.5 Tegenstanders kernenergie zien vooral gevaren

Nederlanders die weerstand voelen tegenover kernenergie wijzen op de gevaren die de energiebron met zich mee kan brengen. Veel van hen noemen kernafval, anderen vrezen voor een kernramp.

### **Kernafval**

*Afval, lange termijn niet duurzaam Wil toekomst niet opzadelen met kernafval.*

D66-kiezer

*Er is geen oplossing voor het radioactieve afval. Je zadelt toekomstige generaties op met ons probleem.*

GroenLinks-kiezer

*We schepen de volgende generaties op met gevaarlijk afval*

Volt-kiezer

*Omdat men nog steeds niet weet wat er met het afval moet gebeuren. Je kunt dit niet eindeloos ergens opslaan.*

SP-kiezer

*Kernafval levert een onoverzienbaar probleem op voor toekomstige generaties.*

BIJ1-kiezer

### **Kernramp**

*De opslag van afval blijft langdurig gevaarlijk en kernongelukken zijn catastrofaal.*

PvdA-kiezer

*Kernafval verstoppen onder de grond is een milieuprobleem opschuiven naar volgende generaties. ook is een kerncentrale kwetsbaar bij natuurrampen (japan). en het is veel te kostbaar (niet rendabel)*

Andere partij-kiezer

*Als zo'n kerncentrale 1x beschadigd, ontploft, of wat dat ook, is heel ons land weg!*

SGP-kiezer

*Ik denk aan de bommen op Japan in WO2 en de ramp in Tsjernobil. Andere middelen van opwekking van energie zijn veiliger.*

PvdA-kiezer

*Bang voor kernramp*

D66-kiezer



## 2.6 Helft Nederlanders vindt kernenergie nodig

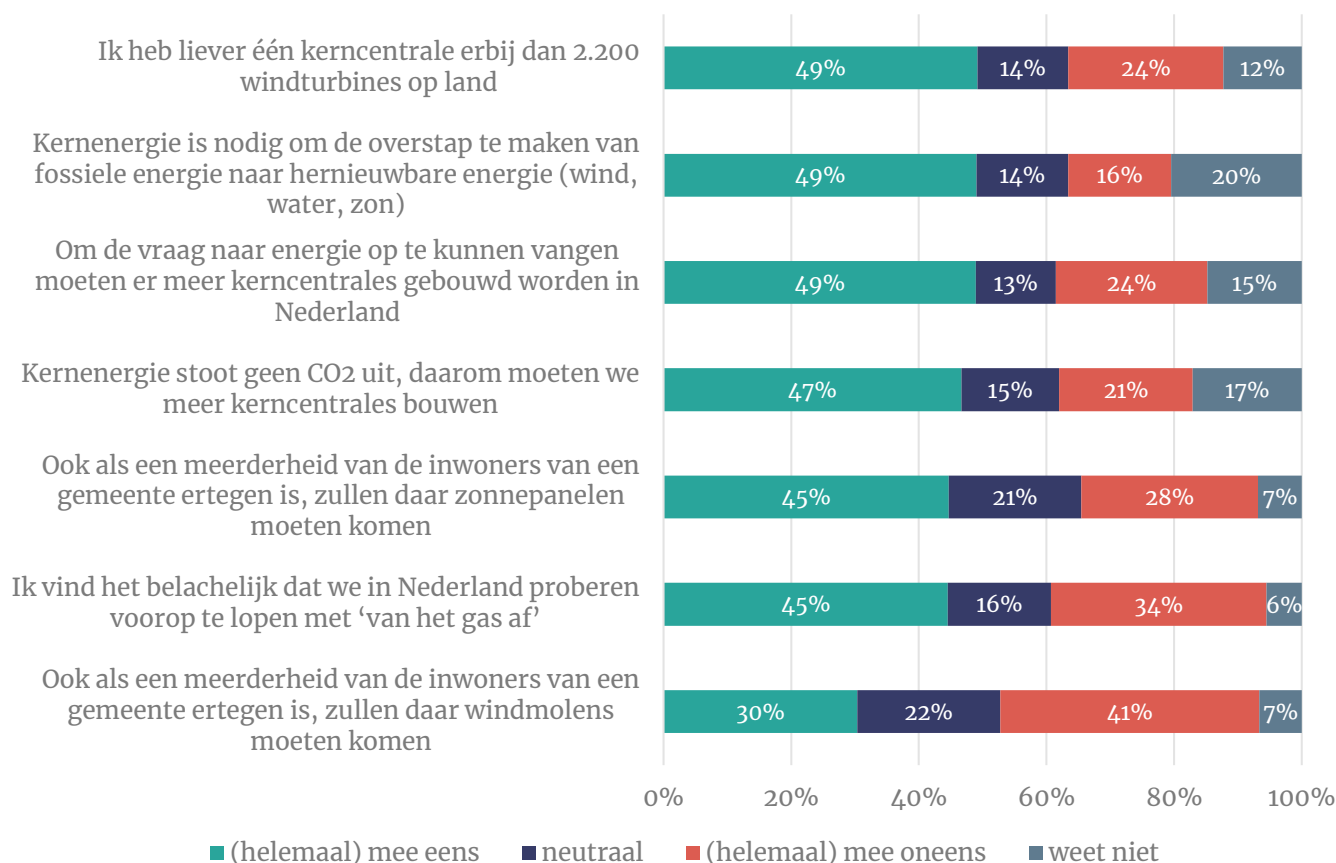
We legden Nederlanders een aantal stellingen m.b.t. kernenergie voor. Bij geen van de stellingen schaart een meerderheid zich erachter, maar we zien wel dat Nederlanders ‘per saldo’ alle stellingen steunen.

Slechts 16 procent van de Nederlanders vindt dat kernenergie niet nodig is om de overstap te maken van fossiele naar hernieuwbare energie. Drie keer zoveel Nederlanders geven aan kernenergie wél nodig te vinden.

Stelling 3 (“Om de vraag naar energie op te kunnen vangen moeten er meer kerncentrales gebouwd worden in Nederland”) en stelling 6 (“Ik vind het belachelijk dat we in Nederland proberen voorop te lopen met ‘van het gas af’”) legden we ook voor in eerdere onderzoeken. In februari 2021 vond 43% dat er meer kerncentrales moesten worden gebouwd in Nederland om de vraag naar energie op te vangen. Inmiddels is dat gestegen naar 49 procent. Vorige maand was 44 procent het eens met stelling 6. Praktisch evenveel als nu (45%).

**Figuur 2.5: In hoeverre bent u het eens of oneens met de volgende stellingen?**

N= 1.110





### 3 Onderzoeksverantwoording

Dit onderzoek vond plaats van vrijdagavond 12 tot maandagochtend 15 november.

In totaal werkten 1.110 van 18 jaar of ouder mee aan dit onderzoek. Het grootste deel is afkomstig het I&O Research Panel, een kleiner deel (100) uit PanelClix. Dit zijn allen Nederlanders met een niet-westerse migratie-achtergrond. Respondenten werden niet geïnformeerd dat JA21 de opdrachtgever van het onderzoek was.

#### Weging en marges

De onderzoeksresultaten zijn gewogen op geslacht, leeftijd, regio, opleidingsniveau en stemgedrag bij de Tweede Kamerverkiezingen in maart 2021. De weging is uitgevoerd conform de richtlijnen van de Gouden Standaard. Hiermee is de steekproef representatief voor de kiesgerechtigde Nederlandse inwoners (18+), voor wat betreft deze achtergrondkenmerken.

Bij onderzoek is er sprake van een betrouwbaarheidsinterval en onnauwkeurigheidsmarges. In dit onderzoek gaan we uit van een betrouwbaarheid van 95 procent. Bij een steekproef van  $n=1000$  en een uitkomst van 50 procent is er sprake van een foutmarge van plus of min 3,1 procent.

#### I&O Research Panel

Het I&O Research Panel is geworven op basis van aselechte personen- en huishoudensteekproeven op traditionele manier (geen zelfaanmelding). Het I&O Research Panel werkt met een spaarprogramma, waarbij deelnemers punten sparen afhankelijk van de lengte en complexiteit van de vragenlijst. Deze punten kunnen later worden ingewisseld voor Bol.com-tegoed of een donatie aan een goed doel.

#### I&O Research

I&O Research is het grootste onderzoeksbureau voor overheid en non-profit (volgens de MarktOnderzoeksAssociatie, MOA, 2019). Het is onze missie bij te dragen aan beter onderbouwde keuzes van onze klanten, op basis van onderzoek en advies. Wij werken voor overheids- en non-profitorganisaties.

I&O Research heeft vestigingen in Amsterdam en Enschede.

I&O Research is lid van de MarktOnderzoeksAssociatie (MOA), maakt deel uit van de Research Keurmerk Groep en onderschrijft de internationale ICC/ESOMAR-gedragscode voor markt- en sociaalwetenschappelijk onderzoek. I&O Research is ISO 9001-, ISO 20252- en ISO 27001-gecertificeerd. Het online onderzoekspanel (I&O Research Panel) is ISO 20252-Annex A gecertificeerd. Dit is de norm voor online en offline access panels.



### **I&O Research Enschede**

---

Zuiderval 70  
Postbus 563  
7500 AN Enschede  
T (053) 200 52 00  
E [info@ioresearch.nl](mailto:info@ioresearch.nl)  
KVK-nummer 08198802

### **I&O Research Amsterdam**

---

Piet Heinkade 55  
1019 GM Amsterdam  
T (020) 308 48 00  
E [info@ioresearch.nl](mailto:info@ioresearch.nl)



BIJLAGEN  
**TWEEDE KAMER MOTIES**

Vergaderjaar 2021–2022

**35 925 XIII**

## **Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (XIII) voor het jaar 2022**

**Nr. 52**

### **MOTIE VAN HET LID EERDMANS**

Voorgesteld 4 november 2021

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

constaterende dat de kerncentrale te Borssele volgens artikel 15a van de Kernenergiewet op 31 december 2033 haar deuren zou moeten sluiten;

constaterende dat uitbater EPZ de huidige kerncentrale bij Borssele na 2033 nog tien tot twintig jaar open wil houden indien er een levensduurverlengingsstudie wordt uitgevoerd;

constaterende dat deze studie financiële risico's met zich meebrengt voor EPZ door de politieke instabiliteit;

verzoekt de regering de studie naar de levensduurverlenging van de kerncentrale te Borssele te financieren vanuit de rijksbegroting voor Economische Zaken en Klimaat,

en gaat over tot de orde van de dag.

Eerdmans

Vergaderjaar 2021–2022

**35 925**

**Nota over de toestand van 's Rijks Financiën**

**Nr. 45**

**MOTIE VAN HET LID EERDMANS**

Voorgesteld 23 september 2021

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

constaterende dat een recent uitgekomen KPMG-onderzoeksrapport over kernenergie, in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, aangeeft dat de markt interesse heeft in de bouw van een nieuwe generatie III+-reactor mits de overheid zekerheid biedt;

constaterende dat Finland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk dit type reactor reeds aan het bouwen zijn;

overwegende dat de bouwtijd van een generatie III+-reactor tussen de vier en de zeven jaar ligt;

verzoekt de regering, te verkennen en in de scenariostudies te onderzoeken of realisatie van een nieuwe generatie III+-reactor in Nederland binnen een termijn van tien jaar mogelijk is,

en gaat over tot de orde van de dag.

Eerdmans

Vergaderjaar 2021–2022

**35 925 XIII**

## **Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (XIII) voor het jaar 2022**

**Nr. 18**

### **MOTIE VAN HET LID KOPS C.S.**

Voorgesteld 4 november 2021

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

overwegende dat uit het marktonderzoek naar kernenergie blijkt dat marktpartijen bereid zijn te investeren in nieuwe centrales in Nederland;

constaterende dat de regering nu een scenariostudie laat opstellen;

verzoekt de regering de Kamer voor eind 2021 de tussentijdse resultaten van de scenariostudie te sturen en daarin in ieder geval te betrekken mogelijke locaties, veiligheid, lokaal draagvlak, financiering, betaalbaarheid en leveringszekerheid van energie en onafhankelijkheid van het buitenland;

verzoekt de regering tevens voor de zomer van 2022 een plan voor te leggen voor de realisatie van een of meerdere nieuwe centrales,

en gaat over tot de orde van de dag.

Kops  
Van Haga  
Eerdmans



Vergaderjaar 2019–2020

**32 813**

## **Kabinetsaanpak Klimaatbeleid**

**Nr. 511**

### **MOTIE VAN DE LEDEN AGNES MULDER EN HARBERS**

Voorgesteld tijdens het Notaoverleg van 10 juni 2020

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

constaterende dat de provincie Zeeland in haar Regionale Energiestrategie heeft aangegeven dat kernenergie een rol speelt in de Zeeuwse CO<sub>2</sub>-vrije energiemix;

constaterende dat kernenergie door het kabinet gezien wordt als een van de opties voor de toekomstige energiemix en de Minister vergunninghouder EPZ vraagt of de levensduur van de kerncentrale in Borssele op een veilige manier kan worden verlengd;

constaterende dat de Kernenergiewet aangeeft dat een aanvraag voor levensduurverlenging van de kerncentrale in Borssele na 2033 nu niet in behandeling kan worden genomen;

verzoekt de regering, de benodigde aanpassing van de Kernenergiewet voor te bereiden waarmee eventuele levensduurverlenging van de kerncentrale in Borssele na 2033 mogelijk wordt gemaakt, als de vergunninghouder het technisch en bedrijfseconomisch haalbaar acht,

en gaat over tot de orde van de dag.

Agnes Mulder  
Harbers

---

Vergaderjaar 2020–2021

---

**32 813**

**Kabinetsaanpak Klimaatbeleid**

**Nr. 789**

**MOTIE VAN HET LID VAN HAGA**

Voorgesteld 8 juli 2021

De Kamer,

gehoord de beraadslaging,

constaterende dat door de uitslag van de Kamerverkiezingen de politieke meerderheid voor kernenergie groter is geworden;

verzoekt de regering, om een locatieonderzoek naar een nieuwe kerncentrale te doen en de Kamer hierover te informeren,

en gaat over tot de orde van de dag.

Van Haga

---

Vergaderjaar 1994–1995

---

**16 226**

**Het functioneren van kerncentrales**

**Nr. 18**

**MOTIE VAN HET LID M. B. VOS**

Voorgesteld 15 november 1994

De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

verzoekt de regering af te zien van haar voornemen om in te stemmen met de bedrijfstijdverlenging voor de kerncentrale Borssele,

en gaat over tot de orde van de dag.

M. B. Vos

## BIJLAGEN

# KERNCENTRALES IN FRANKRIJK

Tricastin NPC	PWR	3,660 (4 x 915)	1983-1984
Superphénix	FBR	1,242	1986
Saint-Laurent-B NPP	PWR	1,830 (2 x 915)	1981
Saint-Alban NPP	PWR	2,670 (2 x 1,335)	1985-1986
Phénix	FBR	250	1973
Penly NPP	PWR	2,660 (2 x 1,330)	1990-1992
Paluel NPP	PWR	5,400 (4 x 1,300)	1985-1986
Nogent NPP	PWR	2,620 (2 x 1,310)	1987-1988
Marcoule-G2 & G3	GCR	86 (2 x 43)	1959
Marcoule-G1	GCR	5	1956
Gravelines NPP	PWR	5,460 (6 x 910)	1980-1985
Golfech NPP	PWR	2,620 (2 x 1,310)	1991-1993
Flamanville NPP	PWR	4,230 (2 x 1,330, 1 x 1,570)	1985-2020
Fessenheim NPP	PWR	1,760 (2x 880)	1977
Dampierre NPP	PWR	3,560 (4 x 890)	1980-1981
Cruas NPP	PWR	3,660 (4 X 915)	1983-1984
Civaux NPP	PWR	2,990 (2 x 1,495)	1998-2000
Chooz-B NPP	PWR	3,000 (2 x 1,500)	1998-2000
Chinon NPP	PWR	3,620 (4 X 905)	1988
Cattenom NPP	PWR	5,200 (4 x 1,300)	1986-1991
Bugey	PWR	3,580 (2 x 910, 2 x 880)	1972
Brennilis NPP	HWGCR	70	1967
Blayais NPP	PWR	3,640 (4 x 910)	1981-1983
Bellevalle NPP	PWR	2,620 (2 x 1,310)	1987-1988