Allseas – SMR impact studie

Einddocument

Delft, oktober 2025

Allseas

Roland Berger

Roland Berger heeft een onderzoek uitgevoerd naar de potentiële impact van SMR's op maritieme en onshore toepassingen

Achtergrond van het project en uitgevoerde interviews

- Allseas heeft Roland Berger opdracht gegeven om een onafhankelijk impactonderzoek uit te voeren naar de mogelijke toepassing van Small Modular Reactors (SMR's) in maritieme en onshore toepassingen
- Dit project omvatte de volgende onderwerpen:
  - Externe validatie van de SMR-propositie, inclusief een gedetailleerde berekening van de LCOE van de SMR van Allseas in vergelijking met andere energiebronnen
  - Externe analyse van het potentieel van SMR's in de mondiale maritieme sector, inclusief mogelijke vermindering van CO_2-uitstoot en kosten
  - Externe analyse van het potentieel van SMR's in industriële sectoren in Nederland, inclusief mogelijke vermindering van CO_2-uitstoot en kosten
  - Externe analyse van het potentieel van SMR's in overige toepassingen, zoals datacenters, defensie en de productie van waterstof en SAF
  - Economische impactanalyse van de inzet van SMR's in Nederland, met de nadruk op toegevoegde waarde, het creëren van banen en investeringsmogelijkheden
  - Beoordeling van de impact van SMR's op de strategische autonomie van Nederland, inclusief geopolitieke en maatschappelijke implicaties, energiezekerheid en bijbehorende risico's
  - Beoordeling van de impact van SMR's op netcongestie in Nederland
- Dit rapport is opgesteld in een periode van 7 weken, van 1 september 2025 tot 17 oktober 2025

Externe interviews[1)]

	Functie	Bedrijf	Datum
Val. chain	CFO – *Bram-Paul Jobse*	EPZ	Sept 26, 2025
	CEO - *Ad Louter*	Urenco NL	Oct 1, 2025
	Deputy Director - *Ewoud Verhoef*	COVRA	Oct 10, 2025
Research/Other	Prof. Nuclear Reactor Physics - *Jan Leen Kloosterman*	TU Delft	Sept 25, 2025
	Director Consultancy & Services - *Joost van den Broek*	NRG PALLAS	Oct 3, 2025
	COO - *Maarten Tossings*	TNO	Oct 3, 2025
	Frederik Reitsma	In a personal capacity	Oct 6, 2025
	Professor – *Jan Emblemsvåg*	NTNU	Oct 20, 2025
Market	CEO - *Boudewijn Siemons*	Port of Rotterdam	Oct 1, 2025
	Dir. R&D and Innovation – *Peter van Terwisga*	Damen Naval	Oct 15, 2025
	Head Construction and Conversion – *Jan Gabriel*	Deme Group	Oct 21, 2025

Input door

	Functie	Rapport	Datum
Acad.	Prof. Science, Technology & Society (Utrecht University) - *Wim Turkenburg*	Over het perspectief van Kleine kerncentrales (SMRs) voor Nederland	Sept 17, 2025

1) Exclusief anonieme interviews; 2) Science, Technology and Society

Inhoud

Dit document dient als vertrouwelijk te worden behandeld. Het is samengesteld voor exclusief intern gebruik door onze cliënt en is niet volledig zonder de onderliggende gedetailleerde analyses en de mondelinge presentatie. Het mag niet worden doorgegeven en/of beschikbaar worden gesteld aan derden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Roland Berger.

© Roland Berger

1. SMR propositie 7

2. Allseas' SMR voor maritieme toepassingen 15

3. Allseas' SMR voor industriële clusters 23

4. Allseas' SMR voor overige toepassingen 31

5. Economisch potentieel 39

6. Netcongestie 50

7. Strategische autonomie 55

8. Vervolgstappen 66

Bijlage 70

SMR's bieden een schaalbare, CO_2-vrije en kosteneffectieve oplossing die de concurrentiekracht van Nederland versterkt

Toepassingsgebieden van SMR's met belangrijke drijfveren

Maritiem
incl. diepzee-mijnbouw

- **Emissievrije** voortstuwing
- **Goedkoper en schaalbaar in vergelijking** met andere groene alternatieven
- **Jarenlange energie-voorziening** zonder bijtanken

Procesindustrie

- **CO_2-vrije warmte voor hoge temperatuur-processen**
- **Gedecentraliseerde elektriciteitsopwekking** (vermindering van afhankelijkheid van het elektriciteitsnet)
- **Betrouwbare en kostenefficiënte energievoorziening**

Datacenters

- **Gedecentraliseerde elektriciteitsopwekking** (vermindering van afhankelijkheid van het elektriciteitsnet)
- **Betrouwbare en kostenefficiënte energievoorziening**

Defensie

- **Gedecentraliseerde, kostenefficiënte energievoorziening** voor de marine, militaire bases en infrastructuurback-ups
- **Jarenlange energie-voorziening** zonder bijtanken

Waterstof- en SAF-productie

- **CO_2-vrije warmte voor hoge temperatuur-processen**
- **Gedecentraliseerde elektriciteitsopwekking** (vermindering van de afhankelijkheid van het elektriciteitsnet)
- **Betrouwbare en kostenefficiënte energievoorziening**

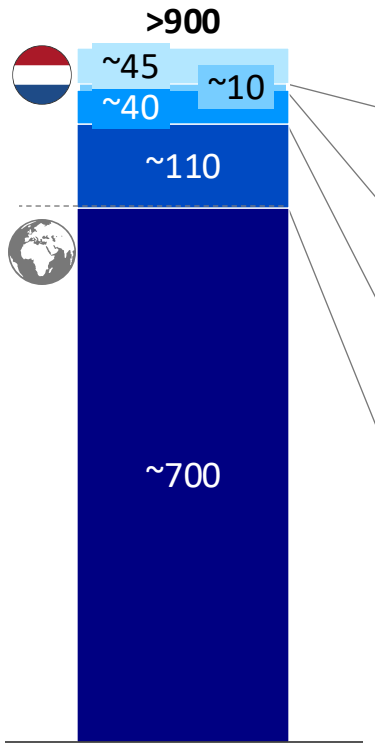
Kleinschalige SMR's versterken het concurrentievermogen en de energiezekerheid van Nederland met een schaalbare, inherent veilige en kosteneffectieve oplossing

Bron: Allseas, interviews met experts

De potentiële markt omvat meer dan 900 SMR's van Allseas, wat resulteert in een aanzienlijke economische waarde en CO_2-reductie

Economisch potentieel dankzij de inzet van SMR's

Marktpotentieel voor toepassing van Allseas' SMR's in 2050 [#]



Waterstof & SAF: (Paarse) waterstof- en SAF-productie dankzij een duurzame en betrouwbare elektriciteitsbron

Defensie: SMR's die worden ingezet voor defensiedoeleinden zullen de strategische autonomie vergroten

Datacenters: De stijgende energievraag van Nederlandse datacenters wordt belemmerd door congestie van het elektriciteitsnet. SMR's bieden een oplossing met gedecentraliseerde basislaststroom

Industriële clusters: SMR's bieden de industrie lokale betrouwbare en CO_2-vrije (hoge temperatuur) warmte en elektriciteit, waardoor congestie van het elektriciteitsnet wordt verminderd

Maritieme sector: De SMR van Allseas kan dankzij zijn compacte formaat worden geïntegreerd in grote schepen en vormt een schoon, veilig en kostenefficiënt alternatief voor vervuilende fossiele brandstoffen

~65 Mt CO_2 komt overeen met de CO_2-uitstoot van ~3.500.000 huishoudens

Economisch potentieel

Impact van de potentiële markt

Kostenbesparingen[1] [%]
~50%
~23%

Jaarlijkse CO_2-reductie, 2050 [Mt]
~55 Mt
~10 Mt

Vermindering van investeringen in het hoogspanningsnet op land, 2025-2050 [%]
10-13%
10-14 mld

Impact van de inzet van Allseas' SMR in Nederland

Cumulatieve toegevoegde waarde, 2025-2050 [EUR mld]
2035
4-5 mld
2050
120-140 mld

Werkgelegenheid, 2050 [#]
35-40 k nieuw
10-15 k behouden

Totale cumulatieve investeringen, 2025-2050 [EUR mld]
18-22 mld

1) Tot ~50% TCO-reductie (eigendomskosten) versus fossiele brandstoffen en ~23% energiekostenreductie voor onshore toepassingen in Nederlandse industriële clusters ten opzichte van gasboilers en turbines

De ontwikkeling van SMR's is van belang voor Nederland en Allseas biedt een kans om op dit momentum in te spelen

Het momentum en de urgentie van SMR's

Wereldwijd is er een aanzienlijk momentum in kernenergie, waarbij processen worden versneld

Kleine modulaire reactoren: Het volgende hoofdstuk in de energierevolutie
Britse Kamer van Koophandel - 19 sep 2025

Het groeiende mondiale momentum achter kleine modulaire reactoren
Innovation News Network - 22 sep 2025

Trump wil nieuwe nucleaire vergunningen versneld behandelen
Reuters - 23 mei 2025

Groot-Brittannië en VS ondertekenen nucleair pact tijdens bezoek Trump
Reuters - 15 september 2025

De industrie vertrekt uit Nederland: het verliest haar concurrentiepositie en de klimaatdoelen zullen niet worden gehaald

Nederland loopt het risico haar chemische industrie te verliezen: Dit staat er op het spel
EW Magazine - 29 juli 2025

Hoge elektriciteitskosten, congestie van het elektriciteitsnet en complexe regelgeving maken het voor bedrijven steeds moeilijker om hier winstgevend en duurzaam te investeren
EW Magazine - 29 juli 2025

Na Shell stopt ook BP met de biobrandstoffabriek in de haven van Rotterdam
FD - 22 september 2025

Industrie schrapt vergroeningsplannen en haalt klimaatdoelstelling voor 2030 niet
NU.nl – 24 december 2025

De ontwikkeling van Allseas' SMR biedt een kans om dit momentum te realiseren

Allseas streeft naar snelle inzet van SMR's
World Nuclear News - 5 juni 2025

Allseas wil SMR's inzetten op schepen
Allseas is een pionier op het gebied van de volgende generatie schone energie: Het ontwikkelen van een geavanceerd kernenergiesysteem dat is afgestemd op energie-intensieve offshore schepen en industriële clusters op het land. *"Dit is meer dan innovatie, het is een strategische verschuiving naar langdurige energiezekerheid en operationele onafhankelijkheid voor zowel offshore- als onshore-industrieën"*, aldus Allseas
Nucleair Nederland - 5 juni 2025

Allseas kiest voor nucleaire optie voor grote schepen in offshore vloot
Baanbrekend Nederlands offshore bedrijf presenteert vijfjarenplan om kleine modulaire reactoren in schepen te integreren
Upstream Online - 5 juni 2025

Bron: Interviews met experts, nieuwsartikelen

1. SMR propositie

SMR's vormen de basis voor een duurzame toekomst en bieden een oplossing voor schone scheepvaart en een concurrerende industrie

SMR propositie en USP van Allseas

SMR's zijn de CO_2-vrije energiebron voor de toekomst

- **Betrouwbare basislast-energievoorziening**
- **Dubbele output:** elektriciteit en warmte
- **CO_2-vrije energieopwekking**
- **Concurrerende kosten**
- **Schaalbaar en flexibel dankzij modulair ontwerp**

De SMR van Allseas is een unieke pionier in haar vakgebied

- **Ultracompact ontwerp**
- **Hoge-temperatuurwarmte (~650 °C)**
- **Schaalbaar voor uiteenlopende energiebehoeften**
- **Intrinsiek veilig ontwerp en kleine noodplanningszone (4e generatie)**
- **Bewezen HTGR-technologie (TRL 7/9)**
- **Geen (water)koeltorens nodig**

Bovendien...

- **Allseas is in staat om deze kans te grijpen, omdat het beschikt over een sterke financiële basis met wereldwijde operationele, engineering- en productiecapaciteiten**

Bron: Allseas, deskresearch, interviews met experts

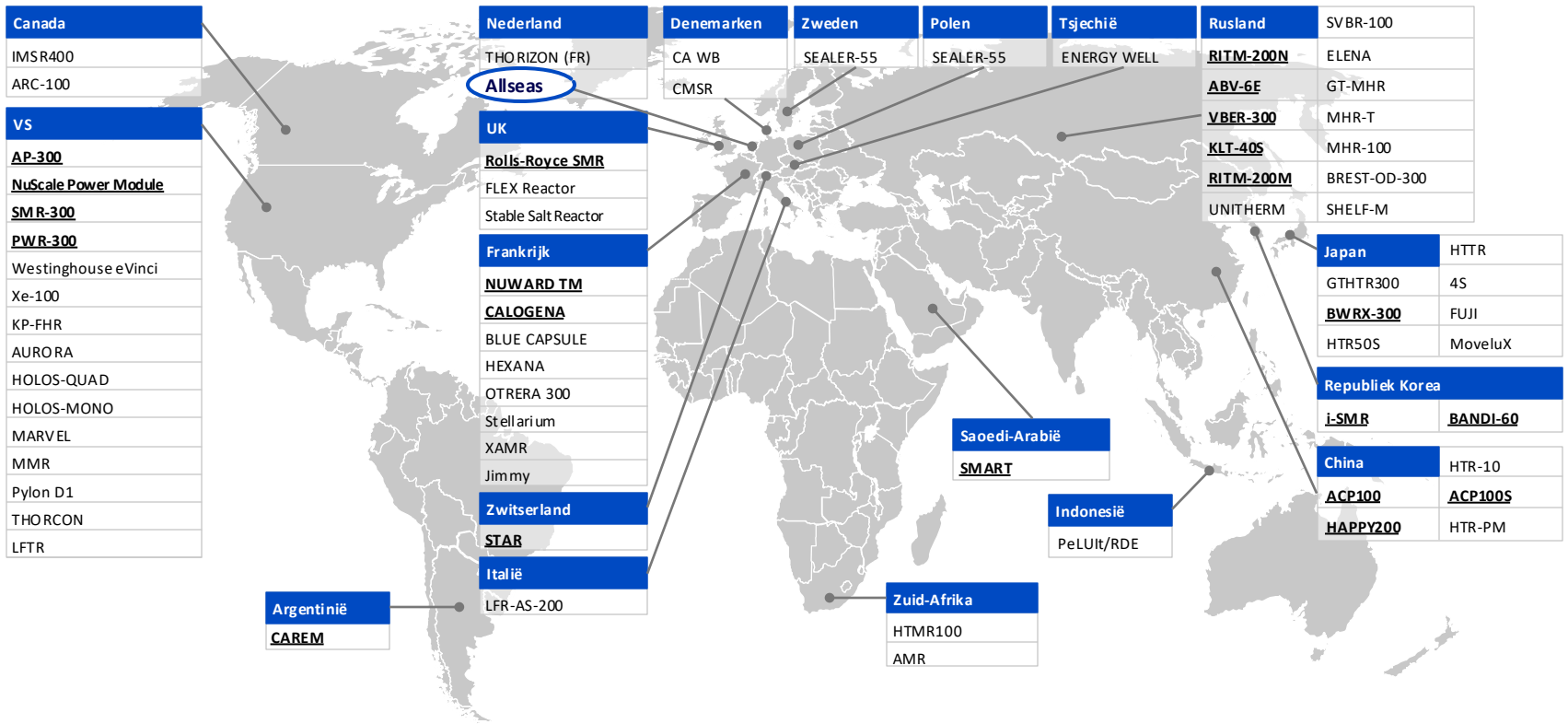
Illustratief

De wereldwijde interesse in SMR's groeit snel, maar Nederland blijft vooralsnog achter – Allseas neemt het initiatief met de ontwikkeling van een eigen SMR

SMR-ontwerpen in ontwikkeling wereldwijd[1)]

Kenmerken van een SMR

- **Betrouwbare basislast-energievoorziening**
- **CO_2-vrije stroom opwekking**
- **Dubbele output:** Elektriciteit en hoge-temperatuurwarmte (300–900 °C)
- **Concurrerende kosten**
- **Schaalbaar en flexibel dankzij modulair ontwerp**



xxx Lichtwaterreactoren (3e generatie)

xxx Geavanceerde reactortypen (4e generatie)

1) Per oktober 2024; exclusief Energy Multiplier Module, Fast Modular Reactor en The Natrium Project

Bron: IAEA

Allseas ontwikkelt een SMR die door zijn compacte formaat en hoge- temperatuurwarmte zeer geschikt is voor zowel maritiem als onshore gebruik

Unieke propositie van de SMR van Allseas

Ultracompact ontwerp
Compact ontwerp dat integratie in schepen en industrie met beperkte ruimte mogelijk maakt

Hoge-temperatuurwarmteafgifte (~650 °C)
Ideaal voor energie-intensieve industriële processen zoals chemische productie, staalproductie en waterstofproductie

Schaalbaar voor elke energiebehoefte
Modulair ontwerp (25 MWe/70 MWt) biedt flexibele energieoplossingen, van schepen tot industriële clusters

Intrinsiek veilig ontwerp
Passieve veiligheidssystemen werken zonder menselijke tussenkomst en beperken de noodplanningszone tot het reactoroppervlak

Bewezen HTGR-technologie (operationeel in China en gedemonstreerd in de VS)
Gebaseerd op de principes van de hogetemperatuurgasreactor (HTGR) met een hoog technologisch ontwikkelingsniveau[1)]

Geen (water)koeltorens nodig
Beperkt waterverbruik vereenvoudigt locatiekeuze en verlaagt milieu-impact

Meer informatie op de volgende slides

1) TRL 7/9, omschreven als "Demonstratie van een systeemprototype in een operationele omgeving"

Bron: Allseas, deskresearch, NASA, IAEA, interviews met experts

Dankzij het compacte formaat en modulaire ontwerp biedt de SMR van Allseas meer toepassingsmogelijkheden dan typische SMR's

Modulair en ultracompact ontwerp

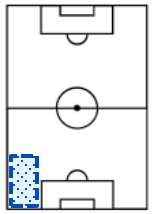
"A SMR with a capacity of 25 MWe could be well-suited for integration at most industrial companies"

Ad Louter, Urenco

SMR van Allseas

Compact ontwerp van 25 MWe/70 MWt, geschikt voor een **breed scala aan toepassingen**

Afmetingen:
25x10x15 m

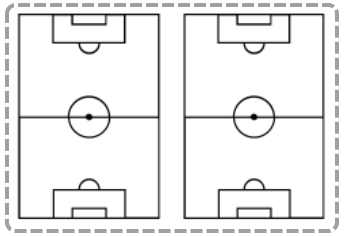


- ✓ Geschikt voor **grote maritieme toepassingen dankzij het compacte en schaalbare ontwerp**
- ✓ Geschikt voor gebruik in **industriële clusters** met beperkte ruimte vanwege het compacte formaat
- ✓ Geschikt voor implementatie bij bedrijven met **verschillende** verbruiksprofielen dankzij het **modulaire ontwerp**
- ✓ Geschikt als **back-up of redundantie-eenheid** tijdens onderhoud dankzij compact formaat en **lager vermogen**

Typische SMR

Een typische SMR levert circa **300–350 MWe** en heeft daarmee aanzienlijk **grotere afmetingen** dan die van Allseas

Afmetingen:
~2 voetbalvelden



- ✗ Niet geschikt voor **maritieme toepassingen door hoger vermogen en groter ontwerp**
- ✗ Niet geschikt voor **industriële clusters met beperkte ruimte** door het grote formaat
- ✗ **Niet geschikt voor huidige industriële clusters vanwege te hoog elektrisch vermogen** en te hoge kosten door overcapaciteit
- ✗ **Niet geschikt als redundantie-eenheid of back-up** vanwege het hoge elektrische vermogen

Afmetingen van SMR

Bron: Allseas, deskresearch, IAEA, interviews met experts

De SMR van Allseas is ontworpen met intrinsieke veiligheidsvoorzieningen die oververhitting of instabiliteit tijdens een ongeval voorkomen

Intrinsieke veiligheidsaspecten van de SMR van Allseas

Veiligheidsoverwegingen resulteren in een kleine noodplanningszone

Negatieve temperatuurcoëfficiënt
- Stijgende reactortemperatuur vermindert automatisch het vermogen, waardoor oververhitting of instabiliteit wordt voorkomen

TRISO[1] brandstof
- Miljarden gecoate deeltjes zorgen voor de integriteit van de brandstof, zelfs als een klein deel defect raakt
- Coatings en buitenlaag zijn hittebestendig en houden splijtingsproducten veilig ingesloten

Heliumkoelmiddel
- Helium is chemisch inert en niet-radioactief, waardoor het een stabiel koelmiddel is

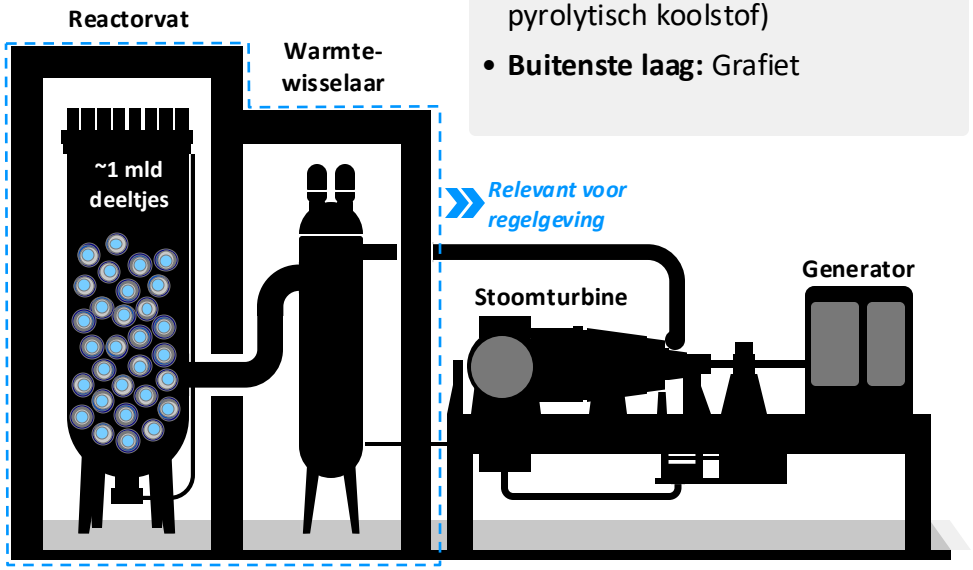
Passieve warmteafvoer
- Warmte wordt afgevoerd via natuurlijke processen, waardoor er minder gebruik hoeft te worden gemaakt van externe systemen zoals pompen

Lage vermogensdichtheid
- De lage vermogensdichtheid in HTGR's beperkt de temperatuurstijging en vergroot de veiligheidsmarges

Meer informatie op de volgende slide

TRISO brandstof-technologie

- **Brandstof:** Uraniumdioxide
- **Coatings:** Meerdere lagen (bufferlaag, binnenste pyrocarbonlaag, siliciumcarbide en pyrolytisch koolstof)
- **Buitenste laag:** Grafiet



1) TRi-structureel isotroop

Bron: Allseas, General Atomics, TU Delft, Ultrasfe Nuclear Cooperation

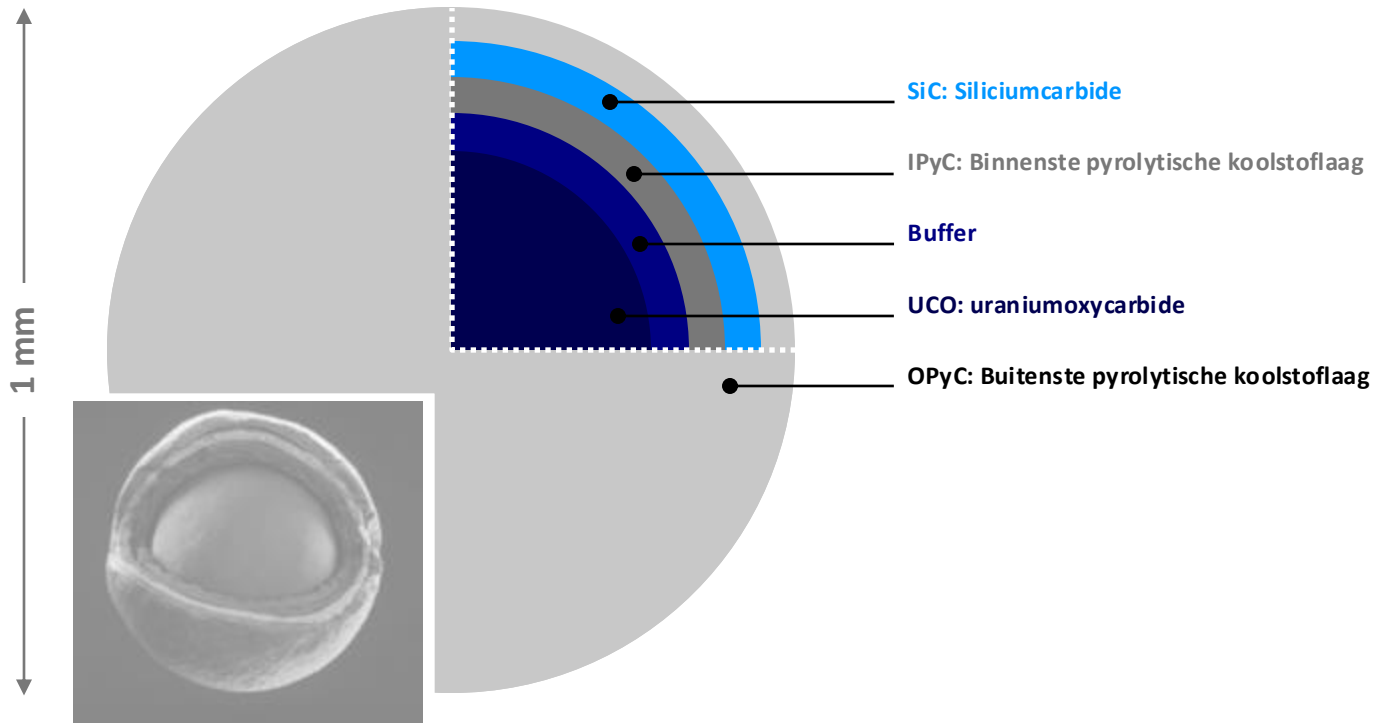
De TRISO-brandstof die Allseas gebruikt, is inherent veilig, omdat de splijtbare kern wordt omgeven door drie lagen keramische coatings

Details over TRISO-brandstof

"The main advantages of using TRISO fuel are its proven safety and its ability to provide high-temperature heat through the reactor, ideal for industrial processes"

Ad Louter, Urenco

Schematische weergave van een typisch TRISO-deeltje



- TRISO-deeltjes smelten niet in de reactor:
  - Bestand tegen extreme temperaturen, ver boven de warmte die in de reactor wordt opgewekt
- De deeltjes vormen hun eigen insluitingssysteem
- Beter bestand tegen neutronenstraling, corrosie, oxidatie en hoge temperaturen dan conventionele brandstof
- De siliciumcarbidelaag vormt een sterke barrière die splijtingsproducten in de deeltjes houdt
- Allseas volgt dezelfde ontwerpspecificaties als de brandstof van de Advanced Gas Reactor, waardoor het risico en de lasten van een volledig kwalificatieprogramma aanzienlijk worden verminderd

Bron: Allseas, General Atomics, TU Delft, Ultrasfe Nuclear Cooperation

TRISO kan momenteel met conventionele methoden worden opgeslagen, terwijl innovatieve technieken het afvalvolume verder moeten verminderen

TRISO-afvalroadmap

Nu → Toekomst

Financieel minder rendabele oplossing

- Elk TRISO-brandstofdeeltje **vormt een zelfstandig systeem** dankzij de **meerdere coatings die de uraniumkern omhullen**
- Huidige **TRISO-afvalmethodes gebruiken conventionele afvalverwerking**, maar zijn kostbaar door de **grote hoeveelheid grafiet**
- Duitsland heeft tussen 1967-1991 aangetoond HTGR-afval uit pebble-bedreactoren **veilig te kunnen verwerken en opslaan**

Pilootprojecten om het volume te verminderen

- Door TRISO-deeltjes uit het omringende grafiet te verwijderen kan het **afvalvolume met tot wel 90% worden verminderd**
- Er zijn verschillende methoden ontwikkeld om het volume te verminderen
  - **Zuuruitloging** lost de coatings op met sterke zuren en is de meest geavanceerde en gepatenteerde methode die wordt getest voor industriële toepassing
  - **Hoogspanningsfragmentatie** splijt de grafietmatrix en scheidt TRISO-deeltjes met minimale schade en afvalvorming
  - **Malen** is de eenvoudigste schaalbare methode maar kent een groter risico op beschadiging van de deeltjes
- Hoewel het **grafiet** rondom de TRISO-brandstof radioactief is, zal het naar verwachting **niet worden geclassificeerd als hoogradioactief afval**

TRISO-brandstof recyclen

- Als de coatings worden verwijderd, **kan het uranium worden teruggewonnen** en, na zuivering, reconversie en eventuele vereiste herverrijking, **worden verwerkt tot brandstof** voor HTGR's, andere SMR-ontwerpen en conventionele reactoren

> *"When looking at the back end of the fuel, the hardest part is disposal. Preferably, the graphite should be separated from the fuel. Interim storage will likely not be a bottleneck"*
>
> **Ewoud Verhoef, COVRA**

Bron: American Nuclear Society, National Academies Press, Nuclear Innovation Alliance

2. Allseas' SMR voor maritieme toepassingen

De SMR van Allseas is een kostenefficiënt, veilig en CO_2-neutraal alternatief voor de maritieme sector dat emissies verlaagt en bijtanken minimaal vereist

Allseas' SMR voor maritieme toepassingen

"In my view, SMRs will play a crucial role in the ship of the future. For naval vessels due to increasing power requirements and their long refueling cycle, and for commercial fleets in support of decarbonization targets"

Peter van Terwisga, Damen Naval

De maritieme industrie moet haar broeikasgasemissies tegen 2050 aanzienlijk verminderen, maar er zijn geen geschikte en kostenefficiënte alternatieven beschikbaar voor de veelgebruikte en vervuilende fossiele brandstoffen

- **Meer dan 99% van de gebruikte scheepsbrandstoffen is fossiel**, waardoor de maritieme industrie bijdraagt aan ~3% van de wereldwijde broeikasgasemissies
- **Groene alternatieven zijn 3 tot 5 keer duurder,** vereisen meer brandstofvolume en zijn beperkt beschikbaar, waardoor ze ongeschikt zijn om de emissiedoelstellingen te halen

De SMR van Allseas biedt een veilige, emissievrije en kostenefficiënte energiebron voor grote schepen die minimaal bijtanken vraagt en de maritieme decarbonisatiedoelen ondersteunt

- Biedt een concurrerende energiebron, met aanzienlijk **lagere brandstofkosten** en **lagere eigendomskosten**
- Draagt bij aan **een aanzienlijke vermindering van de broeikasgasemissies** voor maritieme activiteiten
- Ontworpen met **een compacte ruimte** en een compact vermogen, ideaal voor maritiem gebruik
- Dankzij **lange brandstofcycli is bijtanken minimaal nodig**, ideaal voor diepzeemijnbouwactiviteiten
- Geschikt voor maritieme toepassingen dankzij **het inherent veilige ontwerp** (geen menselijke tussenkomst in veiligheidssystemen)
- **Schaalbaar** dankzij modulair ontwerp en constructie

De maritieme sector moet de uitstoot van broeikasgassen sterk verminderen, maar alternatieven voor fossiele brandstoffen zijn minder geschikt

Huidige uitdagingen voor de maritieme sector

"Especially for large energy-intensive vessels, SMRs can be an attractive solution because alternative fuels weigh much more, which combined with the necessity for frequent bunker stops reduce the overall efficiency of the vessel"

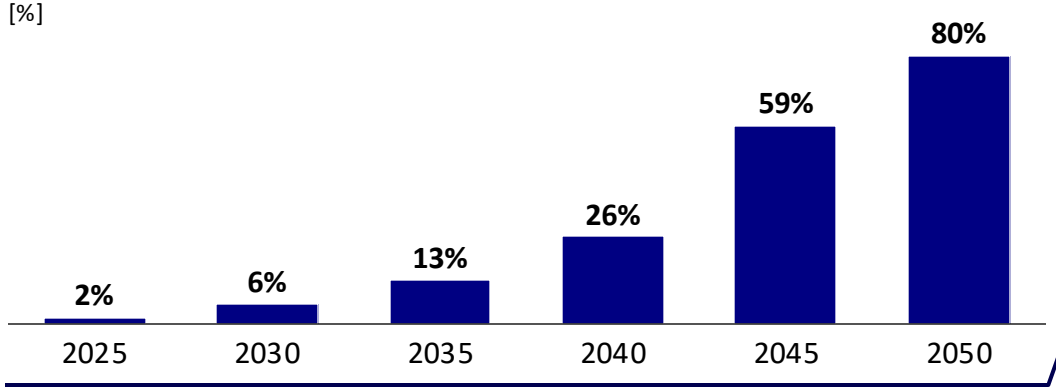
Jan Gabriel, Deme Group

De maritieme sector zal de uitstoot van broeikasgassen aanzienlijk moeten verminderen...

- De maritieme sector staat onder druk om zijn broeikasgasemissies aanzienlijk te verminderen in overeenstemming met de doelstellingen van het Akkoord van Parijs
- FuelEU streeft naar een emissiereductie van 80% tegen 2050, voor alle EU-havenreizen
- De IMO streeft naar een vermindering van 70% van de CO_2-uitstoot en 50% van de broeikasgasemissies tegen 2050

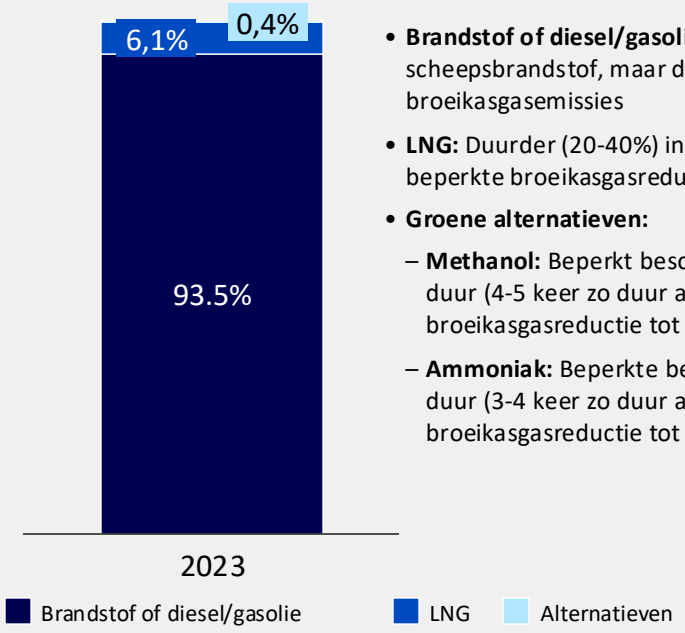
~3%
van de wereldwijde broeikasgas-emissies

Jaarlijkse gemiddelde levenscyclusemissies[1] reductiedoelstelling FuelEU
[%]



... maar >99% van de gebruikte brandstof is nog steeds fossiel en groene alternatieven zijn duur

Maritieme brandstofmix,
2023 [%]



- **Brandstof of diesel/gasolie:** Goedkoopste en meest gebruikte scheepsbrandstof, maar draagt bij aan aanzienlijke broeikasgasemissies
- **LNG:** Duurder (20-40%) in vergelijking met stookolie en beperkte broeikasgasreductie tot 45%
- **Groene alternatieven:**
  - **Methanol:** Beperkt beschikbaar, vereist meer volume en erg duur (4-5 keer zo duur als stookolie), maar broeikasgasreductie tot 95%
  - **Ammoniak:** Beperkte beschikbaarheid, gevaarlijk en ook erg duur (3-4 keer zo duur als stookolie), maar broeikasgasreductie tot 100%

1) Emissies omvatten CO_2 , methaan en distikstofoxide

Bron: Europese Raad, IMO

SMR’s bieden een schone, veilige en kostenefficiënte oplossing voor grote schepen, terwijl het langdurige operaties mogelijk maakt

SMR's als concurrerende energiebron voor de maritieme sector

SMR's zijn goed geschikt voor maritieme toepassingen

- **Concurrerende kosten over de gehele levensduur**
- **Duurzame** energiebron die kan voldoen aan toekomstige CO_2-emissiereductiedoelstellingen
- **Compact ontwerp en vermogen** ideaal voor maritiem gebruik
- **Zeer lange brandstofcycli** (> 5 jaar) waardoor de noodzaak voor bijtanken wordt beperkt
- **Hoge veiligheid** dankzij unieke, inherent veilige ontwerpkenmerken
- **Schaalbaar en grootschalig** dankzij modulair ontwerp

Tegen concurrerende kosten

- **De NOAK SMR van Allseas is qua kosten concurrerend met HFO** (zelfs exclusief CO_2-kosten), maar de FOAK SMR wordt pas concurrerend met CO_2-kosten in 2040. Dit geeft aan dat de **SMR** van Allseas **tussen 2030 en 2040 qua kosten concurrerend zal worden**, aangezien de SMR kosten zullen dalen en de CO_2-kosten zullen stijgen
- In vergelijking met **hernieuwbare alternatieven** hebben **SMR's aanzienlijk lagere totale kosten over de gehele levensduur**, voornamelijk als gevolg van lagere brandstofkosten – Alternatieve brandstoffen zullen geschikter zijn voor kleinere schepen, een segment van de markt dat niet door SMR's wordt bediend

Voorbeeld 25 MWe-schip

~50% kostenreductie resulterend in **EUR ~22 m** jaarlijkse besparingen

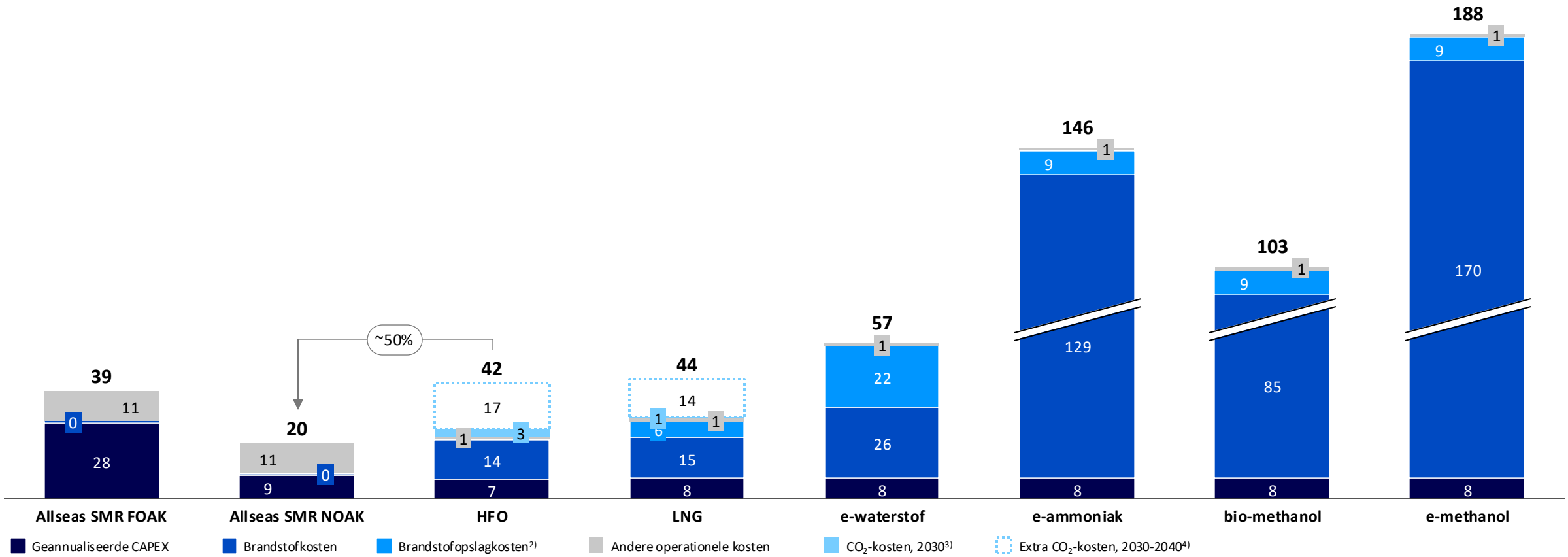
Bron: Eurostat, Interreg, IMO, IPCC, Transportation Research

De NOAK SMR van Allseas is zelfs zonder CO_2-kosten concurrerend met HFO, terwijl de FOAK SMR al concurrerend is met alternatieve brandstoffen

Totale eigendomskosten[1)] , 2030E [EUR mln/jaar]

"Cost economics are positive for SMRs on vessels, even for the first-of-a-kind for large ships. Furthermore, the additional revenue from higher sailing speeds and reduced refueling downtime represents a significant upside."

Jan Emblemsvåg, NTNU



1) Voor een schip met een vermogen van 25 MWe dat 156 k zeemijlen per jaar aflegt; 2) Inclusief de economische kosten van verloren vrachtcapaciteit als gevolg van een groter brandstofopslagvolume – Ervan uitgaande dat er geen ruimtewinst is bij het gebruik van SMR in vergelijking met HFO; 3) Gebaseerd op de IMO-voorschriften voor netto-nul uitstoot zoals gepresenteerd in april 2025; 4) Conservatieve aanname dat de directe naleving GFIT gelijk is aan de basis GFIT, aangezien er nog geen directe nalevingsdoelstelling is vastgesteld voor 2040

Bron: Eurostat, Interreg, IMO, IPCC, Transportation Research

Meer details in de bijlage

SMR's zijn geschikt voor containerschepen en offshore vaartuigen dankzij hoog brandstofbesparingspotentieel en de inzetbaarheid ver op zee

Wereldwijde inzet van SMR's per type schip, 2025

Totale omvang van de vloot: ∑ ~12.000

SMR criteria voor maritieme inzet…

- Scheepsgrootte
- Type vaartuig
- Decarbonisatie focus
- Energieprofiel

… om kosteffectief de CO_2-emissie doelstellingen te halen

	Bulkcarrier	Container-schip	Offshore vaartu	Olietanker	Overig[1)]
	• Schip ontworpen voor het vervoer van niet verpakte bulkgoederen	• Langeafstands-schepen gebouwd voor het vervoer van gestandaardiseerde zeecontainers	• Schip dat wordt gebruikt ter ondersteuning van activiteiten zoals diepzeemijnbouw	• Schip ontworpen voor het vervoer van vloeibare lading, waaronder ruwe olie, chemicaliën en LNG	• Omvat scheepstypen zoals Ro-Ro vrachtschepen, gastankers en dienstschepen
Vlootomvang (>60.000 GT)	2.071	1.923	319	1.981	928
Gem. verbruik [t/dag]	40	100-400	50-150	80-120	50-80
Toepassing van SMR					
	• Relatief laag brandstofverbruik door lagere snelheid, waardoor de brandstofbesparingen minder significant zijn in vergelijking met andere scheepstypen	• Hoge snelheid in combinatie met vaste, langeafstandsroutes leidt tot een hoog potentieel voor brandstof-besparingen bij gebruik van SMR's	• Kan profiteren van lange brandstofcycli met SMR's, vanwege de afgelegen locaties waar het wordt gebruikt (bijv. olie- en windvelden)	• Minder focus op decarbonisatie leidt tot een lagere kans op invoering van SMR's, hoewel de brandstofbesparingen aanzienlijk kunnen zijn	• Relatief laag brandstofverbruik door lagere snelheden, waardoor de brandstofbesparingen minder groot zijn in vergelijking met andere scheepstypen

Hoge kans op acceptatie Lage kans op acceptatie

SMR's zijn **van cruciaal belang voor** diepzeemijnbouwactiviteiten omdat ze een langdurige energiebron vormen voor afgelegen offshore-installaties, **waardoor er niet vaak hoeft te worden bijgetankt**

1) Met uitzondering van passagiersschepen

Bron: Equasis, UNCSTAD

Maritieme inzet van circa 700 SMR's tegen 2050 kan ~55 Mt CO_2-uitstoot besparen en tot ~50 % lagere eigendomskosten opleveren

Potentiële impact van SMR's voor maritieme toepassingen

"If, in a few years, SMRs are deployed on ships, the Port of Rotterdam must be prepared to maintain its leading position"

Boudewijn Siemons, Haven van Rotterdam

Wereldwijde inzet van SMR's, 2050

[#]

~700

De wereldwijde vloot zou **tegen 2050** al plaats kunnen bieden aan **~700 Allseas' 25 MWe SMR's**, zowel in gerenoveerde als in nieuw gebouwde schepen

Wereldwijde jaarlijkse CO_2 reductie, 2050

[Mt CO_2]

~55 Mt

Als **emissievrij alternatief** voor de huidige vervuilende fossiele brandstoffen kan één SMR ~80.000 ton CO_2-uitstoot per jaar besparen, wat resulteert in **~55 Mt CO_2 uitstootreductie per jaar tegen 2050** (-5% van de jaarlijkse maritieme uitstoot)

~55 Mt CO_2 komt overeen met de CO_2 -uitstoot van ~3.000.000 huishoudens

Totale kostenreductie[2)] per SMR

[%]

~50%

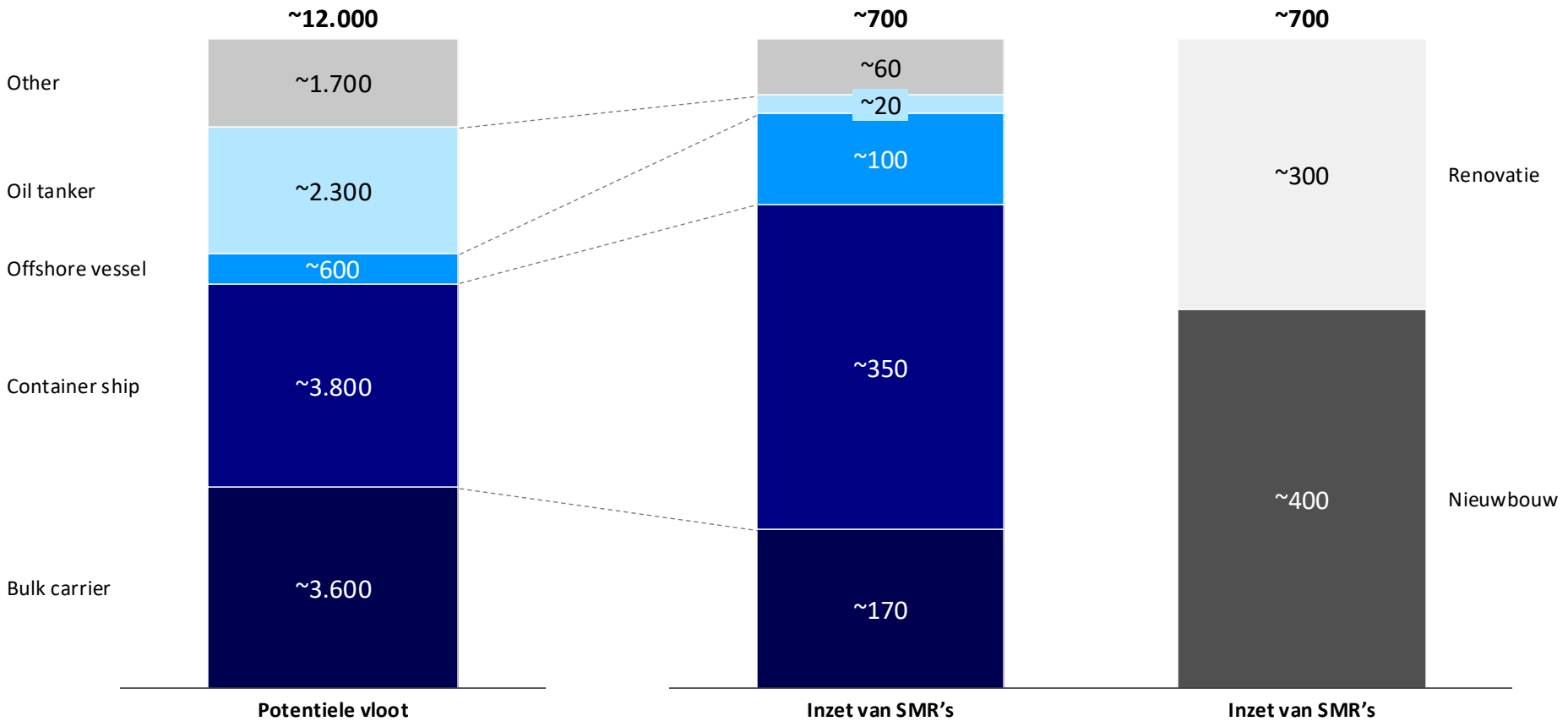
De inzet van SMR's van Allseas kan leiden tot een **vermindering van eigendomskosten met ~50%** in vergelijking met de huidige fossiele brandstoffen, rekening houdend met toekomstige CO_2-kosten[1)]

1) Scenario voor 2040 voor toekomstige CO_2-kosten; 2) Over de gehele levensduur

Bron: Eurostat, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Transportation Research, UNCSTAD

Er is potentieel voor de inzet van ~700 SMR's in de wereldwijde vloot tegen 2050, voornamelijk op grote containerschepen, bulkcarriers en offshore vaartuigen

Wereldwijd potentieel voor de inzet van SMR's[1)] in de scheepvaart, 2050 [#]



"In the maritime sector, using SMRs on large vessels is probably the most realistic way to decarbonize"
Maarten Tossings, TNO

Nieuwe EU-regels om de maritieme sector te decarboniseren, treden in werking
Europese Commissie – 10 januari 2025

De scheepvaart staat voor grote obstakels bij het bereiken van decarbonisatie
Sustainability Magazine – 23 oktober 2024

1) Allseas' 25 MWe SMR

Bron: Eurostat, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Transportation Research, UNCSTAD

3. Allseas' SMR voor industriële clusters

De SMR van Allseas biedt een betrouwbare, emissievrije en kostenefficiënte bron van warmte en elektriciteit direct aan de industrie

Allseas' SMR voor industriële clusters

Industriële clusters hebben moeite om te decarboniseren en tegelijkertijd concurrerend te blijven, gedreven door duurzaamheidseisen en netcongestie die de uitbreiding van bestaande industrieën beperken en de ontwikkeling van nieuwe industrieën belemmeren

- Door **de hoge energieprijzen** is er een aanzienlijke concurrentiekloof ontstaan tussen de Europese industrie en haar mondiale tegenhangers
- Het **elektriciteitsnet is verzadigd**, wat leidt tot hoge netwerkkosten en wachtlijsten
- **Strenge decarbonisatiedoelstellingen** zijn moeilijk te halen, omdat veel industriële processen afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen voor hoge temperaturen, waardoor elektrificatie technisch en economisch lastig is
- Het verminderde concurrentievermogen vormt **een bedreiging voor het behoud van de industrie**, waardoor gevestigde sectoren in gevaar komen

De SMR van Allseas biedt een betrouwbare, emissievrije en kostenefficiënte bron van warmte en elektriciteit rechtstreeks aan de industrie, waardoor zowel de decarbonisatie-inspanningen als het behoud van de industrie op lange termijn in Nederland worden ondersteund

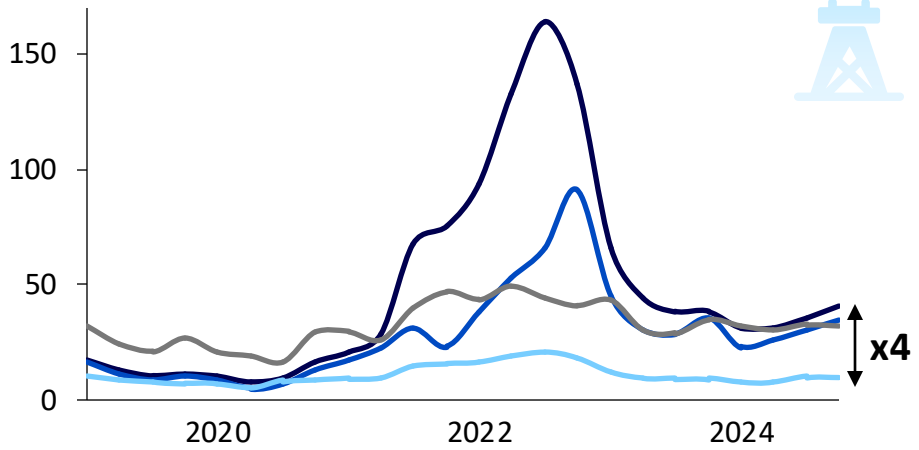
- Levert **schaalbare warmte** en **elektriciteit** tegen **concurrerende kosten**
- Levert **hoge temperaturen van ~650 °C,** ideaal voor industriële processen
- Helpt **congestie van het elektriciteitsnet te verminderen** en **verlaagt de netwerkkosten** dankzij lokale opwekking
- **Draagt** aanzienlijk **bij** aan het behalen van **duurzaamheidsdoelstellingen**
- Geschikt voor gebruik op het land dankzij **het compacte en veilige ontwerp**
- **Verbetert het concurrentievermogen** en **de energiezekerheid**, waardoor bestaande industrieën behouden blijven en nieuwe groei wordt gestimuleerd

Hoge energie- en CO_2-prijzen hebben geleid tot een grote concurrentiekloof tussen de Nederlandse industrie en Amerikaanse en Chinese spelers

Uitdaging van hoge industriële energieprijzen

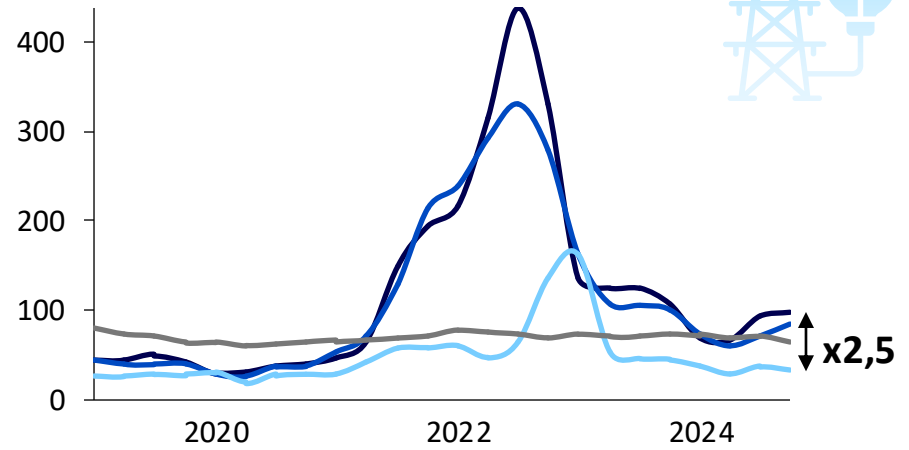
Nederland — Europa[1] — Verenigde Staten — China

Aardgasprijzen voor industrieel verbruik, 2019-2024 [USD/MWh]



- De gasprijzen **stegen sinds 2021** en bereikten in 2022 een hoogtepunt als gevolg van de **oorlog** in **Oekraïne**
- Sindsdien zijn de prijzen gedaald, maar zullen **naar verwachting niet terugkeren naar** het niveau van **vóór 2022**; **het prijsverschil van ~20-30 EUR/MWh tussen** Europa en de VS zal naar verwachting blijven bestaan

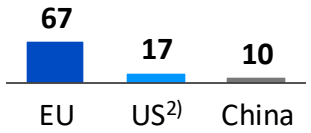
Elektriciteitsprijzen voor industrieel verbruik, 2019-2024 [USD/MWh]



- **De elektriciteitsprijzen** zijn sterk gestegen, waardoor Europese producenten minder concurrerend zijn geworden
- **Het prijsverschil** tussen **elektriciteit** in Europa en de VS **van 30-40 EUR/MWh** zal naar verwachting ook na 2030 blijven bestaan

- Nederlandse energie-intensieve industrieën hebben het moeilijk door stijgende energiekosten
- Dit wordt nog versterkt door de stijgende CO_2-emissieprijzen

CO_2-prijzen, 2024 [EUR/t]



1) Duitse gasprijs als maatstaf voor Europa; 2) Waarden van het Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI)

Bron: ESB, Intratec, Umweltbundesamt, Wereldbank

Meer details in de bijlage

De staal- en chemische industrie staan het meest onder druk door hoge energie-kosten, concurrentie en klimaatdoelstellingen en zijn zeer geschikt voor SMR's

Druk op de Nederlandse industrie

Criteria voor SMR-toepassing op land...

- **Basislastelektriciteit**
- **Warmtebehoefte voor industriële processen**
- **Focus op decarbonisatie**
- **Afhankelijkheid van energieprijzen**

... ter verlichting van druk op de industrie

"The rising demand for high-temperature heat, combined with grid congestion and increasing grid costs, makes SMRs an attractive solution for industries under pressure"

Boudewijn Siemons, Port of Rotterdam

Druk op de industrie (*Laag* – *Hoog*)

	Voedsel	Papier	Raffinaderij	Staal	Chemie
Omzet[1] [EUR mld]	108	9	20	10[2]	68
Banen[1] [k mensen]	194	22	35	22[2]	55
	• **Toenemende** eisen op het gebied van **duurzaamheid** en **klimaat** • **De omzet van de voedselindustrie groeide** tussen 2019 en 2023 **met** ongeveer 11% per jaar	• **Sterke concurrentie** uit Azië en goedkope Europese regio's • Na jaren van dalende productie **groeide** de **Europese papierindustrie** in 2024 met **4,1%**	• **Hogere kosten** door CO_2-belasting en verminderde gratis CO_2-emissierechten • **Verminderde concurrentiepositie** ten opzichte van **producenten buiten Europa**	• **Sterke concurrentie** van goedkoop staal buiten de EU • **Hoge elektriciteitsprijzen** • **Decarbonisatie-doelen** vereisen grote investeringen	• **Hoge energieprijzen en grondstofkosten** zorgen voor een kostenverschil met de VS, China en het Midden-Oosten • **Decarbonisatie-doelen** vereisen grote investeringen
Geschikt voor SMR's					

Sectoren die de meeste druk ondervinden

Hoge geschiktheid Lage geschiktheid

1) Nederland, waarden voor 2023; 2) Inclusief andere basismetalen

Bron: CBS, CEFIC, Marketsteel, interviews met experts

Industriële bedrijven stoppen hun productie en verhuizen naar het buitenland, SMR's bieden een manier om het industriële concurrentievermogen te versterken

SMR van Allseas als kostenefficiënte energiebron

Nederland dreigt zijn chemische industrie te verliezen: Dit staat er op het spel

EW Magazine - 29 juli 2025

NXP-fabriek verlaat Nijmegen: "Duitsland was actiever en sneller"

BNR - 23 mei 2025

Verliest Nederland haar productie-industrie? Tijd om wakker te worden!

Techniek - 4 juni 2025

Het schrappen van de biobrandstoffabriek van Shell is een nieuwe klap voor de Nederlandse economie

FD - 3 september 2025

Kortom:

- Ook andere industriële bedrijven zetten hun biobrandstofprojecten in de wacht
- Luchtvaartmaatschappijen moeten dit jaar beginnen met bijmengen

Na Shell stopt ook BP met de biobrandstoffabriek fabriek

FD - 22 september 2025

Kortom:

- Het is de zoveelste tegenslag voor de haven van Rotterdam, waar bedrijven hun activiteiten stopzetten of niet meer investeren. Eerder stopten ook Gunvor, Tronox, LyondellBasell, Westlake en Indorama met hun productie
- De gemeente Rotterdam en de provincie Zuid-Holland willen dat het kabinet ingrijpt
- Hoge elektriciteitskosten, congestie op het elektriciteitsnet en complexe regelgeving maken het voor bedrijven steeds moeilijker om hier winstgevend en duurzaam te investeren

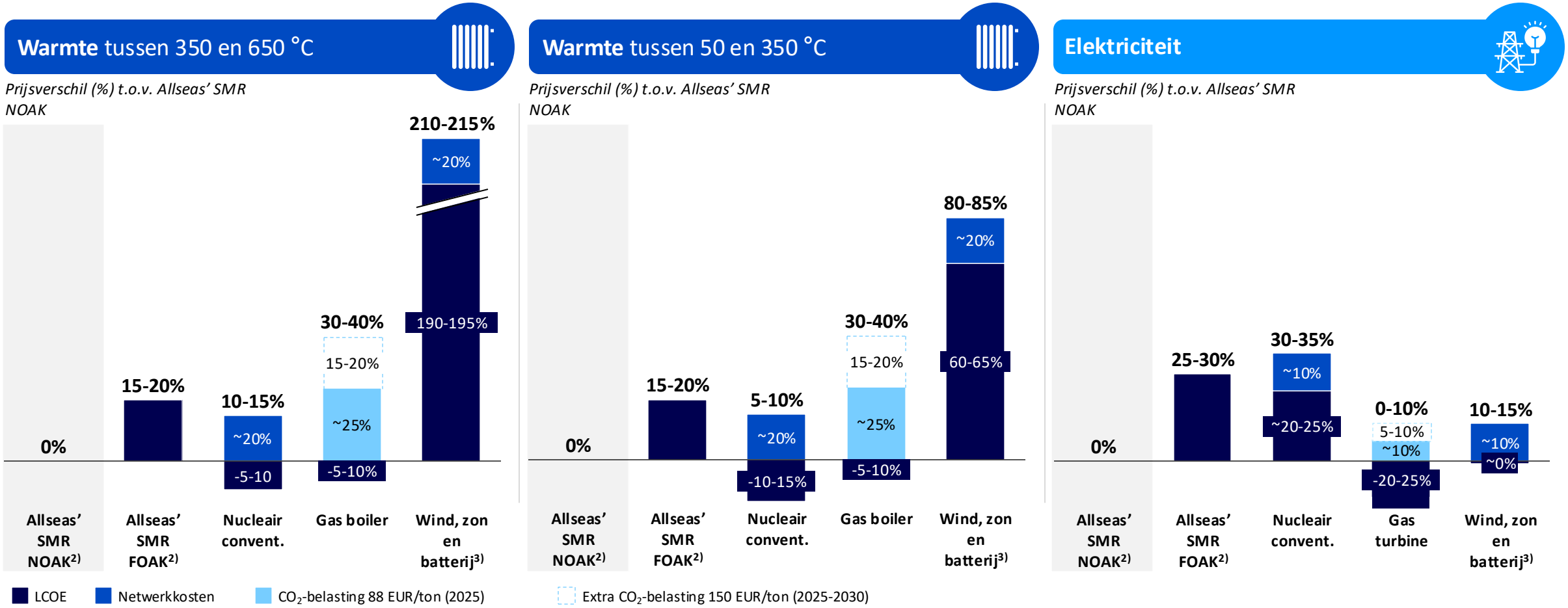
SMR's zijn goed gepositioneerd voor gebruik op het land

- **Concurrerende** energiebron
- **Duurzame** elektriciteits- en warmtevoorziening
- **Betrouwbare en consistente** basislast
- **Minder congestie op het net** dankzij lokale opwekking
- **Lokale warmteopwekking**
- Vermogen om aan de **groeiende energievraag** te voldoen

Bron: Allseas, deskresearch, interviews met experts, nieuwsartikelen

De SMR van Allseas kan industriële warmte tegen de juiste temperatuur en lagere kosten leveren dan hernieuwbare bronnen

Gemiddelde energiekosten[1)] (LCOE) incl. net- en CO_2-kosten in Nederland t.o.v. Allseas' SMR NOAK, 2030E [%]



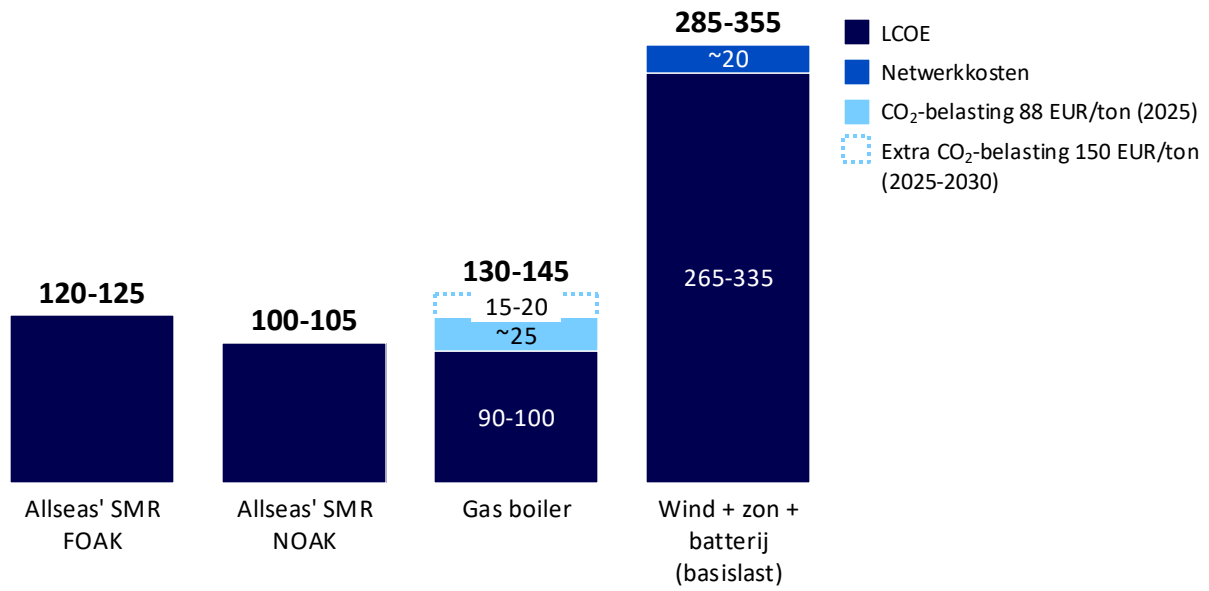
1) Gedisconteerd over 20 jaar, uitgaande van 60% schuld (8% schuldkosten), 40% eigen vermogen (12% kosten van eigen vermogen) en 2,25% inflatie; 2) CAPEX-kosten voor elektriciteitsopwekking geëlimineerd, gecorrigeerd voor bijkomende kosten; 3) Inclusief CAPEX van elektrische oven (tussen 350-650 °C) en E-boiler (tussen 50-350 °C)

Bron: Taxfoundation, Lazard, PBL, TU Delft, X-Energy

SMR's bieden een kostenefficiënte oplossing voor onshore-industrie waardoor het cluster Rotterdam-Moerdijk circa EUR 735 mln per jaar bespaart

SMR van Allseas als concurrerende energiebron voor industriële clusters

Kostvergelijking hoge-temperatuurwarmte[1] NL, 2030E [EUR/MWh]



- HTGR SMR's zijn concurrerend in prijs ten opzichte van hernieuwbare energiebronnen en hebben het voordeel dat ze betrouwbaar zijn en een constante stroomvoorziening bieden
- SMR's zijn veel kostenefficiënter dan gasboilers, die de benchmark zouden zijn voor een consistente elektriciteitsvoorziening

Voorbeeld Rotterdam – Moerdijk, 2050

~24% kostenbesparing, wat resulteert in een jaarlijkse besparing van **EUR 735 mln**

	Totale vraag [TWh]	Geleverd door SMR's[2] [TWh]	Kost verschillen[3] [EUR/MWh]	Kost besparingen [EUR mln]
Elektriciteit	31	2	2,5	~5
Warmte[4]	41	20	36	~730

1) Warmte tussen 350 en 650 °C; 2) Uitgaande van Allseas' SMR, op basis van een acceptatiegraad van 5% voor elektriciteit en 50% voor warmtebehoefte; 3) In vergelijking met gasboilers; 4) Cijfers voor 2030

Bron: Lazard, X-Energy, PBL

Meer details in bijlage

Inzet binnen industriële clusters maakt circa 110 SMR's mogelijk en verlaagt de energiekosten van deze clusters met ongeveer 23%

Potentiële impact van de inzet van Allseas' SMR in belangrijke industriële clusters in Nederland[1)]

Nederlandse inzet van SMR's, 2050[3)]

[#]

~110

Excl. **wereldwijd** potentieel

Inzet in de **industriële clusters in Nederland** zou mogelijk plaats bieden aan **~110 SMR's**, op basis van een vermogen van 25 MW_e/70 MW_t per SMR

Nederlandse jaarlijkse CO_2 reductie, 2050[3)]

[Mt CO_2]

~10 Mt

Door **schone elektriciteit** te leveren aan de industriële clusters in Nederland zou de **CO_2 -uitstoot met ~25%** kunnen worden **verminderd**, wat overeenkomt met ongeveer **10 Mt CO_2**

Gelijk aan de CO_2-uitstoot van ~500.000 huishoudens

Totale kostenreductie[2)] per SMR[3)]

[%]

~23%

Door inzet van Allseas' SMR's in Nederlandse industriële clusters kunnen de **energiekosten met circa EUR 1,5 mld per jaar worden verlaagd**, een **daling van ~23%**

1) Exclusief datacenters, waterstofelektrolyse en SAF-productie, met betrekking tot Noord-Nederland, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam-Moerdijk, Cluster 6, Zeeland/West-Brabant, Chemelot; 2) In vergelijking met gasboiler/turbine; 3) SMR's die worden ingezet voor warmtetoepassingen zijn gebaseerd op cijfers voor 2030

Bron: Allseas, deskresearch, Energietransitiemodel, Netbeheer Nederland, PBL

4. Allseas' SMR voor overige toepassingen

Dankzij unieke eigenschappen is Allseas' SMR geschikt voor overige toepassingen, zoals datacenters, defensie en de productie van waterstof en SAF

Potentiële overige toepassingen voor de SMR van Allseas in Nederland[1)]

Datacenters

∑ ~40

- **Gedecentraliseerde elektriciteit:** SMR's wekken lokaal elektriciteit op, waardoor de afhankelijkheid van het elektriciteitsnet vermindert
- **Betrouwbare basisstroomvoorziening:** SMR's leveren stabiele, continue elektriciteit en voorzien zo in de ononderbroken elektriciteitsbehoeften van datacenters

Defensie

∑ ~10

- **Energiezekerheid:** SMR's leveren betrouwbare energie voor marine toepassingen en energievoorziening, militaire bases en kritieke infrastructuur, onafhankelijk van kwetsbare brandstoftoeleveringsketens
- **Veerkracht:** SMR's kunnen de nationale veiligheidsinfrastructuur versterken tegen stroomuitval of aanvallen

Waterstof- en SAF-productie

∑ ~45

- **Hoge-temperatuurwarmte:** SMR's van Allseas leveren proceswarmte, ideaal voor waterstofelektrolyse, CO_2-opvang en SAF-productie
- **Gedecentraliseerde elektriciteit:** SMR's leveren betrouwbare lokale basislaststroom, verminderen de afhankelijkheid van het elektriciteitsnet en ondersteunen nieuwe toepassingen voor waterstof- en SAF-productie

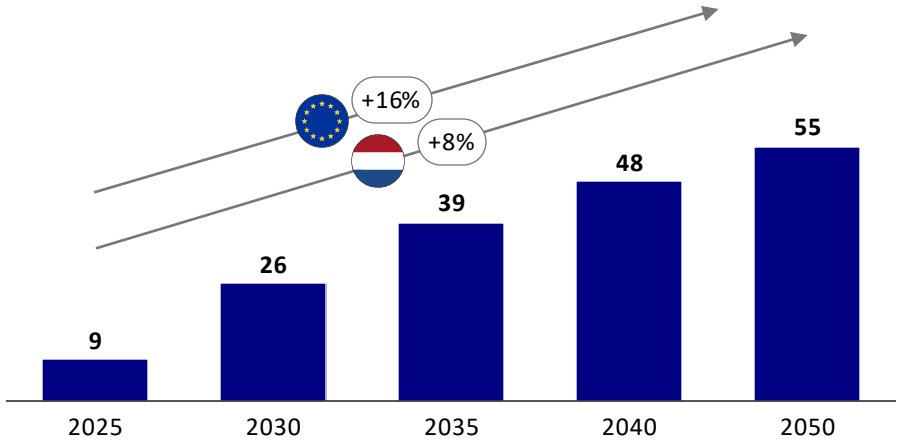
1) Exclusief toepassingsgebieden zoals gemeenten

De stijgende vraag naar datacenters wordt aanzienlijk belemmerd door netcongestie - SMR's bieden een oplossing met lokaal opgewekte elektriciteit

Allseas' SMR voor datacenters in Nederland

Zonder netcongestie zal de elektriciteitsvraag van Nederlandse datacenters sterk stijgen

Elektriciteitsvraag van NL datacenters, 2025-2050 [TWh][1)]



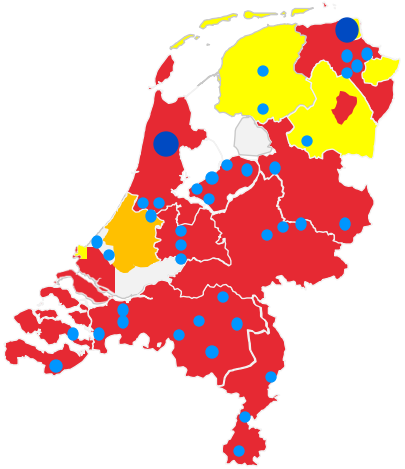
- De IEA verwacht dat de wereldwijde stroomvraag van datacenters in 2030 zal verdubbelen door de groei van AI
- In Nederland kan de elektriciteitsvraag van datacenters oplopen tot 40–70% van het huidige nationale verbruik
- De Nederlandse toezichthouder (ACM) geeft geen voorrang aan datacenters of telecomproviders bij de toegang tot het elektriciteitsnet

De groei wordt echter beperkt door congestie van het elektriciteitsnet - SMR's bieden een oplossing

Netcongestiekaart van TenneT, juli 2025

- Datacenter
- Datacentercampus

Selectie van datacenters:



- De wachttijd voor netaansluiting bedraagt gemiddeld 10 jaar
- Beperkte netcapaciteit remt de groei van Nederlandse datacenters
- SMR's bieden betrouwbare basislaststroom en verminderen de afhankelijkheid van het elektriciteitsnet dankzij gedecentraliseerde opwekking

Potentiele inzet van Allseas' SMR, 2050 [#][2)]

~40

"Allseas SMRs are well-suited for datacenters. Thanks to their compact size, they can operate as flexible units, allowing multiple reactors to maintain stable power generation even during maintenance, eliminating the need for a grid connection"

Ad Louter, Urenco

Het elektriciteitsverbruik van datacenters zal de komende decennia explosief toenemen, het elektriciteitsnet kan dit niet aan

De Volkskrant – 13 mei 2025

Nederland loopt het risico op hogere kosten en grotere afhankelijkheid als gevolg van een tekort aan datacenters

NU.nl – 9 oktober 2025

- Geen netcongestie
- Beperkte transportcapaciteit
- Lopend onderzoek naar congestie
- Congestiebeheergebied

1) Gemiddelde van II3050-scenario's zoals verstrekt door Netbeheer Nederland; 2) Uitgaande van een acceptatiegraad van 15% van de elektriciteitsvraag in 2050 en een SMR van 25 MWe

Bron: CBRE Research, Data Center Dynamics, Dutch Data Center Association, Strategic Energy Europe, Netbeheer Nederland,TenneT

SMR's bieden een betrouwbare energiebron voor verschillende defensie toepassingen te midden van een groeiende energievraag

Allseas' SMR voor de Nederlandse defensie

" SMRs offer promising applications for defense, providing reliable power for naval operations, enabling sustainable energy supply at temporary military bases, supporting advanced technologies such as laser and directed-energy weapons, and meeting backup energy needs for critical infrastructure"

Maarten Tossings, TNO

Er is politieke steun voor het gebruik van SMR's in de Nederlandse defensie-industrie

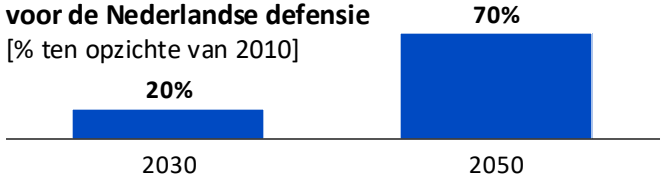
Motie over kleinschalige kernenergie in de defensie-industrie **aangenomen door een meerderheid** van de Tweede Kamer, juni 2025

Stemmen Tweede Kamer [#]

Argumenten van de motie

- Stijgende vraag naar betrouwbare energie voor de defensie-industrie
- SMR's winnen aan momentum binnen de NAVO-landen
- Verminderde afhankelijkheid van fossiele brandstoffen versterkt strategische autonomie
- Sterke expertise op het gebied van SMR's bij de TU Delft en binnen de Nederlandse industrie

Doelstellingen voor het verminderen van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen voor de Nederlandse defensie
[% ten opzichte van 2010]



Toepassingen van SMR's in defensie

Aandrijving/energievoorziening schepen

Huidige vloot[1]:

- 13 grote oppervlakte-eenheden (bijv. fregatten)
- 14 kleine oppervlakte-eenheden (bijv. mijnenbestrijdingsschepen)
- 4 onderzeeërs van de Walrus-klasse

Tijdelijke militaire bases
(incl. krachtige laser- en stralingswapens)

- Missies[2]:
  - NL: Momenteel 10-15 (grote en kleine)
  - VN: 35 missies tussen 2010-2024[3]

Back-up voor kritieke infrastructuur

- Voorbeelden: Energie, telecommunicatie, transport, drinkwater, water, chemicaliën, nucleair, financiën, overheid, openbare orde en veiligheid, defensie

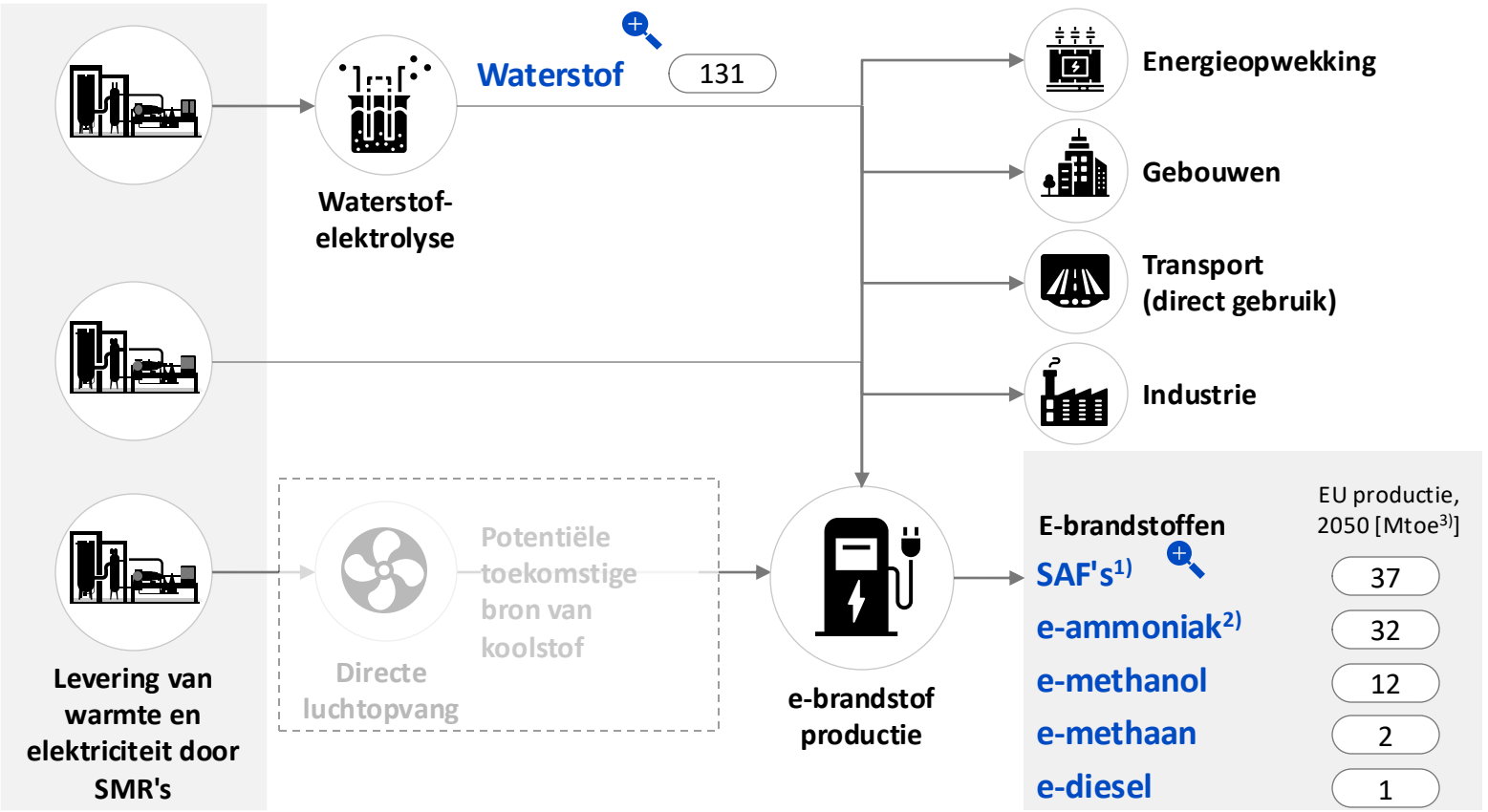
Potentiele inzet van Allseas' SMR, 2050 [#][4]

1) Grote oppervlakte-eenheden: 6 fregatten, 2 amfibische transportschepen, 1 bevoorradingsschip, 4 patrouilleschepen. Kleine oppervlakte-eenheden: 5 mijnenbestrijdingsschepen, 2 hydrografische onderzoeksschepen, 1 torpedowerkschip, 1 ondersteuningsschip in het Caribisch gebied, 1 zeiltrainingsschip, 1 marinetrainingsschip, 3 duikschepen. Onderzeese eenheden: 4 onderzeeërs van de Walrus-klasse; 2) Inclusief missies in samenwerking met andere landen en allianties; 3) Omvat vredeshandhavingsoperaties, speciale politieke missies en bemiddelingsopdrachten; 4) Analyse op hoog niveau, gebaseerd op geplande vervanging van scheepsvoortstuwing (Defensie Projectenoverzicht, 2025-2030) incl. typisch geïnstalleerd vermogen per schip, aantal missies, enz.

Bron: Defensie Projectenoverzicht, Ministerie van Defensie, Tweede Kamer, VN

SMR's leveren warmte en elektriciteit voor de productie van waterstof, SAF en andere e-brandstoffen

Allseas' SMR voor de productie van waterstof en SAF[1)]



xx Productie in de EU, 2050 [Mtoe[3)]]

Meer informatie op de volgende slides

Toepassing van SMR's

Waterstofelektrolyse
Warmte verlaagt de bindingsenergie van water, waardoor de algehele efficiëntie wordt verbeterd

Synthese van e-brandstof
Bij de industriële productie van e-brandstoffen wordt waterstof gecombineerd met koolstof of stikstof, wat (hoge) temperaturen en betrouwbare elektriciteit vereist

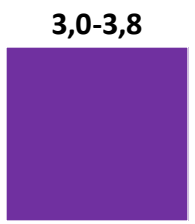
Directe CO_2 opvang (DAC)
DAC vereist zowel elektriciteit als warmte om CO_2 uit de lucht af te vangen en uit het afvangmedium vrij te maken

1) Synthetic aviation fuel; 2) Vereist stikstof in plaats van koolstof; 3) Miljoen ton olie-equivalent

Bron: Europese Commissie, Europees Waterstofobservatorium

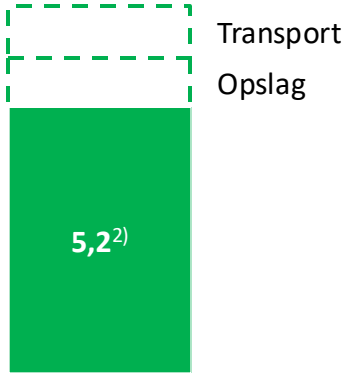
Waterstof geproduceerd met SMR's heeft een lagere LCOE dan hernieuwbare energiebronnen en ligt qua kosten al dicht bij grijze waterstof in 2024

Gemiddelde kosten van waterstof (LCOH) in Nederland, 2024 [EUR/kg]



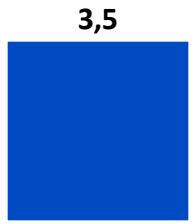
SMR (HTGR)[1)]

- Maakt productie dicht bij de eindvraag mogelijk, waardoor **transport wordt verminderd**
- Zorgt voor een continue waterstofvoorziening, **wat de vraag naar opslag vermindert**
- Produceert hoge-**temperatuurwarmte**, **waardoor de algehele efficiëntie verbetert**
- Niet geclassificeerd als groene waterstof



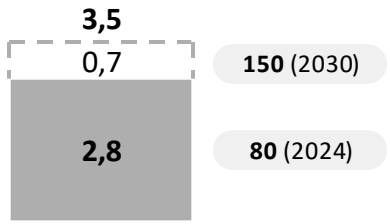
Hernieuwbare energie

- **Vereist extra transportkosten** van wind- en zonneparken naar industriële clusters
- **Vereist opslag** in tanks of cavernes om een constante toevoer van waterstof te garanderen
- Komt **volledig in aanmerking** voor **groene waterstof doelen**



Reforming met CO_2-afvang

- Vermindert het merendeel van de CO_2-uitstoot ten opzichte van grijze waterstof, al stoten **huidige installaties nog 30–60% uit vergeleken met grijze waterstof**
- Afhankelijk van **infrastructuur voor CO_2-transport en –opslag**
- Komt **niet in aanmerking** voor **groene waterstof** doelen



Stoommethaanreforming

- Veroorzaakt aanzienlijke **CO_2-uitstoot**
- Wordt aanzienlijk **minder concurrerend bij stijgende CO_2- en gasprijzen**

1) Gebaseerd op een SMR met een thermisch vermogen van 800 MW in Frankrijk; 2) Rekening houdend met capaciteitsfactoren voor PV, onshore en offshore windenergie van respectievelijk 18%, 56% en 45%

Bron: European Hydrogen Observatory, Instituut voor Energie-economie en Financiële Analyse, Agentschap voor Kernenergie

Tegen 2050 is er potentieel voor ongeveer 40 SMR's – Als kernenergie wordt geclassificeerd als groene waterstof, kan de vraag aanzienlijk toenemen

Potentiële markt voor SMR's van Allseas voor waterstofelektrolyse in Nederland, 2050

	Segment	Volume [kton/jaar]			Elektriciteits-vraag [TWh]	Warmte-vraag [TWh]	SMR's van Allseas[1] [#]
Bestaande toepassingen	Raffinaderijen	107	983	1,091	4	1	2
	Ammoniak	156	298	453	6	2	3
	Overige industrie	451	299	750	17	5	8
Nieuwe toepassingen	Transport (excl. luchtvaart)			466	18	5	9
	Luchtvaart			322	-	-	-
	Energieopwekking			718	27	7	13
	Gebouwen			310	12	3	6
	Totaal *(niet op schaal)*	2,208	1,902	4,110	**84**	**22**	**~40**

Niet-gereguleerde waterstof | Groene waterstof

Niet-gereguleerde waterstof

De Europese Unie zal in 2028 beslissen of waterstof geproduceerd uit nucleaire bronnen zal worden geclassificeerd als groen

Potentiele inzet van Allseas' SMR, 2050 [#][1]

De EU moet kernenergie opnemen in haar regels voor groene waterstof om ervoor te zorgen dat de EU haar doelstelling van netto-nul uitstoot haalt, aldus een beleidsadviseur van de belangrijkste industriële lobby van Finland

Montel News - 19 sep 2025

1) Uitgaande van een aandeel van 5% voor elektriciteit en 50% voor warmtebehoefte, in overeenstemming met de aannames voor industriële clusters

Bron: CBS, Netbeheer Nederland IP2024 / II3050, Agentschap voor Kernenergie, TNO

Op basis van de EU-doelstellingen voor vliegtuigbrandstof zouden er in 2050 ~5 SMR's nodig zijn om de elektriciteit voor de productie van SAF te leveren

Allseas' SMR voor de productie van SAF[1] in Nederland, 2050

Grondstof

Potentiële koolstofgrondstof
- Palm
- Jatropha
- Koolzaad
- Gebruikte bakolie
- Chemische processen
- Directe luchtopvang (optie om te voeden met SMR)

Groene **waterstof: 322 kton/jaar**

Productieproces

Voorbehandeling → **Hydroprocessing** → **Rectificatie**

Output

SAF[1]
4.446 kton/jaar

- De vraag naar **SAF** wordt gestimuleerd door zowel **wettelijke als vrijwillige doelstellingen**
  - **Europa** stelt wettelijke doelstellingen vast van **34% in 2040** en **70% in 2050**
  - **Grote luchtvaart-maatschappijen hebben vrijwillige doelstellingen gesteld** van circa 10% in 2030

Potentiele inzet van Allseas' SMR
(exclusief groene waterstofelektrolyse)

	Vraag [TWh]	**Door SMR geleverde energie[2]** [TWh]
Elektriciteit	11	0,6
Warmte	*Minimaal*	-

Op basis van de EU-doelstellingen voor vliegtuigbrandstof zullen **~5 Allseas' SMR's** worden ingezet voor de productie van SAF[1]

~5

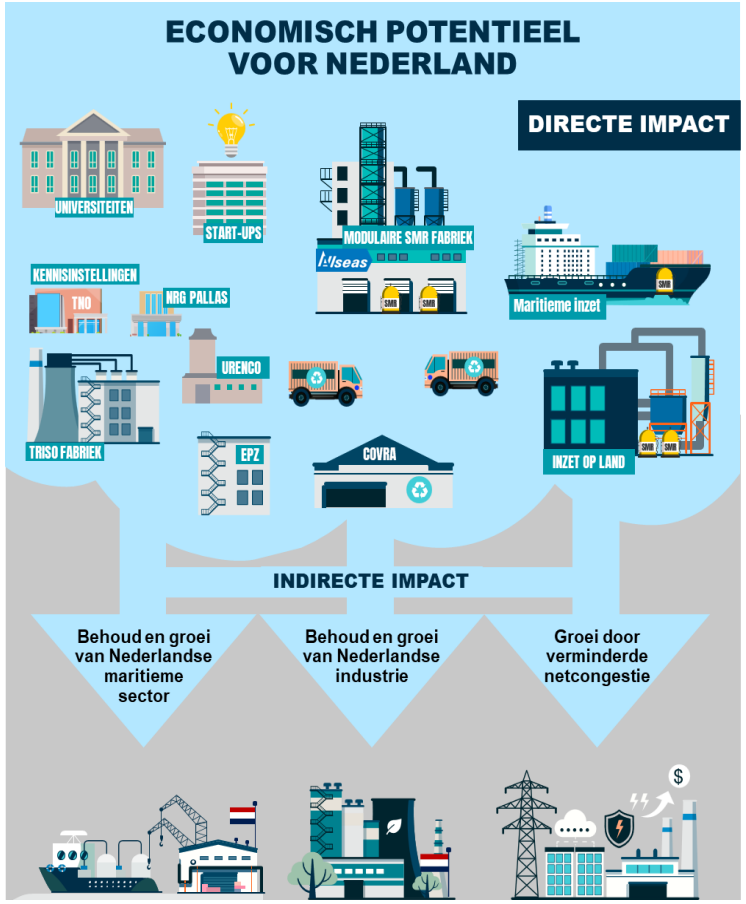
1) HEFA-SPK, de meest volwassen SAF-technologie; 2) Uitgaande van een aandeel van 5% voor elektriciteit, in overeenstemming met de aannames voor industriële clusters

Bron: CBS, IEA Bioenergy, Journal of CO2 Utilization, Netbeheer Nederland IP2024 / II3050, Nuclear Energy Agency, TNO

5. Economisch potentieel

Inzet van SMR's in NL kan in 2050 een cumulatieve toegevoegde waarde van EUR 120-140 mld, 45-55 k banen en EUR 18-22 mld aan investeringen opleveren

Economisch potentieel van Allseas' SMR



Het initiatief van Allseas om SMR's te ontwikkelen, te bouwen en in te zetten voor zowel maritiem als onshore gebruik kan aanzienlijke toegevoegde waarde, werkgelegenheid en extra investeringen opleveren. Met steun van de overheid, regelgevende instanties en belanghebbenden in de waardeketen zal dit effect voornamelijk in Nederland merkbaar zijn

- **Groei van leveranciers en bedrijven in de hele waardeketen:** De economische impact zal doorwerken in de hele waardeketen, waardoor Nederland zijn reeds sterke nucleaire kennis en ecosysteem verder kan ontwikkelen
- **Internationale commercialisering van SMR's:** SMR's kunnen worden geëxporteerd, zoals blijkt uit de grote internationale belangstelling, waardoor hun impact verder reikt dan alleen binnenlands gebruik
- **Opkomende start-ups en spin-offs door verdere ontwikkeling van SMR-gerelateerde technologieën:** De ontwikkeling van SMR's zal naar verwachting fungeren als katalysator voor start-ups en spin-offs
- **Versnelde toegang tot en inzet van SMR's in Nederland:** De inzet van SMR's zal bijdragen aan de groei en het behoud van industriële clusters en de Nederlandse maritieme sector, en de congestie van het elektriciteitsnet verminderen

Cumulatieve toegevoegde waarde,
'25-'50 [EUR mld]

2035
4-5 mld
2050
120-140 mld

Werkgelegenheid,
2050 [#]

35-40 k
nieuw
10-15 k
behouden

Totale cumulatieve investeringen,
'25-'50 [EUR mld]

18-22 mld

Niet volledig

Nederland heeft bewezen spelers in de nucleaire sector in de waardeketen - Dit biedt een unieke kans om voort te bouwen op bestaande capaciteiten

De rol van SMR's in de nucleaire waardeketen in Nederland

Onderzoek en onderwijs

Een sterk innovatieklimaat voor SMR's is essentieel om **toptalent in de hele waardeketen te blijven aantrekken**

"The Netherlands must continuously innovate to attract top talent. Developing SMRs and deepening expertise in nuclear energy are essential to attracting skilled professionals"
Jan Leen Kloosterman, TU Delft

Sectoren[1]	Verrijking	Brandstof-productie	SMR-ontwikkeling	Operaties	SMR-implementatie *Voorbeelden*	Afvalbeheer
Beschikbaar in NL	✓ [2]	In ontwikkeling	In ontwikkeling	✓		✓
Partijen	Urenco, ETC	Urenco	Allseas, THORIZON	EPZ		COVRA
Toekomstige rol met betrekking tot SMR's	• De ontwikkeling van (TRISO-)brandstof in Nederland verbetert de strategische autonomie en creëert een exportmarkt voor levering aan andere Europese reactoren		• Nederlandse bedrijven zijn goed gepositioneerd om een leidende rol te spelen op het gebied van HTGR en gesmolten zout-SMR's	• Exploitatie van meer dan 100 SMR's, waarbij gebruik wordt gemaakt van ervaring en gespecialiseerde expertise		• Het beheer van afval blijft onderworpen aan regelgeving en financiële controle in Nederland

Chemie/ Staal

Datacenters

Maritiem

Overige, incl. defensie

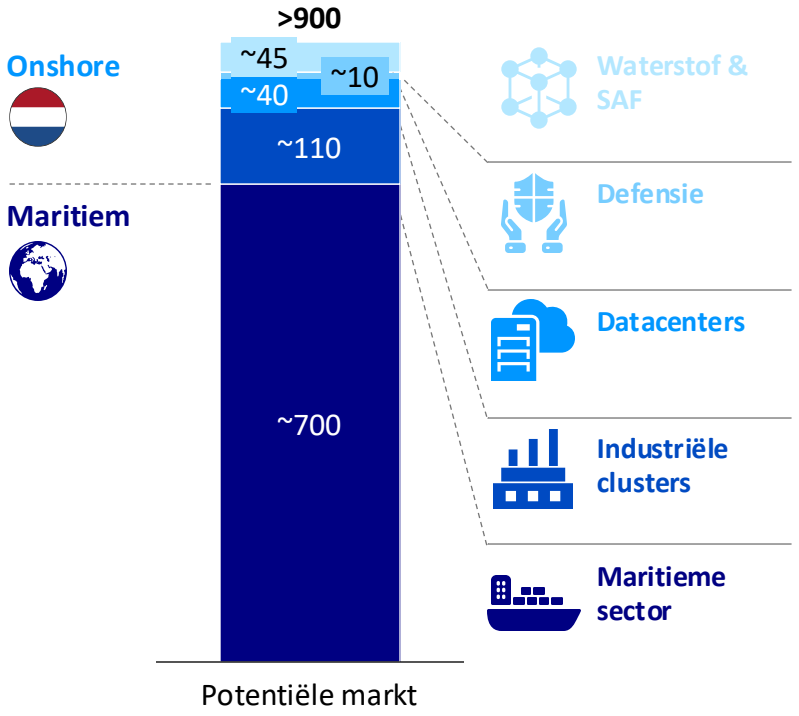
1) Exclusief mijnbouw en conversie; 2) De Nederlandse faciliteit van Urenco verrijkt uranium tot ongeveer 10% U-235, terwijl TRISO-brandstof doorgaans een verrijkingsniveau van 15-20% U-235 vereist

Bron: Allseas, interviews met experts

De economische impact is gebaseerd op 60-70 operationele SMR's tegen 2050, wat mogelijk kan worden opgeschaald gezien de potentiële markt

Inzet Allseas' SMR's

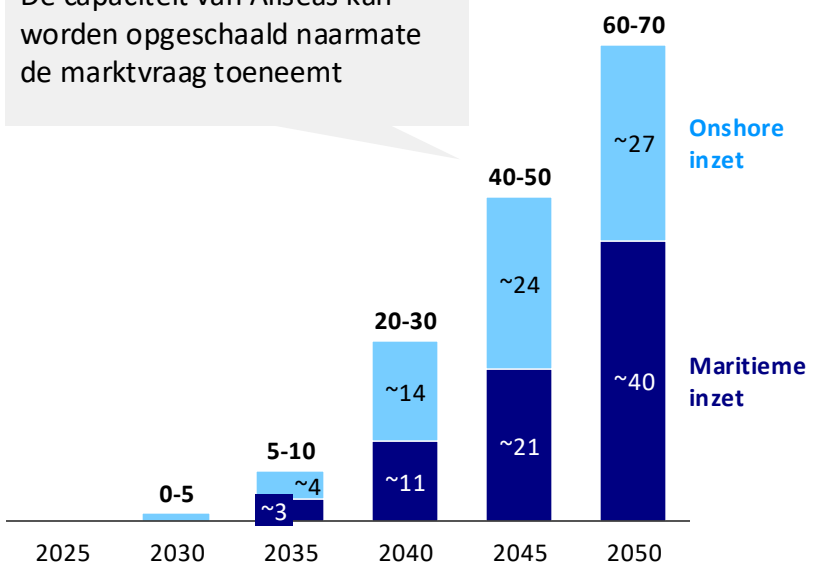
Potentiele inzet van Allseas' SMR, 2050 [#]



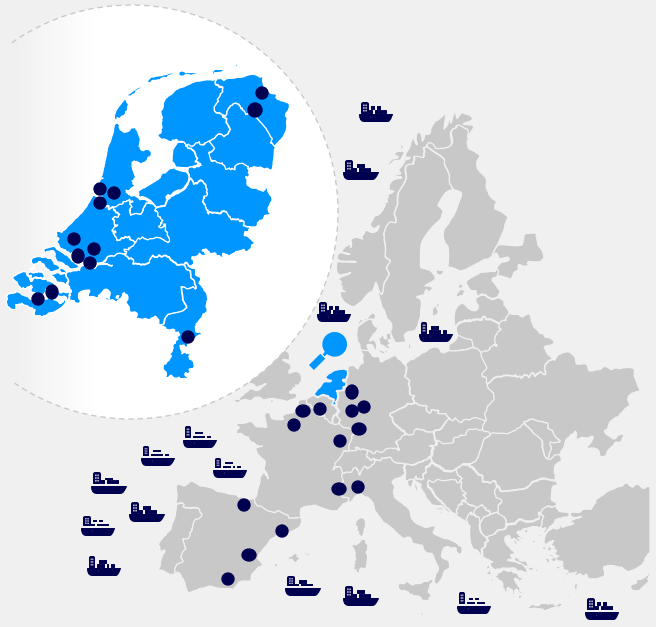
Verwacht aantal operationele SMR's van Allseas, 2025-2050 [#]

De economische impactanalyse is gebaseerd op 60-70 operationele SMR's van Allseas

De capaciteit van Allseas kan worden opgeschaald naarmate de marktvraag toeneemt



Potentiële locaties van SMR's



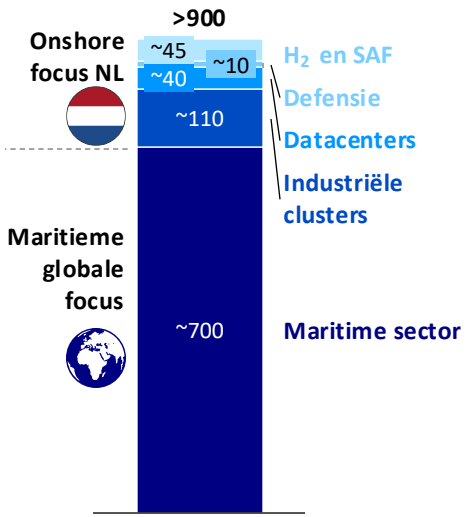
Toekomstige inzet van SMR's (illustratief)

Bron: Allseas, interviews met experts

Gepubliceerde studies geven ook aan dat er vraag is naar ~200 SMR's voor gebruik op het Nederlandse vasteland en ~700 voor de globale maritieme sector

Vergelijking van het marktpotentieel voor de inzet van Allseas' SMR, 2050 [#][1)]

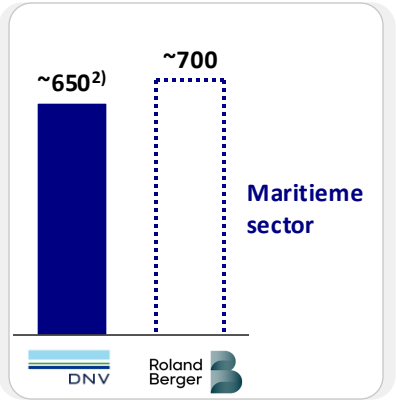
Roland Berger in opdracht van door Allseas



Roland Berger

Onderzoekstudies

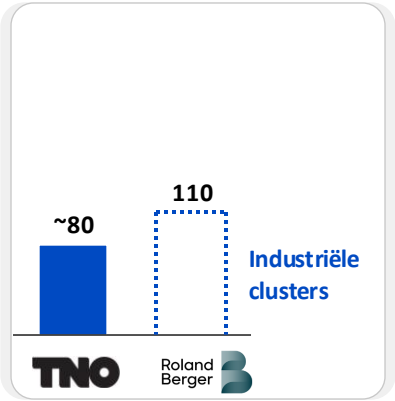
DNV



- Aandeel kernenergie meer dan **verdubbeld tussen 2050 (~650) en 2055 (>1.500)** volgens DNV

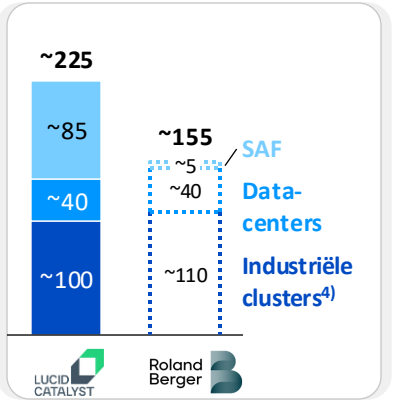
"Maritime will reshape nuclear with an addressable market of 60,000 vessels"
Jan Emblemsvåg, NTNU

TNO in opdracht van NRG Pallas



- Factoren die leiden tot een lager marktpotentieel
  - Er wordt aangenomen dat **SMR's** alleen voorzien in de warmtevraag tussen **200 en 400 °C**
  - Gebaseerd op Gen III+ SMR's, terwijl de SMR van Allseas een Gen IV-ontwerp is

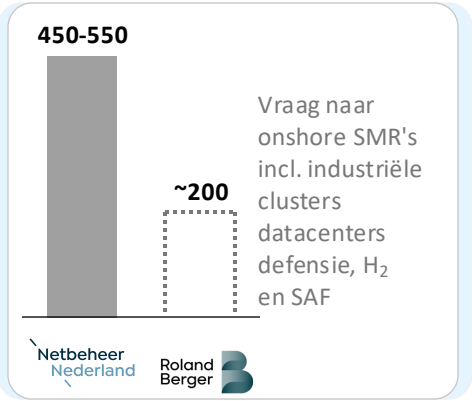
Lucid Catalyst & Urenco[3)]



- Richt zich op **meerdere toepassingsgebieden in de VS en Europa**
- Ter vergelijking: Er wordt aangenomen dat de inzet van SMR's in Europa evenredig is aan het nationale eindverbruik van energie[5)]

Energiescenario's

Netbeheer Nederland



- **Zelfs met ambitieuze plannen voor hernieuwbare energie en vier grote conventionele reactoren** zal Nederland **in 2050** te maken krijgen met een **tekort aan CO_2-vrije energie**
- Het tekort zou moeten worden opgevangen door import, waardoor er vraag ontstaat naar **450-550 SMR's op land**

1) Gegevens genormaliseerd naar de SMR van Allseas van 25 MWe; 2) Capaciteitsfactor van 90% toegepast; 3) Rekening houdend met het op één na meest ambitieuze scenario, "scheepsbouw"; 4) Chemicaliën en hergebruik van steenkool; 5) Nederland vertegenwoordigt ~4% van het Europese totaal

Bron: Allseas, Lucid Catalyst, TNO, Netbeheer Nederland, NRG Pallas, Urenco

De introductie van SMR's kan leiden tot het ontstaan van een nieuw energie-ecosysteem in Nederland en de economische groei stimuleren

Economisch potentieel van de inzet van SMR's van Allseas

Economisch potentieel

- **Geeft een impuls aan de Nederlandse economie**
- **Zorgt voor aanzienlijke werkgelegenheid**
- **Zorgt voor binnenlands rendement op (binnenlandse) nucleaire investeringen**
- **Draagt bij aan de kenniseconomie**

Cumulatieve toegevoegde waarde, '25-'50 [EUR mld]	Werkgelegenheid, 2050 [#]	Totale cumulatieve investeringen, '25-'50 [EUR mld]
2035 **4-5 mld** 2050 **120-140 mld**	**35-40 k** nieuw **10-15 k** behouden	**18-22 mld**

Dit economisch potentieel is gebaseerd op de ontwikkeling en bouw van 60-70 SMR's door Allseas. Het totale marktpotentieel voor SMR's is aanzienlijk groter

Bron: Allseas, CBS, EIA, Eurostat, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Maritieme monitor, Nulear Nederland, TenneT, Transportation Research, UNCSTAD

Meer details in de bijlage

Het potentieel van Allseas' SMR is gebaseerd op een conservatieve schatting van 5-10% van de markt - Capaciteit kan worden opgeschaald bij een hogere vraag

Rationale economisch potentieel van Allseas' SMR

Rationale

- **Allseas** gaat **SMR's** bouwen voor zowel **maritieme** als **onshore**-toepassingen
- Er wordt een **speciale fabriek** gebouwd met een productiecapaciteit van ongeveer 4 SMR's per jaar
- Tegen 2050 kunnen 60-70 SMR's worden gebouwd, wat neerkomt op een **aandeel van 5-10% van een totaal marktpotentieel** van meer dan 900 eenheden
- Deze schatting is **conservatief** en **de productie** kan worden **opgeschaald** als de vraag toeneemt
- Het economische potentieel **omvat onder meer** de oprichting van een **TRISO-brandstoffabriek** in Nederland

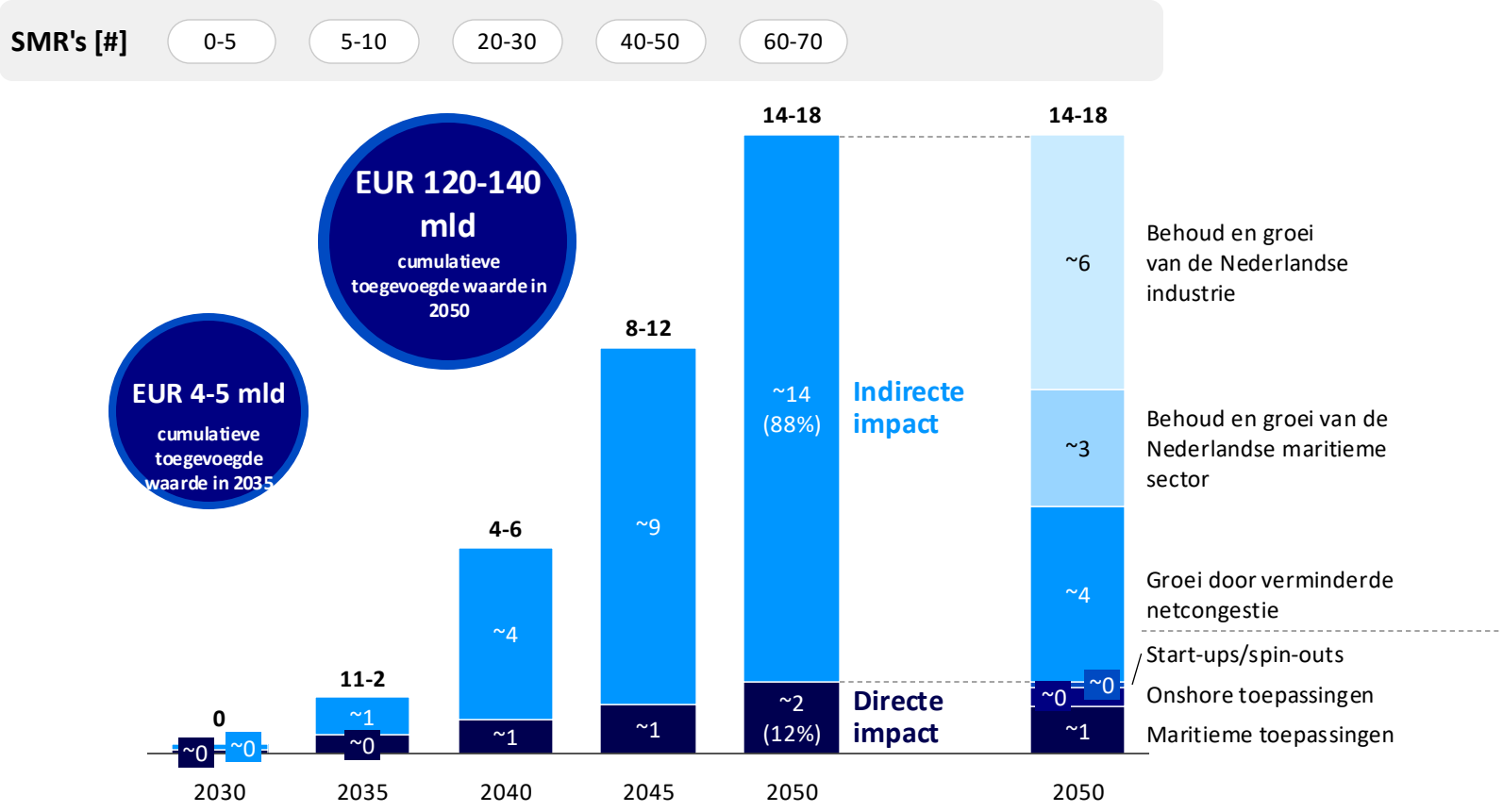
Direct en indirect potentieel

Direct potentieel	**Maritieme/ onshore-toepassing**	• Toegevoegde waarde direct **binnen Allseas** en **in de hele waardeketen**, van de ontwikkeling tot de bouw van SMR's
Direct potentieel	**Start-ups en spin-outs**	• De ontwikkeling en inzet van SMR's **leidt tot de opkomst** van **start-ups en spin-outs** in de hele waardeketen, die op hun beurt na verloop van tijd ook inkomsten zullen genereren
Indirect potentieel	**Behoud en groei van de Nederlandse industrie**	• Nu industriële clusters onder **toenemende druk** staan om de duurzaamheids-doelstellingen te halen en **een betrouwbare** en **betaalbare energievoorziening te garanderen**, bieden SMR's oplossing om deze clusters in Nederland te behouden • SMR's zullen naar verwachting bedrijfsinvesteringen in **opkomende technologieën** stimuleren, waaronder en waterstof- en SAF-productie
Indirect potentieel	**Behoud en groei van de Nederlandse maritieme sector**	• SMR's dragen bij aan het **behoud van de maritieme sector in Nederland** • Allseas' SMR zal ook groei en toegevoegde waarde stimuleren door: **Meer scheepsverkeer** in de haven van Rotterdam, uitbreiding **van de scheepsbouw** (onder leiding van Damen, Feadship en Oceanco), meer **offshore-activiteiten** dankzij langere brandstofcycli en een toename van **reparatie- en** onderhoudsactiviteiten
Indirect potentieel	**Groei door verminderde netcongestie**	• De uitbreiding van bestaande activiteiten en de groei van nieuwe bedrijven worden **aanzienlijk beperkt door congestie op het elektriciteitsnet**. **SMR's** kunnen deze **bottleneck** helpen **verlichten** en economisch potentieel ontsluiten

Bron: Allseas, interviews met experts

Allseas' SMR zal in 2050 een cumulatieve toegevoegde waarde van EUR 120-140 mld hebben opgeleverd in NL, waarvan ongeveer 90% via indirecte effecten

Jaarlijkse en cumulatieve toegevoegde waarde door de inzet van Allseas' SMR's, 2030-2050 [EUR mld]



Directe impact

- **Maritieme/onshore toepassingen:** EUR 7-10 mld cumulatieve toegevoegde waarde voor maritieme toepassingen en EUR 7-8 mld voor onshore-toepassingen tot 2050, rechtstreeks binnen Allseas en in de hele waardeketen
- **Start-ups en spin-outs:** EUR 2-3 mld cumulatieve toegevoegde waarde tot 2050 via start-ups en spin-outs in de hele waardeketen

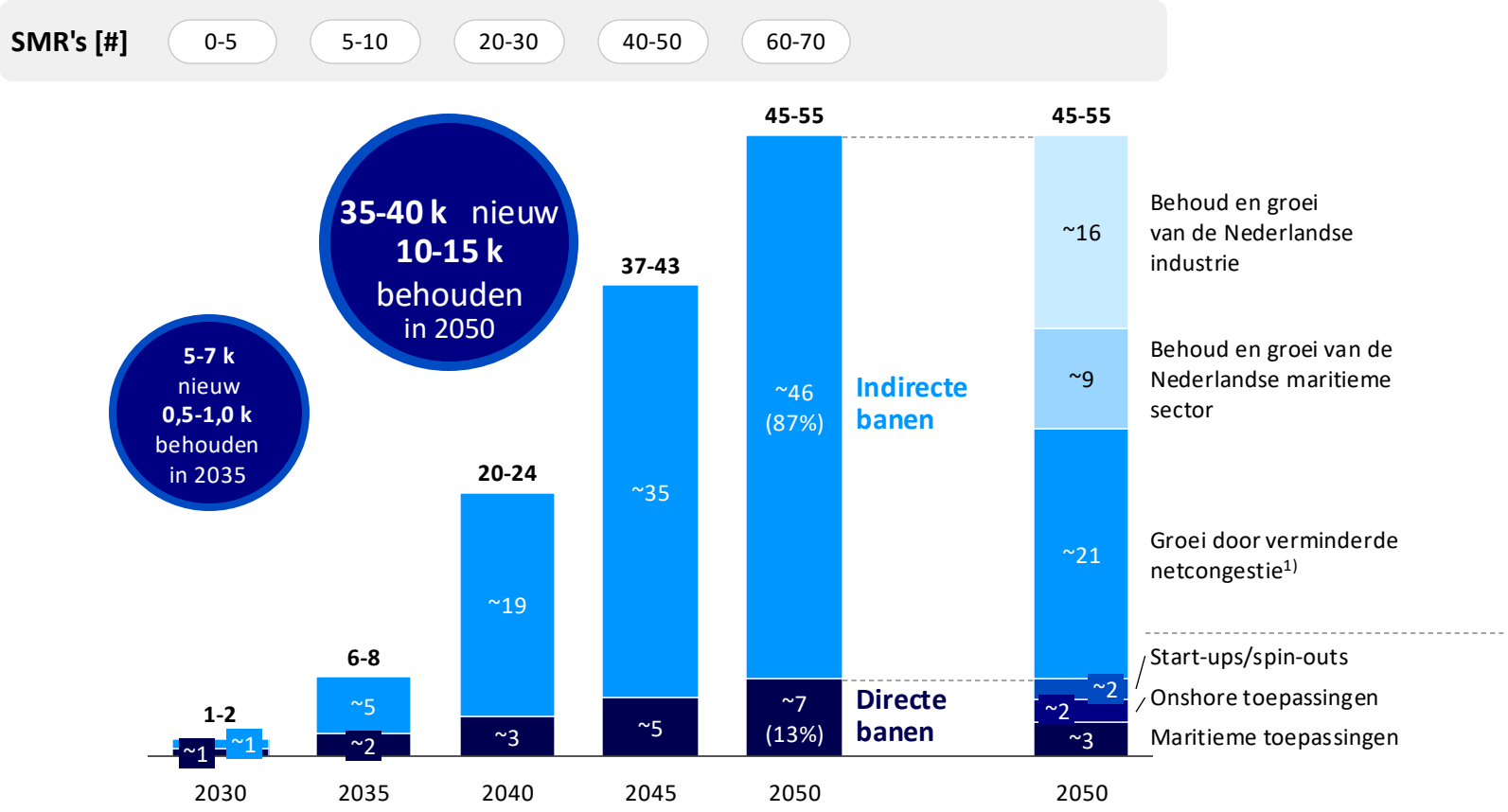
Indirecte impact

- **Behoud en groei van de Nederlandse industrie:** EUR 45-55 mld cumulatieve toegevoegde waarde tot 2050 door zowel behoud (EUR 35-40 mld) als groei (EUR 10-14 mld) van de Nederlandse industrie
- **Behoud en groei van de Nederlandse maritieme sector:** EUR 17-22 mld cumulatieve toegevoegde waarde tot 2050 door zowel behoud (EUR 3-5 mld) als groei (EUR 14-17 mld) van de Nederlandse maritieme sector
- **Groei door verminderde netcongestie:** EUR 40-45 mld cumulatieve toegevoegde waarde tot 2050 door uitbreiding en opkomst van nieuwe bedrijven

Bron: Allseas, CBS, EIA, Eurostat, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Maritieme monitor, TenneT, Transportation Research, UNCSTAD

Bovendien zal het in 2050 45-55 duizend banen per jaar creëren en behouden, waarvan een groot deel bestaat uit hoogopgeleide professionals

Werkgelegenheid als gevolg van de inzet van SMR's van Allseas, 2030-2050 [# '000]



Directe banen

- Omvat banen die zijn gecreëerd tijdens de ontwikkeling, bouw en exploitatie van SMR's, zowel **direct bij Allseas** als bij bedrijven **in de hele waardeketen**
- Een aanzienlijk deel van de gecreëerde directe banen bestaat uit **hoogopgeleide professionals**, aangezien meer dan 50% van de mensen die momenteel in de bredere nucleaire sector werkzaam zijn, hoger opgeleid is
- **Het aandeel van start-ups/spin-outs in de werkgelegenheid is groter dan hun aandeel in de toegevoegde waarde**, aangezien start-ups doorgaans een lagere toegevoegde waarde per FTE hebben dan grotere bedrijven

Indirecte banen

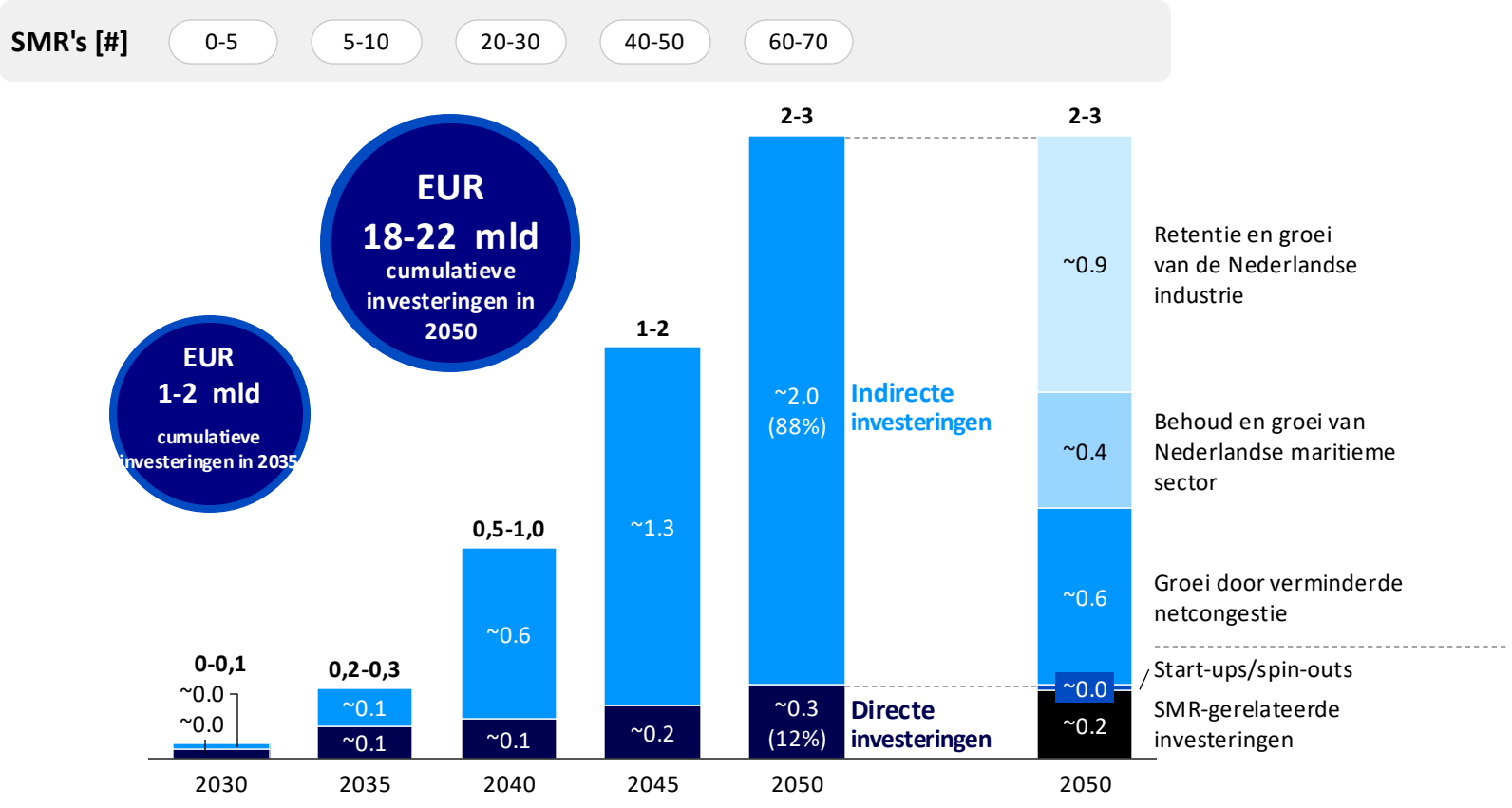
- Evenzo is de toegevoegde waarde per FTE hoger voor **industriële clusters,** wat betekent dat het aandeel in **de totale werkgelegenheid lager is in vergelijking met het aandeel in de totale toegevoegde waarde**

1) Gebaseerd op EUR 3 k/MWh verloren toegevoegde waarde door netcongestie en de gemiddelde toegevoegde waarde per FTE

Bron: Allseas, CBS, EIA, Eurostat, Ecorys, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Maritieme monitor, Nucleair Nederland, TenneT, Transportation Research, UNCSTAD

Cumulatieve investeringen van EUR 18-22 mld zullen worden besteed aan R&D en innovatie, waardoor Nederland strategische technologieën ontwikkeld

Jaarlijkse en cumulatieve investeringen als gevolg van de inzet van SMR's van Allseas, 2030-2050 [EUR mld]



Directe investeringen

- EUR 3-4 mld aan cumulatieve investeringen tussen 2025 en 2050, inclusief **ontwikkelingskosten, investeringen in SMR- en TRISO-brandstoffabrieken en andere aanvullende investeringen** in de hele waardeketen

Indirecte investeringen

- EUR 15-18 mld aan cumulatieve investeringen tussen 2025 en 2050, door een grotere **retentie van industriële clusters,** wat leidt tot **meer investeringen, een sterkere maritieme sector en minder congestieproblemen in het elektriciteitsnet**

Investeringen in **conventionele kernenergie zijn additioneel aan deze investeringen** en kunnen elkaar **aanvullen** dankzij **een versterkt kennisecosysteem** en de **groeiende energievraag**

Bron: Allseas, CBS, EIA, Eurostat, Equasis, Interreg, IMO, IPCC, Maritieme monitor, TenneT, Transportation Research, UNCSTAD

Dit economische potentieel kan in NL alleen worden gerealiseerd met overheids-steun - Versnelde regelgeving helpt om de waarde in eigen land te behouden

Belang van een versneld regelgevingsproces

Wereldwijd is er een aanzienlijke dynamiek op het gebied van kernenergie, waarbij processen worden versneld

- De VS en het VK hebben een memorandum van overeenstemming ondertekend om de **ontwikkeling** van maritieme kernenergie **te versnellen**
- Beide landen streven ernaar om gezamenlijk baanbrekende technologieën te ontwikkelen, **vergunningverlening te versnellen**, **marktbarrières weg te nemen** en de toeleveringsketen veilig te stellen

Trump wil nieuwe nucleaire vergunningen versneld behandelen en regelgevende instantie hervormen

Reuters - 23 mei 2025

Groot-Brittannië en VS ondertekenen nucleair pact tijdens bezoek Trump

Reuters - 15 september 2025

Met overheidssteun kan Allseas tegen 2030 een SMR opereren, waardoor het economische potentieel binnen Nederland wordt benut en behouden

- Technisch en qua capaciteit **is Allseas in staat** om haar eerste SMR **tegen 2030** klaar te hebben **voor industriële toepassing**
- Of deze termijn gehaald kan worden, hangt onder andere af van **de steun van de overheid**
- Allseas nodigt de overheid uit om **samen te werken** en proactief een **versneld vergunningsproces** mogelijk te maken

✗ Geen significante financiële steun

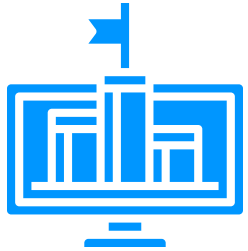
✗ Geen concessies aan kwaliteitsnormen

✓ **Alleen een versneld regelgevingsproces**

Versnelde regelgeving zou Allseas helpen **om de internationale concurrentie** voor te blijven en ervoor te zorgen dat de economische waarde behouden blijft

Zonder versnelde procedures is de kans groot dat het economische potentieel wordt benut door buitenlandse concurrenten

- Zonder versnelde procedure kan de SMR van Allseas **vertraging** oplopen of **in het buitenland worden ingezet**, waardoor het risico toeneemt dat buitenlandse bedrijven de kans pakken
- Een **Nederlandse speler** die de SMR-kans grijpt, helpt de **economische waarde lokaal** te houden
- Zodra Allseas achterop **raakt** bij internationale concurrenten, wordt het **uiterst moeilijk om deze achterstand in te halen**
  - Industriële en maritieme spelers zullen dan kiezen voor **gevestigde buitenlandse namen** met ervaring en **schaalvoordelen**



Bron: Allseas, deskresearch, interviews met experts, nieuwsartikelen, Reuters

6. Netcongestie

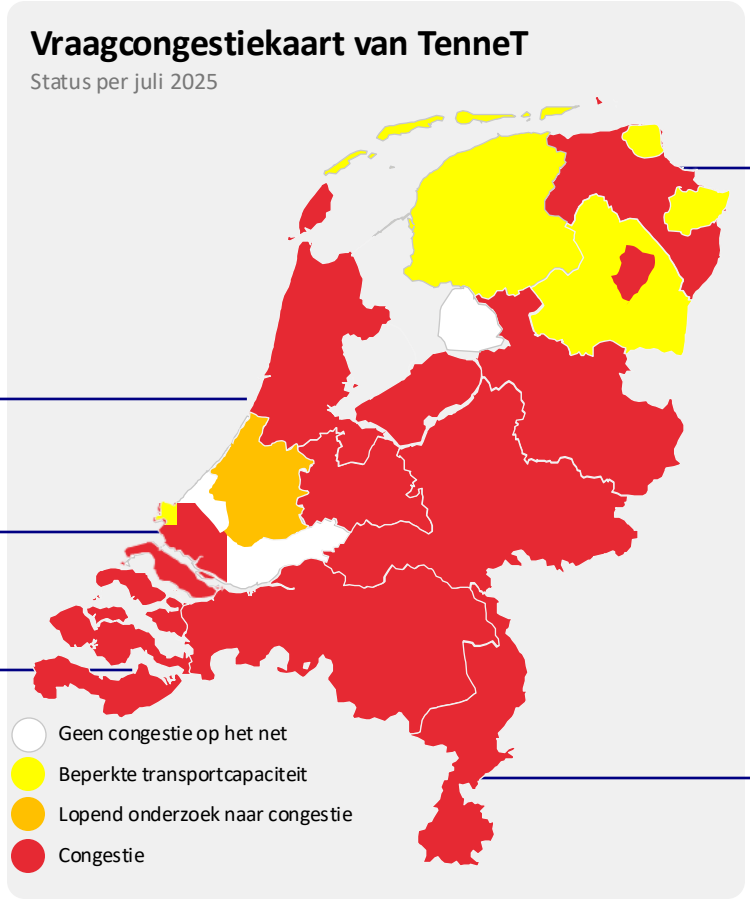
Er zijn aanzienlijke investeringen nodig om congestie te verminderen en zo de ontwikkeling van industrieën en datacenters mogelijk te maken

Beperkingen door congestie in Nederland

Noordzeekanaal
TATA STEEL

Rotterdam-Moerdijk
ExxonMobil
bp
LyondellBasell
Air Liquide
Air Products

Zeeland/West-Brabant
Yara
Dow
Zeeland Refinery



Noord-Nederland
OCI
NOBIAN
ALBEMARLE

Cluster 6
NOBIAN
Air Liquide

Chemelot
sabic
OCI
Overige

Bedrijven worden geconfronteerd met toenemende uitdagingen als gevolg van congestie
NVM - 27 juni 2024

Bedrijven in Noord-Holland staan op een wachtlijst van tien jaar voor toegang tot elektriciteit
NU.nl - 19 december 2024

Somber bericht van TenneT: Duizenden grote bedrijven krijgen te maken met jarenlange vertragingen bij aansluiting op het elektriciteitsnet
AD.nl - 27 juni 2024

EUR 104 mld (+-30%)

Geplande onshore hoogspanningsinvesteringen 2025-2050

Bron: Nieuwsartikelen, Netbeheer Nederland, TenneT

Een regionale analyse is uitgevoerd op de HV-stations wachtlijst, de plannen van TenneT en energiescenario's om de SMR impact te evalueren op netinvesteringen

Methodologie voor het beoordelen van de impact van SMR's op netinvesteringen, 2025-2050

	Investeringen in hoogspanningsnetwerken op land	Investeringen toe te schrijven aan industrie en datacenters	Vermindering van investeringen als gevolg van SMR's
Investeringen[1)] [EUR mld]	**104**	*Percentage van onshore netwerkinvesteringen* **31-42** (30-40%)	*Percentage van onshore netwerkinvesteringen* **10-14** (10-13%)
Beschrijving	• Tussen **2024 en 2040** is in **totaal EUR 195 mld aan netinvesteringen** aangekondigd, waarvan EUR 88 mld (45%) offshore en **EUR 54 mld (28%) onshore HV** • **De geplande gemiddelde totale netinvesteringen voor 2035-2040 worden toegepast voor 2040-2050**, waarbij 40% wordt toegewezen aan onshore HV, gezien de extra offshore windcapaciteit na 2040 afneemt, terwijl de totale netinvesteringen tussen 2035 en 2040 toenemen met ~2,5% per jaar	• **Aandeel van HV-investeringen** toe te schrijven aan industrie en datacenters – **Korte termijn (2025): 30%** op basis van regionale wachtlijsten voor HV – **Middellange termijn (2025–2033): 30-40%** op basis van regionale analyse van investeringen in HV-stations en interviews met experts – **Lange termijn (2025-2050): 50-65%** op basis van verwachte groei van eindgebruikers	• **De gemiddelde groei van de elektriciteitsvraag** in alle scenario's voor de industrie en datacenters (2025-2050) bedraagt **127 TWh** • **Van de extra vraag kan ongeveer een derde (42 TWh) kan worden geleverd door 200 SMR's op het land[2)]**
Bronnen	• Schakelen naar de toekomst – IBO Bekostiging Elektriciteitsinfrastructuur • RVO - Aansluiting van offshore windenergie: van zee naar land	• Netbeheer Nederland - Netcapaciteitskaart • TenneT – Investeringsplan op Land 2024-2033 • Netbeheer Nederland - Scenario's Editie 2025 • Interviews met experts	• Netbeheer Nederland - Scenario's Editie 2025 • TNO - Verkenning van toekomstige ontwikkelingen en uitdagingen voor een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in Nederland, 2030-2050

Meer informatie op de volgende slides

1) Exclusief bandbreedte van -+30% zoals vermeld in de investeringsplannen van TenneT; 2) Gebaseerd op de elektriciteitsvraag geleverd door het SMR-ontwerp van Allseas (25 MWe)

Bron: ACM, interviews met experts, Netbeheer Nederland, RVO, TenneT, TNO

Openbare data en experts wijzen erop dat industrie en datacenters op korte termijn goed is voor 30% van de HV onshore investeringen, wat zal stijgen tot 40%

Aandeel van HV-investeringen in het onshore-netwerk [%]

Korte termijn

Op basis van de huidige netto congestie (HV wachtlijst), 2025[1)]

- **Locaties van beperkte HV-stations**
  - **Datacenters** geconcentreerd in Noord-Holland en Groningen
  - **Industriële** congestie het hoogst rond Rotterdam, Zeeland, Brainport en Chemelot

Middellange termijn

Gebaseerd op aangekondigde HV-station investeringen[2)], 2024-2033

- **Investeringen per locatie van hoogspanningsstation:**
  - Investeringen in **datacenters** zijn geconcentreerd rond Noord-Holland
  - **Industriële** investeringen zijn het hoogst in Zuid-Holland en Zeeland
- Investeringen worden geschat **op basis van spanning en type project** (nieuwbouw, uitbreiding, renovatie)

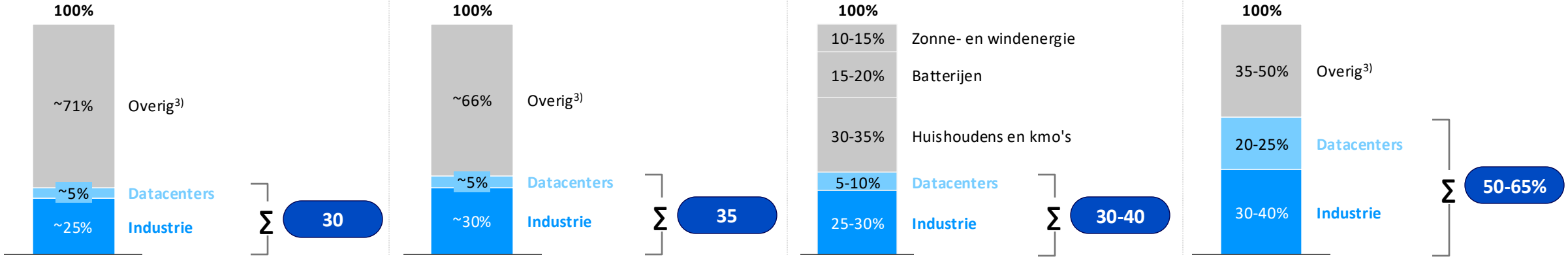
Interviews met experts, 2024-2033

- Gebaseerd op **prognoses voor de elektriciteitsvraag** en **verwachte congestie in de hoogspanningsinfrastructuur**, waarmee wordt aangegeven waar **investeringen in nieuwbouw, uitbreidingen en renovaties** nodig zijn

Lange termijn

Gebaseerd op scenario's voor de energievraag, 2025-2050

- Afgeleide **eindmarktaandelen** van Netbeheer Nederland (editie 2025) scenario's voor de energievraag



1) Capaciteitskaart april 2025; 2) TenneT-investeringsplan Net op Land 2024-2033; 3) Inclusief zonne- en windenergie, batterijen en huishoudens en kmo's (inclusief ev's)

Bron: ACM, interviews met experts, Netbeheer Nederland, TenneT, TNO

Door het volledige potentieel van 200 SMR's te benutten, kunnen de HV onshore investeringen tegen 2050 met EUR 10-14 mld worden verminderd

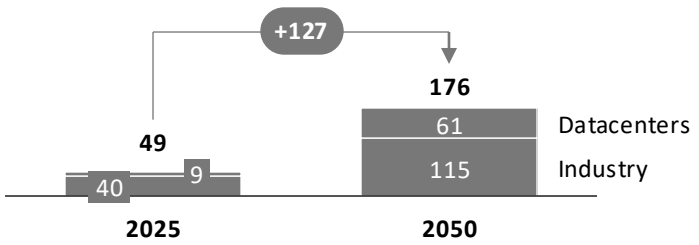
Effect van de inzet van SMR's op netcongestie, 2025-2050

Zonder SMR

Effect op de elektriciteitsvraag

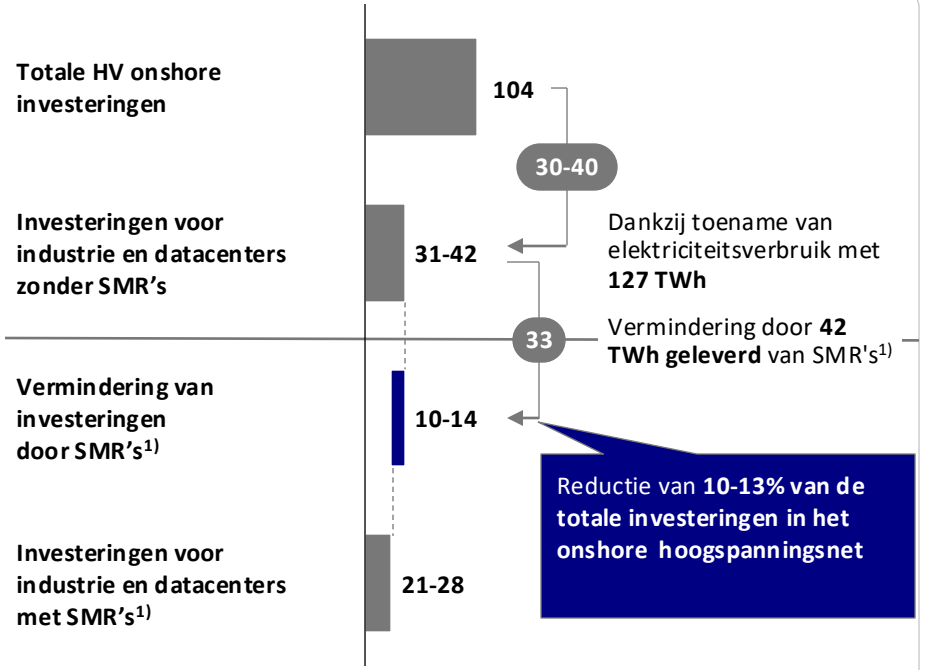
Gemiddelde van scenario's voor elektriciteitsvraag Netbeheer Nederland, 2025-2050 [TWh]

De groei van de elektriciteitsvraag van de industrie en datacenters bedraagt 127 TWh tussen 2025 en 2050

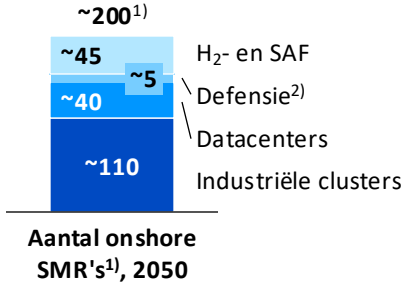


Effect op investeringen in het elektriciteitsnet

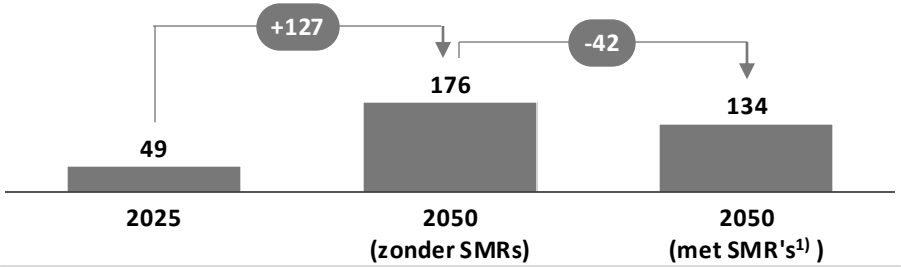
Investeringen in hoogspanningsnetten op het land, 2025-2050 [EUR mld]



Effect van onshore SMR's



Van de extra vraag kan **~33%** (42 TWh) worden geleverd door 200 SMR's op het land[1)]



1) Gebaseerd op de elektriciteitsvraag die wordt geleverd door het SMR-ontwerp van Allseas (25 MWe); 2) Exclusief 5 SMR's die niet op het Nederlandse vasteland worden ingezet

Bron: Netbeheer Nederlands, RVO, TenneT

7. Strategische autonomie

SMR's vergroten de strategische autonomie van NL door de energiezekerheid te versterken en de afhankelijkheid voor kritieke materialen te verminderen

Strategische autonomie

SMR's versterken de strategische autonomie door te zorgen voor stabiele, geopolitiek veerkrachtige energie en de afhankelijkheid van niet-Europese landen te verminderen

Veiligstellen energievoorziening

- SMR's verbeteren de energiezekerheid door **lokale energieproductie** mogelijk te maken, wat met name belangrijk is voor Nederland, een grote energie-importeur die tijdens de recente energiecrisis kwetsbaar bleek te zijn

Veiligstellen kritieke materialen

- SMR's leveren betrouwbare, langdurige stroom voor activiteiten zoals **diepzeemijnbouw**, waardoor de **afhankelijkheid van de import** van kritieke materialen en van niet-EU-landen wordt **verminderd**

Voorwaarde: Veiligstellen waardeketencapaciteiten

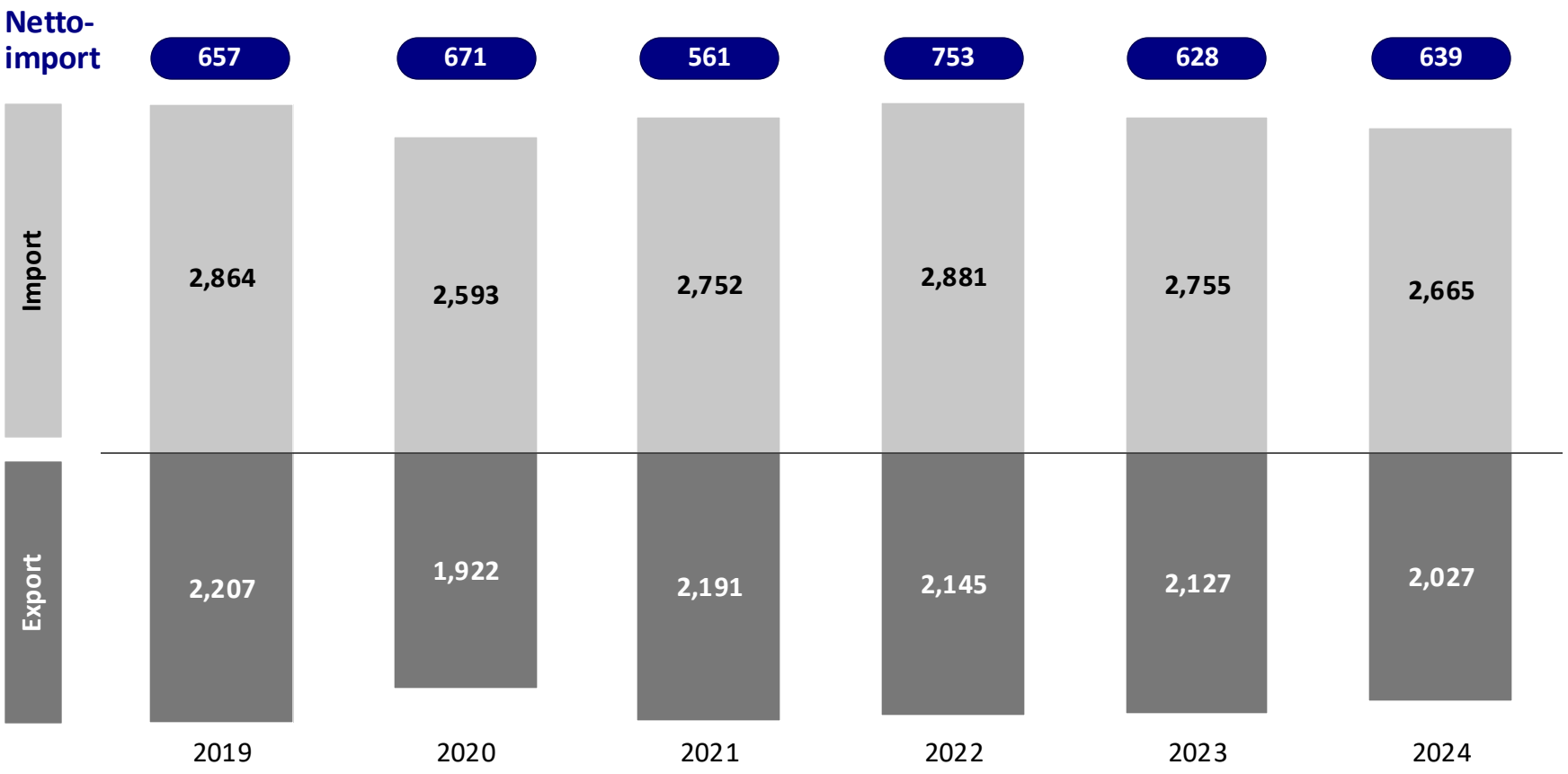
- Om strategische autonomie te bereiken, is **controle** nodig over alle **belangrijke stappen van de nucleaire waardeketen**. Nederland en Europa beschikken over de meeste van deze capaciteiten, met uitzondering van **verrijking en de fabricage van TRISO-brandstof**. **De ontwikkeling** van deze activiteiten is **essentieel** om volledige autonomie te bereiken.

Nederland is een energie-importeur – Het veiligstellen van de binnenlandse energievoorziening is van belang om de strategische autonomie te versterken

Nederlandse energie-import-exportbalans, 2019-2024 [TWh]

SMR's versterken de strategische autonomie

- Als **belangrijke energie-importeur** blijft het land kwetsbaar, vooral in het licht van geopolitieke spanningen
- **SMR's kunnen de energieonafhankelijkheid versterken** door betrouwbare binnenlandse elektriciteit en warmte te leveren, waardoor de afhankelijkheid van landen buiten Europa wordt verminderd[1)]

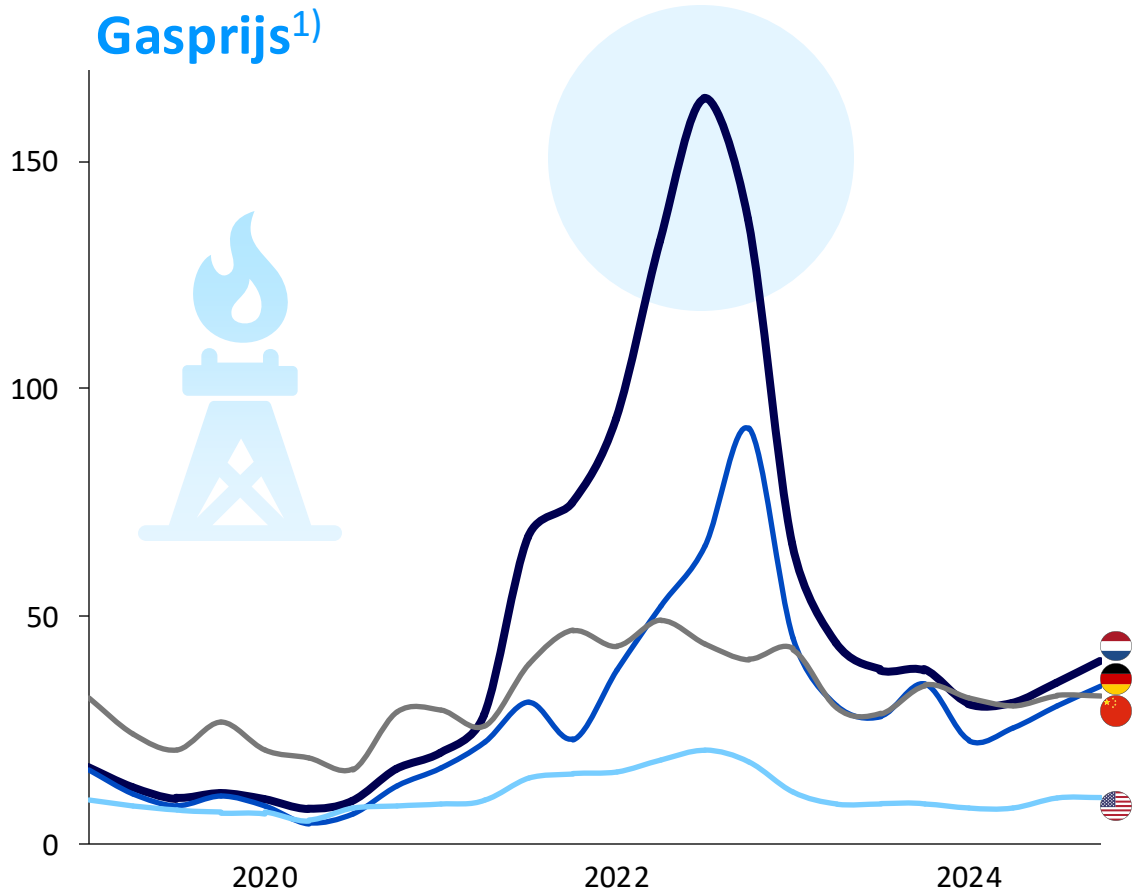


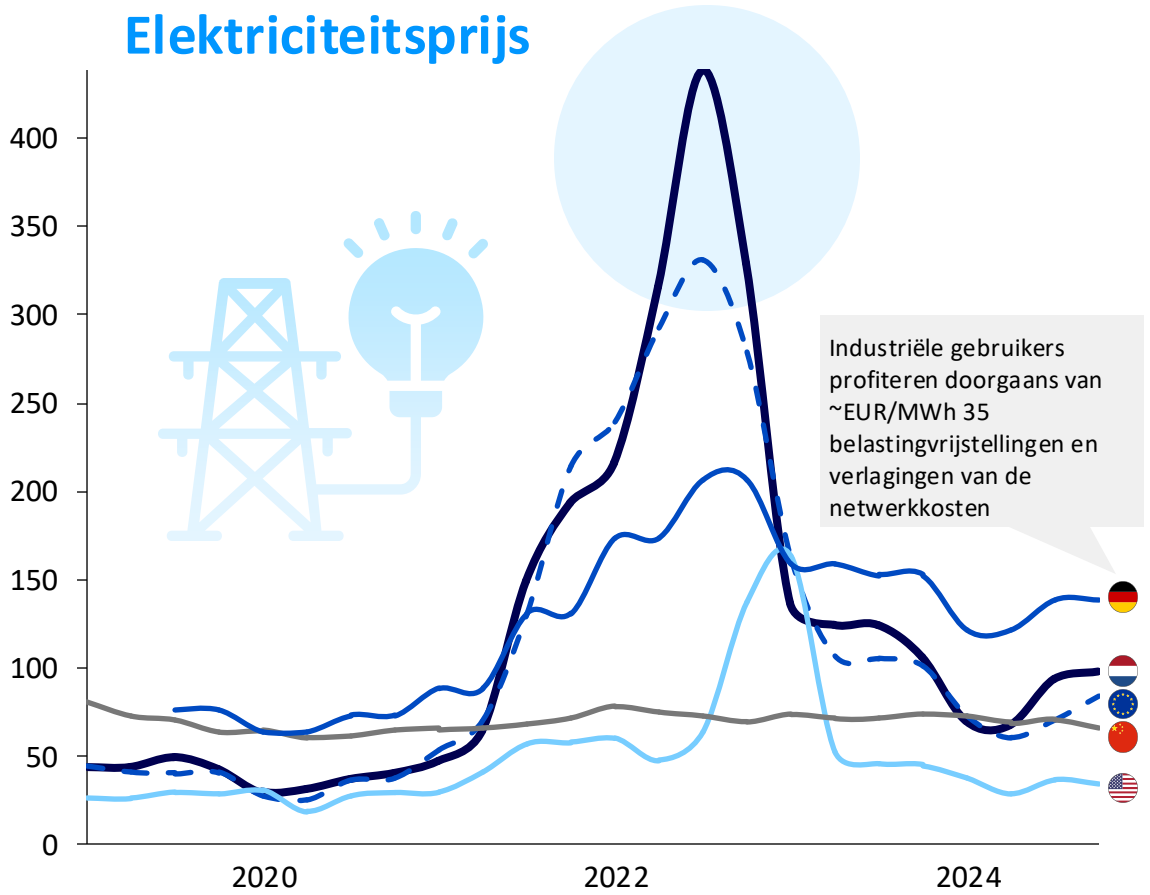
1) Op voorwaarde dat er een Europese TRISO-brandstofwaardeketen wordt opgezet

Bron: CBS, interviews met experts

De kwetsbaarheid kwam aan het licht toen Nederland tot de landen behoorden die het hardst werden getroffen door de gascrisis

Industriële energieprijzen, 2019-2024 [EUR/MWh]





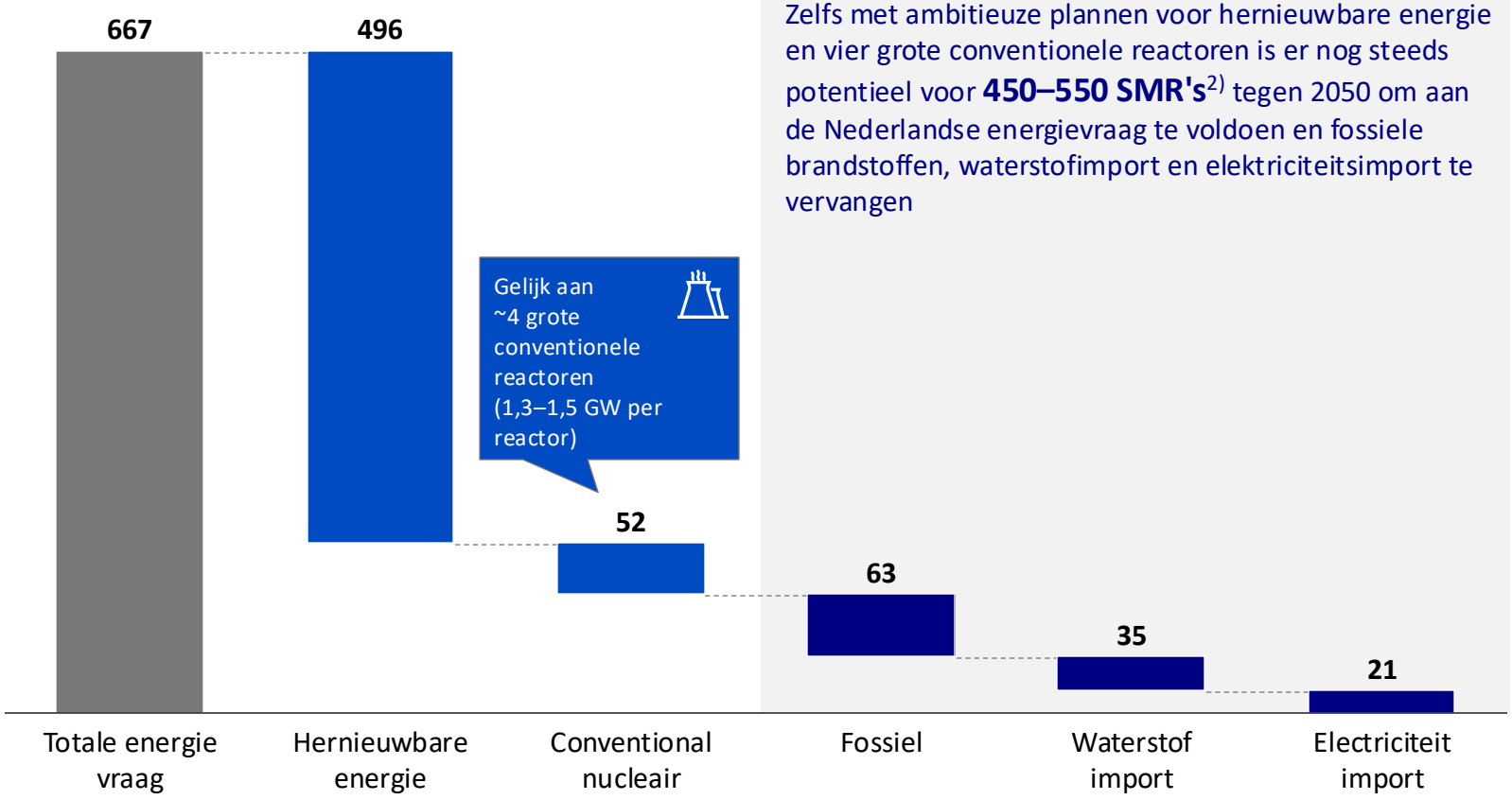
1) Gemiddelde van Europa niet beschikbaar

Bron: E-bridge, Eurostat, ESB, Intratec, Umweltbundesamt, Wereldbank

Meer details in de bijlage

Zelfs met de plannen voor wind-, zonne- en conventionele kernenergie kampt Nederland in 2050 nog steeds met een tekort aan CO_2-vrije energie

Nederlandse energievoorziening gemiddelde van II3050-scenario's[1], 2050 [TWh]



Zelfs met ambitieuze plannen voor hernieuwbare energie en vier grote conventionele reactoren is er nog steeds potentieel voor **450–550 SMR's**[2] tegen 2050 om aan de Nederlandse energievraag te voldoen en fossiele brandstoffen, waterstofimport en elektriciteitsimport te vervangen

- De toekomstige energievraag in Nederland biedt nog steeds aanzienlijke mogelijkheden voor de **inzet van SMR's, naast de geplande bouw van de grote conventionele kernreactoren**
- Zelfs met **een sterke groei van hernieuwbare energiebronnen**, **aanpasbare basislastcapaciteit uit waterstof en conventionele kernenergie, zijn SMR's nodig** om de leveringszekerheid te waarborgen tijdens periodes met weinig wind en zonne-energieproductie

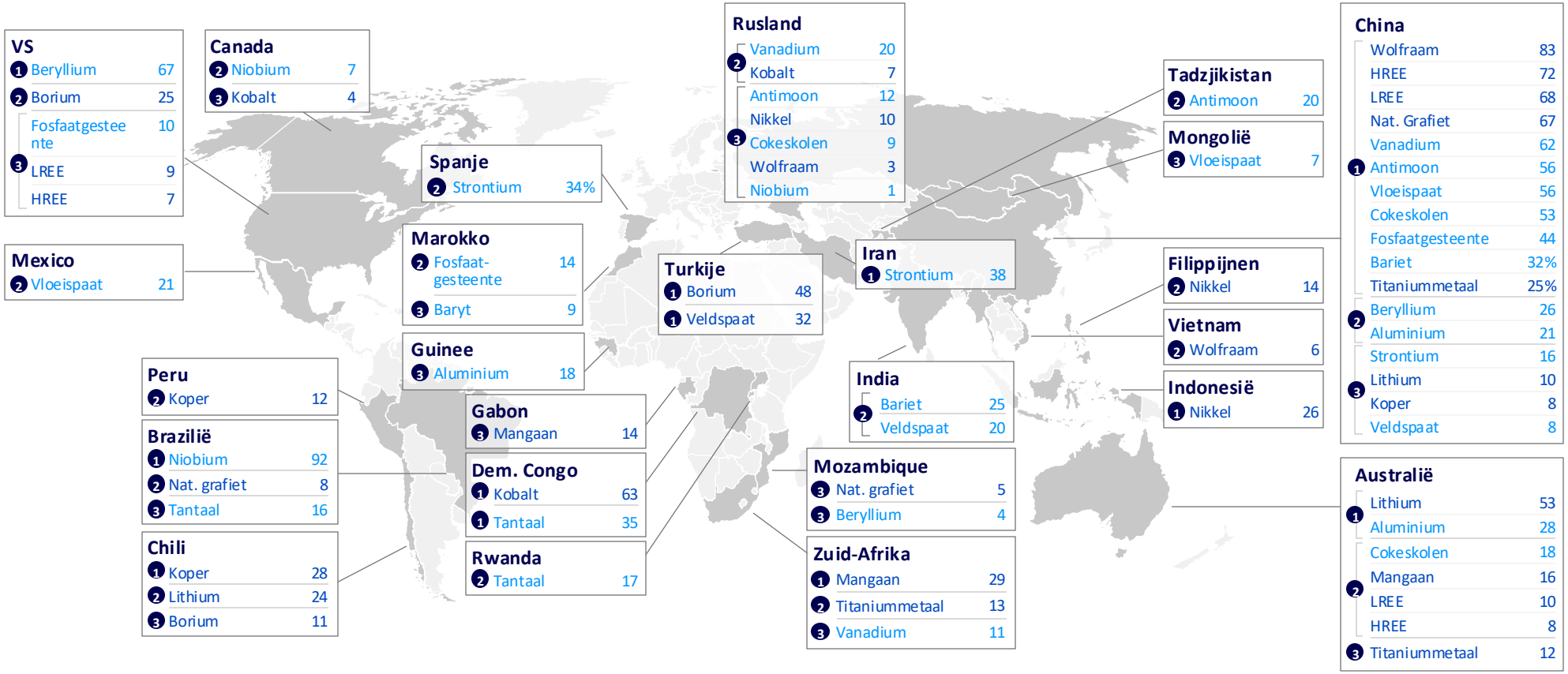
1) Als we uitgaan van 4 grote kernreactoren in plaats van 2, wordt de extra capaciteit proportioneel afgetrokken van fossiele brandstoffen, waterstofimport en elektriciteitsimport; 2) Gebaseerd op de vraag naar elektriciteit en warmte die wordt geleverd door het SMR-ontwerp van Allseas (25 MWe/70 MWt)

Bron: Netbeheer Nederland II3050-scenario's

Meer details in de bijlage

China, Australië en Rusland domineren de winning van kritieke grondstoffen – Het ontwikkelen van deze capaciteiten versterkt de Europese strategische autonomie

Winning van kritieke grondstoffen: 's Werelds drie grootste producenten, 2024 [% van totale globale winning]



Ambitie voor 2030 'Wet kritieke grondstoffen'

Winning >10%
van het jaarlijkse verbruik van de EU

Verwerking >40%
van het jaarlijkse verbruik van de EU

Recycleren >25%
van het jaarlijkse verbruik in de EU

Herkomst <65%
van het jaarlijkse verbruik van de EU uit één enkel extern land voor elke strategische grondstof

Kritieke grondstof | Strategische grondstof | 1 's Werelds grootste producent | 2 2e grootste producent | 3 3e grootste producent

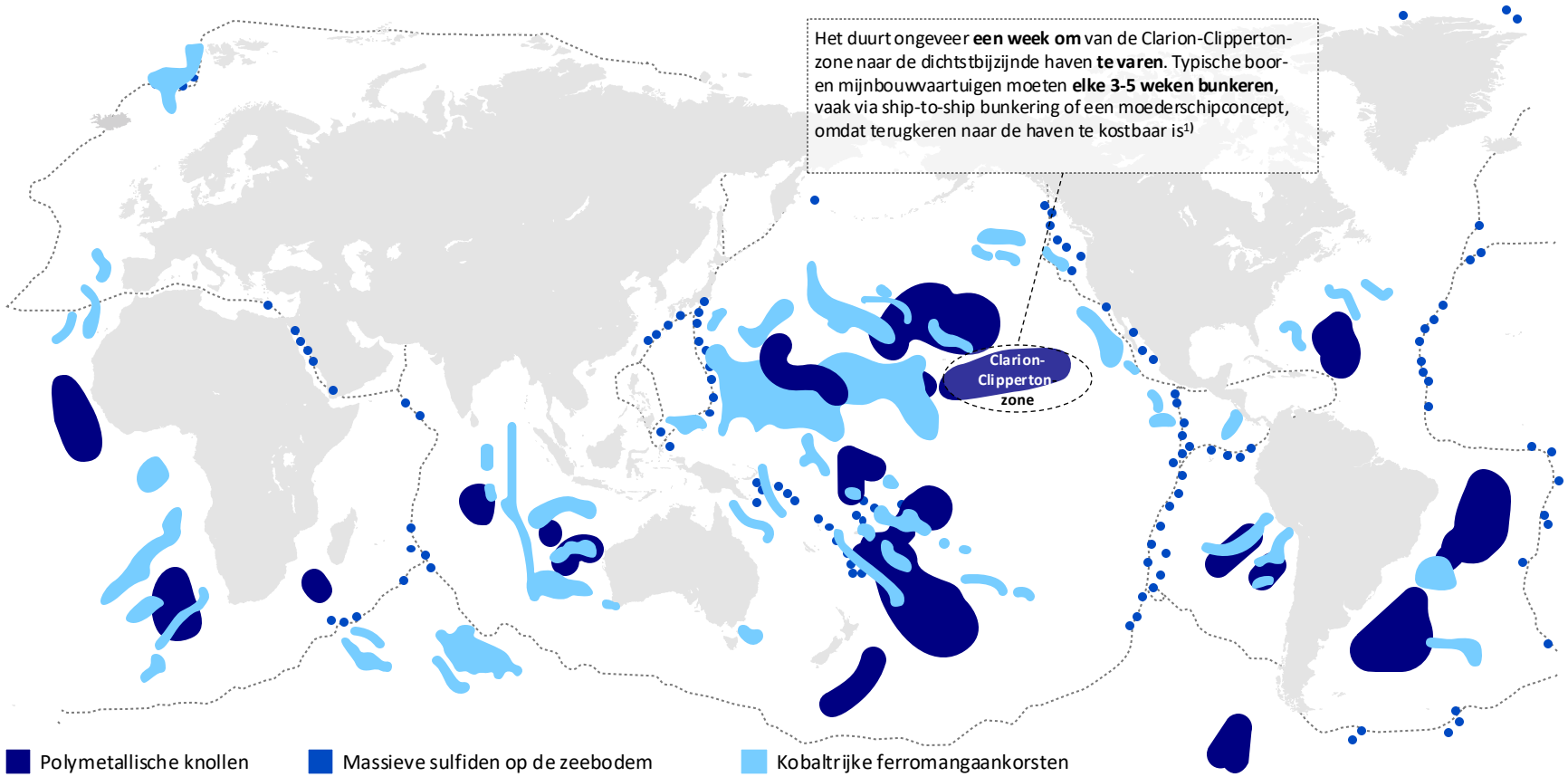
Bron: Europese Unie

Niet-volledig

SMR's bieden langdurige energievoorziening voor diepzeemijnbouw, waardoor de afhankelijkheid van mineralen van buiten de EU wordt verminderd

SMR's voor diepzeemijnbouw

Gebieden voor diepzeemineraalonderzoek in internationale wateren



- SMR's zijn zeer geschikt voor diepzeemijnbouw, omdat **ze meerdere jaren zonder bijtanken kunnen werken**, wat **de kosten** aanzienlijk **verlaagt** in vergelijking met de huidige methoden
- Dit **vermindert de afhankelijkheid van kritieke** mineralen zoals nikkel, kobalt, koper en mangaan uit landen als China, **waardoor Europa meer controle krijgt over strategische waardeketens**
- Door deze activiteiten te lokaliseren, kunnen Nederland en Europa hun **kwetsbaarheid** voor **geopolitieke spanningen** en wereldwijde **verstoringen van de toelevering verminderen**

1) Analyse op hoog niveau, afhankelijk van de grootte van het schip, het vermogen, het verbruik (DP-modus/stationair varen), de brandstofcapaciteit, enz.

Bron: UICN, ISA, World Research Institute

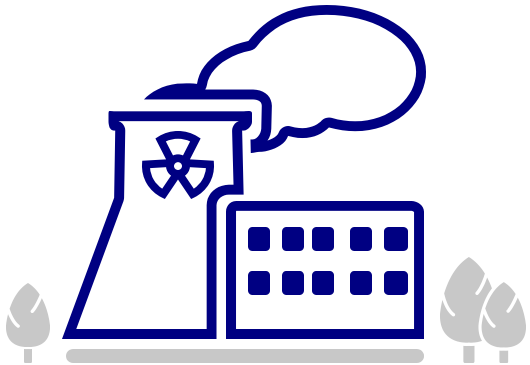
Niet-volledig

Nederland heeft de kans gemist om conventionele kernenergie en middelgrote tot grote SMR's te ontwikkelen, maar kan voorop lopen in kleinschalige SMR's

Kans om voorop te lopen in de ontwikkeling van SMR's

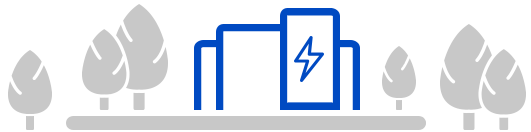
"If the Netherlands aims to have a role in the construction of nuclear reactors, it should focus on medium or small -scale SMRs. The country is too small for an industry based on large scale conventional reactors, and mid- to large-scale SMRs are already well advanced in other countries"
Bram-Paul Jobse, EPZ

Conventionele kernreactoren



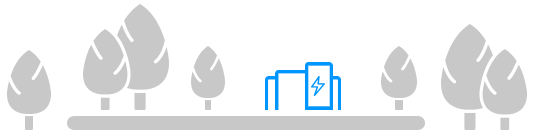
- **Grootschalige energiecentrale** die warmte produceert om stoomturbines aan te drijven
- Meestal aangesloten op het **elektriciteitsnet** en ontworpen voor gecentraliseerde, **grootschalige** stroomopwekking met een typisch vermogen van **meer dan 350 MWe**

Middelgrote tot grote SMR's



- Doorgaans **kleiner van omvang en vermogen dan conventionele** reactoren, en geschikt voor **toepassingen buiten het elektriciteitsnet**
  - Vermogen: 300-350 MWe
  - Hoge-temperatuurwarmteafgifte: ~300 °C
  - Afmetingen: ~2 voetbalvelden

Kleinschalige SMR's



- De Allseas SMR heeft een relatief **compact ontwerp en is bij uitstek geschikt** voor een **breed scala aan toepassingen:**
  - Vermogen: 25 MWe/70 MWt
  - Hoge-temperatuurwarmteafgifte: ~650 °C
  - Afmetingen: 25x10x15 m

Bron: Allseas, deskresearch, IAEA, interviews met experts, World Nuclear Association

Niet-volledig overzicht van bedrijven die aanwezig zijn in de waardeketen

Strategische autonomie vereist controle over belangrijke stappen in de waarde-keten – Verrijking en TRISO-brandstofproductie zijn nodig voor deze autonomie

Nederlandse en Europese aanwezigheid in de SMR-brandstofwaardeketen

TRISO-brandstofwaardeketen

SMR waardeketen	Mijnbouw	Omzetting	Verrijking (HALEU)	Brandstof-productie[1]	SMR-ontwikkeling	Inzet	Exploitatie	Afvalbeheer
Aanwezig								
🇳🇱	✗	✗	~ urenco	✗	✓ Allseas, THORIZON	✓ Allseas Onshore afnemers	✓ EPZ	✓ COVRA
🇪🇺 + 🇬🇧	✗	✓ orano	✓ urenco	✗	Minder relevant gezien het momentum in Europa en de voortdurende ontwikkeling in Nederland			
Situatie	• Niet beschikbaar in Europa • **Beperkt strategisch risico** door wereldwijd gediversifieerde levering	• **Betrouwbare Europese partner** (Orano, Frankrijk) • **Omzettings-capaciteit voldoende** om toekomstige TRISO-vraag te ondersteunen	• Urenco verrijkt in Nederland tot 10% • TRISO-brandstof vereist doorgaans een verrijking van 15-20% • Urenco ontwikkelt **20% verrijking in het VK**	• **Commerciële fabricage alleen** in **China** • In **ontwikkeling in de VS** • Relevant om in Europa te ontwikkelen voor strategische autonomie	• **Actieve ontwikkeling van SMR's in Nederland** (Allseas en Thorizon) • **Meerdere initiatieven in heel Europa** (bijvoorbeeld Rolls-Royce SMR)	• Nog geen SMR's operationeel, maar **sterk potentieel voor onshore en maritieme toepassingen** (bijv. het Hidden Gem-schip van Allseas) • **Vroege acceptatie in de VS** door afnemers (bijv. Amazon)	• **Bewezen operationele nucleaire kennis** door EPZ • EPZ heeft de **ambitie** uitgesproken om in de toekomst **SMR's te exploiteren**	• **Gevestigde expertise op het gebied van afval** door COVRA • **Kortetermijn-capaciteits-uitbreiding is nodig om buiten het kritieke pad te blijven** • **Er worden volume-efficiënte behandelings-methoden ontwikkeld**, bijvoorbeeld aan de TU Delft

Ontbreekt momenteel of in een vroeg ontwikkelingsstadium

Meer informatie op volgende slides

1) Inclusief deconversie

Bron: Deskresearch, interviews met experts

Rusland en China hebben een monopolie op de verrijking en TRISO productie - Ontwikkelen van deze capaciteiten is belangrijk voor de strategische autonomie

TRISO-brandstofwaardeketen

Waardeketen (tot de inzet van SMR's)	Mijnbouw	Omzetting	Verrijking (HALEU)	TRISO productie[2]
Beschrijving	• Wint uraniumerts uit de grond en produceert uraniumconcentraat (yellowcake)	• Zet yellowcake om in grondstoffen (U-235) voor verrijking door te zorgen voor de juiste zuiverheid en fysieke vorm	• Verhoogt de U-235-concentratie tot 5-20% om compactere UF_6-kernen te maken	• Zet UF_6 om in stabiele oxiden en omhult de uraniumkernen vervolgens met koolstof- en keramische coatings
Commerciële activiteiten [% markt]	*Gefragmenteerd, maar gedomineerd door Kazachstan* Kazachstan 43%, Canada 15%, Namibië 12%, Australië 9%, Oekraïne 7%, Overig[1] 14%	*Geconcentreerd in 4 landen* Rusland 29%, China 25%, Canada 25%, Frankrijk 21%	*Monopolie van Rusland* Monopolie: Rusland; Binnenlands: China; Pilot: VS	*Gedomineerd door China* Industriële schaal: China; Pilot: VS, Japan
Dynamiek en relevantie	• Europa importeert al zijn ruwe uranium • De laatste grote commerciële mijn in de EU sloot in 2017 in Tsjechië • Zweden evalueert plannen om uraniumwinning toe te staan	• Orano (Frankrijk) produceerde 8.900 ton in 2022, terwijl het een vergunning had voor 15.000 ton, wat wijst op een mogelijkheid tot uitbreiding van de capaciteit	• Urenco bouwt een fabriek in het Verenigd Koninkrijk om tot 10 ton HALEU-brandstof te produceren, genoeg om ~1,5 GW aan stroom te leveren	• Framatome en Standard Nuclear JV zullen in 2027 2 ton TRISO per jaar produceren in de VS • VS selecteert vier bedrijven om geavanceerde brandstoflijnen te ontwikkelen[3]

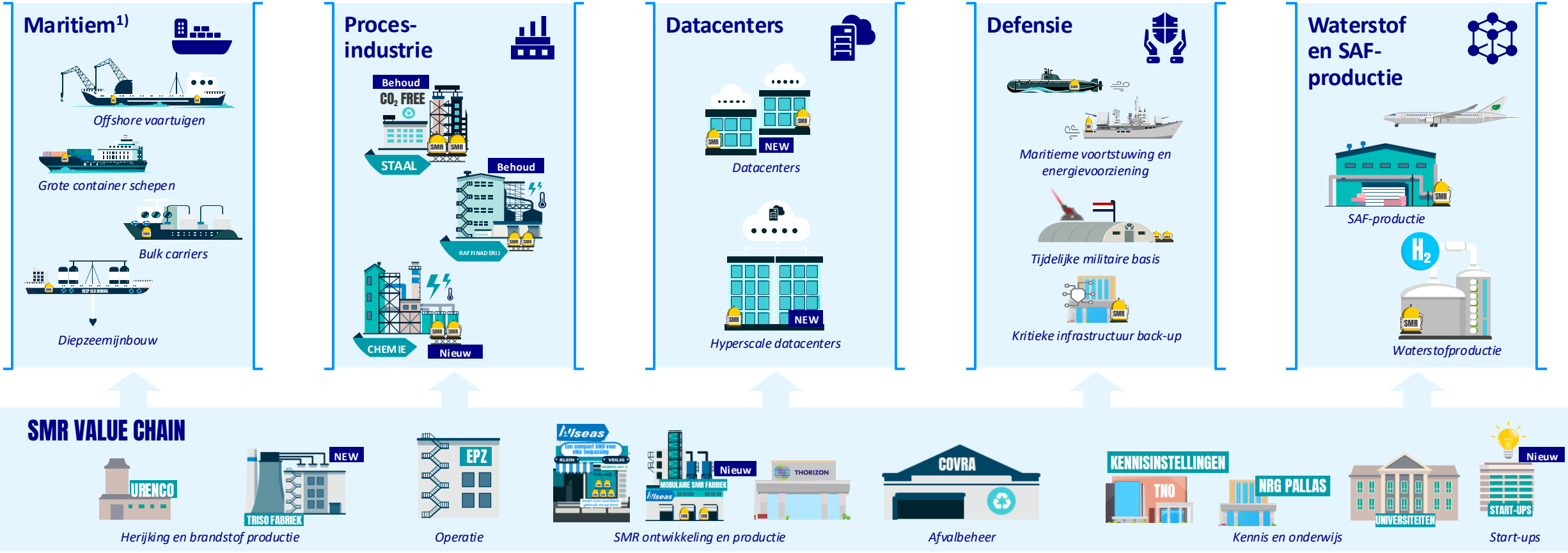
Het opzetten van een verrijkings- en brandstoffabriek in Europa is essentieel om **strategische autonomie te waarborgen**

1) Rusland, China, Niger, India, Zuid-Afrika, Oekraïne, VS; 2) Inclusief deconversie; 3) Waarvan het in Tennessee gevestigde TRISO-X een extra laboratoriumfaciliteit zal bouwen voor integratie, training en validatie op proefschaal ter ondersteuning van een toekomstige commerciële TRISO-brandstofproductiefabriek

Bron: Europees Parlement, GOV UK, OESO, World Nuclear

SMR's zijn inzetbaar voor een breed scala aan toepassingen – De ontwikkeling in NL versterkt de strategische autonomie en betrekt spelers uit de waardeketen

Toekomstige SMR waardeketen en de toepassingen



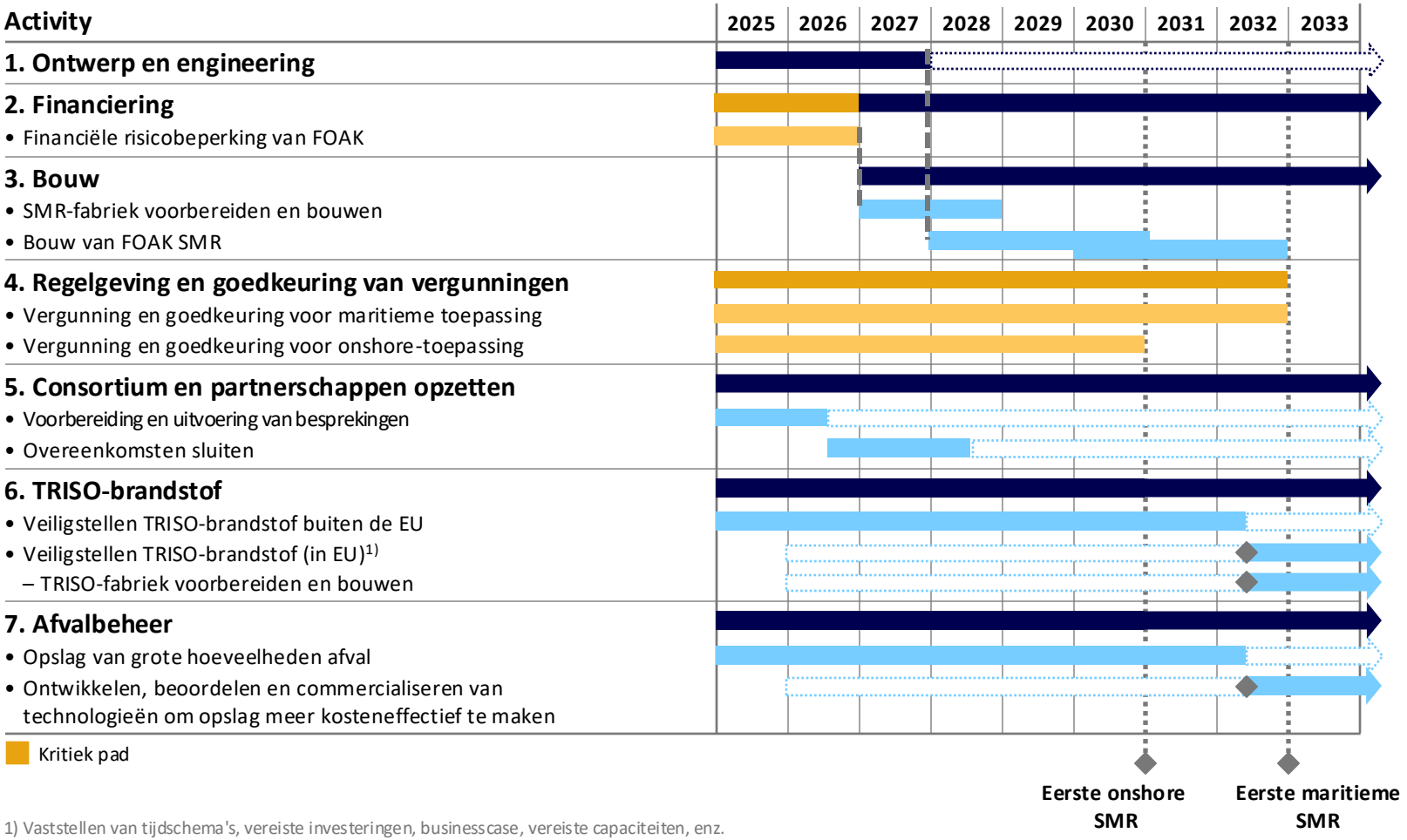
1) Inclusief diepzeemijnbouw

8. Vervolgstappen

Niet-uitputtend

Gezien de technologische gereedheid zou Allseas de eerste SMR op land tegen 2030 kunnen inzetten, mits de overheid versnelde regelgeving ondersteunt

Verwachte tijdlijn van de SMR van Allseas



- De keuze van Allseas voor een **bewezen HTGR-reactor** maakt de inzet van de eerste SMR tegen **2030 technisch haalbaar**
- In tegenstelling tot traditionele kerncentrales **zijn SMR's sneller** te bouwen, waardoor eerdere tijdschema's geen betrouwbare maatstaf zijn
  – Na de FOAK zou de bouw sneller moeten verlopen
- **Regelgeving en vergunningen** blijven **cruciaal en** vereisen proactieve ondersteuning van de overheid om goedkeuringen te versnellen
- De **TRISO-brandstoffabriek** kan uit het kritieke pad worden gehaald door **in eerste instantie brandstof internationaal in te kopen** (bijvoorbeeld uit de VS) **en tegelijkertijd een TRISO-faciliteit** in de EU/het VK **te bouwen** voor lang termijnlevering
- Dezelfde aanpak geldt voor **afval**: Begin met **veilige tijdelijke opslag** en **ontwikkel** tegelijkertijd **kosteneffectieve** lange termijnoplossingen

"I believe in the potential of SMRs. Within the next 6 years, before I retire, I'm confident the first SMR of Allseas will be operational"

Jan Leen Kloosterman, TU Delft

"If we were to develop the Pallas reactor program again, the timelines would be significantly shorter. The schedules of earlier projects, especially those of conventional nuclear reactors, are not a reliable benchmark for SMRs. Besides, you learn a lot from building the first one and after that it goes a lot faster"

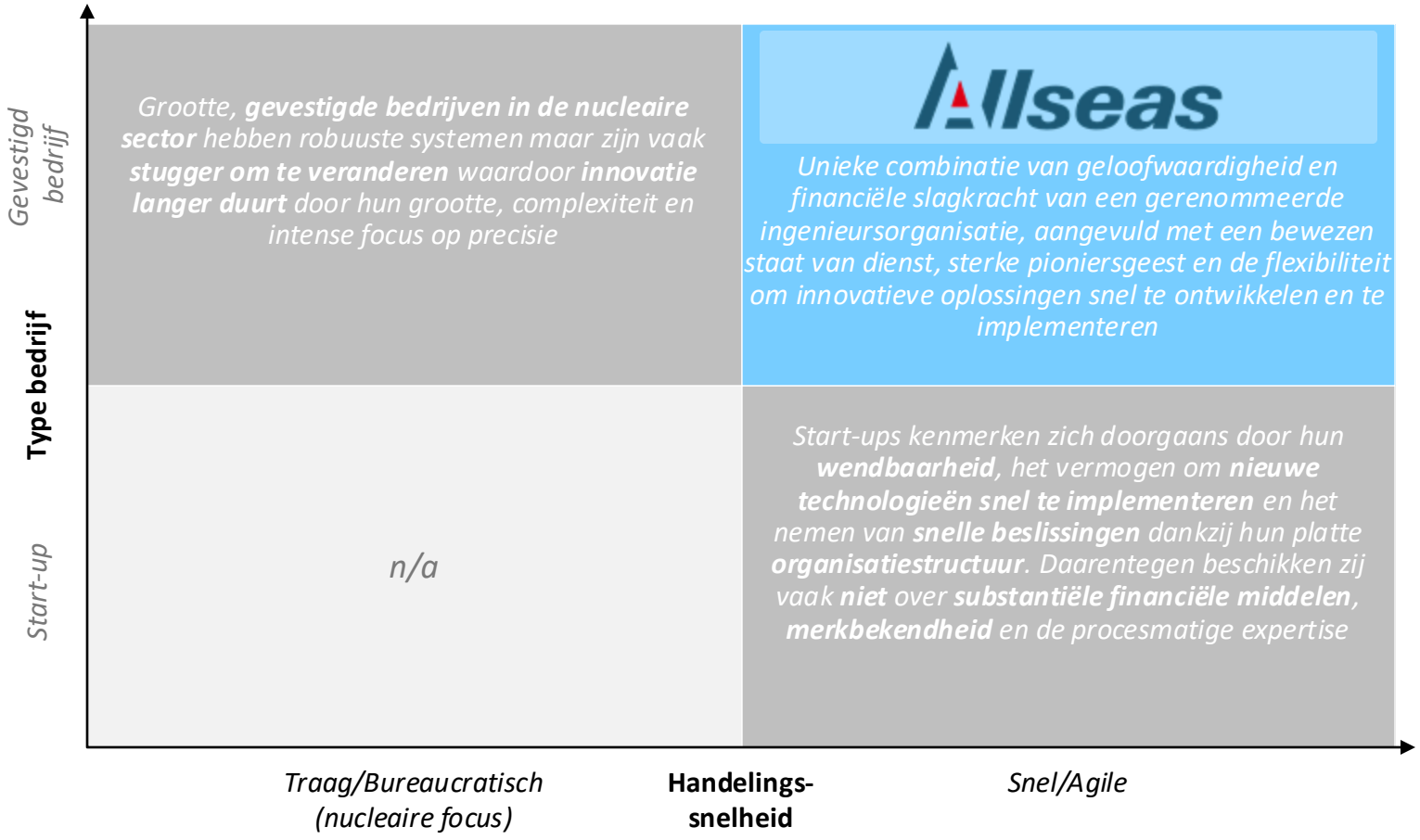
Joost van den Broek, NRG Pallas

1) Vaststellen van tijdschema's, vereiste investeringen, businesscase, vereiste capaciteiten, enz.

Bron: Allseas, deskresearch, interviews met experts

Allseas combineert de stabiliteit en middelen van een gevestigd bedrijf met de snelheid en innovatie van een start-up, wat leidt tot een hoge kans op succes

Allseas' unieke positie



- Hoewel het **behalen van operationele gereedheid** voor Allseas' eerste SMR tegen 2030 algemeen als **ambitieus** wordt beschouwd, zijn er verschillende factoren die de **haalbaarheid sterk ondersteunen** (uitgaande dat overheidssteun wordt verkregen):
  - **Allseas**:
    - **Strategische positionering:** In vergelijking met andere bedrijven die SMR's ontwikkelen, heeft Allseas een **unieke positie**. Het combineert de **geloofwaardigheid** en **financiële kracht** van een gevestigde onderneming met de snelle besluitvorming en **innovatieve drang** van een start-up, wat de **kans op succes** voor Allseas' SMR-ontwikkeling **aanzienlijk vergroot**
    - **Bewezen engineeringcapaciteit:** Met een **solide staat** van dienst in het **bouwen** van **grootschalige, technisch geavanceerde infrastructuur** en interne bouwcapaciteiten is Allseas goed uitgerust om te leveren
  - **TRISO-brandstof:** TRISO-brandstof wint wereldwijd aan momentum. Naast China investeert nu ook de Verenigde Staten in productiefaciliteiten, wat de internationale levensvatbaarheid en het lange termijn potentieel onderstreept
  - **HTGR-reactor:** De door Allseas gekozen HTGR is gebaseerd op een volwassen en bewezen technologie, wat het technische risico aanzienlijk vermindert

> *"Allseas occupies a unique sweet spot in the industry. They are neither a large nuclear organization often hindered by slow decision making processes, nor a start-up lacking financial resources and robust systems. If any company is equipped to succeed, it's Allseas"*
>
> **Frederik Reitsma**

Bron: Allseas, deskresearch, interviews met experts

Niet-uitputtend

Wereldwijd ondersteunen landen SMR's actief – Regeringen ondersteunen door middel van subsidies, versnelde regelgeving en door als eerste klant op te treden

"The US ad UK are already discussing bilateral corridors for nuclear-powered vessels, while the EU risks failing behind"
Jan Emblemsvåg, NTNU

Voorbeelden van steun van buitenlandse regeringen voor SMR-projecten

Land	Financiële steun	Regelgeving en vergunningen	Bilaterale scheepvaartcorridors	Eerste klant	Ondersteuning export /partnerschappen met andere landen
Verenigde Staten	• **EUR 900 mln financiering** om Gen III+ SMR-risico's **te verminderen** • **EUR 575 mln** voor **ontwerp en vergunningverlening NuScale SMR-centrale** • **Ministerie van Energie** bouwt binnenlandse TRISO-brandstoflijnen	• 7 reactorontwerpen goedgekeurd door de NRC • De NRC is verplicht om binnen 18 maanden vergunningen te verlenen voor micro-/modulaire reactoren, waardoor **de termijnen aanzienlijk worden verkort**	• VS en VK hebben een memorandum ondertekend over de Technology Prosperity Deal, waarin zij zich verbinden tot het onderzoeken van **civiele maritieme nucleaire toepassingen**, **het ontwikkelen van internationale normen** en het beoordelen van een mogelijke **nucleaire maritieme scheepvaartcorridor** tussen beide landen	• Het DOE heeft de opdracht gekregen om tegen juli 2026 drie SMR-proefprojecten te starten • **Ministerie van Defensie** moet **binnen drie jaar een eigen reactor** in gebruik nemen	• De **VS** en het **VK** tekenden een **memorandum** om de ontwikkeling van maritieme kernenergie te versnellen
Verenigd Koninkrijk	• **EUR 2,5 mln** ter ondersteuning van de ontwikkeling van SMR's • **Rolls-Royce** heeft **overheids-steun gekregen** voor **de bouw van drie SMR's** • **Financiële instellingen uit de US kunnen mede-investeren** in Britse SMR-projecten	• **Beleidswijzigingen** om **extra locaties vrij te maken** voor SMR's • De ONR[1] **behandelt drie ontwerpbeoordelingen** • Samen met de **VS en Canada** is een **kader voor gestroomlijnde regelgeving** opgezet		• Het GBE-N[3] heeft twee Hitachi-locaties gekocht voor nucleaire ontwikkeling • **GBE-N** wordt waarschijnlijk de **afnemer** van Rolls-Royce SMR's, met **locatiekeuze** later dit jaar en **netaansluiting** rond midden 2030	• Het **VK** en **Tsjechië** ondertekenden een overeenkomst voor samenwerking op SMR's en exportkansen • De **VS** en het **VK** tekenden een **memorandum** om de ontwikkeling van maritieme kernenergie te versnellen
Frankrijk	• **EUR 1,0 mld** ter ondersteuning van de ontwikkeling van SMR's • **EUR 300 mln** voor Nuward • **EUR 500 mln** voor start-ups die betrokken zijn bij innovatieve SMR-projecten	• **Nuward heeft** in juli 2023 het veiligheidsdossier **ingediend** bij de ASN, waarmee het pre-licentieproces is gestart • **Newcleo** heeft de **voorbereidende fase afgerond**		• Er is nog geen formele klant, maar EDF (staatsbedrijf) voert momenteel onderhandelingen met verschillende partijen	• **India en Frankrijk** ondertekenen intentieverklaringen voor samenwerking van SMR en AMR • **EDF** heeft **overeenkomsten** gesloten met Fortum voor de ontwikkeling van SMR's in **Finland en Zweden**
China	• **Sterke financiële steun** (via staatsbedrijf CNNC[2])	• De **eerste commerciële** SMR, Linglong One, heeft goedkeuring gekregen van de IAEA en bevindt zich nu in de **laatste installatiefase**		• Via het staatsbedrijf CNNC • In **2023** heeft China werelds eerste HTR-PM **SMR in gebruik** genomen	• CNNC heeft verklaard dat het aanzienlijke **exportmogelijkheden** ziet voor de Linglong One, gezien de gesubsidieerde prijs van EUR 0,6 mln
Rusland	• **Sterke financiële steun** (via staatsbedrijf Rosatom)	• Regelgevende goedkeuring wordt vergemakkelijkt door **actieve politieke steun**		• Via het staatsbedrijf Rosatom	• Rusland maakt gebruik van **intergouvernementele overeenkomsten** en **exportdeals** om uit te breiden (bijv. **Myanmar**, **Kirgizië** en **Iran**)

1) Office for Nuclear Regulation; 2) China National Nuclear Corporation; 3) Great British Energy-Nuclear

Bron: DOE, Europese Commissie, International Trade Administration, IEA, Office for Nuclear Regulation, Nuclear Energy Maritime Organization, Nuclear Business Platform, Rosatom, World Nuclear News

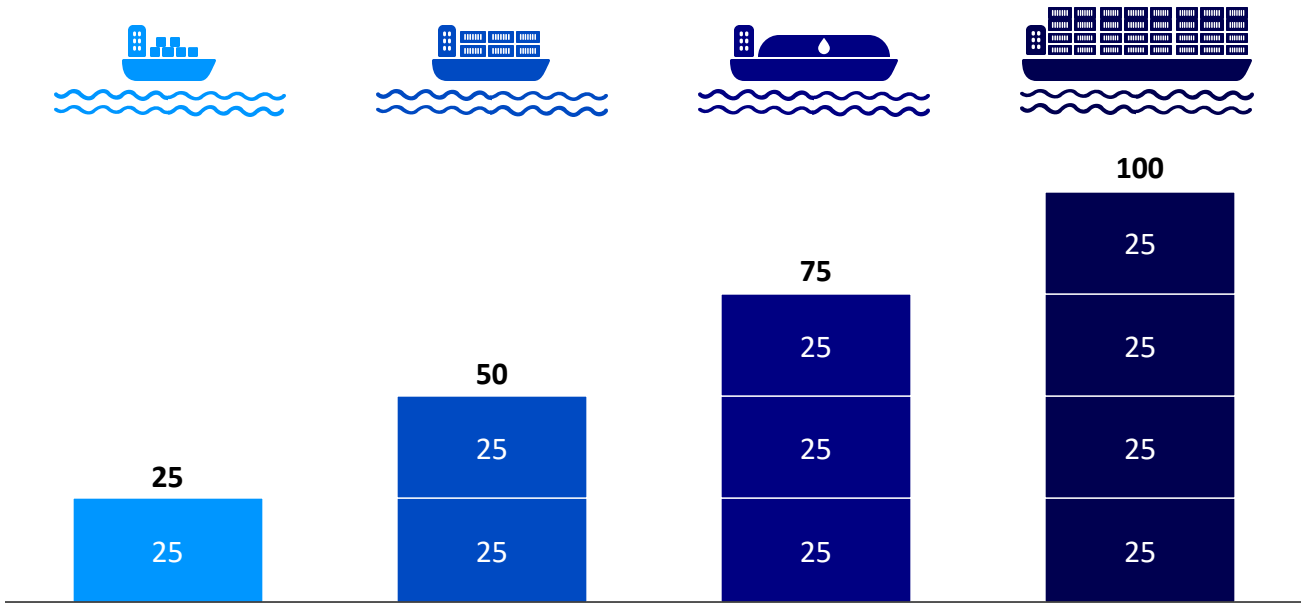
Bijlage

Bijlage

2. Allseas' SMR voor maritieme toepassingen

De 25 MWe SMR van Allseas kan een aanzienlijk deel van de maritieme markt (met name grote schepen) bedienen dankzij het compacte & modulaire ontwerp

Geïnstalleerd voortstuwingsvermogen voor verschillende scheepstypen [MWe]

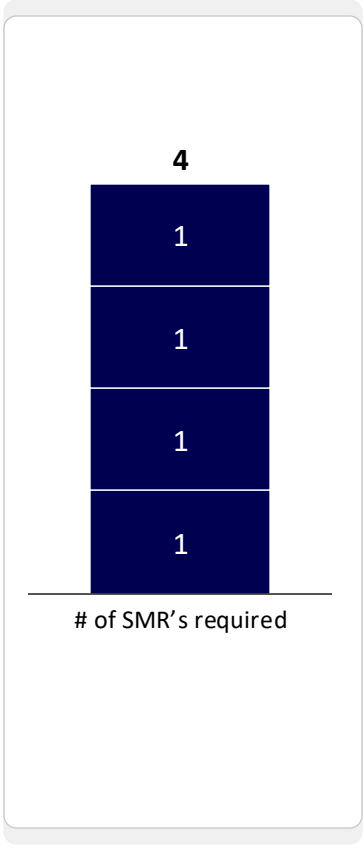


- Middelgrote bulkcarriers
- Offshore bevoorradingsschepen
- Middelgrote passagiersveerboten
- Grote vissersschepen

- Panamax-containerschepen
- Middelgrote ijsbrekers

- Grote containerschepen
- Grote olietankers
- 'Pioneering Spirit'

- Ultragrote containerschepen
- Grootste ijsbrekers
- Grootste cruiseschepen



- Door zijn compacte ontwerp kan de SMR van Allseas goed worden geïntegreerd in zowel grote bestaande als nieuw gebouwde schepen
- Door het relatief lage vermogen van 25 MWe in vergelijking met concurrenten, in combinatie met het modulaire ontwerp, kan de SMR van Allseas een groot deel van de maritieme markt bedienen (voornamelijk grote schepen) en kan het worden ingezet in schepen met een vereist voortstuwingsvermogen van 25-100+ MWe
- Voor grote schepen bieden SMR's een betaalbare en duurzame oplossing. Voor kleinschalige scheepvaart is de kans groot dat alternatieve brandstoffen zullen worden overwogen

Bron: Allseas, deskresearch

Bijlage

3. Allseas' SMR voor industriële clusters

Chemie en staal zijn sectoren die zeer geschikt zijn voor SMR's, en staan onder grote druk

Beoordeling van de geschiktheid van SMR's voor onshore-toepassing en druk vanuit de industrie

Energievraag, 2030 [TWh][1] Exclusief energie geproduceerd door interne processen		**Geschikt voor SMR's**					**Druk op de industrie**	
		Lokale basislaststroom	CO_{2eq}-uitstoot	Warmte-vraag	Energieprijs-afhankelijkheid	Totale score	Argumentatie	Totale score
1 Chemie	26% 49% 18% 73%						• Hoge energie- en grondstofkosten, sterke wereldwijde concurrentie • Grote investeringen in decarbonisatie vereist	
2 Staal	100% 3%						• Hoge elektriciteitskosten en goedkope import van buiten de EU • Grote investeringen in decarbonisatie nodig	
3 Raffinaderij	7% 73% 27%						• Hogere kosten door koolstofbeprijzing en minder gratis CO_2-emissierechten	
4 Papier	19% 81% 4%						• Hoge energiekosten en sterke internationale concurrentie • Bescheiden herstel van de productie in 2024	
5 Voedsel	10% 90% 15%						• De omzet van de voedselindustrie groeide tussen 2019 en 2023 met ongeveer 11% per jaar	

Elektriciteit | Lage-temperatuurwarmte (<500 °C) | Hoge-temperatuurwarmte (>500 °C) | Lage score | Hoge score

Meer informatie op de volgende slides

1) Gemiddelde primaire elektriciteitsvraag van scenario's

Bron: Energietransitiemodel, Netbeheer Nederland

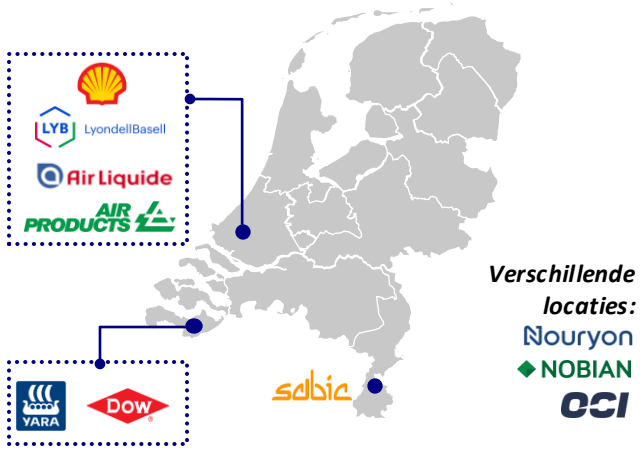
De chemiesector is een kansrijke afnemer van een SMR, met hoge basislast- en warmtevraag, groot CO_2-reductiepotentieel, en sterke druk vanuit de industrie

Vervolganalyse industriële clusters: Chemiesector

Industrieprofiel

Belangrijkste feiten over de sector NL

Belangrijkste activiteiten:	Olefinen, basischemicaliën en industriële gassen
Elektriciteitsvraag, 2030:	19 TWh
Warmtevraag[1], 2030:	52 TWh
Omzet, 2023:	EUR 68 mld
Banen, 2023:	55.000



Geschiktheid voor SMR

Totale score:

Lokale basislaststroom

Score:

- Chemische stoffen zijn grotendeels afhankelijk van continue elektrochemische processen
- De opkomende elektrificatie van kraken zal de vraag naar elektriciteit doen toenemen, wat zal leiden tot een hoog en stabiel basisverbruik

Warmtevraag

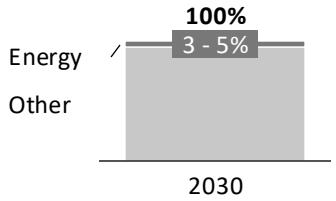
Score:

- Stoomkraken, reformeren en destilleren vereisen hoge temperaturen
- Scheiding en compressie vereisen grote hoeveelheden stoom

Energieprijsafhankelijkheid

Score:

Indicatieve kostenstructuur[2] [%]



CO_2-reductiepotentieel

Score:

- De meeste grote bedrijven in de sector nemen deel aan de 'maatwerkafspraken' om de CO_2-uitstoot aanzienlijk te verminderen

Druk vanuit de sector

Totale score:

- Hoge energie- en grondstofkosten zorgen voor een structureel nadeel ten opzichte van de VS, China en het Midden-Oosten
- De klimaat- en duurzaamheidsdoelstellingen van de EU vereisen grootschalige investeringen in decarbonisatie om de CO_2-uitstoot tegen 2030 met 55% te verminderen ten opzichte van het niveau van 1990
- Zware en complexe regelgeving (REACH, PFAS-verbod, Green Deal) verhoogt de nalevingskosten en de onzekerheid over investeringen

Lage score | Gemiddelde score | Hoge score

1) Warmte tussen 50 en 650 °C; 2) Variaties zijn mogelijk voor bepaalde chemicaliën, 2030 op basis van het aandeel elektriciteit in de energievoorziening en prijsprognoses, uitgaande van constante overige kosten

Bron: AFRY, CBS, Cefic, Energy Transition Model, Europese Commissie, Intratec, S&P Capital IQ, Statista, VNCI

De staalsector kent een hoge basislastvraag aan elektriciteit en een aanzienlijke CO_2-voetafdruk, waardoor de druk om te verduurzamen verder toeneemt

Vervolganalyse industriële clusters: Staalsector

Industrieprofiel

Belangrijkste feiten over de sector NL

Belangrijkste activiteiten:	Staalproductie
Elektriciteitsvraag, 2030:	3 TWh
Warmtevraag[1], 2030:	Verwaarloosbaar
Omzet, 2023:	EUR 10 mld
Banen, 2023:	22.000

Geschiktheid voor SMR

Totale score:

Lokale basislaststroom

Score:

- Staalproductie (hoogovens, walserijen) verloopt als een continu proces
- De overgang naar elektrische hoogovens en waterstof-DRI zal de stabiele vraag naar basislaststroom verder doen toenemen

Warmtevraag

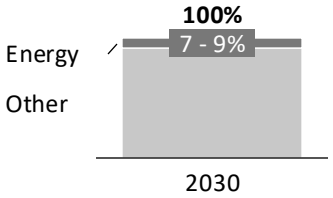
Score:

- Lager dan in de chemische industrie of raffinaderijen, aangezien hoge temperaturen inherent zijn aan de staalproductie
- Beperkte vraag naar extra stoom of midden-temperatuurwarmte

Energieprijsafhankelijkheid

Score:

Indicatieve kostenstructuur[2] [%]



CO_2-reductiepotentieel

Score:

- Streeft naar een vermindering van 40% van de CO_2-uitstoot in 2030, met als doel CO_2-neutraal staal te produceren in 2045
- Er is Nederlandse subsidie aangevraagd om de doelstellingen te kunnen halen

Druk vanuit de industrie

Totale score:

- Sterke concurrentie van goedkoop staal van buiten de EU, met wereldwijde overcapaciteit en goedkope import uit Azië
- Hoge elektriciteitsprijzen hebben invloed op de kostenbasis, aangezien Nederlandse producenten te maken hebben met hogere elektriciteitsprijzen dan internationale concurrenten
- De decarbonisatiedoelstellingen vereisen aanzienlijke investeringen, met kostbare omschakelingen naar waterstof-DRI en elektrische hoogovens die afhankelijk zijn van subsidies en nieuwe infrastructuur

Lage score Gemiddelde score Hoge score

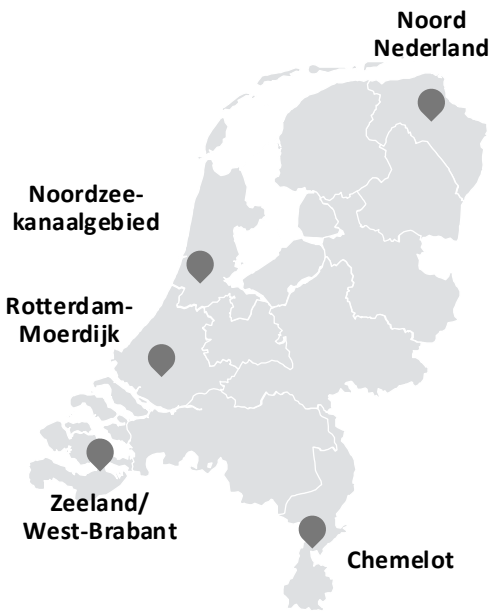
1) Warmte boven 500 °C; 2) 2030 op basis van prognoses voor het aandeel van elektriciteit in de energievoorziening en de elektriciteitsprijs, uitgaande van constante overige kosten

Bron: AFRY, CBS, Energy Transition Model, Intratec, Statista, TATA Steel

Met inzet in de belangrijkste industriële clusters kunnen circa 110 SMR's worden gerealiseerd, wat de CO_2-uitstoot van de clusters met 25% zou verminderen

Potentiële inzet en CO_2-impact van Allseas' SMR voor industriële clusters, 2050[1)]

Cluster 6: Verspreid over Nederland



Cluster	Elektriciteit: Vraag [TWh][2)]	Warmte[4)]: Vraag [TWh][3)]	Allseas' SMR's [#]	CO_2-reductie[5)] (elektriciteit) [Mt CO_2]	Van de totale CO_2 [%]
Noord-Nederland	5,0	4,6	6	0,5	36%
Noordzee-kanaalgebied	8,0	0,7	3	0,3	3%
Rotterdam-Moerdijk	31	41	50	4,6	29%
Cluster 6	38	7,6	18	0,9	18%
Zeeland/ West-Brabant	9,3	22	25	2,4	36%
Chemelot	6,0	7,8	10	0,8	28%
Totaal	98	84	~25 ~85 ~110	~10	~25%

Elektriciteit Warmte

Totale potentiële vraag, zonder rekening te houden met Allseas' marktaandeel

Potentiële inzet van Allseas' SMR

CO_2-reductiepotentieel

1) Exclusief datacenters, waterstofelektrolyse en SAF-productie;
2) Uitgaande van een acceptatiegraad van 5%; 3) Uitgaande van een acceptatiegraad van 50%;
4) Warmtevraag bij een temperatuur onder 650 °C en op basis van cijfers voor 2030;
5) Relatieve CO_2-uitstoot van elektriciteitsopwekking verschilt per cluster, warmte-uitstoot wordt vergeleken met uitstoot van een gasboiler

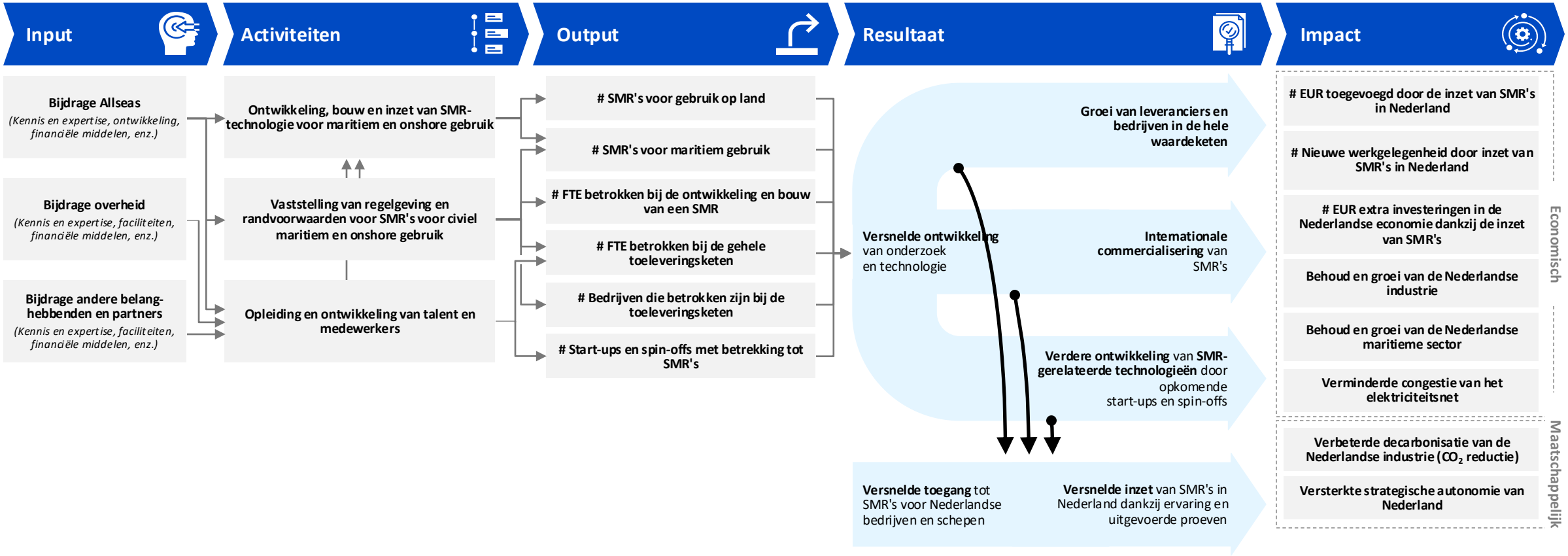
Bron: CBS, Energietransitiemodel, Netbeheer Nederland, PBL

Bijlage

5. Economisch potentieel

Het toekomstige economische en maatschappelijke potentieel van Allseas' SMR is beoordeeld aan de hand van een impactmodel

Overzicht van het SMR-potentieel van Allseas



Bron: Allseas, Theorie van verandering

Als Allseas haar SMR-ontwikkeling doorzet en de overheid ondersteunt het regelgevingsproces, blijft de economische waarde grotendeels in Nederland

Overzicht impacttrajecten

De inzet van SMR door Allseas creëert vier belangrijke impacttrajecten

- Als Allseas de ontwikkeling van zijn SMR-technologie doorzet en de overheid de versnelling van het regelgevingsproces ondersteunt, kan de toegevoegde waarde en de economische impact grotendeels binnen Nederland worden gerealiseerd
- Zonder een versneld traject zal de eerste SMR van Allseas pas in een veel later stadium in Nederland beschikbaar komen, waardoor de kans groter wordt dat het potentieel door buitenlandse bedrijven wordt benut

Direct	Impact-traject 1	• De aanwezigheid van sterke kennis, talent, faciliteiten, partners en kapitaal binnen het Nederlandse nucleaire ecosysteem, in combinatie met overheidssteun voor versnelde regelgeving, stelt Allseas in staat om de ontwikkeling van haar SMR-technologie aanzienlijk te versnellen • Dit zal alle betrokken leveranciers en bedrijven in de hele waardeketen verder doen groeien
Direct	Impact-traject 2	• De SMR's van Allseas zullen naar verwachting internationaal op de markt worden gebracht, waardoor hun impact verder reikt dan de binnenlandse markt • Deze internationale inzet zal inkomsten en toegevoegde economische waarde genereren voor het Nederlandse nucleaire ecosysteem
Direct	Impact-traject 3	• De versnelde ontwikkeling van de technologie fungeert als katalysator voor de opkomst van start-ups en spin-offs • De start-ups en spin-offs creëren nieuwe technologieën, die de toegevoegde waarde van de economie vergroten en het hele ecosysteem versterken
Indirect	Impact-traject 4	• Allseas zal de ontwikkeling van haar SMR-technologie binnen het Nederlandse innovatie-ecosysteem versnellen • SMR-technologie wordt vanaf een vroeg stadium samen met Nederlandse onderzoekers en bedrijven ontwikkeld en getest in de Nederlandse industrie • Daardoor krijgt Nederland vroegtijdig toegang tot deze opkomende technologie en zullen SMR's na de marktintroductie sneller in Nederland worden ingezet

Resultaat

1. **Groei van leveranciers en bedrijven in de hele waardeketen**
2. **Versnelde ontwikkeling** van onderzoek en technologie → **Internationale commercialisering** van SMR's
3. **Verdere ontwikkeling** van **SMR-gerelateerde technologieën** door opkomende start-ups en spin-offs
4. **Versnelde toegang** tot SMR's voor Nederlandse bedrijven en schepen → **Versnelde implementatie** van SMR's in Nederland dankzij ervaring en uitgevoerde proeven

Impact

Economisch
- # EUR toegevoegd door de inzet van SMR's in Nederland
- # Nieuwe werkgelegenheid door inzet van SMR's in Nederland
- # EUR extra investeringen in de Nederlandse economie dankzij de inzet van SMR's
- Behoud en groei van de Nederlandse industrie
- Behoud en groei van de Nederlandse maritieme sector
- Verminderde congestie van het elektriciteitsnet

Maatschappelijk
- Verbeterde decarbonisatie van de Nederlandse industrie (CO_2 reductie)
- Versterkte strategische autonomie van Nederland

Bron: Allseas, Theorie van verandering

Bijlage

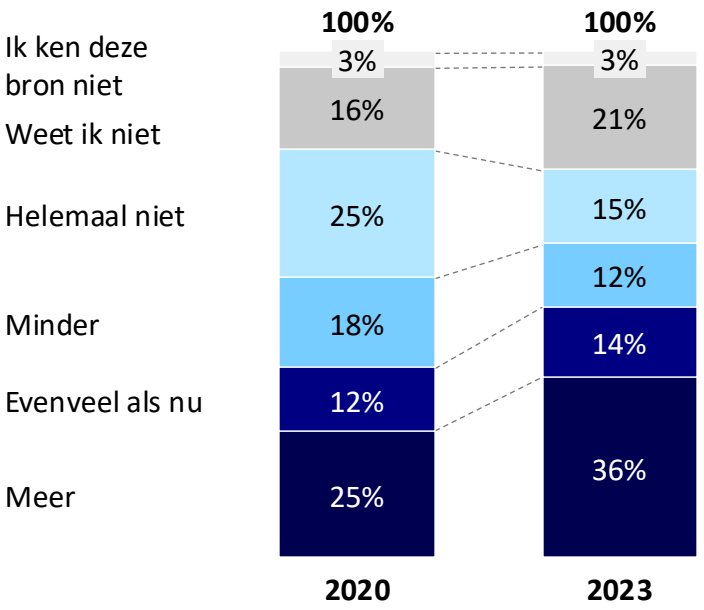
7. Strategische autonomie

De publieke steun voor kernenergie is in Nederland toegenomen en de meeste politieke partijen pleiten nu voor opname ervan in de nationale energiemix

Publieke en politieke opinie over kernenergie in Nederland

De publieke opinie is positief veranderd en zal naar verwachting blijven verbeteren

Publieke opinie over kernenergie [%]



- De steun voor **meer kernenergie steeg met ~11%** van ~25% in 2020 tot 36% in 2023
- **De steun voor minder of geen** kernenergie **daalde met ~6%** van 33% naar 27% in dezelfde periode

De meeste politieke partijen zijn voorstander van het gebruik van kernenergie

Politieke partijen die kernenergie steunen

Partij voor de Vrijheid, Forum voor Democratie, SGP, VVD, JA21, CDA, Volt, nsc, D66

Politieke partijen die tegen kernenergie zijn

GroenLinks PvdA, Partij voor de Dieren, SP

"Kernenergie als belangrijkste elektriciteitsbron: Behoud van Borssele, bouw van nieuwe centrales, volledige inzet voor SMR's, investeren in thoriumonderzoek en recycling van nucleair afval"

JA21, 2025

"Het CDA beschouwt kernenergie als een belangrijke oplossing voor duurzame energie. In eerste instantie voorzien we kleine modulaire reactoren in industriegebieden en in regio's die momenteel te maken hebben met energieschaarste"

CDA, 2025

"Inwoners van Zeeland, waar de enige kerncentrale van Nederland staat, zijn het meest voorstander van kernenergie in vergelijking met andere provincies"

CBS, 2023

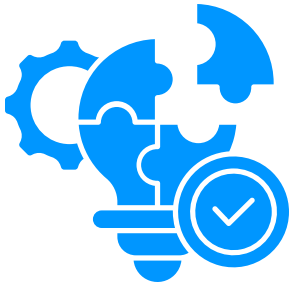
Bron: CBS, interviews met experts, NextEnergy

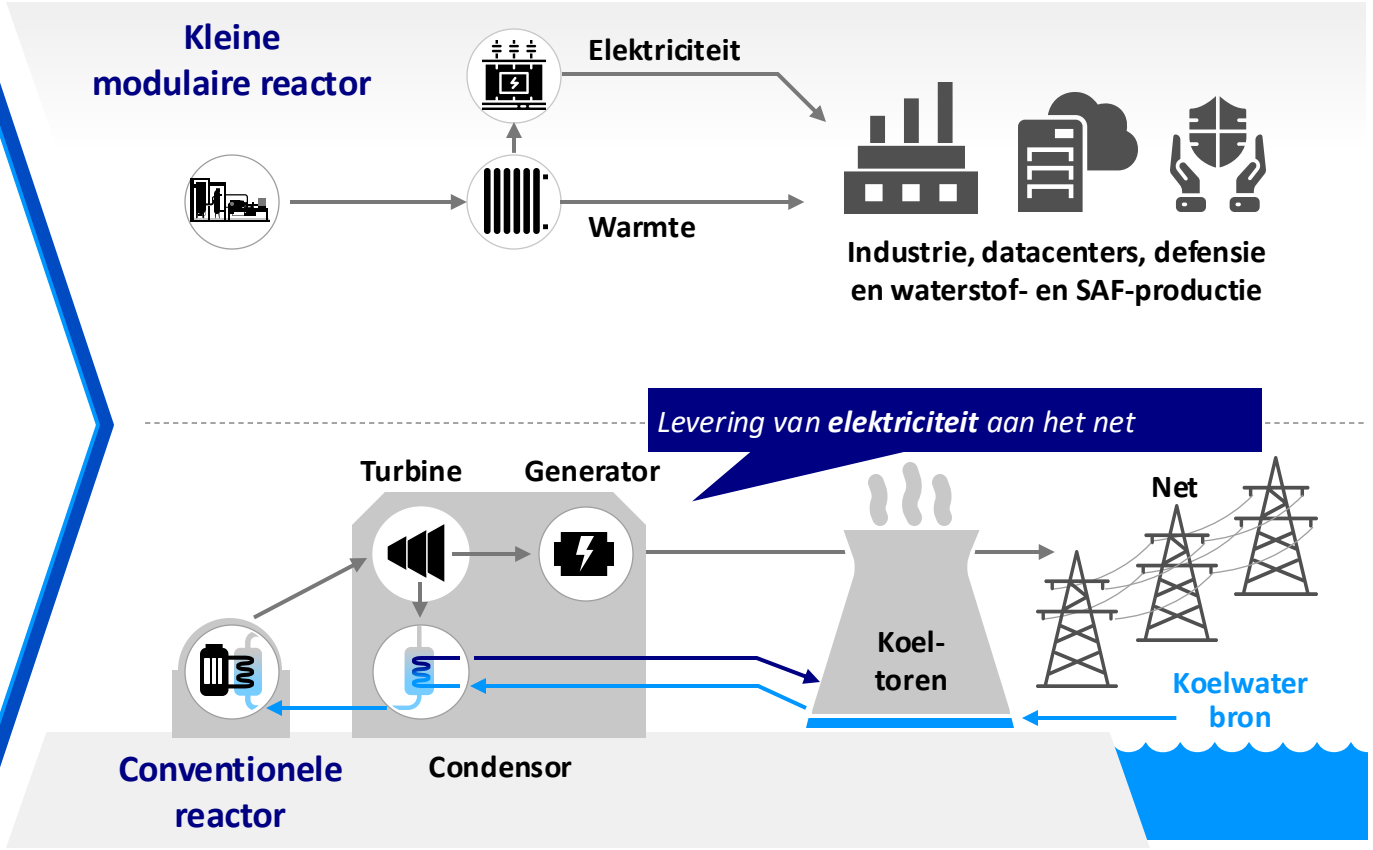
Conventionele reactoren en SMR's zijn complementair: Conventionele reactors leveren stroom aan het net, SMR's lokale energie en hoge-temperatuurwarmte

Complementaire rollen van conventionele reactoren en SMR's

SMR's zijn complementair aan conventionele reactoren

- **Conventionele reactoren** zoals Borssele leveren **elektriciteit aan het net**
- **SMR's** zorgen voor gedecentraliseerde elektriciteit en hoge-temperatuurwarmte





Bron: EPZ, TU Delft

De diepzeemijnbouwmarkt biedt Nederland kansen op een positie in een markt van USD 25 mld, strategische onafhankelijkheid en versterking van innovatie

Redenen om de diepzeemijnbouwindustrie te betreden

Wereldwijde markt van USD 25 mld	De wereldwijde inkomsten uit diepzeemineralen zullen naar verwachting **al in 2035 USD 25 mld per jaar** bedragen[1], wat een **aanzienlijke economische kans** biedt om te profiteren van deze opkomende industrie
Groeiende binnenlandse vraag	De **Nederlandse binnenlandse markt voor kritieke mineralen**, met een waarde van **EUR 4,1 mld in 2022**[2], zal naar **verwachting een aanzienlijke groei doormaken**, waaraan kan worden voldaan door middel van diepzeemijnbouw
Strategische onafhankelijkheid	De ontwikkeling van een binnenlandse toeleveringsketen voor kritieke mineralen kan de **strategische afhankelijkheid van Nederland en Europa van andere landen verminderen**[3], vooral in het licht van de geconcentreerde wereldwijde voorziening en de toenemende geopolitieke instabiliteit
Versterking van innovatie en het klimaat voor de hightechindustrie	Diepzeemijnbouw kan dienen als **katalysator voor innovatie** in andere sectoren (bijv. robotica, AI, offshore-engineering, mariene biologie) en **de positie van Nederland versterken om hightechproductie-industrieën aan te trekken**
Leiderschap op milieugebied	Diepzeemijnbouw biedt Nederland de kans om **zijn wereldwijde leiderschap op milieugebied te versterken** door ervoor te zorgen dat de **ecologische impact van diepzeemijnbouw minimaal** is, terwijl het **bijdraagt aan de duurzame transitie** door middel van een veilige toegang tot kritieke mineralen

1) Uitgaande van een bescheiden scenario van 19 actieve diepzeemijnbouwlocaties; 2) Excl. cokeskolen; 3) Voor de invoer van kritieke mineralen is Nederland afhankelijk van een relatief kleine groep landen, zoals China (bijv. zeldzame aardmetalen, lithium) en Rusland (bijv. nikkel).

Bron: Roland Berger Deep-sea mining publicatie, CBS

Roland
Berger