

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

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

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

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

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

The Laka-library

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

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

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

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

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



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

TRACTEBEL



Haskoning

Enhancing Society Together

SMR Zeeland 2050

Eindrapport

[Link naar de digitaal toegankelijke versie](#)



Impuls
Zeeland



Provincie
Zeeland



smart delta
resources

In opdracht van Provincie Zeeland, in samenwerking
met Impuls Zeeland en Smart Delta Resources
December 2025

Over dit rapport



Tractebel en **Haskoning** hebben in opdracht van **Provincie Zeeland** en in samenwerking met **Impuls Zeeland** en **Smart Delta Resources** een onderzoek uitgevoerd naar de rol die SMR's kunnen spelen in het behoud en de verduurzaming van de Zeeuwse industrie.

Doel van de studie was het bepalen van de mogelijke toekomstige rol van SMR's in Zeeland en een actieprogramma voor de provincie.

De studie werd uitgevoerd in de periode augustus–december 2025 en bestond uit drie tussenrapportages en een eindrapportage.

1. Visie SMR's als groene krachtbron
2. Perspectief van de Zeeuwse industrie
3. Actieprogramma SMR Zeeland 2050

Dit document vormt de **eindrapportage**.

Auteurs: Titus Tielens (Tractebel) en Peter de Waard (Haskoning)

Provincie Zeeland onderzoekt de mogelijkheden van SMR's

Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's ondersteunen, als groene krachtbron voor een vitale industrie in Zeeland?

Zeeland: hub voor industrie en energie

Provincie Zeeland heeft van oudsher een sterk ontwikkeld haven- en industriecluster met tal van innovatieve bedrijven. Deze positie wil de provincie graag versterken. Zeeland wil zich profileren als dé plek voor klimaatbestendige en circulaire industrie, en als groene krachtbron voor Nederland.



Echter, de industrie staat onder druk

Net als in de rest van Nederland staat de industrie in Zeeland voor grote uitdagingen: bedrijven moeten besluiten nemen over grote investeringen voor ingrijpende decarbonisatietrajecten om te voldoen aan Net Zero 2050-doelstellingen, in een tijd van grote onzekerheid over energielevering, stijgende en volatiele prijzen, wisselend beleid, internationale concurrentie en geopolitieke spanningen.



Daarom onderzoek naar SMR's

Voor het behoud en de verduurzaming van industrie – en om nieuwe innovatieve bedrijven aan te trekken – is beschikbare, betrouwbare, betaalbare klimaatneutrale energie nodig.

Een belangrijke rol hierin is weggelegd voor kernenergie. Naast de geplande bouw van twee grote kerncentrales liggen er kansen in Small Modular Reactors (SMR's). Deze bieden – aanpalend aan de grote kerncentrales – aanvullende mogelijkheden voor lokale inpassing, vergen minder ruimte, koeling en netcapaciteit, en kunnen lokaal elektriciteit en/of proceswarmte leveren aan de industrie.

Om die reden is Provincie Zeeland samen met partners als Impuls Zeeland en Smart Delta Resources al geruime tijd bezig met het verkennen van de potentie van SMR's. Middels symposia (juni 2023, augustus 2025), missies (Canada 2025), conferenties, gesprekken met belangrijke spelers (MinKGG, IPO, EPZ, OPG, Thorizon en Allseas) worden de eerste stappen gezet.

Doel van de studie SMR Zeeland 2050 is het uitwerken van de mogelijke bijdrage van SMR's aan het behouden en verduurzamen van de industrie in Zeeland en een actieprogramma voor Provincie Zeeland om de realisatie van SMR's effectief mogelijk te maken.

Het onderzoek beantwoordt drie deelvragen

Centrale vraag

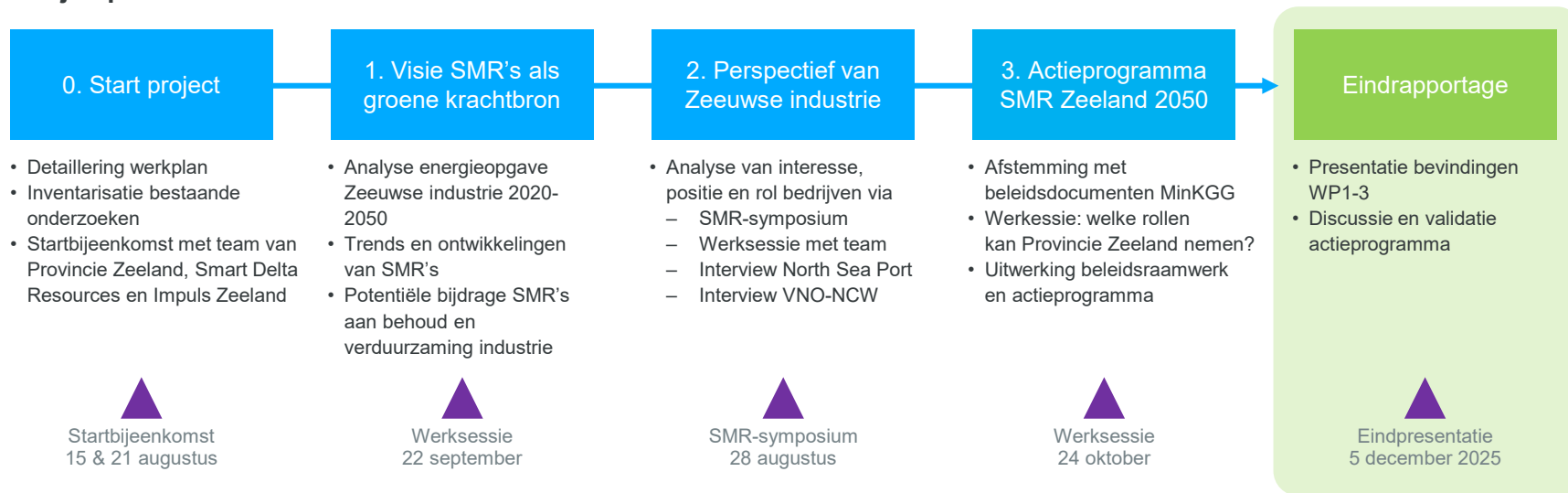
Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's ondersteunen, als groene krachtbron voor een vitale industrie in Zeeland?

Deze vraag bestaat uit een drietal deelvragen:

- 1. Hoe dragen SMR's bij als groene krachtbron voor de industrie?**
Wat is de energieopgave voor Zeeuwse bedrijven, welke SMR-technologieën komen beschikbaar op middellange termijn, en hoe kunnen die bijdragen aan energiezekerheid, betaalbaarheid en verduurzaming?
- 2. Welke rol willen Zeeuwse bedrijven hierin nemen?** Welke rol kunnen en willen industriële bedrijven spelen bij de realisatie van SMR's, in hoeverre bezitten zij hiertoe de kennis en middelen, en waar is ondersteuning nodig?
- 3. Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's optimaal ondersteunen?**
Welke rol kan Provincie Zeeland nemen en met welk beleid en actieprogramma kan zij SMR's daadwerkelijk helpen realiseren?

Dit is de eindrapportage van het traject na drie stappen

Projectplan SMR Zeeland 2050





Samenvatting



Bevindingen, conclusies en aanbevelingen

1. SMR's als groene krachtbron voor Zeeland

Zeeland huisvest, als onderdeel van de **internationale Schelde-Deltaregio, één van de grootste industriële clusters van Nederland** met een grote diversiteit aan leidende bedrijven in diverse sectoren. De industrie ziet zich geplaagd voor een grote uitdaging om over te stappen van fossiele brandstoffen naar alternatieven. Een **succesvolle energietransitie** is daarom noodzakelijk om haar positie te behouden. Afvangen van CO₂ (via Carbon Capture & Storage), elektrificatie van productieprocessen, of vervanging door waterstof vergen grote gecoördineerde langjarige en in veel gevallen bedrijfsoverstijgende investeringen, die moeten plaatsvinden onder onzekere omstandigheden in een sterk internationaal concurrentieveld.

SMR's zijn bij uitstek geschikt voor de industrie: kleinschaliger dan grote kerncentrales, beter inpasbaar met kleinere risicocontouren (dankzij hogere intrinsieke veiligheid), met hogere energiezuikerheid dan wind- en zonne-energie, breder inzetbaar voor elektriciteit (mogelijk ook vraaggestuurd en met batterijfunctie), proceswarmte, warmtekrachtkoppeling, en waterstofproductie – met naar verwachting concurrerende kostprijzen op termijn. In sommige gevallen zijn SMR's het enige reële alternatief voor fossiele brandstoffen. SMR's kunnen daarom een belangrijke rol vervullen in de decarbonisatie van industriële productieprocessen en daarmee het behoud en de verduurzaming van de industrie in Zeeland.

Echter, zover is het nog niet. **SMR's kennen nog een aanzienlijk ontwikkelrisico.** Op een tweetal voorbeelden na, in Rusland en China, zijn nog geen van de 127 concepten operationeel. De voordelen van intrinsieke veiligheid, brede inzetbaarheid en concurrerende kosten bestaan alleen nog in theorie en moeten

zich nog bewijzen in de praktijk. De eerste First-of-a-kind-SMR's worden rond 2030 verwacht in Canada (GE Hitachi's BWRX-300) en het Verenigd Koninkrijk (Rolls-Royce SMR), waarna het op z'n minst nog vijf jaar zal duren voordat een commercieel model operationeel kan worden ingezet in Nederland.

Als de geplande ontwikkelingen zich doorzetten dan kunnen SMR's vanaf de periode 2035-2040 een belangrijke **impuls geven als groene krachtbron** voor de Zeeuwse industrie. SMR's kunnen zorgen voor betrouwbare lokale regelbare elektriciteit, proceswarmte ter vervanging van fossiele brandstoffen en de energie voor elektrolyzers die waterstof leveren in het zich ontwikkelende waterstofnet. Verschillende concrete toepassingen zijn mogelijk geschikt voor de Zeeuwse industrie. Door de unieke positie kan Zeeland hierin vooroplopen binnen Nederland.

2. Perspectief van de Zeeuwse industrie

De industrie in Nederland en ook in Zeeland kent **grote uitdagingen**. Deze uitdagingen en mondiale ontwikkelingen zorgen ervoor dat duurzaamheidsambities worden heroverwogen en in bepaalde gevallen worden bijgesteld. Op korte termijn heeft de industrie uitdagingen in netwerkcongestie, energiezuikerheid en hoge energieprijzen.

Ondanks de hoge nood kan **niet van de industrie verwacht worden dat ze optreedt als primaire initiator van SMR's**. De economisch onzekere tijden en de voortdurende onduidelijkheid ten aanzien van stikstof vormen voor de industrie niet het goede klimaat om te investeren of zelfs uitvoerige voorbereidingen te treffen voor de realisatie van SMR's.

Bevindingen, conclusies en aanbevelingen (2)

De industrie zal waarschijnlijk niet de primaire initiator zijn voor het realiseren van een SMR in Zeeland. Deze verwachting wordt versterkt door doordat er in Zeeland slechts enkele industriële bedrijven zijn die wat omvang en organisatie betreft in staat zijn om een SMR te realiseren. Bij veel bedrijven leeft het volgende beeld:

- Energievoorziening is een randvoorwaarde, de aandacht ligt primair bij het bedrijfsproces en onderscheidend vermogen
- Een SMR heeft grote impact op het bedrijfsproces en de warmtehuishouding
- De termijn van 10 jaar voor realisatie en operatie van een SMR is erg lang
- Klimaatambities vragen al om een verduurzaming van het energieverbruik ruim vóór 2040, waarvoor nu al alternatieve investeringen noodzakelijk zijn
- Realisatie van een SMR is duur, intensief en complex en de uitkomst is onzeker, met een kans op aansprakelijkheid en hoge (gepercipieerde) risico's
- Een netaansluiting blijft nodig, waardoor het geen volledig alternatief is.

Bedrijven zien een rol voor zich in samenwerking. De Zeeuwse industrie heeft wel degelijk interesse in SMR's en kan onder de juiste voorwaarden ook samenwerken met andere partijen om voorbereidingen te treffen voor de realisatie van een SMR. Diverse leveranciers van SMR's, investeerders, kennisinstituten en mogelijk projectontwikkelaars lijken interesse te hebben. Daarmee zou een samenwerkingsverband kansrijk kunnen zijn. In dat verband kan ook worden gekeken naar een bijdrage of combinatie van North Sea Port, Smart Delta Resources en Impuls Zeeland, of naar de opzet van een nieuwe organisatievorm. Ook netwerkbedrijven en EPZ zullen naar verwachting een bijdrage leveren in de samenwerking. Hierbij wordt verwacht dat de (provinciale) overheid een grote rol neemt.

3. Actieprogramma voor Provincie Zeeland

SMR's kunnen in potentie een grote bijdrage leveren aan een duurzaam en toekomstbestendig energiesysteem. Tegelijk zijn er mondiaal en in Nederland veel ontwikkelingen, zoals de mogelijke bouw van grote kerncentrales, die invloed hebben op het beleid in Zeeland.

Voor het bepalen van de rol van provincie Zeeland en het beleid en actieprogramma zijn verschillende ontwikkelingen relevant:

- Het Rijk erkent de potentie van SMR's, als autonome ontwikkelingen vanuit de markt, en legt het initiatief voor visievorming en de rol van coördinerend bevoegd gezag bij provincies
- Uit de recente SMR-simulaties vanuit het SMR-programma van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei komt naar voren dat provincies hun rol op een terughoudende of juist heel proactieve manier kunnen invullen
- Zeeland loopt voorop in de ontwikkeling van kernenergie; zo wordt er gewerkt aan een nucleair onderwijs- en kenniscluster met HZ University of Applied Sciences, Scalda, TU Delft en andere spelers
- In Zeeland wordt tevens actief gewerkt aan de ontwikkeling van kernenergie, door het Rijk, door SMR-ontwikkelaars en door de provincie zelf; de vele ontwikkelingen bieden kansen maar leiden ook tot onzekerheden, waarbij de provincie rekening moet houden met verschillende scenario's
- Direct ten zuiden van Zeeland begint Vlaanderen ook actief SMR's te onderzoeken; er liggen mogelijkheden voor samenwerking.

Bevindingen, conclusies en aanbevelingen (3)

Wie neemt het initiatief? Hoewel er veel belangstelling is voor SMR's, ook in Zeeland, zet op dit moment nog geen enkele partij de stap om een concreet SMR-project te realiseren. De aanbeveling is dat Provincie Zeeland in dit gat springt en actieve stappen zet die de bal aan het rollen brengen. Met een **gefaseerd actieprogramma** kan Provincie Zeeland zich voorbereiden op alle toekomstscenario's en actief de realisatie van SMR's mogelijk maken – waarbij zowel marktinitiatief wordt gestimuleerd, maar ook voorbereidingen worden getroffen om zelf in de toekomst als (mede-)initiator op te treden.

Kort samengevat zien visie, missie en actie er zo uit:

- De **visie** is dat SMR's een belangrijke pijler kunnen vormen voor Zeeland in de toekomst, als kenniscentrum, thuisbasis voor vitale industrie en groene krachtbron voor Nederland.
- De **missie** van Provincie Zeeland is om actief SMR's 'te laten landen' en het voortouw te nemen om de juiste samenwerking en omstandigheden te creëren waardoor realisatie mogelijk wordt.
- Dit kan de provincie bereiken door een **actieprogramma** in drie fasen, namelijk door (1) de samenwerking tussen partijen te organiseren, nodig voor groei, (2) vervolgens technische voorbereidingen te treffen zoals locatieverkenningen om (3) gereed te zijn om – onder verschillende externe ontwikkelingen – een rol in een SMR-project te nemen, dan wel externe initiatiefnemers actief te ondersteunen.

Hierdoor zal de provincie klaar zijn voor alle scenario's als in de periode 2026-2028 duidelijk wordt waar de grote kerncentrales geplaatst worden en welke andere ontwikkelingen doorgang vinden.

Schelde-Delta is één van zes grote industrieclusters in NL

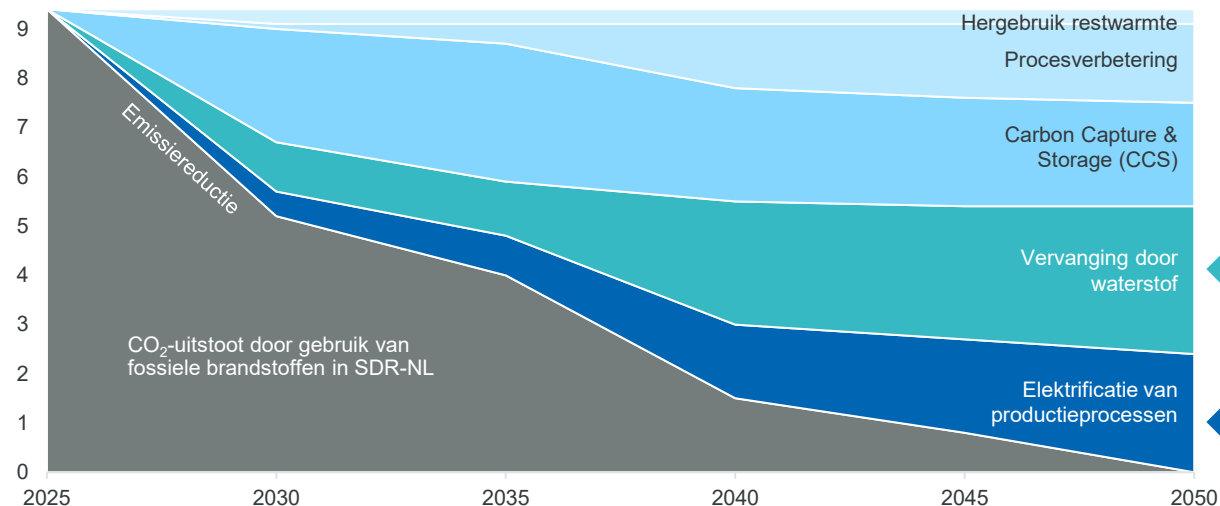


De Schelde-Deltaregio is één van de zes grote industriële clusters in Nederland en een grote energieverbruiker. De regio strekt zich uit van Bergen op Zoom richting het havengebied van North Sea Port met Vliessingen, Terneuzen en langs de Kanaalzone naar Gent.

De industrie staat voor de uitdaging om emissies te reduceren – SMR's kunnen helpen bij de energietransitie

Geplande emissiereductie Schelde-Deltaregio (NL)¹, scope 1

Mton CO₂ per jaar



Mogelijke rol van SMR's



SMR's kunnen elektriciteit en stoom leveren voor waterstof-elektrolyse



SMR's kunnen flexibele, regelbare, betrouwbare stroom leveren voor productieprocessen, ook in wkk-modus

En: SMR's kunnen ook stoom op hoge temperatuur leveren als directe vervanging van fossiele brandstoffen en daarmee de vraag naar CCS, waterstof of elektrificatie verminderen

¹) Afhankelijk van technologische keuzes, beleidskeuzes, beschikbaarheid van infrastructuur en economische haalbaarheid
Bron: Cluster Energie Strategie 3.0 Schelde-Deltaregio (SDR, september 2024)

Veel SMR's in ontwikkeling, maar introductie pas na 2035

Generatie 3 (voorbeelden)

Generatie 4 (voorbeelden)

Grote SMR's (> 250 MWe)



Micro-SMR's (< 50 MWe)



Grote SMR's (> 250 MWe)



Kleine SMR's (< 250 MWe)



Voorbeelden kansrijke concepten voor Nederland	• Rolls-Royce – RR SMR	470 MWe	• Last Energy – PWR-20	20 MWe	• X-Energy – Xe-100	4 x 80 MWe	• Kairos Power – KP-FHR	2 x 75 MWe
	• GE Hitachi – BWRX-300	300 MWe	Alleen voor stadswarmte	Thermisch:	• Newcleo – LFR-AS-200	2 x 200 MWe	• Thorizon – Thorizon One	100 MWe
	• Westinghouse – AP300	300 MWe	• Steady Energy	50 MWth	• Terrestrial – IMSR400	2 x 195 MWe	• Oklo	75 MWe
	• NuScale – 4NPM	4 x 77 MWe	• Calogena	30 MWth	• Terrapower – Natrium Reactor	335 MWe	Micro-reactoren	
	• Holtec – SMR-300	2 x 320 MWe					• Copenhagen Atomics	40 MWe
	• KHNP – i-SMR	4 x 170 MWe					• Allseas	20 MWe
Toepassing	• Grootschalige elektriciteit, basislast		• Ofwel: kleinschalige elektriciteit, achter de meter, voor afgelegen gebieden		• Hoge temperatuur (350-600+°C), bij uitstek geschikt voor industrie-warmte		• Westinghouse - eVinci	5 MWe
	• Vaak regelbaar 50-100% (op- en afschalen 1-5% per minuut)		• Ofwel: warmte voor stadsverwarming		• Meer mogelijkheden voor vraaggestuurd vermogen, met eventueel opslag (batterij)			
Wanneer beschikbaar?	• Ook geschikt voor WKK, waterstof-elektrolyzers en/of stadsverwarming				• Ook geschikt voor WKK, waterstof			
	• First-of-a-kinds (FOAK's) 2030-2032		• FOAK's 2032-2035		• FOAK's 2031-2035		• FOAK's 2031-2035	
	• Commercieel in NL op z'n vroegst vanaf 2035-2040		• Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2040		• Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2037-2040		• Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2037-2040	

Opmerking: er zijn wereldwijd 127 SMR-concepten, waarvan 99 actief in ontwikkeling. Vele zijn echter pril en/of actief buiten Europa; bovenstaande selectie lijken de meest kansrijke SMR's die in 2035-2045 in Nederland beschikbaar zouden kunnen komen (inschatting team). NuScale, Holtec, KHNP, X-Energy, Newcleo, Terrestrial en Kairos Power leveren alleen meerdere units per locatie. Bron: SMR dashboard OECD-NEA 2025, Tractebel (SMR.KNOW), Ruimtelijke en Energetische inpassing Small Modular Reactors (SMR's) in de industrie(Haskoning en Tractebel 2025, in opdracht van MinkGG)

SMR's kunnen bijdragen bij aan een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Doelen Zeeland 2050

Groene krachtbron
voor Nederland

Toekomstbestendig
energiesysteem en
vestigingsklimaat

Behoud en
verduurzaming
van industrie

Kenniscentrum
water, landbouw,
energie

Bijdrage van SMR's

Zeeland wil klaar zijn voor de toekomst; grootschalige elektriciteitsproductie via Gen 3-SMR's kan een **alternatief** zijn in een scenario waarin de geplande kerncentrales en aanlanding wind-op-zee **deels of niet** worden gerealiseerd

De plaatsing van een of meerdere SMR's, voor elektriciteit en/of waterstofproductie, kan bijdragen aan een duurzaam en betaalbaar **lokaal energiesysteem**

SMR's voor **warmtekrachtkoppeling, proceswarmte of waterstofproductie**, geplaatst achter de meter of temidden van industrieclusters, zullen bijdragen aan de decarbonisatie en **betaalbare energiezekerheid** voor de industrie in Zeeland

Zeeland heeft de **nucleaire expertise** van Scalda, HZ University of Applied Sciences, EPZ en diverse lokale toeleveranciers; de komst van SMR's en het aantrekken van TU Delft zullen de nucleaire kennis verder vergroten

Visie op SMR's

SMR's kunnen in potentie een belangrijke pijler vormen van een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Missie van Provincie Zeeland is om actief SMR's te helpen realiseren



Provincie Zeeland kan SMR's helpen realiseren met een gefaseerd actieprogramma

Visie SMR's kunnen bijdragen aan een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Missie Missie van Provincie Zeeland is om actief SMR's te helpen realiseren

Actie 1. Organiseren, 2. Voorbereiden, 3. Realiseren





1. Visie SMR's als groene krachtbron



Hoofdstuk 1. visie op SMR's

Centrale vraag

*Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's ondersteunen,
als groene krachtbron voor een vitale industrie in Zeeland?*

Deze vraag bestaat uit een drietal deelvragen:



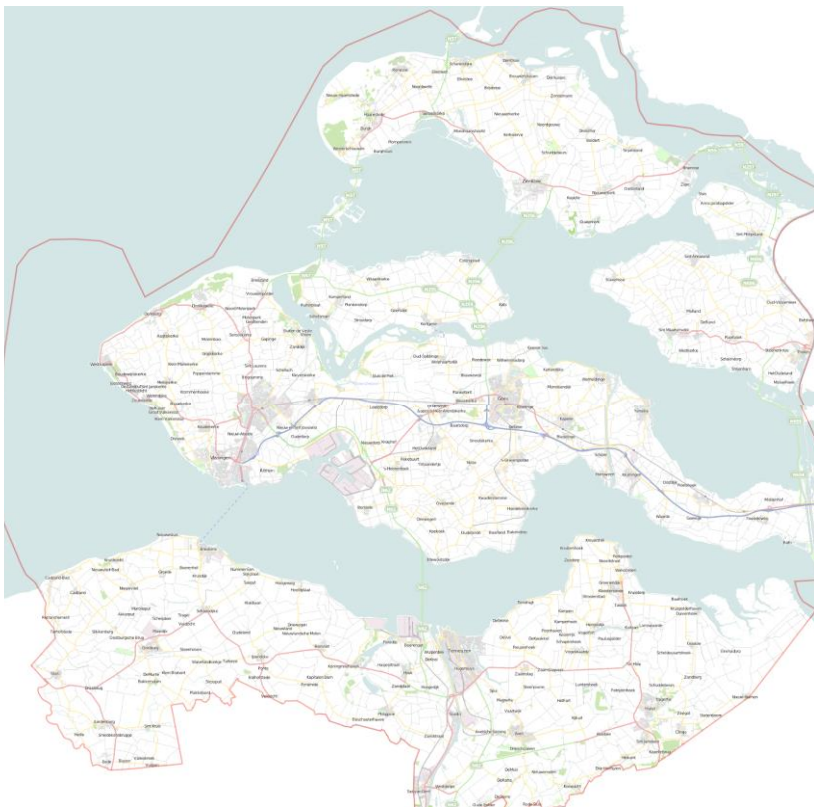
- 1. Hoe dragen SMR's bij als groene krachtbron voor de industrie?**
Wat is de energieopgave voor Zeeuwse bedrijven, welke SMR-technologieën komen beschikbaar op middellange termijn, en hoe kunnen die bijdragen aan energiezekerheid, betaalbaarheid en verduurzaming?
- 2. Welke rol willen Zeeuwse bedrijven hierin nemen?** Welke rol kunnen en willen industriële bedrijven spelen bij de realisatie van SMR's, in hoeverre bezitten zij hiertoe de kennis en middelen, en waar is ondersteuning nodig?
- 3. Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's optimaal ondersteunen?**
Welke rol kan Provincie Zeeland nemen en met welk beleid en actieprogramma kan zij SMR's daadwerkelijk helpen realiseren?



1. Analyse energieopgave Zeeuwse industrie 2020-2050



Provincie Zeeland heeft een uniek karakter



De provincie Zeeland telt ongeveer 393.000 inwoners en bestaat uit een unieke combinatie van eilanden en schiereilanden, verbonden door bruggen, en dammen en tunnels.

De provincie is verdeeld in regio's zoals Zeeuws-Vlaanderen, Walcheren, Bevelanden, Schouwen-Duiveland en Tholen, elk met een eigen karakter.

Zeeland heeft een sterke maritieme en agrarische cultuur, met invloeden van visserij, deltawerken en streekproducten zoals mosselen en oesters.

De provincie staat bekend om haar rust, ruimte en water, en trekt jaarlijks veel toeristen vanwege de kust, historische stadjes en natuur.

Tegelijkertijd speelt Zeeland een **belangrijke rol in de industriële en logistieke economie**, vooral in en rond het havengebied van North Sea Port.

Schelde-Delta is één van zes grote industrieclusters in NL



Schelde-Deltaregio heeft een grote toegevoegde waarde

Toegevoegde waarde Schelde-Deltaregio

Sector	Toegevoegde waarde € miljard	Aandeel Procent	Werkgelegenheid aantal banen	Aandeel Procent
Chemie	4,5	35%	7.500	25%
Energie	2,0	16%	3.000	10%
Staal	1,5	12%	3.000	10%
Food & Agro	1,3	10%	4.500	15%
Offshore & Maritiem	1,0	8%	3.000	10%
Opslag & Logistiek	1,3	10%	4.500	15%
Transport & Automotive	0,9	7%	4.500	15%
Totaal	12,6	100%	30.000	100%

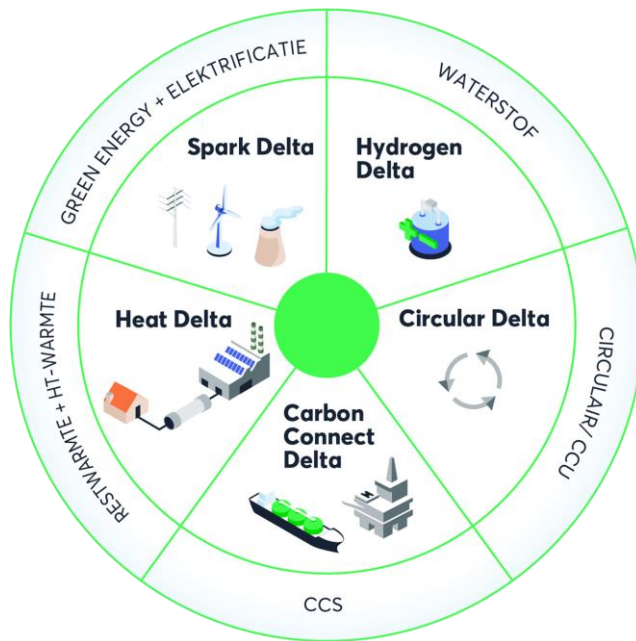
De Schelde-Deltaregio is economisch van groot belang voor zowel Nederland als België. De regio huisvest een krachtig industriecluster met wereldspelers in o.a. de chemie, energie, staal, food en logistiek, en biedt een (in)directe werkgelegenheid aan zo'n 106.000 mensen.

Dankzij haar ligging rond het multimodale North Sea Port, met een toegevoegde waarde van €12,7 miljard het economische hart van de regio, is de regio een logistiek knooppunt en cruciaal voor de energie- en grondstoffentransitie.

Bovendien speelt ze een **sleutelrol in de klimaattransitie**, met ambitieuze programma's voor waterstof, CO₂-reductie en circulariteit.

Voor verduurzaming van de industrie werkt SDR aan vijf transitieprogramma's

Transitieprogramma's SDR



Het Nederlandse deel van het cluster stoot ongeveer 10 Mton CO₂ per jaar uit (15% van de nationale industriële CO₂-emissie binnen het ETS) en is ook de grootste waterstofverbruiker in de Benelux.

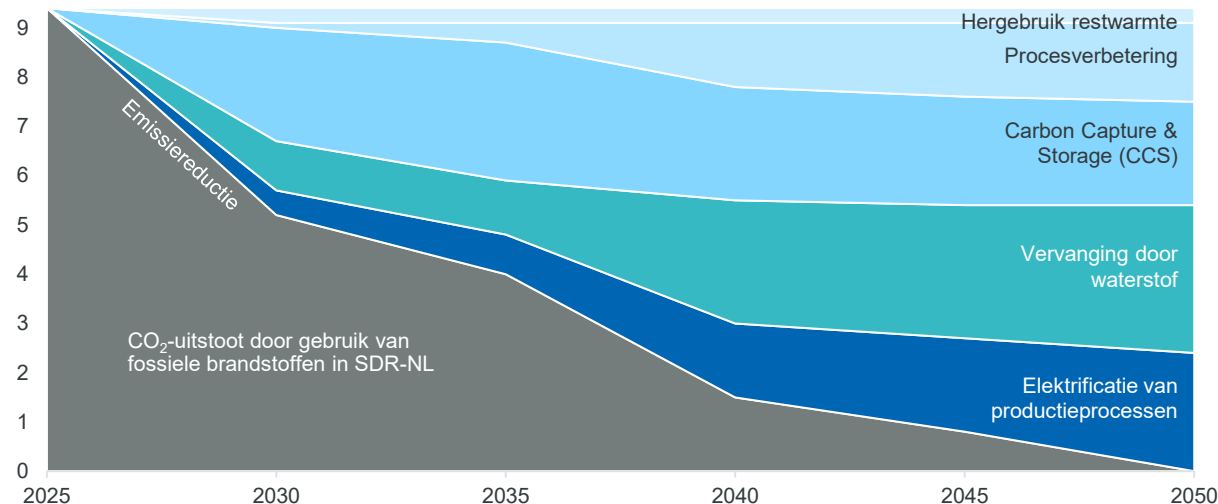
Smart Delta Resources (SDR), het internationale samenwerkingsverband van bedrijven binnen de regio, heeft een **decarbonisatieroute voor de industrie** geformuleerd op basis van (potentieel) beschikbare en betaalbare technologieën met potentieel grote CO₂-reductie: waterstof, elektrificatie, Carbon Capture & Storage (CCS) en restwarmte.

Om de routekaart te realiseren zijn vier **transitieprogramma's** gedefinieerd: Spark Delta, Hydrogen Delta, Carbon Connect Delta en Heat Delta. Daarnaast werkt SDR ook aan een Circular Delta-programma voor de grondstoffentransitie en duurzaam watergebruik.

De transitieprogramma's van SDR en individuele bedrijven zullen leiden tot minder uitstoot van CO₂

Geplande emissiereductie Schelde-Deltaregio (NL), scope 1

Mton CO₂ per jaar



Verduurzamingsroadmap op basis van 60 projecten van bestaande en nieuwe bedrijven in de regio met als doel de vervanging van fossiele brandstoffen.

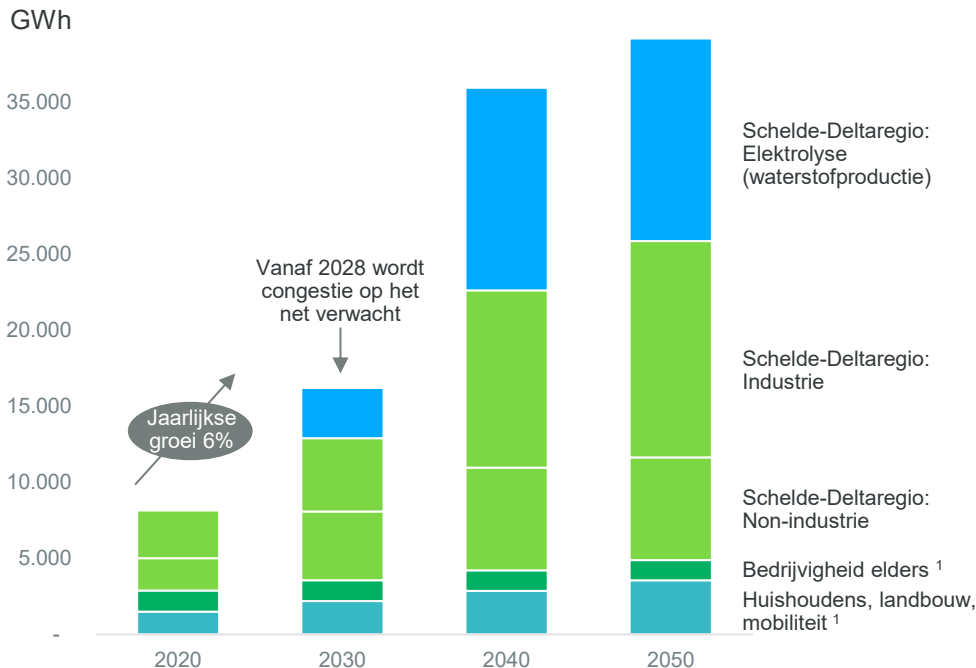
In de projecties zit een **mate van onzekerheid**. De projecten kennen risico's in (financiële) haalbaarheid, toegang tot infrastructuur, wet- en regelgeving, beleid, ruimtelijke inpassing en maatschappelijk draagvlak. Veel projecten moeten nog van start gaan afhankelijk van een definitieve investeringsbeslissing.

Geplande reductie van de directe uitstoot door eigen bedrijfsactiviteiten (de zogenaamde scope 1) in SDR-NL, op basis van 60 verduurzamingsprojecten; Momenteel wordt een systeemintegratiestudie uitgevoerd waarin wordt gekeken naar meerdere scenario's.

Bron: Cluster Energie Strategie 3.0 Schelde-Deltaregio (SDR, september 2024)

Verduurzaming vraagt meer elektriciteit voor elektrificatie van productieprocessen en voor waterstofproductie

Scenario voor vraag naar elektriciteit in Zeeland



Toelichting

- In het scenario van CES 3.0 en de Energievisie wordt een groei verwacht van 6% per jaar tot een drie keer zo hoge vraag in 2050
- Warmtepompen en elektrische mobiliteit leiden tot groei van huishoudelijk verbruik
- Verreweg het grootste deel van de stroomvraag komt voor rekening van de Schelde-Deltaregio
- Bij bedrijven komt de groei uit vervanging van fossiele brandstoffen door elektrificatie van productieprocessen, met name de overstap van Dow naar E-krakers rond 2040 kan leiden tot een grote sprong
- Als de plannen voor waterstofproductie door electrolyse doorgaan, dan zal de vraag stijgen met circa 15.000 GWh
- Echter, de voorspelde groei lijkt wat achter te blijven bij de verwachting; grote bedrijven stellen investeringsbeslissingen uit, de concurrentiepositie staat sterk onder druk en technologische keuzes zijn afhankelijk van beleidskeuzes en economische haalbaarheid

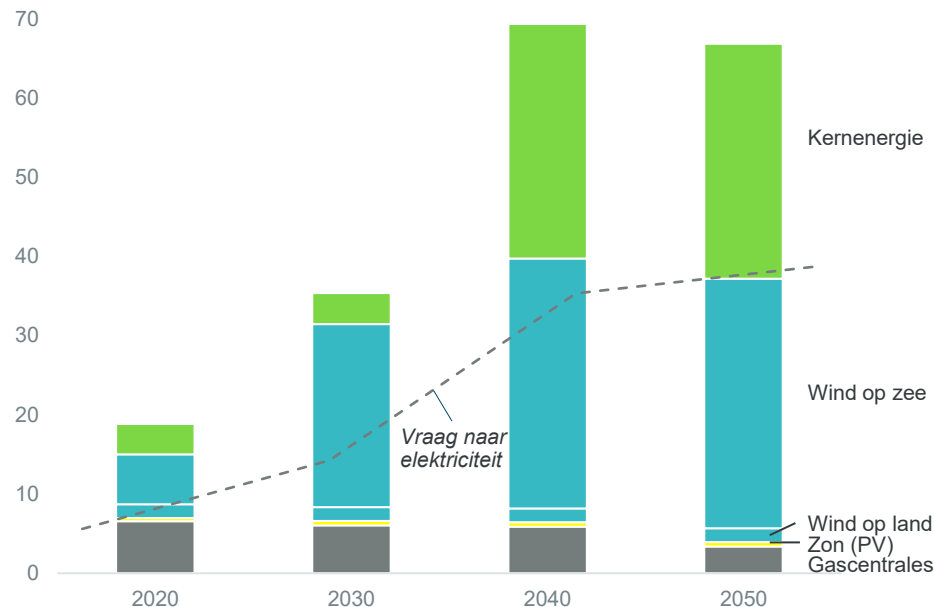
1) Gemiddelde van scenario A (nadruk op alternatieven) en E (nadruk op elektrificatie) uit Energievisie Zeeland 2025

Bron: Cluster Energie Strategie 3.0 Schelde-Deltaregio (SDR, september 2024, met geactualiseerde dataset augustus 2025) Energievisie Zeeland (april 2025), interview met North Sea Port (22 september 2025)

In Zeeland is echter meer dan voldoende aanbod voor de stijgende vraag naar elektriciteit

Scenario voor aanbod van elektriciteit

GWh



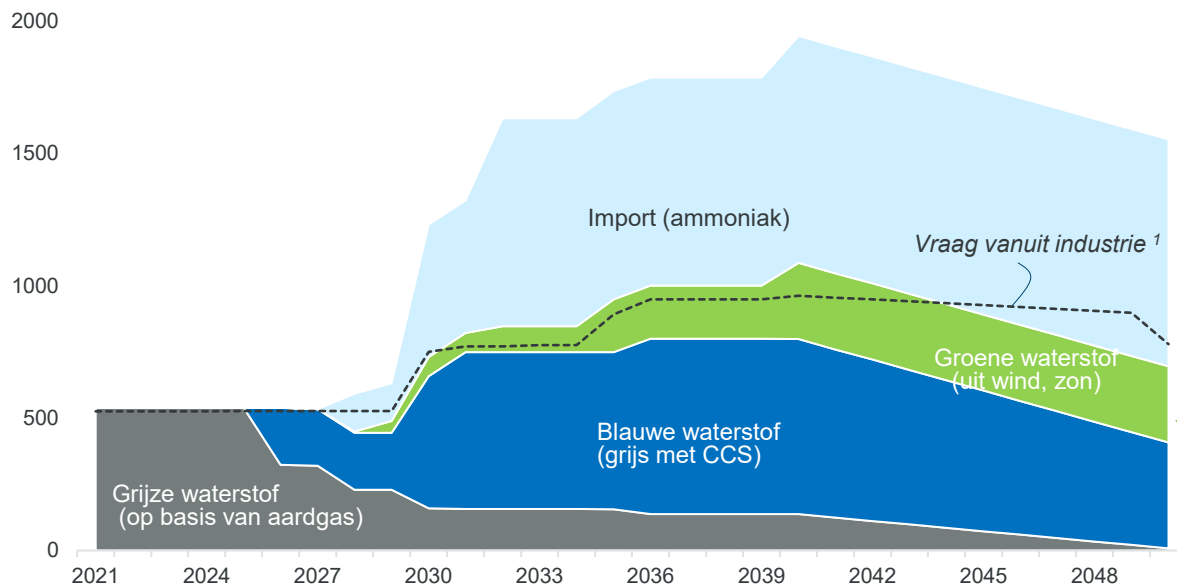
Toelichting

- De capaciteit zal naar verwachting sterk toenemen
 - De projectie voor kernenergie gaat uit van verlenging van de huidige Kerncentrale Borssele voor de periode 2034-2053 (afhankelijk van wijziging Kernenergiewet en beoordeling ANVS) en de bouw van twee nieuwe kerncentrales van 1,6 GWe
 - De huidige capaciteit voor wind op zee is 1,5 GWe; de geplande nieuwe capaciteit is 4 GWe in 2030 en mogelijk nog eens 2 GWe in 2035
 - De gascentrales zijn de Sloe-centrale en de Elsta-centrale
- Als de plannen voor de twee kerncentrales en wind op zee doorgaan, dan is er ruime overcapaciteit binnen de provincie – een groot deel van de opwek zal via het landelijke net naar de rest van Nederland moeten worden getransporteerd

CO₂-vrije productie van waterstof is nodig voor energie- en grondstoffentransitie

Ontwikkeling waterstofaanbod

kton per jaar



Toelichting

- Momenteel kent de Schelde-Deltaregio de grootste waterstof-productie van Nederland, maar liefst 520 kton per jaar, bedoeld als brandstof en als grondstof
- Verschillende projecten staan gepland om blauwe en groene waterstof te gaan produceren
- De projecten voor groene waterstof zullen nieuwe elektrolyse-installaties vereisen waarvoor circa 15.000 GWh aan elektriciteit en 2,4 GW vermogen voor nodig is
- Import van waterstofdragers (zoals ammoniak) zijn daarnaast een belangrijk onderdeel van het systeem

Benodigde elektrolysecapaciteit

1) Vraag van gevestigde bedrijven die waterstof (gaan) gebruiken, exclusief mogelijke synfuels of circulaire grondstoffen

Bron: Cluster Energie Strategie 3.0 Schelde-Deltaregio (SDR, september 2024, met geactualiseerde dataset augustus 2025); Energievisie Zeeland (april 2025)

De energietransitie stelt industrie voor grote uitdagingen, voortbestaan onzeker

Uitdaging: stijgende kosten, onzekere levering van energie, complexe geïntegreerde productie cascades en toenemende concurrentie

- Industriële bedrijven hebben als taakstelling – zowel vanuit de overheid als vanuit interne doelstellingen – om te **verduurzamen**; doel is Net Zero Emission in 2050
- Verduurzaming vraagt in veel gevallen een groter verbruik van elektriciteit – hetzij door **elektrificatie** van bedrijfsprocessen, hetzij door de overstap naar **alternatieve brandstoffen** zoals **waterstof** en synthetische brandstoffen, waar ook elektriciteit voor nodig is
- Echter, de toekomstige inkoop van elektriciteit is onzeker: door de toenemende afhankelijkheid van weersafhankelijke stroom (wind, zon) is het niet zeker of er **voldoende stabiele, betrouwbare basislast** aanwezig zal zijn in de toekomst, en door de **netcongestie** is het evenmin zeker of deze geleverd kan worden; bovendien **stijgen de prijzen** voor productie en transport van elektriciteit
- Daarbij is vervanging van fossiele brandstoffen een grote uitdaging; de huidige productieketens op basis van fossiele brandstoffen zijn in de loop van decennia volledig geoptimaliseerd; vervanging zal mogelijk leiden tot (tijdelijke) kinderziekten en suboptimalisatie; bovendien zijn sites veelal geïntegreerd, met veel onderlinge afhankelijkheden binnen en tussen bedrijven
- Tegelijkertijd neemt de **concurrentie** vanuit landen als China toe; door hoge productiekosten, stagnatie in de vraag naar basisproducten en goedkope import is Nederland niet concurrerend
- Onder deze **onzekere omstandigheden** moeten bedrijven grote **investeringsbeslissingen** nemen, om te investeren in bijvoorbeeld e-boilers of waterstofinstallaties die de huidige volledig geoptimaliseerde processen danig gaat veranderen
- Beslissingen komen vaak van een **hoofdkantoor in het buitenland**, waar men de afweging maakt om wel of niet in Nederland te blijven

Een oplossing is nodig voor behoud industrie en verduurzaming

20 maart, 2025

Zeeland: zonder industrie geen kans op duurzame toekomst voor regio

**Nu actie voor
behoud en verduurzaming
industrie in Zeeland!**



Provincie
Zeeland

S smart delta
resources

Impuls
Zeeland

**ECONOMIC
BOARD ZEELAND**
SAFEN ZEELAND IN STROMINGSWISSENSCHAPPELIJKE PROEVEN

**VNO
NCW
BRABANT
ZEELAND**

**North
Sea
Port**

B

FNV

Terneuzen

Portiz

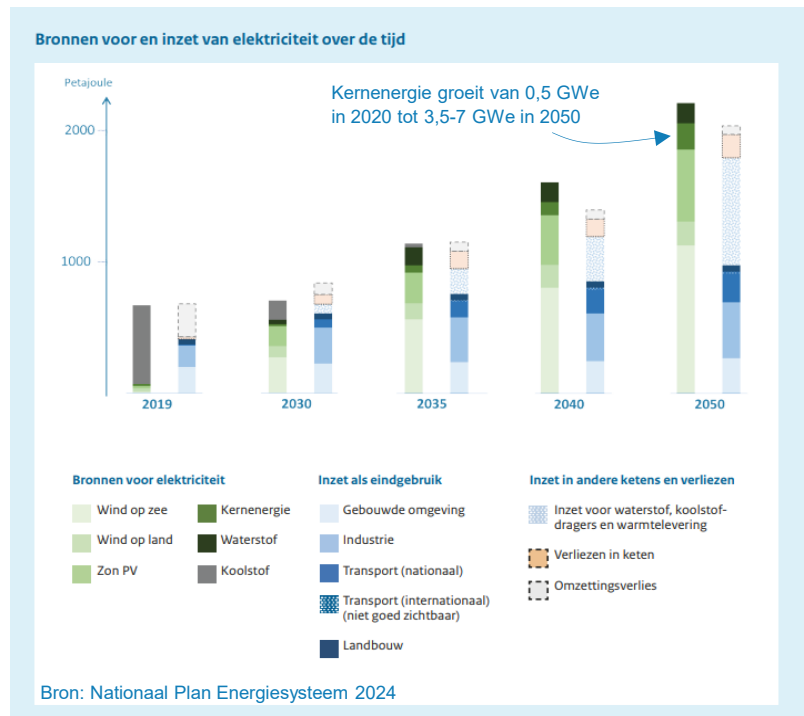
**GEMEENTE
VLISSINGEN**



2. De mogelijkheden van SMR's – trends en ontwikkelingen



Kernenergie wordt in toenemende mate gezien als onderdeel van de energiemix



Vele internationale instanties zoals het internationale klimaatpanel IPCC en de internationale energieagentschap (IEA) zien kernenergie in toenemende mate als een **belangrijk onderdeel van de energiemix** om het Net Zero Emission-scenario in 2050 te behalen. Tijdens COP28 is door een aantal landen binnen en buiten Europa, waaronder Nederland, besloten om de capaciteit van kernenergie te verdrievoudigen tot 2050.

Ook in Nederland wordt kernenergie gezien als belangrijk onderdeel van een toekomstbestendig energiesysteem, zo blijkt uit talloze onderzoeken. In het Nationaal Plan Energiesysteem 2024 wordt een sterke groei voorzien.

Kernenergie biedt **enkele grote voordelen**

- Zeer veilig dankzij de hoge veiligheidseisen
- Hoge energiedichtheid, beperkt gebruik van ruimte, bouwmaterialen en zeldzame grondstoffen per MWh
- Hoge mate van beschikbaarheid (90-95%) en energiezekerheid
- Voorspelbare, deels regelbare capaciteit voor balancerend elektriciteitsnet
- Hoeveelheid radioactief afval is gering, wordt gecontroleerd en veilig opgeslagen
- Op systeemniveau beperkte kosten per MWh, omdat aanvullende investeringen in overcapaciteit, opslag, backup en netverzwaring beperkt zijn
- Effectieve reductie van uitstoot, zoals bewezen in Frankrijk

Echter, kernenergie kent ook **enkele nadelen** of uitdagingen zoals de lange bouwtijd, kostenoverschrijdingen en de vraag wat er op lange termijn met het kernaafval moet gebeuren. Hierbij moet worden opgemerkt dat de grote kostenoverschrijdingen van Olkiluoto 3, Flamanville en Hinkley Point C mede veroorzaakt zijn door een decennialange bouwstop, en de aldus verloren waardeketen en kennis.

Naast grote kerncentrales zijn kleine kerncentrales in opkomst – de Small Modular Reactors

Small Modular Reactors

Small

- Vermogen 5-500 MWe
- Benodigd oppervlak 1-15 Ha

Modular

- Gecentraliseerde productie in serie
- Veel prefab-modules
- Transport via containers
- Lokale assemblage
- En/of: koppeling van meerdere reactor-units op 1 locatie

Reactors

- Energie uit nucleaire splijtingsreactie

Voorbeelden van SMR's in ontwikkeling



SMR's bieden voordelen boven grote kerncentrales

Beoogde voordelen van SMR's

Veilig

Lager vermogen, meer intrinsieke veiligheid

Veelzijdige toepassingen

Basislast of regelbare elektriciteit voor flexibele vraagsturing, stadsverwarming, industriële procesverwarming, productie van waterstof en synthetische brandstoffen

Meer potentiële locaties

Kleinere voetafdruk, minder of geen koelwater nodig, dicht bij industrieterreinen of woonwijken, toepassingen achter de meter, minder belasting van het elektriciteitsnet

Versnelde implementatie

Gestandaardiseerde prefab serieproductie, parallel aan licentieprocedures, lokale montage, kortere bouwperiode

Betaalbaar

Potentieel lagere totale kosten per MWh dankzij vereenvoudigd ontwerp, modularisering, snellere bouw, lagere kapitaalkosten, 'economies of numbers'

Maar nog niet bewezen

SMR's – Hype of realiteit?

Er zijn nog geen operationele SMR's (behalve in China en Rusland)

Sommige spraakmakende initiatieven hebben tegenslagen gekend (NuSale, Nuward)

De eerste SMR's in Europa kunnen tegen 2030 verschijnen, meest waarschijnlijke kandidaten: Rolls-Royce SMR en GE Hitachi

Lager vermogen leidt tot hogere kosten per MWh – de in theorie mogelijke kosten-voordelen moeten nog worden bewezen

Nieuwe geavanceerde technologieën zijn in ontwikkeling

Generatie 3

- Technologie op basis van huidige generatie kerncentrales
- Brandstof in de vorm van uraniumstaven
- Actieve koeling met water, in een kookwaterreactor (BWR) of drukwaterreactor (PWR)
- Voorbeelden: GE Hitachi, Rolls-Royce
- Eerste First-of-a-Kind-reactoren rond 2030 in Canada en VK
- Toepassingen
 - Basislast elektriciteit (met beperkte mate van flexibel regelvermogen),
 - Warmtekrachtkoppeling
 - Stadsverwarming
 - Koppeling aan waterstofelektrolyse

Generatie 4

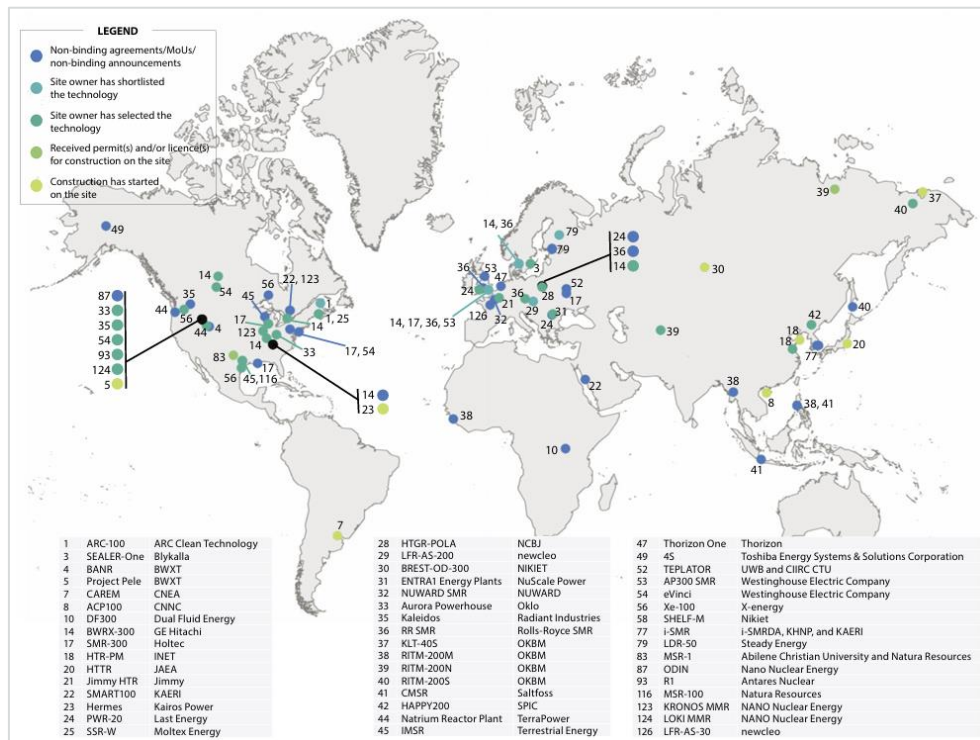
- Geavanceerde technologie met innovatieve brandstoffen en koelmiddelen
- Voorbeelden: gesmoltenzoutreactor (MSR), loodgekoelde reactor (LFR), gasgekoelde reactor hoge temperatuur (HTGR)
- Voordeel 1: intrinsieke veiligheid op basis van fysische eigenschappen – daardoor minder actieve systemen nodig
- Voordeel 2: beter inpasbaar door kleiner formaat
- Voordeel 3: MSR's en LFR's richten zich daarbij op een circulaire brandstofketen, betere benutting van uranium en/of nieuwe brandstof mogelijk (thorium)
- Eerste First-of-a-Kind-reactoren rond 2033-2035
- Bredere aanvullende toepassingen, bijvoorbeeld:
 - Groter bereik en meer flexibel regelvermogen, mogelijk in combinatie met buffering/warmteopslag
 - Stoom op hoge temperatuur voor industriële productie
 - Maritieme toepassingen

Circa 100 concepten worden actief ontwikkeld

	Generatie 3	Generatie 4			
	Water	Gas	Metaal	Gesmolten zout	Lucht (heat pipes)
Primaire koeling Toepassing op land	• CAREM • ACP100 • HAPPY200 • BWRX-300 • Cal-30 • SMR-300 • SMART100 • PWR-20 • ENTRA1 Energy Plants • NUWARD-SMR • RITM-200N • Rolls Royce-SMR • TEPLATOR • LEUNR • DFBR-1 • i-SMR • Nuclearis N1 • LDR-50 • NHR200-II	• BANR • A-HTR-100 • GTHTR300 • HTTR • Jimmy HTR • HTGR-POLA • Kaleidos • HTMR-100 • HTR-PM • Xe-100 • Blossom Energy SMR • FMR • EM2 • HTR50S • HECTAR • MN-1 • KRONOS MMR • LOKI MMR • Allseas	• ARC-100 • Blue Capsule • SEALER-One • DF300 • HEXANA • BREST-OD-300 • LFR-AS-200 • Aurora Powerhouse • Otrera 2x300 • Natrium Reactor Plant • 4S • SALUS-100 • LFR-AS-30 • START	• LFTR • Hermes • SSR-W • FLEX • XAMR • Energy Well • IMSR • Thorizon One • ODIN • MSR-100 • MSR-1 • Stellarium	• eVinci • R1
Toepassing op zee	• ACPR50S • RITM-200S • RITM-200M • KLT-40S • ENTRA1 Energy Plants	• Blossom Energy SMR • MN-1 • Allseas	• SEALER-One • LFR-AS-200	• FLEX • CMSR • ThorCon 500 • LFTR • ODIN	• eVinci • R1

Opmerking: van de 127 concepten worden 99 actief ontwikkeld, waarvan 74 worden gemonitord door [OECD NEA SMR dashboard 2025](#)

Slechts enkele concepten zullen de markt halen



Enkele winnaars na wereldwijde consolidatieslag

- De honderd actieve SMR-ontwikkelaars strijden allen om beperkte financiering, arbeidskrachten, testfaciliteiten, vestigingslocaties, toegang tot brandstof en commerciële contracten
- Naar verwachting zal 80-90% binnen enkele jaren moeten stoppen
- Wellicht zullen 10-15 voorlopers – met een vergevorderd ontwerp en voldoende grote organisaties en financiering – de markt met succes betreden
- Binnen Europa zullen dat er 3-5 zijn (inschatting team)
- Van de winnende SMR's zullen wellicht enkele tientallen units gebouwd worden

Voorbeelden van mogelijke SMR's in Nederland rond 2040

Generatie 3

Generatie 4

Grote SMR's (> 250 MWe)



Micro-SMR's (< 50 MWe)



Grote SMR's (> 250 MWe)



Kleine SMR's (< 250 MWe)



<i>Voorbeelden kansrijke concepten voor Nederland</i>	- Rolls-Royce – RR SMR 470 MWe - GE Hitachi – BWRX-300 300 MWe - Westinghouse – AP300 300 MWe - NuScale – 4NPM 4 x 77 MWe - Holtec – SMR-300 2 x 320 MWe - KHNP – i-SMR 4 x 170 MWe	Last Energy – PWR-20 20 MWe	- X-Energy – Xe-100 4 x 80 MWe - Newcleo – LFR-AS-200 2 x 200 MWe - Terrestrial – IMSR400 2 x 195 MWe - Terrapower – Natrium Reactor 335 MWe	- Kairos Power – KP-FHR 2 x 75 MWe - Thorizon – Thorizon One 100 MWe - Oklo 75 MWe
	- Alleen voor stadswarmte Thermisch: - Steady Energy 50 MWth - Calogena 30 MWth	- Alleen voor stadswarmte Thermisch: - Steady Energy 50 MWth - Calogena 30 MWth	- Alleen voor stadswarmte Thermisch: - Steady Energy 50 MWth - Calogena 30 MWth	- Alleen voor stadswarmte Thermisch: - Steady Energy 50 MWth - Calogena 30 MWth
<i>Toepassing</i>	- Grootschalige elektriciteit, basislast - Vaak regelbaar 50-100% (op- en afschalen 1-5% per minuut) - Ook geschikt voor WKK, waterstof-elektrolyzers en/of stadsverwarming	- Ofwel: kleinschalige elektriciteit, achter de meter, voor afgelegen gebieden - Ofwel: warmte voor stadsverwarming	- Hoge temperatuur (350-600+°C), bij uitstek geschikt voor industrie-warmte - Meer mogelijkheden voor vraaggestuurd vermogen, met eventueel opslag (batterij) - Ook geschikt voor WKK, waterstof	- Hoge temperatuur (350-600+°C), bij uitstek geschikt voor industrie-warmte - Meer mogelijkheden voor vraaggestuurd vermogen, met eventueel opslag (batterij) - Ook geschikt voor WKK, waterstof
<i>Wanneer beschikbaar?</i>	- First-of-a-kinds (FOAK's) 2030-2032 - Commercieel in NL op z'n vroegst vanaf 2035-2040	- FOAK's 2032-2035 - Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2040	- FOAK's 2031-2035 - Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2037-2040	- FOAK's 2031-2035 - Commercieel in NL op z'n vroegst rond 2037-2040

Opmerking: er zijn wereldwijd 127 SMR-concepten, waarvan 99 actief in ontwikkeling. Vele zijn echter pril en/of actief buiten Europa; bovenstaande selectie lijken de meest kansrijke SMR's die in 2035-2045 in Nederland beschikbaar zouden kunnen komen (inschatting team). NuScale, Holtec, KHNP, X-Energy, Newcleo, Terrestrial en Kairos Power leveren alleen meerdere units per locatie. Bron: SMR dashboard OECD-NEA 2025, Tractebel (SMR.KNOW), Ruimtelijke en Energetische inpassing Small Modular Reactors (SMR's) in de industrie (Haskoning en Tractebel 2025, in opdracht van MinkGG)

Gen 4-SMRS's zijn uniek geschikt voor proceswarmte

Sector	Temperatuur (°C)	Vermogen per site (MWth) ¹	Toelichting	Toepassing SMR's
Staal (ijzer & staal)	1.200–1.800°C	100–500 MWth	Hoogovens, elektrische boogovens, continu gieten	Gen 4-SMR's kunnen voorverhitting doen, verdere opwarming bijvoorbeeld via syngas
Glas	1.200–1.600°C	20–100 MWth	Continue smeltovens	
Cement	1.400–1.500°C	20–150 MWth	Draaiovens, klinkerproductie	
Keramiek	1.000–1.400°C	5–50 MWth	Ovens voor tegels, bakstenen, sanitair	
Olieraffinage	200–1.000°C	200–1.000 MWth	Fractionele destillatie, reforming	Gen 4-HTGR's kunnen in sommige gevallen als 'plug in' de gehele verhitting doen; in andere gevallen alleen voorverhitting
Chemie	150–850°C	50–300 MWth	Stoomreforming, synthese, destillatie	
Aluminium	660–900°C	30–150 MWth	Elektrolyse en gieten	
Kunstmest	150–500°C	100–300 MWth	Ammoniakproductie onder hoge druk (400–500°C); ondersteunende processen (150–200°C)	Gen 4-SMR's (HTGR, MSR, LFR) kunnen als 'plug in' de bestaande fossiele brandstoffen vervangen
Pulp & Papier	100–250°C	10–50 MWth	Stoomdroging, bleken, pulpbereiding	Gen 3-SMR's kunnen als 'plug in' de bestaande fossiele brandstoffen vervangen
Voedingsmiddelen	60–250°C	1–20 MWth	Koken, steriliseren, drogen	
Textiel	100–200°C	1–10 MWth	Verven, drogen, afwerken	

1) Benodigde thermisch vermogen voor een typische fabriek

HTGR = High Temperature Gas-cooled Reactor, MSR = Molten Salt Reactor, LFR = Lead-cooled Fast Reactor

Bron: Advanced Manufacturing Office (DOE, 2022), Renewable energy options for industrial process heat (Australia government, 2019)

SMR's vergen beperkte ruimte

Locatie-vereisten

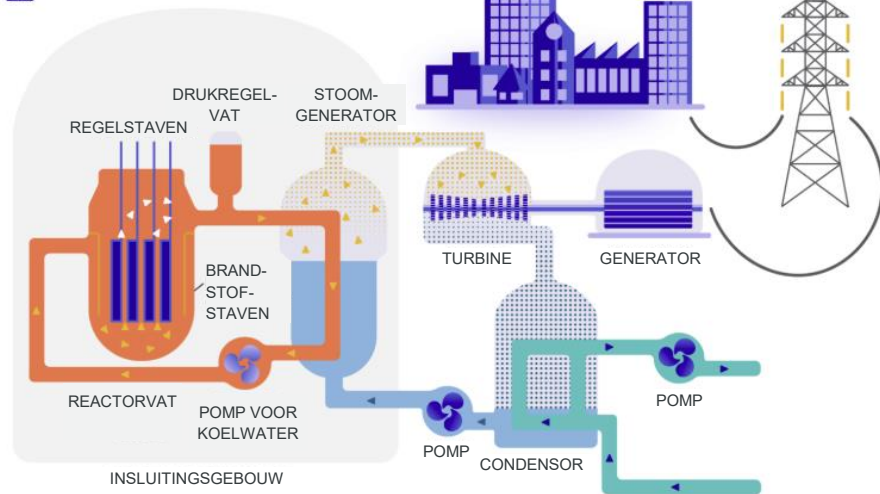
	Microreactoren < 50 MWe	Middelgrote SMR's 50-250 MWe	Grote SMR's > 250 MWe	Grote kerncentrale 1.000-1.600 MWe
Oppervlak	1-3 Ha	3-10 Ha	10-15 Ha	25 Ha
Tijdelijk bouwterrein	2-6 Ha	6-20 Ha	20-30 Ha	75 Ha
Noodplanningszone ¹	Niet nodig buiten de site	Niet nodig buiten de site	In sommige gevallen is er een EPZ tot 400 meter	10-16 km (pluim) 50-80 km (blootstelling)
Warmteafvoer naar omgeving	Geen externe koeling nodig	Koelmodules of oppervlaktewater	Koelmodules of oppervlaktewater	Koeltorens of oppervlaktewater
Netaansluiting	Middenspanningsnet 10, 20, 25-36, 50 kV	Hoogspanningsnet 110, 150 kV	Hoogspanningsnet 220, 380 kV (150 kV wellicht mogelijk na aanpassing ontwerp)	Hoogspanningsnet 380 kV

1) Emergency Planning Zone (noodplanningszone): gebied waarin bij een hypothetisch verondersteld ongeval blootstellingsgevaar is door radioactieve pluimen of inname van gecontamineerd voedsel of water. De operator moet een noodplan hebben voor maatregelen en evacuatie binnen deze zone.

Bron: Tractebel (SMR.KNOW)

SMR's moeten gekoeld worden via meerdere circuits

Schematische weergave van een Gen 3-SMR



Koelcircuits

Primaire circuit

Koeling van het systeem rond het reactorvat waar de nucleaire kettingreactie plaatsvindt, door een koelvloeistof; bij een traditionele kerncentrale of Gen 3-SMR is dat water; bij Gen 4-SMR's kan dat bijvoorbeeld gas, gesmolten lood of gesmolten zout zijn

Secundaire circuit

Koeling van het systeem voor de turbineaanrijving, buiten het nucleaire eiland

Tertiaire circuit

Warmteafvoer naar de omgeving (in sommige gevallen gebeurt dit in een vierde circuit)

Restwarmtekoeling (niet aangegeven)

Daarnaast zijn er ook systemen om de restwarmte van het primaire circuit af te voeren voor momenten waarop de reactor uit staat

SMR's kunnen helpen om netcongestie tegen te gaan

Impact op elektriciteitsnet

	Benodigde netaansluiting	Voordelen voor netbalancing
Kleine SMR's < 50 MWe	Middenspanningsnet • 10 kV – stedelijke gebieden • 20 kV – veelvoorkomend in Nederland • 25-36 kV – spoor en industriële toepassingen • 50 kV – bovenkant van middenspanning	• Lokale koppeling bij industriële clusters of gemeenten; toepassing achter de meter eventueel mogelijk • Minder verzwaring nodig van hoogspanningsnet door decentrale opwek en gebruik
Middelgrote SMR's 50-250 MWe	Hoogspanningsnet • 110 kV • 150 kV	• Lokale koppeling bij industriële clusters; toepassing achter de meter eventueel mogelijk • Constante basislast stabiliseert regionale netten, minder volatiliteit en piekbelasting in vergelijking met zon en wind • Minder verzwaring nodig van hoogspanningsnet
Grote SMR's > 250 MWe	Transportnet • 220 kV • 380 kV	• Grote bijdrage aan landelijke baseload • Kan knelpunten verlichten indien strategisch geplaatst

SMR's kunnen eveneens bijdragen doordat ze **voorspelbaar en deels regelbaar vermogen** leveren waardoor ze **vraaggestuurd** kunnen worden ingezet (load-following) om het volatiele aanbod van wind- en zonne-energie te balanceren:

- Gen 3-SMR's kunnen het **vermogen typisch aanpassen tussen 50 en 100%**. Grotere SMR's kunnen op die manier **+/- 10 MWe per minuut meebewegen** met de stroombalans. Dagelijks op en neer bewegen gaat echter wel gepaard met efficiëntieverliezen (lagere loadfactor) en hogere onderhouds- en vervangingskosten van de turbines, waardoor de kosten per MWh hoger uitvallen.
- Gen 4-SMR's opereren op hoge temperatuur en kunnen worden voorzien van **opslagtanks** met gesmolten zout, waardoor ze effectief als **batterij** fungeren. Opslag kan plaatsvinden gedurende dalperiodes van 6 tot 12 uur tijdens de dag, afhankelijk van de tankomvang, waardoor tijdens de piekvraag 's ochtends en 's avonds 200-300% van het nominale elektrisch vermogen geleverd kan worden.

De kosten variëren en er zijn financiële risico's

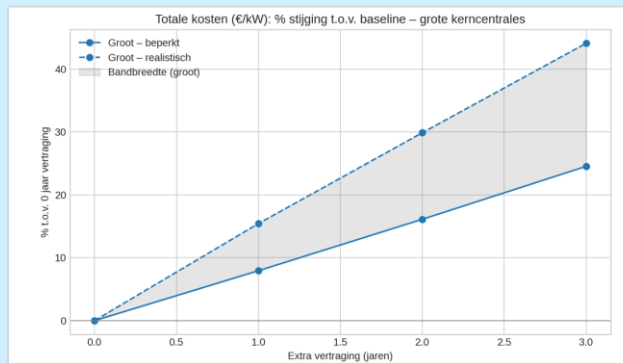
Geschatte kosten

Momenteel zijn er nog geen bewezen gegevens over de kosten van SMR's omdat ze nog niet operationeel zijn. Vele studies naar de kosten wijzen het volgende uit:

- De initiële ('overnight') kosten voor de voorbereiding en bouw, zonder indexatie en bouwrente, variëren tussen de € 3.000 en € 7.000 per kW geïnstalleerd vermogen
- De totale kosten per MWh, gemeten over de hele levensduur van 40-80 jaar,¹ inclusief operatie, onderhoud, brandstof, afvalverwerking en ontmanteling zijn ruwweg € 60-120 per MWh, afhankelijk van het type reactor
- Deze kosten gelden voor de Nth-of-a-kind-reactoren (NOAK's); een First-of-a-Kind-reactor zal een factor 2-3 keer zo duur zijn

Financiële risico's

Bij de recente bouwprojecten (FOAK's) van grote kerncentrales in Europa, zoals Olkiluoto 3, Flamanville en Hinkley Point C zijn grote vertragingen opgetreden. Ieder jaar vertraging leidt ruwweg tot 10-15% kostenoverschrijding. Oorzaken liggen in de technische complexiteit, veranderingen in regelgeving, ontwerpwijzigingen, systematische onderschatting, problemen met leveranciers en kwaliteit, gebrek aan ervaring en kennisverlies, contractuele en juridische geschillen en externe factoren zoals inflatie, geopolitieke ontwikkelingen, stikstofeisen, pandemieën en krapte op de arbeidsmarkt. Aangezien deze reactoren FOAK's waren en de waardeketen opnieuw wordt opgebouwd zullen de kosten bij volgende nieuwbouwprojecten naar verwachting lager uitvallen.



Voor SMR's zullen sommige risico's beperkter zijn door de kleinere scope, eenvoudiger ontwerpen, kortere bouwtijd, standaardisatie, serieproductie en de leercurve van grotere aantallen.

Echter, overige risico's blijven en sommige risico's zijn juist groter: nieuwe brandstoffen die gekwalificeerd moeten worden en nieuwe toeleveringsketens.

1) Reactoren worden typisch ontworpen op een levensduur tussen 40 en 60 jaar, naar verwachting kunnen sommige met levensduurverlengingen tot 80 jaar draaien
Bron: Ruimtelijke en Energetische inpassing Small Modular Reactors (SMR's) in de industrie (Haskoning en Tractebel 2025, in opdracht van MinkGG)

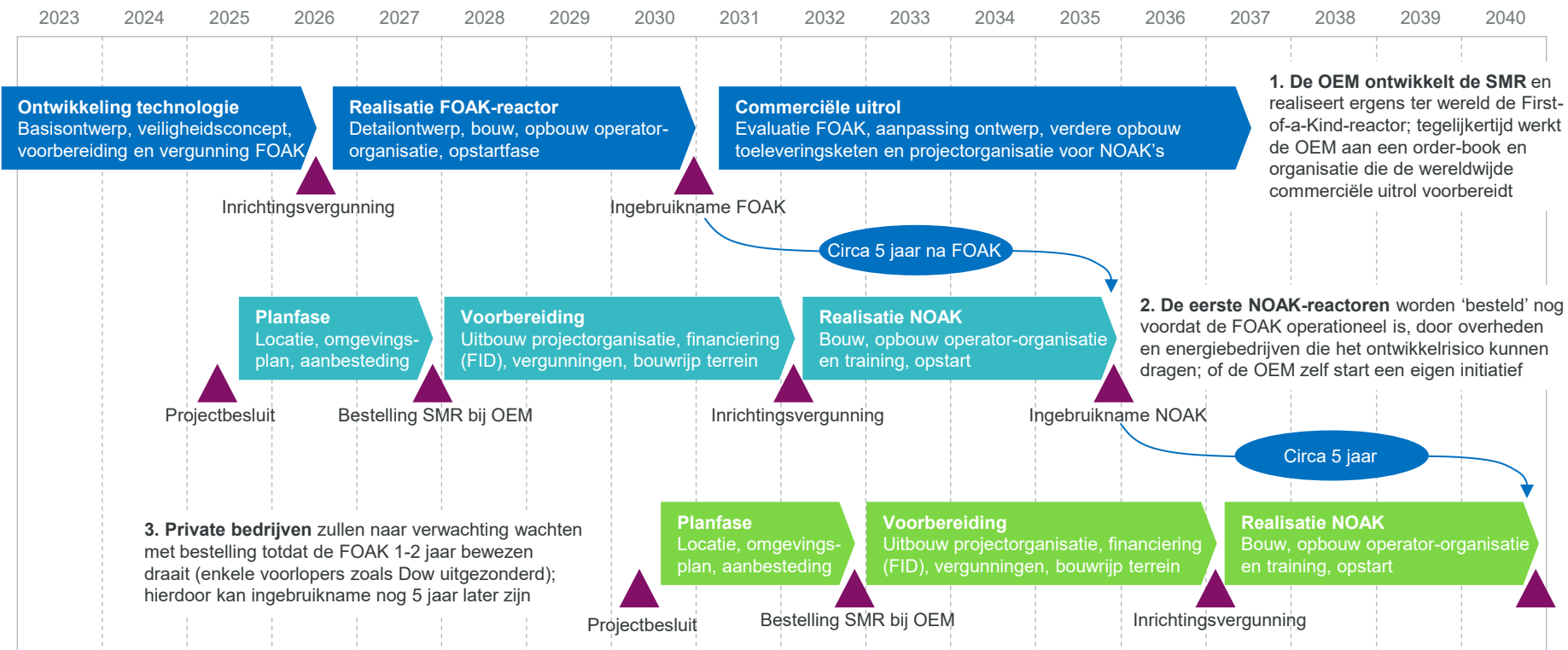
SMR-vendors nemen verschillende rollen aan

Rol van SMR-vendor	Diensten geleverd door SMR-vendor	Voorbeelden	Implicatie voor opdrachtgever
Businessmodel 1 Technologieleverancier	• Technologielicentie • Ondersteuning in lokale reactoraanpassingen, vergunningaanvraag en brandstofvoorziening	• Westinghouse • Moltex • Copenhagen Atomics • INVAP / CNEA • X-Energy • ARC Nuclear	• Initiatiefnemer / opdrachtgever moet zelf een capabale projectorganisatie opbouwen (vb: PALLAS, NEO) • Opdrachtgever moet Design Authority worden voor de bouw en operator / vergunninghouder worden of zoeken voor de exploitatie • Opdrachtgever moet operator-organisatie opbouwen en exploitatie organiseren • Doorlooptijd na contract met SMR-vendor: 9-12 jaar
Businessmodel 2 Energieleverancier	• Volledige projectrealisatie inclusief lokale ontwerp, vergunningaanvraag, bouw • Financiering • Exploitatie	• Rolls-Royce • NuScale • Allseas • Last Energy • TerraPower • Holtec • Oklo • Seaborg	• Initiatiefnemer / opdrachtgever stelt eisen, doet aanbesteding, en kan met een relatief klein projectteam het project beheersen • Opdrachtgever hoeft niet zelf operator / vergunninghouder te worden • Doorlooptijd na contract met SMR-vendor: 7-10 jaar • Klanten betalen per kWh

Opmerking: er zijn nog verschillende tussenvormen; sommige SMR-technologieleveranciers (model 2) zullen reactoren zoveel mogelijk turnkey leveren, met een vast consortium aan realisatiepartners, en zodoende een deel van de projectrealisatie uit handen nemen van de opdrachtgever; echter, ook in dat geval moet de opdrachtgever uiteindelijk de Design Authority worden
Bron: teamanalyse

SMR's komen op z'n vroegst in 2035-2040 naar Nederland

Indicatief scenario voor de introductie van de eerste Gen 3-SMR's



Bron: Ruimtelijke en Energetische inpassing Small Modular Reactors (SMR's) in de industrie (Haskoning en Tractebel 2025, in opdracht van MinkGG)



3. Bijdrage SMR's aan behoud en verduurzaming industrie



Waarom SMR's overwegen?

Als er overcapaciteit komt door twee kerncentrales en de aanlanding van wind op zee, waarom dan toch naar SMR's kijken?

Er zijn drie redenen om SMR's te overwegen:

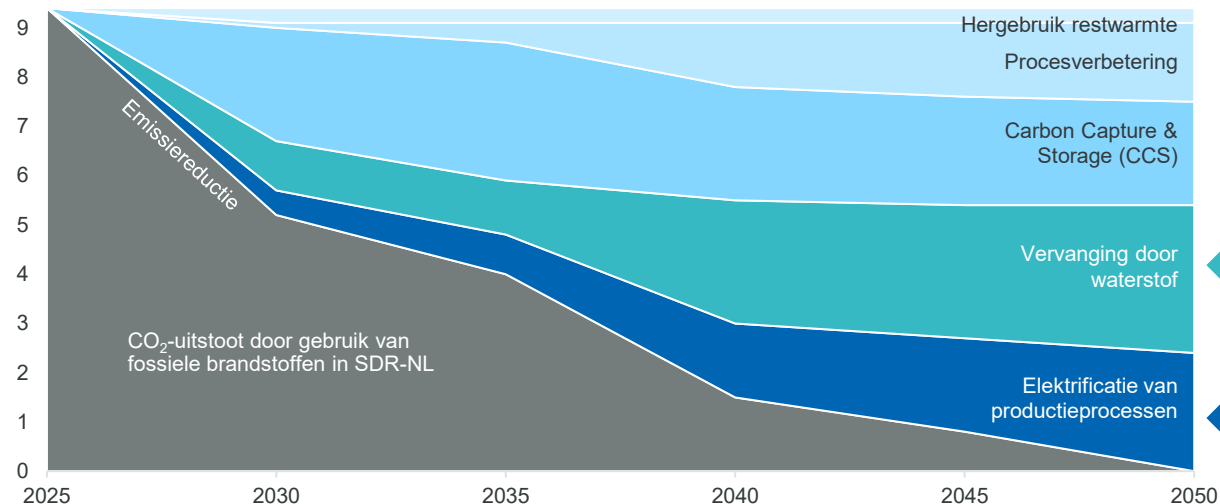
- Er is een grote mate van onzekerheid omtrent de realisatie van de diverse energieprojecten in Zeeland: in de situatie dat de bouw van een of beide kerncentrales niet doorgaat en/of de aanlandingscapaciteit van wind op zee lager uitvalt, dan kunnen SMR's nodig zijn als onderdeel van de landelijke productiecapaciteit
- SMR's kunnen bedrijfsspecifieke oplossingen bieden die los staan van het landelijke elektriciteitsnet, zoals elektriciteit achter de meter of proceswarmte op hoge temperatuur
- SMR's kunnen als energiebron fungeren voor productie van waterstof via (hogetemperatuur-)elektrolyzers

Door onderzoek en algemene voorbereiding op de bouw van een of meer SMR's heeft Provincie Zeeland de mogelijkheid om in te springen op diverse toekomstscenario's

SMR's kunnen een leidende rol krijgen in de reductie van emissies

Geplande emissiereductie Schelde-Deltaregio (NL)¹, scope 1

Mton CO₂ per jaar



Mogelijke rol van SMR's



SMR's kunnen elektriciteit en stoom leveren voor waterstof-elektrolyse



SMR's kunnen flexibele, regelbare, betrouwbare stroom leveren voor productieprocessen, ook in wkk-modus

En: SMR's kunnen ook stoom op hoge temperatuur leveren als directe vervanging van fossiele brandstoffen en daarmee de vraag naar CCS, waterstof of elektrificatie verminderen

¹) Afhankelijk van technologische keuzes, beleidskeuzes, beschikbaarheid van infrastructuur en economische haalbaarheid
Bron: Cluster Energie Strategie 3.0 Schelde-Deltaregio (SDR, september 2024)

Voorbeelden van inzet van SMR's – voor behoud en verduurzaming Zeeuwse industrie

Mogelijke inzet van SMR's als groene krachtbron (voorbeelden)

Systeemniveau	Gen 3 - elektriciteit	Gen 3 – warmte en waterstof	Gen 4
Nationale / regionale infrastructuur	Case 1 – 2-4 grote SMR's op hoofdnet Locatie met 2 tot 4 grote SMR's (1+ GWe) aangesloten op 380 kV-net – indien verregaande elektrificatie in Nederland vraagt om extra capaciteit	Case 2 – invoeding waterstofnet Realisatie van een elektrolyser-installatie (HT-SOEC), aangedreven door een SMR, gekoppeld aan het waterstofnet in SDR	Case 3 – netstabilisator bij VAWOZ Combinatie van Gen 4-SMR, gekoppeld aan gesmoltenzoutopslag voor flexibele elektriciteitsproductie voor stabilisatie van net bij aanlanding van WOZ
Lokale publieke energiesysteem	Case 4 – grote SMR in SDR NL zuid De Zeeuwse industrie vraagt circa 20.000 GWh aan stabiele basislast in 2040; één grote SMR van 300+ MWe kan hier een achtste van leveren ¹	Case 5 – stadswarmte Inzet van een kleine Gen 3-SMR voor een warmtenet van een middelgrote stad	Case 6 – synthetische-brandstofproductie Realisatie van een fabriek voor synthetische brandstoffen in Zeeland, aangedreven door een SMR
Toepassing achter de meter ³	Case 7 – microreactor in North Sea Port Een of meer microreactoren, achter de meter, voor walstroom en andere stroomverbruikers in de North Sea Port	Case 8 – wkk-centrale Bouw van SMR op een industrieterrein voor directe koppeling van elektriciteit en stoom, met mogelijkheid tot export op het elektriciteitsnet (naar voorbeeld van Elsta) ^{2a}	Case 9 – industriewarmte Inzet van een Gen 4-SMR ter vervanging van aardgas in een productieproces ^{2b}

1, 2a, 2b) Deze komen overeen met respectievelijk casus 1, casus 2 eerste en tweede fase uit Detailstudie ruimtelijke en energetische inpassing SMR's (Haskoning, Tractebel 2025)

3) Op bedrijfslocatie, bedoeld voor directe koppeling met eigen energievraag, wel met eventueel aansluiting op elektriciteitsnet voor vereffening over- of onderproductie

1. Een SMR kan specifieke oplossingen bieden voor levering van elektriciteit

Mogelijke inzet van SMR's voor levering van elektriciteit

- In principe is er binnen de provincie voldoende ruim voldoende aanbod van elektriciteit door de geplande bouw van nieuwe grote kerncentrales en de geplande aanlanding van nieuwe windparken
- Echter, dat aanbod is bedoeld voor het landelijke hoogspanningsnet van Nederland; Zeeland heeft een rol als exporteur – groene krachtbron – van elektriciteit voor heel Nederland
- Mogelijk is er daarnaast een rol voor SMR's voor lokale inzet:
 - Op het middenspanningsnet voor lokale industrie, als zekerheid voor het geval dat de grote kerncentrales en aanlanding van wind op zee vertraagd zijn of uitblijven
 - Directe inzet voor grote bedrijven, bijvoorbeeld ter vervanging van de Elsta-centrale van Dow Benelux, ter ondersteuning van waterstofproductie en decarbonisatie door middel van e-boilers
 - Achter-de-metertoepassingen voor bedrijven
 - Op termijn kan ook de Sloe-centrale worden vervangen door 2-3 grote SMR's
- Gen 4-SMR's kunnen een rol spelen door een hoge mate van flexibiliteit
 - Gen 4-SMR's produceren warmte op hoge temperatuur en kunnen daarmee een warmteopslagtank (bijvoorbeeld met gesmolten zout) volcontinu verwarmen
 - Hierdoor ontstaat een buffer- of batterijfunctie waarbij stoomturbines variabel aangestuurd kunnen worden, zodat het productieprofiel van wind- en zonne-energie uitgebalanceerd kan worden en het net stabiel wordt

Case 1 – 2-4 grote SMR's op hoofdn
Locatie met 2 tot 4 grote SMR's (1+ GWe)
aangesloten op 380 kV-net – indien
verregaande elektrificatie in Nederland
vraagt om extra capaciteit

Case 3 – netstabilisator bij VAWOZ
Combinatie van Gen 4-SMR, gekoppeld aan
gesmoltenzoutopslag voor flexibele
elektriciteitsproductie voor stabilisatie van
net bij aanlanding van WOZ

Case 4 – grote SMR in SDR NL zuid
De Zeeuwse industrie vraagt circa 20.000
GWh aan stabiele basislast in 2040; één
grote SMR van 300+ MWe kan hier een
achtste van leveren

Case 7 – microreactor in North Sea Port
Een of meer microreactoren, achter de
meter, voor walstroom en andere
stroomverbruikers in de North Sea Port

2. SMR's kunnen directe proceswarmte leveren, als (uniek) alternatief voor fossiele brandstoffen

Mogelijke inzet van SMR's voor levering van stoom op hoge temperatuur

- De industrie in Zeeland gebruikt momenteel veel aardgas; voor de vervanging van deze fossiele brandstof is een nieuwe klimaatneutrale energiebron nodig die 40.000 GWh aan proceswarmte kan leveren, oftewel 4,5 GWth aan vermogen
- SMR's produceren door de kernprocessen veel warmte; een grote SMR produceert 1 GWh of meer per jaar aan warmte
- Met name Gen 4-SMR's zijn geschikt voor de vervanging van fossiele brandstoffen; waar Gen 3-SMR's stoom leveren van 150-250°C kunnen Gen 4-SMR's stoom leveren op 400-600°C of voor sommige typen nog hogere temperaturen
- Echter, vervanging van fossiele brandstoffen voor proceswarmte gaat gepaard met vele technische uitdagingen:
 - Zo zijn productieketens momenteel volledig geoptimaliseerd en ingericht op aardgas of andere brandstoffen
 - Sites zijn veelal geïntegreerd, waarbij meerdere fabrieken worden bediend met een warmtecascade die begint boven de 1.000°C
 - De inpassing van een SMR in een volledig geïntegreerde cascade is zeer uitdagend
 - Bovendien moet een backup-oplossing gevonden worden voor de 5-10% van de tijd dat een SMR niet draait voor onderhoud en brandstofwissels
- Naast Gen 4-SMR's zijn er ook kleinere Gen 3-SMR's zoals Steady Energy (Finland) en Calogena (Frankrijk) die specifiek worden ontwikkeld voor stadsverwarming

Case 5 –stadswarmte

Inzet van een kleine Gen 3-SMR voor een warmtenet van een middelgrote stad

Case 8 – wkk-centrale

Bouw van SMR op een industrieterrein voor directe koppeling van elektriciteit en stoom, met mogelijkheid tot export op het elektriciteitsnet (naar voorbeeld van Elsta)

Case 9 – industriewarmte

Inzet van een Gen 4-SMR ter vervanging van aardgas in een productieproces

3. SMR's voor de productie van waterstof en synthetische brandstoffen

Mogelijke inzet van SMR's voor productie van brandstoffen

- SMR's kunnen in wkk-modus worden ingezet voor de gelijktijdige levering van zowel elektriciteit als stoom aan een elektrolyser-installatie (van het type HT-SOEC) voor de productie van (roze) waterstof
 - Uit een studie van ULC-Energy (2024) blijkt dat een Rolls-Royce SMR van 470 MWe jaarlijks circa 90 kton aan waterstof kan leveren, tegen ongeveer € 3,50 per kg; indien de reactor ook tijdelijk aan het net kan leveren op piekmomenten wanneer de stroomprijs heel hoog is, dan kan de effectieve prijs zakken tot rond € 2,00 per kg
 - Soortgelijke studies, bijvoorbeeld over gesmoltenzouttechnologie, komen ook uit op een volume van rond de 20-25 kton per 100 MWe aan elektrisch vermogen
- SMR's kunnen tevens worden ingezet voor de productie van synthetische brandstoffen, zoals SAF's (synthetic aviation fuels)

Case 2 – invoeding waterstofnet

Realisatie van een elektrolyser-installatie (HT-SOEC), aangedreven door een SMR, gekoppeld aan het waterstofnet in SDR

Case 6 – synthetische-brandstofproductie

Realisatie van een fabriek voor synthetische brandstoffen in Zeeland, aangedreven door een SMR

Conclusie: SMR's kunnen bijdragen aan een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Doelen Zeeland 2050

Groene krachtbron
voor Nederland

Toekomstbestendig
energiesysteem en
vestigingsklimaat

Behoud en
verduurzaming
van industrie

Kenniscentrum
water, landbouw,
energie

Bijdrage van SMR's

Zeeland wil klaar zijn voor de toekomst; grootschalige elektriciteitsproductie via Gen 3-SMR's kan een **alternatief** zijn in een scenario waarin de geplande kerncentrales en aanlanding wind-op-zee **deels of niet** worden gerealiseerd

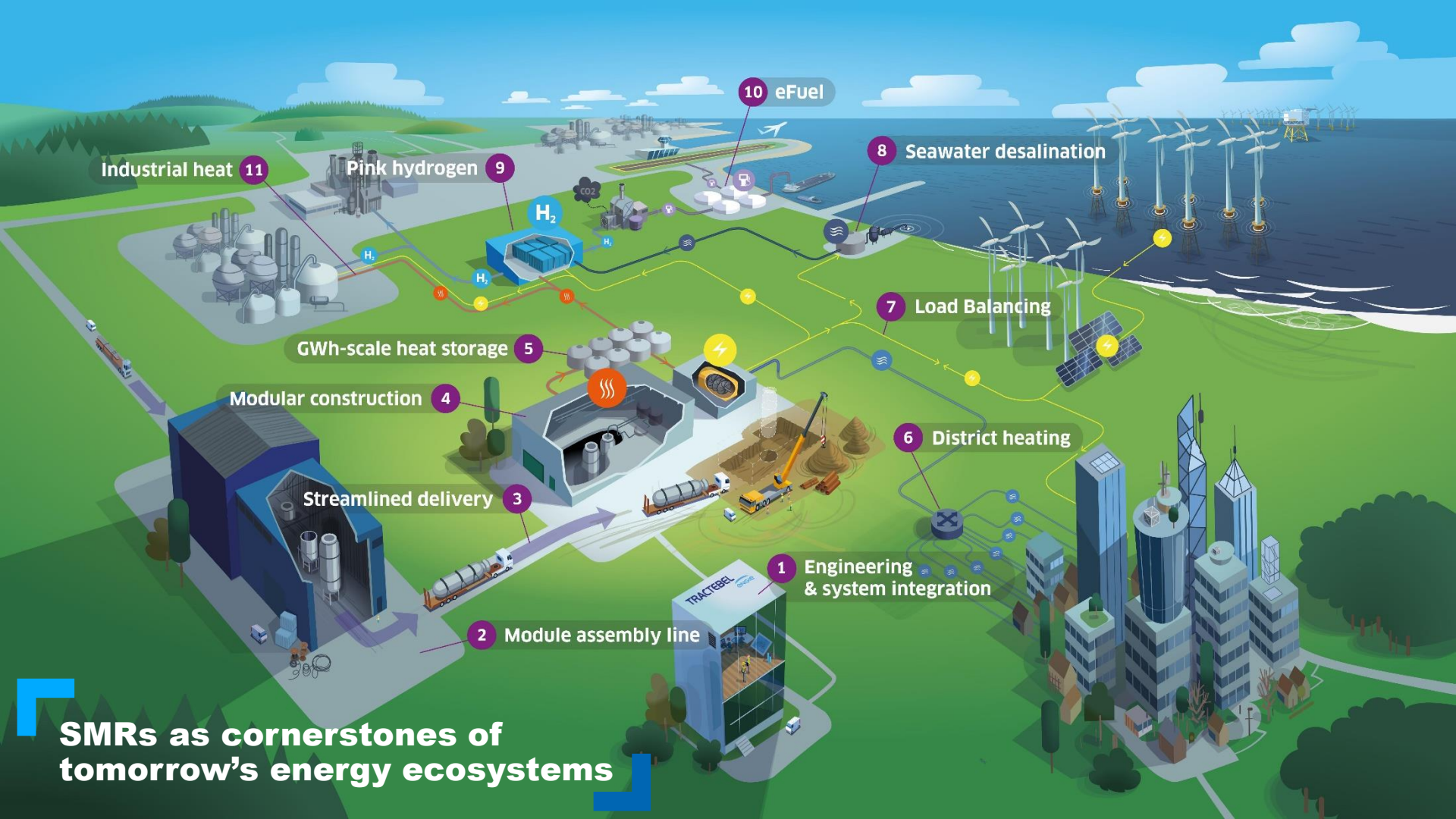
De plaatsing van een of meerdere SMR's, voor elektriciteit en/of waterstofproductie, kan bijdragen aan een duurzaam en betaalbaar **lokaal energiesysteem**

SMR's voor **warmtekrachtkoppeling, proceswarmte of waterstofproductie**, geplaatst achter de meter of temidden van industrieclusters, zullen bijdragen aan de decarbonisatie en **betaalbare energiezekerheid** voor de industrie in Zeeland

Zeeland heeft de **nucleaire expertise** van Scalda, HZ University of Applied Sciences, EPZ en diverse lokale toeleveranciers; de komst van SMR's en het aantrekken van TU Delft zullen de nucleaire kennis verder vergroten

Visie op SMR's

SMR's kunnen in potentie een belangrijke pijler vormen van een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050



Industrial heat 11

Pink hydrogen 9

10 eFuel

8 Seawater desalination

7 Load Balancing

6 District heating

1 Engineering & system integration

2 Module assembly line

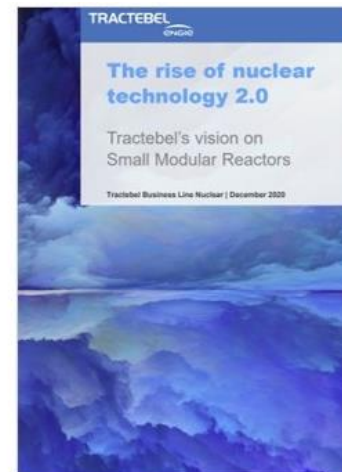
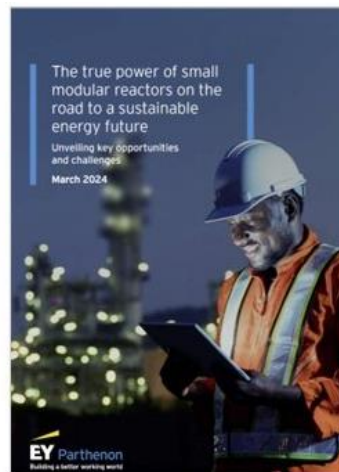
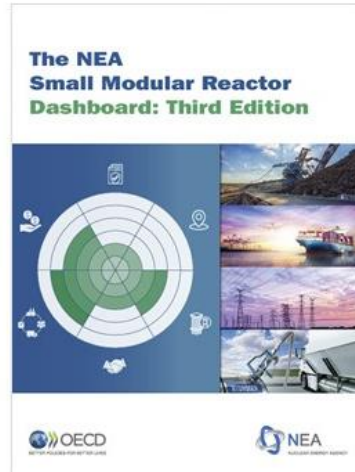
Streamlined delivery 3

Modular construction 4

GWh-scale heat storage 5

SMRs as cornerstones of tomorrow's energy ecosystems

Verdere bronnen





2. Perspectief van de Zeeuwse industrie



Hoofdstuk 2. perspectief industrie

Centrale vraag

*Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's ondersteunen,
als groene krachtbron voor een vitale industrie in Zeeland?*

Deze vraag bestaat uit een drietal deelvragen:

1. Hoe dragen SMR's bij als groene krachtbron voor de industrie?

Wat is de energieopgave voor Zeeuwse bedrijven, welke SMR-technologieën komen beschikbaar op middellange termijn, en hoe kunnen die bijdragen aan energiezuikerheid, betaalbaarheid en verduurzaming?



2. Welke rol willen Zeeuwse bedrijven hierin nemen? Welke rol kunnen en willen industriële bedrijven spelen bij de realisatie van SMR's, in hoeverre bezitten zij hiertoe de kennis en middelen, en waar is ondersteuning nodig?

3. Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's optimaal ondersteunen?

Welke rol kan Provincie Zeeland nemen en met welk beleid en actieprogramma kan zij SMR's daadwerkelijk helpen realiseren?

Welke uitdagingen, rol en mogelijkheden ziet de industrie voor zich?

In werkpakket 2 Perspectief van de Zeeuwse industrie wordt ingegaan op de 2e deelvraag.

Via een verkenning is in WP2 in beeld gebracht welke uitdagingen bedrijven ervaren op het gebied van energievoorziening en duurzaamheid; welke rol bedrijven voor zichzelf zien; hoe ze aankijken tegen SMR's; welke overwegingen, criteria, mogelijkheden en uitdagingen daarbij spelen; en welke ondersteuning ze nodig hebben. Met andere woorden: onder welke condities zullen bedrijven instappen in SMR's?

Het resultaat geeft inzicht in de interesse, positie en rol van de industrie in de realisatie van SMR's. Omdat al snel in de verkenning bleek dat de industrie op dit moment een beperkte rol voor zichzelf zag, is in WP2 ook gekeken naar andere vormen van samenwerking waarbinnen SMR's gerealiseerd zouden kunnen worden.

De industrie zal niet de primaire initiator zijn van een SMR

Uitdagingen voor bedrijven

De industrie in Nederland en daarmee ook in Zeeland kent grote uitdagingen. Deze uitdagingen en de mondiale ontwikkelingen zorgen ervoor dat duurzaamheidsambities worden heroverwogen en in bepaalde gevallen worden bijgesteld.

Ten aanzien van energie heeft de industrie uitdagingen op korte termijn. Die bestaan voornamelijk uit netwerkcongestie en daarmee de energiebeschikbaarheid en energiezekerheid. Daarnaast ervaart de Nederlandse industrie nadeel van hoge heffingen en daarmee hoge energieprijzen ten opzichte van omringende landen. Het is bij de industrie niet de verwachting dat SMR's aan deze uitdagingen en zeker niet op de korte termijn uitkomst zullen bieden.

De economisch onzekere tijden en de voortdurende onduidelijkheid ten aanzien van stikstof vormen voor de industrie niet het goede klimaat om te investeren of zelfs uitvoerige voorbereidingen te treffen voor de realisatie van SMR's. Daarmee is de conclusie dat de industrie niet de primaire initiator zal zijn van een SMR.

De industrie zal niet de primaire initiator zijn van een SMR

Aspecten die van belang zijn voor de industrie

De verwachting is dat de industrie vanuit economisch perspectief en vanwege de energie-uitdagingen niet de primaire initiator zal zijn voor het realiseren van een SMR in Zeeland. Dit beeld wordt versterkt door doordat er in Zeeland slechts enkele industriële bedrijven zijn die wat omvang en organisatie betreft in staat mogen worden geacht om een SMR te realiseren.

Bij het betrekken van de Zeeuwse industrie bij het realiseren van een SMR is het goed om een aantal aspecten in ogenschouw te nemen die voor de industrie belangrijk zijn voor hun beeld van SMR's:

- Bedrijven zien energievoorziening als een randvoorwaarde, hun aandacht zal primair naar hun bedrijfsproces gaan en het onderscheidend vermogen
- Een SMR heeft grote impact op het bedrijfsproces en de warmtehuishouding
- De termijn van 10 jaar voor realisatie en 50 jaar operatie van een SMR is erg lang voor een bedrijf
- Klimaatambities vragen al om een verduurzaming van het energieverbruik ruim vóór 2040, waarvoor nu al alternatieve investeringen noodzakelijk zijn
- De kosten voor een SMR zijn hoog, het realiseren is intensief en complex, de uitkomst is nog onzeker en de kans op aansprakelijkheid bestaat – waardoor de risico's voor de industrie hoog zijn
- Ook met een SMR blijft een aansluiting op het netwerk nodig, waardoor het geen volledig alternatief is.

Bedrijven zien een rol voor zich in samenwerking

Samenwerkende partijen

De Zeeuwse industrie heeft wel degelijk interesse in SMR's en kan onder de juiste omstandigheden ook betrokken zijn en bijdragen om in samenwerking met andere partijen voorbereidingen te treffen voor de realisatie van een SMR. In de samenwerking tussen verschillende partijen zal de (provinciale) overheid bereid moeten zijn om een grotere rol te nemen in de voorbereidingen.

Diverse leveranciers van SMR's, investeerders, kennisinstituten en mogelijk projectontwikkelaars lijken interesse te hebben. Daarmee zou een samenwerkingsverband kansrijk kunnen zijn. In dat verband kan ook worden gekeken naar de bijdrage van North Sea Port, Smart Delta Resources en Impuls Zeeland. Ook netwerkbedrijven en EPZ zullen naar verwachting een bijdrage leveren in de samenwerking.

In de samenwerking kan de industrie een bijdrage leveren in de vorm van:

- Aanjagen ambitie om energievoorziening en verduurzaming zeker te stellen
- Informatiebehoefte, behoefte aan stroomlijnen van informatie, activiteiten, initiatieven
- Via afnamecontracten basis bieden voor initiatiefnemers
- Uitvoeren werkzaamheden in de realisatie en operatie, ofwel bijdragen aan de supply chain voor nucleaire energie

Samenwerking kan op verschillende manieren worden aangepakt

Opties voor samenwerking

Er zijn verschillende samenwerkingsverbanden die interessant zijn om te verkennen. De te kiezen vorm hangt deels ook samen met de rol die Provincie Zeeland voor zichzelf ziet. Daarmee kan de samenwerkingsvorm ook in stappen verder vorm krijgen.

Het is aan te raden om met betrokken partijen bijeen te komen om de vorm en inhoud van de samenwerking te bespreken. Als optie kan daarbij besproken worden om aan te sluiten bij een bestaand platform zoals de Zeeuwse Energieraad of de Taskforce Zeeuwse Netwerkoplossingen. Anderzijds kan er ook bewust voor worden gekozen om voor de SMR-samenwerking een nieuw platform in te richten. Ook als bij een bestaand platform aansluiting wordt gezocht, zal de samenwerking gericht op SMR's een specifieke groep en aanpak vragen. Als deelnemende partijen wordt gedacht aan o.a. Provincie Zeeland, Impuls Zeeland, VNO-NCW, North Sea Port, Smart Delta Resources, Stedin en TenneT.

Zeker als de plannen voor het realiseren van een SMR concreter worden, valt te denken aan andere samenwerkingsverbanden, zoals publiek-private samenwerking, een specifieke alliantie voor een concreet SMR-project (zie alliantiemodel van EPZ), een inkoopcoöperatie (zoals de energiehubbs waarbij groepscontracten voor netwerkcapaciteit worden afgesloten) of een samenwerkingsverband via een projectontwikkelaar.

Samenwerking kan op verschillende manieren worden aangepakt

Gefaseerde aanpak

De uiteindelijke samenwerking en onderlinge rolverdeling hangt sterk af van de vraag of er daadwerkelijk een SMR wordt gerealiseerd en wie daarvan de initiatiefnemer zal zijn. Besluitvorming over de realisatie van een SMR zal ook mede afhankelijk zijn van de ontwikkelingen ten aanzien van de grote kerncentrales (LNPP) en aanlanding wind op zee. Om onnodig tijdverlies te voorkomen en juist om een basis te bieden voor vervolgstappen ligt het voor de hand om met een gefaseerde aanpak te komen.

Binnen een (bestaand) platform kan gestart worden, kan kennis ontwikkeld worden en de basis worden gelegd voor de vervolgstappen. Dat biedt de deelnemende partijen ook de mogelijkheid om hun eigen rol en bijdrage te verkennen en te ontwikkelen. Hiervoor is het wel nodig dat alle deelnemende partijen een gezamenlijk doel voor ogen hebben en onderlinge afspraken maken over hun inzet, kostenverdeling en de rechten die verbonden zijn aan de samenwerking.

Als de realisatie van een SMR concreter wordt en duidelijker wordt welke partijen initiatiefnemer zijn en hoe de rolverdeling is ten opzichte van de andere partijen, dan kan een stap worden gemaakt naar een volgend samenwerkingsverband.



3. Actieprogramma



Hoofdstuk 3. actieprogramma

Centrale vraag

*Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's ondersteunen,
als groene krachtbron voor een vitale industrie in Zeeland?*

Deze vraag bestaat uit een drietal deelvragen:

1. Hoe dragen SMR's bij als groene krachtbron voor de industrie?

Wat is de energieopgave voor Zeeuwse bedrijven, welke SMR-technologieën komen beschikbaar op middellange termijn, en hoe kunnen die bijdragen aan energiezekerheid, betaalbaarheid en verduurzaming?

2. Welke rol willen Zeeuwse bedrijven hierin nemen? Welke rol kunnen en willen industriële bedrijven spelen bij de realisatie van SMR's, in hoeverre bezitten zij hiertoe de kennis en middelen, en waar is ondersteuning nodig?

3. Hoe kan Provincie Zeeland de realisatie van SMR's optimaal ondersteunen?

Welke rol kan Provincie Zeeland nemen en met welk beleid en actieprogramma kan zij SMR's daadwerkelijk helpen realiseren?



SMR's kunnen bijdragen bij aan een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Doelen Zeeland 2050

Groene krachtbron
voor Nederland

Toekomstbestendig
energiesysteem en
vestigingsklimaat

Behoud en
verduurzaming
van industrie

Kenniscentrum
water, landbouw,
energie

Bijdrage van SMR's

Zeeland wil klaar zijn voor de toekomst; grootschalige elektriciteitsproductie via Gen 3-SMR's kan een **alternatief** zijn in een scenario waarin de geplande kerncentrales en aanlanding wind-op-zee **deels of niet** worden gerealiseerd

De plaatsing van een of meerdere SMR's, voor elektriciteit en/of waterstofproductie, zal bijdragen aan een duurzaam en betaalbaar **lokaal energiesysteem**

SMR's voor **warmtekrachtkoppeling, proceswarmte of waterstofproductie**, geplaatst achter de meter of temidden van industrieclusters, zullen bijdragen aan de decarbonisatie en **betaalbare energiezekerheid** voor de industrie in Zeeland

Zeeland heeft de **nucleaire expertise** van Scalda, HZ University of Applied Sciences, EPZ en diverse lokale toeleveranciers; de komst van SMR's en het aantrekken van TU Delft zullen de nucleaire kennis verder vergroten

Visie op SMR's

SMR's kunnen in potentie een belangrijke pijler vormen van een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Het Rijk legt het initiatief voor visievorming en coördinatie van SMR's bij de provincies

Beleid MinKGG 'SMR-strategie' oktober 2025

SMR's kunnen een belangrijk onderdeel worden van de energiemix

- SMR's vormen een autonome, internationale ontwikkeling waarvan de realisatie dichterbij komt, met nog beperkt overheidsbeleid
- Het SMR-scenario van Witteveen+Bos laat zien dat er tot 14,5 GW aan SMR-vermogen kan worden ingepast
- Het kabinet concludeert dat er **potentie is voor SMR's in Nederland op vier niveaus** →

Het Rijk neemt de regie over de eerste SMR, maar legt die daarna bij provincies

- Er is bij veel spelers behoefte aan centrale landelijke visie, beleid en regie door het Rijk
- Het Rijk zal de regie nemen bij het eerste SMR-project; Bureau Energieprojecten (RVO) zal optreden als coördinerend bevoegd gezag voor de omgevingswetvergunning
- Bij latere SMR-projecten zal in principe de betreffende **provincie het coördinerend bevoegd gezag** zijn voor de omgevingswetvergunning
- Provincies kunnen het voortouw nemen in **omgevingsvisies en energievisies**

Het Rijk gaat (voorlopig) SMR's niet financieren maar wil deze wel faciliteren

- Geen publieke financiering voor First-of-a-Kind-reactoren (FOAK's)
- Het Rijk gaat in de volgende kabinetsperiode wel mogelijkheden onderzoeken om financiering voor Nth-of-a-Kind-SMR's (NOAK's) te organiseren – binnen de bestaande middelen, passend bij de schaal en binnen de wet en staatssteunregels, bijvoorbeeld via garanties of Contract-for-Difference-constructies
- Het Rijk gaat projecten wel (financieel) **ondersteunen in de fase voor vergunningaanvraag**, – mits een locatie, afnemers en een elders vergund ontwerp zijn – bijvoorbeeld met haalbaarheidsonderzoeken; tevens gaat het Rijk provincies ondersteunen

Mogelijke ondersteuning voor SMR's

A SMR's in het nationale energiesysteem



- Grote SMR's kunnen mogelijk worden ingezet als decentrale opwek en vervanging gas- en kolencentrales
- Tevens stabiliserende factor op landelijke net, minder transport over hoofdnets
- Maar focus nu op grote kerncentrales
- In PEH II (2028) wordt regionaal gekeken naar locaties voor SMR's
- Coördinerend bevoegd gezag: Rijk

B SMR's bij industrieclusters



- Grootste toegevoegde waarde van SMR's is proceswarmte voor decarbonisatie en verduurzaming van industrie
- Zie ook detailstudie Dow & SDR
- Meer mogelijke locaties, koppelkansen
- Bevoegd gezag: **provincie** (na eerste ervaring met eerste SMR in NL)
- **Provincie** kan ruimtelijk beleid opstellen en locatieverkenning doen

C Kleinschalige SMR's voor bedrijfstoeppassing



- Potentie voor private SMR-initiatieven (denk aan cluster 6-bedrijven)
- Bovengrens 100 MW
- Zie studie Opmeer: er lijken geen kleine SMR's op korte termijn beschikbaar ¹
- Coördinerend bevoegd gezag: provincie

D SMR's als innovatieproject



- Projecten voor technische validatie van Gen 4-technologie
- Concreet: FOAK van Thorizon of Allseas
- Coördinerend bevoegd gezag: provincie

1) [Haalbaarheidsonderzoek SMR Opmeer](#) (NucleoVision, september 2025)

Bron: [Strategie voor kleine modulaire kernreactoren in Nederland](#) en kamerbrief (17 oktober 2025), gesprekken met MinKGG

Provincies kunnen daarbij verschillende rollen aannemen (blijkend uit de SMR-simulaties in opdracht van MinKGG)

Mogelijke rollen van overheden

Overheden (het Rijk, provincies, gemeenten) kunnen verschillende rollen kiezen

- **Proactief**
De overheid ziet SMR's als cruciaal in het toekomstige energiesysteem. Ze neemt daarom ruimtelijk / planologisch het voortouw (aanwijzing plekken, onderbouwen nut & noodzaak), neemt een technologiekeuze en richt een bedrijf op
- **Actieve industriepolitiek**
Bij grote energie-intensieve industrie wordt de ontwikkeling van SMR's planologisch maximaal gefaciliteerd met richtinggevend beleid. De SMR komt 'achter de meter' en levert naast stroom ook proceswarmte.
- **Aan de markt**
De overheid staat positief ten aanzien van de ontwikkeling van SMR's, maar neemt bij deze ontwikkeling niet zelf het voortouw. Een nationale/provinciale kansenskaart en een toetsingskader biedt meer helderheid en zekerheid aan de markt.
- **Terughoudendheid**
De overheid vindt SMR's voor de elektriciteitsbasislast niet nodig. Achter de meter kan eventueel, mits waarborgen voor de inpassing en de veiligheid. Het is verder aan de markt en lokale overheden. De overheid neemt niet financieel of risicodragend deel.

Aanvullende suggesties

Opmerkingen tijdens de webinar SMR-simulaties

- Advies van MinKGG: de provincies zijn aan zet, de rol van de regio wordt steeds belangrijker
- De provincie kan starten met beleidsvoorbereiding: het formuleren van een provinciale energievisie en ruimtelijk energiebeleid
- Indien een provincie initiatief neemt dan kan het Rijk daarbij helpen
- Brede participatie van betrokkenen is cruciaal voor succes

Toenemende betrokkenheid provincie

In Zeeland wordt een nucleair onderwijs- en kenniscluster opgezet

Rol van nucleaire kenniscluster Zeeland

- Zeeland speelt een sleutelrol in de energietransitie van Nederland en werkt aan **Nuclear Campus Zeeland** naar aanleiding van de mogelijke komst van conventionele kerncentrales.
- Met Nuclear Campus Zeeland wordt het fundament gelegd voor de ontwikkelingen op lange termijn. Door onderwijs, onderzoek en industrie te verbinden, ontstaat een ecosysteem dat niet alleen de nucleaire sector versterkt, maar ook de brede energie- en innovatiestrategie van Nederland.
- **Zeeland neemt hierin het voortouw** – als regio waar talent, technologie en veiligheid samenkomen voor een duurzame energievoorziening van de toekomst.
- Deze campus draagt bij aan talentontwikkeling, regionale economie en innovatie, en geeft richting aan nucleaire ambities.
- SMR's zijn een belangrijke pijler voor dit ecosysteem, met name rondom innovatie.
- Zeeland als bodem voor SMR-ontwikkelingen & 'living lab' voor studenten in deze sector en kans voor nieuwe interessante banen in de regio.

"Zeeland als hart van het nucleaire ecosysteem"



Onderwijs- en Kenniscentrum Nucleair Zeeland

Het Rijk wil twee conventionele kerncentrales bouwen en Zeeland is hiervoor voorkeursgebied. Voor deze ontwikkelingen worden Zeeuwse voorwaarden opgesteld. Als bouwsteen voor het Rijk-Regiopakket werd voorafgaand aan het SMR-symposium van 28 augustus 2025 een intentieverklaring 'Onderwijs- en Kenniscentrum Nucleair Zeeland' ondertekend. Gezamenlijk zetten deze partijen zich in voor het ontwikkeling van dit onderwijs- en kenniscentrum.

Ondertekend door: HZ University of Applied Sciences, Scalda, TU Delft, COVRA, EPZ, NRG PALLAS, Urenco Nederland, Provincie Zeeland, Nucleair Nederland, Nuclear Academy en Impuls Zeeland.

In Zeeland spelen vele ontwikkelingen in kernenergie – veel kansen, maar ook veel onzekerheden

Bedrijfsduurverlenging KC Borssele



Kamerbrief bij nader rapport Wijziging Kernenergiewet bedrijfsduurverlenging Borssele

Kamerstuk | 30-10-2025

Minister Hermans (KGG) stuurt de Tweede Kamer het nader rapport, het advies van de Raad van State, het wetsvoorstel Wijziging Kernenergiewet bedrijfsduurverlenging Borssele en de daarbij behorende memorie van toelichting.

Mogelijk twee nieuwe kerncentrales



NOS Nieuws • Woensdag 11 september 2024, 17:07

Kabinet: Terneuzen en Tweede Maasvlakte in beeld voor nieuwe kerncentrales

Naast Borssele zijn nu ook Terneuzen en de Tweede Maasvlakte nadrukkelijk in beeld als locaties voor de bouw van nieuwe kerncentrales. Minister Hermans van Klimaat en Groene Groei schrijft aan de Tweede Kamer dat die twee gebieden "kansrijk" zijn.

Ontwikkeling Thorizon



Miljoenensubsidie voor proef met nieuw soort

29 augustus, 08:16 • 1 minuut leestijd

Het bedrijf Thorizon heeft een subsidie van 10 miljoen euro gekregen voor een proef met een nieuw soort kerncentrale bij Borssele. Het gaat om een gesmolten-zout-reactor. Dat is een kleine kerncentrale die gesmolten zout gebruikt als koelmiddel voor de reactor. Het is kleiner en kerafval kan hergebruikt worden.

Ontwikkeling Allseas HTGR



In gesprek met Allseas. Over hun ambitie in 2030 een SMR operationeel te hebben. Wat prima te verbinden is met onze Zeeuwse ambitie om een breder kennis- en innovatiecluster nucleair op te bouwen.

Allseas is pionier in de ontwikkeling van een geavanceerd kernenergiesysteem, speciaal ontwikkeld voor energie-intensieve offshore-schepen en industriële clusters aan land.

Ze ontwerpen een Small Modular Reactor (SMR) die stabiele, emissievrije energie met een hoge dichtheid levert, zelfs in de meest afgelegen en veeleisende omgevingen.

In Zeeland spelen **vele ontwikkelingen** in kern-energie, maar ook in de aanlanding van wind op zee, waterstofproductie en andere projecten voor de toekomstige energie-infrastructuur

Deze ontwikkelingen bieden vele kansen, maar leiden ook tot **onzekerheden** en vraagstukken rond systeemintegratie

Hoe kan de provincie zich het beste voorbereiden op verschillende scenario's?

Wind op Zee >

'Wind op zee' staat voor het opwekken van energie uit wind op de Noordzee. Deze energie wordt overgebracht naar het vasteland. In Borssele sluiten de kabels van de windparken Borssele 1 tot en met 5 aan op het landelijk elektriciteitsnet. Ook de windparken IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 landen in de toekomst aan in onze gemeente.

Waterstof >

Hynetwerk wil in de Schelde-Deltaregio Zeeland/West-Brabant en Rijnmond een transportnet voor waterstofgas aanleggen. Dit betekent dat er in de gemeente Borssele een nieuwe ondergrondse buisleiding voor waterstofgas moet komen.

LNG >

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG), VTTI B.V. en Höegh Evi willen een LNG import terminal ontwikkelen in het Sloegebied of de Braakmanhaven in Terneuzen.

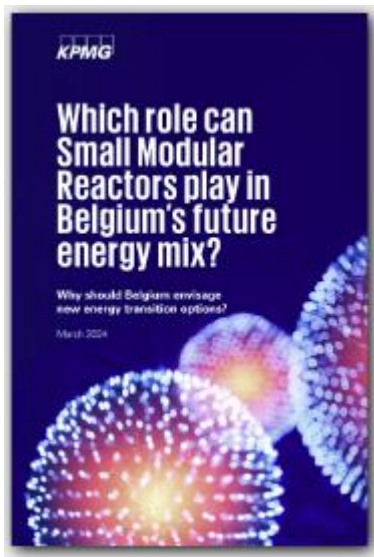
Infrastructuur >

In het Sloegebied komt elektriciteit binnen en gaat elektriciteit uit. Hiervoor is infrastructuur nodig. Lees onder andere meer over de 380 kV-verbinding naar Rilland, de plannen voor een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding met Zeeuws-Vlaanderen en het nieuwe hoogspanningsstation dat in het Sloegebied moet komen.

Gebiedsinvesteringen Netten > op Zee

De gemeente Borssele krijgt 21,5 miljoen euro om te investeren in onze leefomgeving. Dit geld komt uit een speciale pot voor gebieden waar stroomkabels van windparken aan land komen. Benieuwd naar waar dit geld naartoe gaat?

Vlaanderen kent een groeiende belangstelling voor SMR's en zou een partner kunnen zijn voor Zeeland



In België en met name Vlaanderen ontstaan verschillende initiatieven rond SMR's.

- **Strategische koerswijziging:** België heeft de kernuitstapwet ingetrokken en ziet SMR's als een sleuteltechnologie voor energiezeekerheid en klimaatneutraliteit.
- **Eagles 300-project:** De federale regering investeert € 100 miljoen in de ontwikkeling van een loodgekoelde snelle reactor (LFR, Gen 4) bij onderzoeksinstituut SCK-CEN in Mol (de Belgische evenknie van NRG PALLAS), met als doel een eerste demonstratiereactor tegen 2035 en commerciële uitrol rond 2040. Deze SMR zal 350 MWe leveren en is geschikt voor elektriciteit, industriële warmte en waterstofproductie.
- **Vlaamse SMR-alliantie:** Vlaanderen lanceerde in oktober 2025 de Vlaamse SMR-alliantie met bedrijven, havens en kennisinstellingen (o.a. Tractebel, SCK-CEN, Haven van Antwerpen-Brugge). Doel: Vlaanderen positioneren als innovator en industriële hub voor SMR-technologie, inclusief toepassingen voor warmte en waterstof. De VLAIO (Vlaamse RVO) heeft recent een SMR-verkenning gestart voor Vlaanderen. Bedrijven als ArcelorMittal tonen interesse in SMR's voor duurzame staalproductie.
- **Industrie en beleid:** Belgische industriële spelers (chemie, staal, energie) dringen aan op SMR's om betaalbare, koolstofarme energie te garanderen. Studies tonen potentieel voor 6 GWe aan SMR-capaciteit tegen 2050. SMR's worden gezien als aanvulling op hernieuwbare energie en als hoeksteen van een circulaire energietoekomst.

Missie van Provincie Zeeland is om actief SMR's te helpen realiseren



Provincie Zeeland kan SMR's helpen realiseren met een gefaseerd actieprogramma

Visie SMR's kunnen bijdragen aan een duurzaam energiesysteem voor Zeeland in 2050

Missie Missie van Provincie Zeeland is om actief SMR's te helpen realiseren

Actie 1. Organiseren, 2. Voorbereiden, 3. Realiseren

