



Provincie Noord-Brabant

Strategische verkenning kernenergie

April 2024

Voorwoord

Slimme oplossingen voor de uitdagingen van morgen. Als dé innovatieve regio van Nederland is dat waar we in Brabant iedere dag aan werken. Oplossingen voor slimme mobiliteit, gezond ouder worden, en uiteraard de energietransitie. Voor ons hebben we daarbij geen taboes, want alle innovaties zullen nodig zijn om onze afhankelijkheid van fossiele brandstoffen op tijd af te bouwen. Ook nucleaire energie. Dat komt goed uit, want in Brabant hebben we de slimme maakindustrie die hiervoor de benodigde kennis en capaciteiten in huis heeft.

Daarom ben ik ervan overtuigd dat nucleaire energie voor veel landen een rol gaat spelen in hun toekomstige energiemix. In Brabant houden we het niet alleen bij voornemens, maar steken we de handen uit de mouwen. We sloegen de handen ineen met onderzoeksinstellingen en bedrijfsleven om de technologie rondom gesmoltenzoutreactoren te versnellen. Want een ondernemende overheid moet gecalculeerde risico's durven nemen. Wij denken dat deze technologie een grote bijdrage gaat leveren aan de energietransitie, maar dan moeten we er wel in durven te investeren. We steken dus onze nek een beetje uit, maar dat is het waard: als deze technologie een succes blijkt te zijn, staan we aan het begin van een nieuwe duurzame energiesector en een nieuw succesverhaal voor de Brabantse economie.

Bij onze investering hoort ook deze Strategische verkenning kernenergie. Wij zien dat Brabantse onderzoeksinstituten en onze slimme maakindustrie goed aansluiten op de competenties en technologieën die nodig zijn voor de volgende generatie nucleaire reactoren. Maar onze ambitie moet realistisch zijn. Daarom hebben we laten onderzoeken hoe we onze ambitie het beste kunnen vormgeven, en wat er nodig is om de kans op slagen te vergroten. Welke rol kan kernenergie spelen in de Brabantse en Nederlandse energiemix? Wat is de stand in de rest van Nederland en de wereld? Kunnen we ons kennis- en bedrijvenscluster realistisch en robuust uitbreiden? En wat levert het ons allemaal op?

Ik ben blij met de realistische kijk die onafhankelijk onderzoeker Ben Engel ons voorspiegelt. Nucleaire energie heeft toekomst, maar vereist (internationale) samenwerking. Gelukkig zit samenwerking in het Brabantse DNA. Samen met overheden, kennisinstellingen en bedrijven – binnen en buiten Brabant – gaan we aan de slag. We hopen dat u net zo wijs wordt van deze verkenning als wij, en zien u graag samen met ons werken aan de nucleaire technologie van de toekomst. Die vind je in Brabant!



Martijn van Gruijthuijsen
Gedeputeerde Economie,
Talentontwikkeling en Financiën

Inhoud

Voorwoord	2	7. Antwoord op de onderzoeksvragen	14
1. Over de Innovatiecoalitie Nucleair	4	8. Aanbevelingen	15
2. Wat waren de onderzoeksvragen?	5	8.1 Langetermijnvisie en actieplannen	15
3. Kernreactoren	6	8.2 Wet- & Regelgeving	16
3.1 De hoofdgroepen (in vermogen)	6	8.3 Financiering	16
3.2 Verschillen in omvang	7	9. Een robuust nucleair cluster in Brabant of Nederland?	17
4. Status kernenergie in Nederland: een nucleaire <i>renaissance</i>	8	9.1 Nucleair kennis- en bedrijvencluster in Brabant	18
5. Kernreactoren: generatie 3, 3+ en 4	9	9.2 Activiteiten toekomstig nucleair cluster Brabant of Nederland	19
6. De bouwstenen van het energiesysteem mét kernenergie	10	10. Internationale toetsing van de bevindingen in dit onderzoek	20
6.1 Realisatie van een duurzaam energiesysteem in Brabant en Nederland mét kernenergie: de bouwstenen	11	11. Bezocht en gesproken	22
6.2 Randvoorwaarden voor succes	12		
6.3 Wat levert dat op?	13		

1. Over de Innovatiecoalitie Nucleair

In 2022 lanceerde de provincie Noord-Brabant de Innovatiecoalitie 'Nucleaire energie voor de toekomst', met als doel het ontwikkelen van een generatie-4 kernreactor.

De provincie Noord-Brabant heeft hiervoor budget ter beschikking gesteld aan vier werkpakketten die zouden leiden tot de ontwikkeling van een generatie-4 kernreactor: een gesmolten zout reactor (Molten Salt Reactor). Met de provinciale subsidie wordt gebouwd aan de kennis en kunde die nodig is om in 2030 een Molten Salt Reactor te kunnen bouwen, waar dit ook zal zijn.

De Innovatiecoalitie bestaat uit vier werkpakketten:

- **Kennis uit het buitenland.** Contacten leggen met ontwerpers en kenniscentra rondom Molten Salt Reactors om deze te toetsen en aan te trekken. Dit werkpakket versterkt de anderen.
- **Kennis in Brabant.** Het kickstarten van onderzoek naar de grootste uitdagingen van Molten Salt Reactors.
- **Ontwerpen in Nederland.** Het ondersteunen van de Molten Salt Reactor-startup Thorizon en de Groeifondsaanvraag MOSAIEC voor een maximale multiplier.
- **Bouwen in Brabant.** Het koppelen van Brabantse High Tech- en materiaalbedrijven in een cluster rondom Thorizon. Zo kan in een vroeg stadium de benodigde kennis en kunde voor de bouw van een reactor ontwikkeld worden.



2. Wat waren de onderzoeksvragen?

In opdracht van de provincie Noord-Brabant ging onafhankelijk adviseur Ben Engel aan de slag met een strategische verkenning waarbij hij antwoorden zocht op drie onderzoeksvragen.

1. Wat is de stand van zaken in Nederland en de rest van de wereld wat betreft de ontwikkeling en implementatie van kernenergie in al haar verschijningsvormen : grootschalige kerncentrales, Small Modular Reactors en microreactors?
2. Kan kernenergie realistischerwijs onderdeel uitmaken van de Brabantse energiemix na 2030?
3. Is het denkbaar dat in Brabant een robuust bedrijven- en kenniscluster ontwikkeld wordt op het gebied van civiele nucleaire energie en technologie?
 - Als het antwoord hierop 'ja' is, wat zijn dan de absolute do's and don'ts in dit toekomstige proces?
 - Hoe kunnen we leren van voorbeelden in Nederland en vooral in het buitenland?
 - Kunnen we met (buitenlandse) partners samenwerken?
 - Wat moeten we als lokale, regionale en nationale overheid voor huiswerk doen om dit mogelijk te maken? En wanneer?



Alle puzzelstukjes moeten aanwezig zijn en passen: samenhang is de sleutel tot success.

Startpunt: nucleaire energie is een puzzel

Marktvraag en behoefte

Maatschappelijk en politiek draagvlak

Langetermijnvisie en plan

Infrastructuur

Wet- en regelgeving

Technologie

Financiering

Talent en arbeidsmarkt

3. Kernreactoren

De verschillende soorten kernreactoren zijn onderverdeeld in drie hoofdgroepen: grootschalige kerncentrales, Small Modular Reactors en microreactors. Deze kernreactoren verschillen in zowel vermogen als omvang.

3.1 De hoofdgroepen (in vermogen)



Grootschalige kerncentrales voor energieopwekking:

- Vermogen: groter dan of gelijk aan 700 of 900 megawatt
- Generatie 3 of 3+



Small Modular Reactors:

- Vermogen: 50 tot 300 of 470 megawatt
- Generatie 3+ of 4
- Een Molten Salt Reactor is ook een Small Modular Reactor- of microreactor-variant



Microreactors:

- Vermogen: 5 tot 50 megawatt
- Generatie 3+ of 4



3.2 Verschillen in omvang

Ontario Power Generation Darlington Nuclear Generating Station in Ontario, Canada:

Groot

Vooraanzicht van de vier hoogvermogen CANDU-reactoren op de site van circa 4 x 1.200 megawatt.



Dit is een luchtfoto van 'Darlington', één van de grootste nucleaire energiesites vlakbij Toronto. In de grote witte gebouwen op de voorgrond worden 4 grootschalige kernreactoren gehuisvest. Achter de Darlington is met een witte stip aangeduid waar de elektriciteitsmaatschappij Ontario Power Generation 2 tot 4 Small Modular Reactors van het type GE-Hitachi BWRX-300 bouwt.

Klein

De bouwplaats waar 2 tot 4 GE Hitachi BWRX-300 Small Modular Reactors van 300 megawatt komen te staan.



Deze afbeelding is een impressie van de Small Modular Reactor type GE-Hitachi BWRX-300. Het is een wit gebouw en een weg, parkeerplaats en gras eromheen.

4. Status kernenergie in Nederland: een nucleaire *renaissance*

Een tiental jaren geleden was het opwekken van kernenergie door kerncentrales een techniek waarvan we dachten afscheid te nemen. Maar tegenwoordig zijn er nieuwe inzichten en technieken (geavanceerde reactoren) waarbij kerncentrales een belangrijke rol gaan spelen. We spreken van een nucleaire *renaissance*.

Levensduurverlenging

Het Rijk heeft besloten de levenscyclus van de enige overgebleven generatie 3 kerncentrale in Nederland (Borssele) met 10 jaar te verlengen.

Nieuwbouw: Project 1

Er wordt een aanbesteding voorbereid voor de bouw van twee generatie 3+ kerncentrales met een vermogen van elk 1.000 tot 1.650 megawatt op dezelfde locatie. Geschat budget: ruim 8 tot 10 miljard euro.

Nieuwbouw: Project 2

De bouw is gestart van de nieuwe PALLAS-reactor, opvolger van de zeer succesvolle onderzoeks- en medische isotopenreactor in Petten. Geschat budget: 1,8 tot 2 miljard euro.

Marktpotentieel

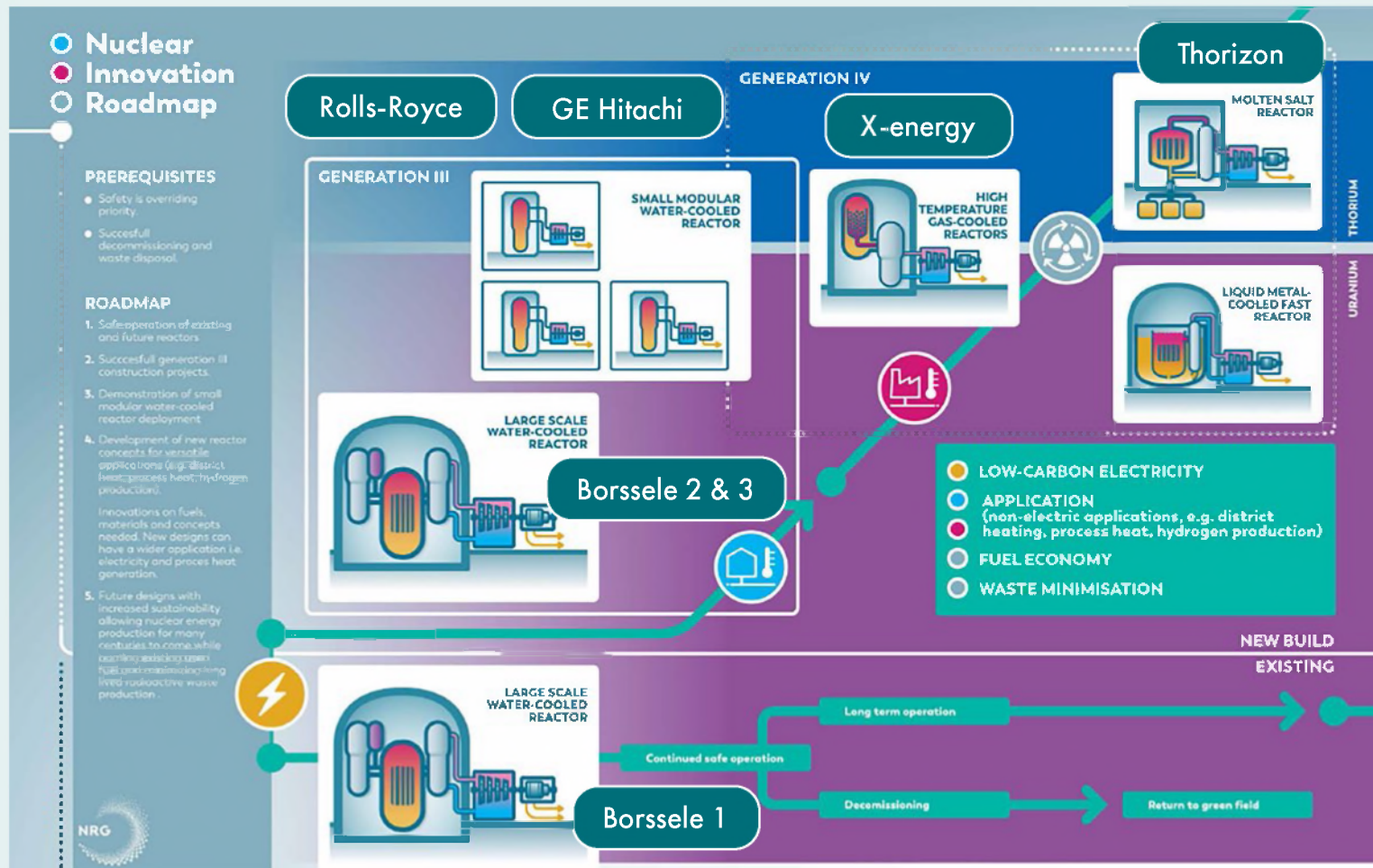
Op provinciaal niveau (met financiële steun van de nationale overheid) groeit de belangstelling exponentieel om kleine modulaire reactoren (Small Modular Reactors) te integreren in de opwekking van elektriciteit en warmte. De vijf industriële hoofdclusters in Nederland zoeken allemaal de optimale weg naar decarbonisering.

Research & Development

Een internationaal consortium rond de Nederlandse scale-up Thorizon Group werkt aan de ontwikkeling en certificering van een nieuw type generatie 4 gesmolten zout reactor.



5. Kernreactoren: generatie 3, 3+ en 4



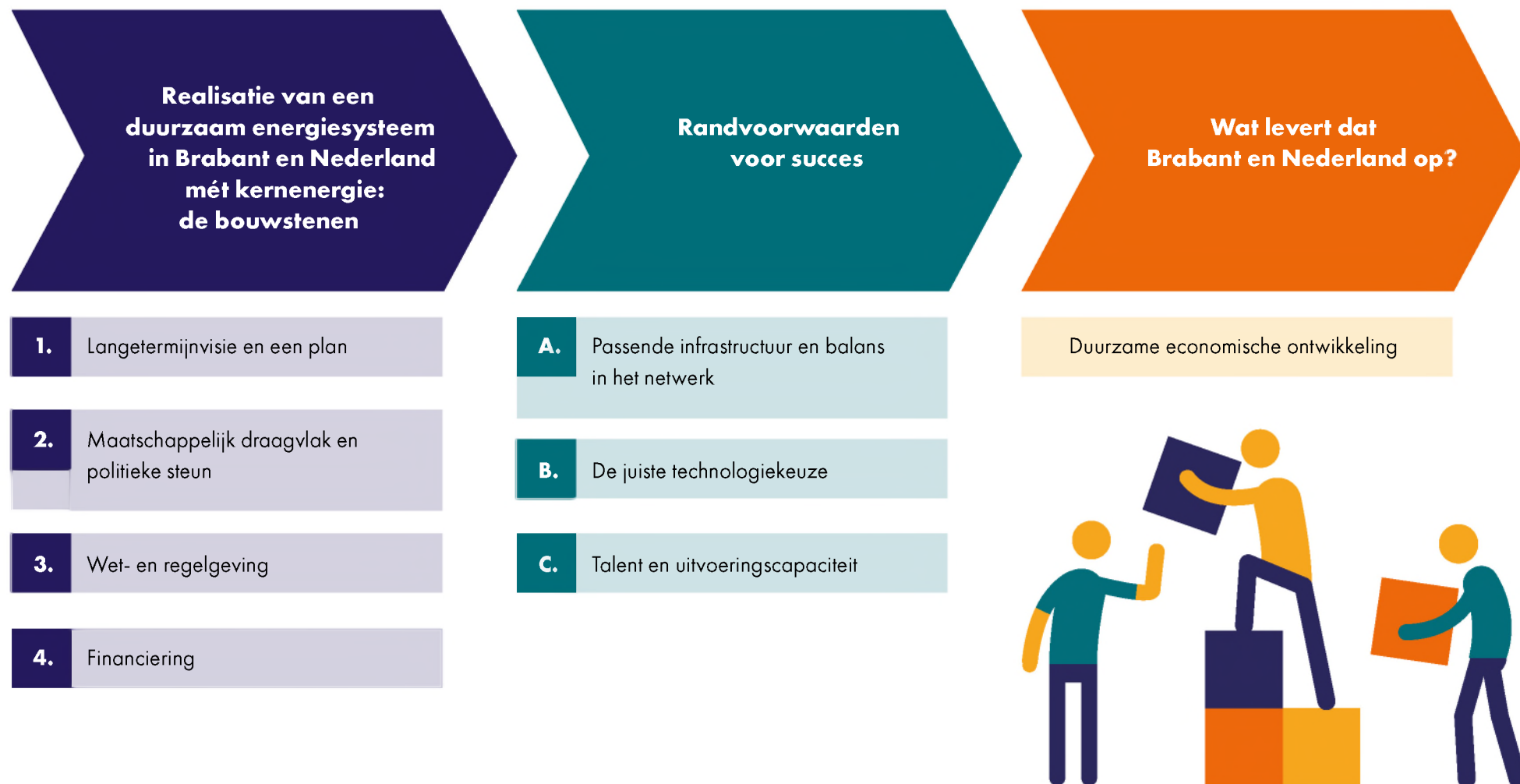
Figuur 1

- Indeling van reactor-concepten op basis van toegepaste techniek.
- Een onderscheid wordt gemaakt tussen bestaande technologie en geavanceerde reactoren.
- De mate van geavanceerdheid neemt toe van linksonder naar rechtsboven.
- Meer geavanceerde reactorconcepten kunnen (beter) bijdragen aan hoge-temperatuur proceswarmte en aan een verduurzaming van de splijtstofcyclus.

Originele figuur van 'Marktanalyse Small Modular Reactors 2023' van NRG. De figuur is bewerkt door Ben Engel.

6. De bouwstenen van het energiesysteem mét kernenergie

We zoomen in op de bouwstenen voor de realisatie van een duurzaam energiesysteem met kernenergie, de bijbehorende randvoorwaarden voor succes en welke voordelen dat oplevert voor zowel Brabant als Nederland.



6.1 Realisatie van een duurzaam energiesysteem in Brabant en Nederland mét kernenergie: de bouwstenen

1. Langetermijnvisie en een plan

- Wat hebben we nodig? Energie-inventarisatie kwantitatief en kwalitatief?
- Waar willen we heen? Visie?
- Hoe gaan we dat doen? Concreet plan en fasering?
- Commitment voor de ultra lange termijn: 60 jaar effectieve levensduur, exclusief 5 tot 12 jaar bouwtijd en x jaar ontmanteling.
- Ruggengraat en verantwoordelijkheidszin.
- Realiteitszin: 'Kies een ontwerp en blijf daarbij'.
- Werk internationaal samen. Het elektriciteitsnet en warmtenet houden niet op bij de grens. We kunnen energiebronnen en netwerken delen.

2. Maatschappelijk draagvlak en politieke steun

- Informeer en betrek de burger meer.
- Deel je visie, bespreek deze en pas aan waar nodig.
- Neem de burger serieus: hij of zij begrijpt meer dan je denkt.
- Communiceer over de plannen, inclusief de kansen, risico's en aanpak.
- Wees eerlijk en realistisch over successen en obstakels.

3. Wet- en regelgeving

- Onderzoek waar je de wet- en regelgeving, certificering en vergunningverlening moet aanpassen om met nieuwe typen kernreactoren te kunnen werken.
- Zet die aanpassingen in gang: zoek verbetering en versnelling van het proces.
- Zorg dat verantwoordelijke overheden en autoriteiten (waaronder ANVS) op tijd voldoende menskracht en kennis in huis hebben.
- Werk internationaal samen: leer van elkaar en vindt het wiel niet steeds opnieuw uit.

4. Financiering

- Publieke co- of hoofdfinanciering en risicoafdekking is een randvoorwaarde. Reserveer die middelen.
- Heb een ultralange termijn visie (60+ jaar) en maak een dito financieringsplan en financieringsmodel (eigendom, operatie, exploitatie, enzovoort).
- Ruggengraat en realiteitszin ('Afspraak is afspraak'): ook na 5, 10, 15 en 20 jaar.
- Werk internationaal samen. De vereiste investeringen zijn hoog en het aantal partijen met kennis van zaken in dit type projecten is beperkt.

6.2 Randvoorwaarden voor succes

A. Passende infrastructuur en balans in het netwerk

- Base load stabiliteit in combinatie met duurzame energieopwekking
- Hoogspanningslijnen
- Energieopslag
- Schakelstations
- Netwerkaansluitingen
- Pijpleidingen
- Internationale samenwerking

B. De juiste technologiekeuze

- Reactortype en brandstofsoort
- Besturingssystemen
- Utiliteitsbouw
- Materialen
- Opslag radioactief materiaal
- Verwerking gebruikte brandstof
- Internationale samenwerking: kostbare verwerkings- of opslagfaciliteiten delen en de uraniumketen circulair maken

C. Talent en uitvoeringscapaciteit

- Zorg dat voldoende arbeidskrachten met de juiste competenties op het juiste moment beschikbaar zijn voor de ontwikkeling, realisatie én operatie van de centrales.
- Ontwikkel en zoek gekwalificeerde en gecertificeerde bedrijven, instituten en onderwijsinstellingen en maak of hou ze actief in Nederland.
- Zorg dat de overheid regisseert en steunt waar zij dat niet aan de markt kan overlaten.
- Internationale samenwerking: zoek ervaren leveranciers en operators van kerncentrales in het buitenland en vraag ze om onze operators te helpen opleiden.

6.3 Wat levert dat op?

Duurzame economische ontwikkeling

- Duurzaam energiesysteem.
- Behoud van de Nederlandse energie-intensieve industrie waar gewenst.
- Kans op de ontwikkeling van een robuust Nederlands kennis- en bedrijvencluster in kernenergie.
- Versterking van de Nederlandse hightech sector.
- Structurele bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlands economie en maatschappij.
- Nieuwe onderwijs- en ontwikkelingskansen voor de jeugd in Nederland.
- Mogelijke bijdrage aan de duurzame en economische energie-ontwikkeling in opkomende landen en markten.

**Samenhang bereiken tussen
alle bouwstenen is de sleutel
voor uiteindelijk succes!**



7. Antwoord op de onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk geven we antwoord op de onderzochte vragen. Kan kernenergie na 2030 onderdeel uitmaken van de Brabantse energiemix? Is het denkbaar dat in Brabant een robuust bedrijven- en kenniscluster wordt opgebouwd? En zo ja, op welke manier?

Vraag: Kan kernenergie realistischerwijs onderdeel uitmaken van de Brabantse energiemix na 2030?

Antwoord: Ja, kernenergie moet onderdeel zijn van de energiemix in Noord-Brabant na 2030, omdat deze anders onvoldoende capaciteit (elektriciteit én warmte) en netstabiliteit heeft voor burgers en energie-intensieve industrie.

Vraag: Is het denkbaar dat in Brabant een voldoende robuust en profijtelijk bedrijven- en kenniscluster op het gebied van civiele nucleaire energie en technologie wordt opgebouwd?

Antwoord: Ja, dit is denkbaar op voorwaarde dat de overheid (nationaal en regionaal) investeert in (de voorbereiding van) mogelijke implementatie van kernenergie Small Modular Reactors en of de ontwikkeling van eigen nucleaire kennis en kunde. De meest kansrijke optie in dat laatste kader: Molten Salt Reactor-technologie.

Vraag: Overkoepelend geldt voor deze laatste twee vragen: als het antwoord hierop 'ja' is, wat zijn dan de absolute do's and don'ts in dit toekomstige proces?

- Hoe kunnen we leren van voorbeelden in Nederland en vooral in het buitenland?
- Kunnen we met (buitenlandse) partners samenwerken?
- Wat moeten we als lokale, regionale en nationale overheid voor huiswerk doen om dit mogelijk te maken en wanneer?

Antwoord:

- Zie het stroomschema op de vorige pagina's met de bouwstenen van een succesvol energiesysteem met kernenergie.
- Internationale samenwerking is een 'must'.

8. Aanbevelingen

We bespreken de adviezen op het gebied van langetermijnvisie, wet- en regelgeving en financiering.

8.1 Langetermijnvisie en actieplannen

Start Actieplan Kernenergie Small Modular Reactors Noord-Brabant. Soortgelijke activiteiten zijn ook in andere provincies in Nederland nodig.

Het plan bestaat uit urgente activiteiten ('huiswerk') die we nu moeten ondernemen. Onderstaande acties zijn op een rij gezet tijdens een brainstormsessie met Nuclear-21:

- Stel een *whitepaper* op waarin de waarde en noodzaak van kernenergie wordt onderbouwd en op begrijpelijke wijze wordt uitgelegd aan alle belanghebbenden.
- Inventariseer (eventueel onder geheimhoudingsverklaring) de energiebehoefte van de Brabantse (energie-intensieve) industrie.
- Ontwikkel een visie op de toepassing van kernenergie of Small Modular Reactors samen met stakeholders, zoals: de overheid, burgers, energie-intensieve industrie, industriële toeleveringsketens, enzovoort.
- Ontwikkel een integrale visie op de energietransitie en bepaal hoe het toekomstige energie- en warmtenetwerk in Brabant (verbonden met de rest van Nederland) eruit moet zien.
- Inventariseer alle relevante bedrijventerreinen in Brabant en hun (collectieve) energiebehoefte.
- Voer een TRL-beoordeling uit van de meest veelbelovende Small Modular Reactor-technologieën: wat is realistisch haalbaar en wanneer?
- Ontwikkel mogelijke financieringsopties voor de ontwikkeling en implementatie van Small Modular Reactors.
- Onderzoek de energetische synergiën tussen verschillende industriële en of regionale clusters die van invloed kunnen zijn op de keuze van de Small Modular Reactor technologie en de financieringsopties.
- Onderzoek wat de kansen zijn voor de Brabants of Nederlandse industriële hightech supply chain bij de ontwikkeling, implementatie en exploitatie van Small Modular Reactors.



8.2 Wet- & Regelgeving

Voer voorafgaand aan het nemen van beslissingen over kernenergie onderzoek uit om te bepalen of en op welke wijze gemeentelijke bestemmingsplannen aangepast moeten worden.

- Dat hoeft geen locatieonderzoek of locatiekeuze te zijn, maar is nuchter vooronderzoek om later tijd te besparen mocht er (met draagvlak van alle betrokkenen) ergens in Brabant wel gekozen worden voor energievoorziening met behulp van een kernreactor.
- Tegelijkertijd is het een nuchtere analyse van hoe de afstemming met het Rijk optimaal kan worden vormgegeven zonder onnodig tijdverlies.

8.3 Financiering

- Provincie Noord-Brabant werkt nauw samen met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en de Programmadirectie Kernenergie in de **ontwikkeling en implementatie van het Small Modular Reactor-subsidieprogramma** en voorziet deze organisatie op zeer korte termijn van financierbare (demonstratie-)projecten.
- Provincie Noord-Brabant **ondersteunt Thorizon Group en partners financieel bij de verdere ontwikkeling van haar Molten Salt Reactor.** Hiervan zullen we (als Thorizon succesvol is) de financiële vruchten pas over 10 jaar plukken. Er is dan een volledig Molten Salt Reactor-cluster in Brabant of Nederland (en Frankrijk) ontwikkeld.

Ook hierin wordt samenwerking gezocht met andere provincies en of het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hetzij via Programmadirectie Kernenergie van het directeuren-generaal Klimaat en Energie dan wel via het directeuren-generaal Innovatie of Groeifonds).

9. Een robuust nucleair cluster in Brabant of Nederland?

Kan er in Brabant of Nederland een cluster gerealiseerd worden van ontwikkelende of toeleverende bedrijven op basis van huidige kennis en kunde? En zo ja, op welke activiteiten zou zo'n toekomstig cluster zich specifiek kunnen richten?

Er is in Nederland voldoende kennis en kunde die een bijdrage kan leveren aan ontwikkeling en implementatie van onderdelen van kerncentrales en de ondersteunende keten:

- Een nucleair cluster van een aantal kennisinstellingen, een handvol bedrijven, een capabele stralingsautoriteit en een verantwoordelijk ministerie dat weer aan het opschalen is. De omvang van dit cluster is bescheiden, maar op deelgebieden is de kennis zeer hoogwaardig.
- Nederland is internationaal vooraanstaand in de productie en toepassing van medische isotopen in de gezondheidszorg. De reactor in Petten en haar opvolger PALLAS spelen daar een belangrijke rol in.

In de tabel die hiernaast wordt getoond staan bedrijven en instellingen die in Nederland al actief zijn in, met óf voor de nucleaire sector. In deze tabel staan ook bedrijven die zich concreet aan het verdiepen zijn in de vraag of en hoe kernenergie iets voor hen kan betekenen.

Admatec	Huisman Equipment	SHINE
Bilfinger-Tebodin	Impuls	Smart Delta Resources
Brightsite	KSB	Stork
Chemelot	NRG	Thorizon
COVRA	PALLAS	TU Delft
DEMCON	PDENH	TU Eindhoven
DIFFER	Reactor Instituut Delft	TU Twente
EPZ	Royal Haskoning DHV	Urenco
HIT	Schelde Exotech	VDL
Hogeschool Zuid	Schunk Xycarb	



9.1 Nucleair kennis- en bedrijvencluster in Brabant

- In Brabant bevindt zich een verzameling hightech bedrijven dat zeker opereert op een vergelijkbaar hoogwaardig technologisch niveau als de nucleaire sector, maar niet of maar in beperkte mate in de nucleaire sector actief is.

Alleen als er in Nederland gerichte ontwikkelingstrajecten gestart worden en er op termijn structurele marktkansen voor hen te verwachten zijn in kernenergie, wordt het voor deze bedrijven de moeite waard om significante nucleaire capaciteit op te bouwen en nucleair gecertificeerd te worden.

- Dat betekent concreet dat er in Brabant (en dat geldt voor heel Nederland):
 - óf nucleaire ontwikkelingsprogramma's gestart (en deels gefinancierd) moeten gaan worden;
 - óf kerncentrales aangeschaft moeten gaan worden;
 - óf een combinatie van de twee.

Dan kan er een cluster van ontwikkelende of toeleverende bedrijven gerealiseerd worden op basis van de huidige expertise in de regio aangevuld met nucleaire kennis en kunde elders in Nederland en in het buitenland.

9.2 Activiteiten toekomstig nucleair cluster Brabant of Nederland

Op welke activiteiten zou zo'n toekomstig cluster zich specifiek kunnen richten?

- **Co-ontwikkeling van de Molten Salt Reactor van de Thorizon Group** met interessante, grote partners in Frankrijk zoals Orano.
- **Ontwikkeling van systemen, componenten en of diensten voor nieuwe kerncentrales** die (mogelijk) **in Nederland** gebouwd gaan worden:
 - De Pallas onderzoeksreactor in Petten, Noord-Holland. Partners in dit project: het Argentijnse staatsbedrijf INVAP en de Nederlandse partners Croonwolver&dros en Mobilis. INVAP is gespecialiseerd in het ontwerp en de bouw van complexe technische systemen, met de nadruk op nucleaire, multifunctionele reactoren.
 - Grootchalige kerncentrales Borssele 2 en 3: er wordt een aanbesteding voorbereid door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Huidige kernreactorbouwers die geïnteresseerd zijn in het leveren van de centrales: EDF (Frankrijk), Westinghouse (Canada), Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP, Korea).
 - Extra elektriciteitscentrales (mogelijk Small Modular Reactors) om de Nederlandse industrie te verduurzamen en of waterstof duurzaam te produceren. GE Hitachi, Rolls-Royce SMR en Last Energy verkennen actief de Nederlandse markt, en dat geldt ook voor (deels) minder ontwikkelde systemen van concurrenten als Seaborg, X-energy, NuScale en TerraPower.

- **Ontwikkeling van systemen, componenten en of diensten van of voor nieuwe kerncentrales** (waaronder kernfusiereactoren) **die waar ook ter wereld gebouwd zullen worden.**

Een potentiële kracht van de Nederlandse en Brabantse high-tech industrie is fabricagetechnologie of system engineering: de modules van de Small Modular Reactors van de toekomst worden seriematig geproduceerd, in centraal gelegen, gespecialiseerde *manufacturing hubs*.

Veel van deze productieprocessen zijn nog in ontwikkeling.

10. Internationale toetsing van de bevindingen in dit onderzoek

De resultaten van deze strategische verkenning zijn voorgelegd aan vakspecialisten uit Japan, Noord-Amerika en het Verenigd Koninkrijk. In dit hoofdstuk lees je over de gesproken partners en de uitkomsten van deze studiereizen.

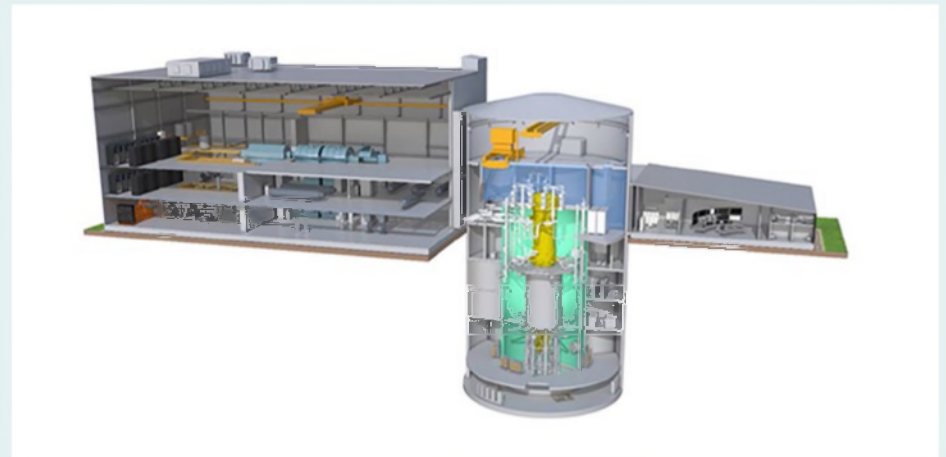
Japan

De onderzoekers mochten een week lang het gehele Japanse nucleaire ontwikkelingscluster bezoeken om de nucleaire ontwikkelingen in de wereld te bespreken, inclusief lopende contacten met kernfusiebedrijf EX-Fusion.



Verenigde Staten en Canada

De 10-daagse onderzoeksreis was een voortzetting van lopende contacten met GE Hitachi over de ontwikkeling en implementatie van de BWRX-300 SMR in de Verenigde Staten, Estland en vooral in Canada. We hadden de gelegenheid om de ontwikkelingen te bespreken met alle betrokken stakeholders, uit het bedrijfsleven, de wetenschap, de financiële wereld en de overheid in zowel Ontario als Saskatchewan.



Verenigd Koninkrijk

Het bezoek was een voortzetting van de contacten met Rolls-Royce SMR en ULC Energy met betrekking tot de mogelijke toepassing van de Rolls-Royce SMR in Nederland.

Het doel van de studiereizen was tweeledig: **enerzijds kennisverwerving en netwerkontwikkeling en anderzijds partner search.**



Op deze afbeelding staat een impressie van de buitenkant van de Rolls-Royce SMR uit het Verenigd Koninkrijk. Het zwarte dak heeft een organische vorm en staat in een groene omgeving met gras en bomen.



Op deze afbeelding staat een impressie van de binnenkant van de Rolls-Royce SMR uit het Verenigd Koninkrijk.

11. Bezocht en gesproken



HITACHI



GE VERNOVA



EX-Fusion



SaskPower

TOSHIBA



SMR



Japan Atomic Energy
Agency



Crown Investments Corporation of
Saskatchewan

IHI

IHI Corporation
(Ishikawajima-Harima Heavy
Industries)



MITSUBISHI
HEAVY INDUSTRIES

ONTARIOPOWER
GENERATION



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Provincie Noord-Brabant

Brabantlaan 1
5216 TV 's-Hertogenbosch
April 2024

brabant.nl

Ben Engel

Engel – Een Heldere Blik
helder@benengel.nl
+31 (0)6 52 61 26 71

linkedin.com/in/fbengel/

Dijkstraat 11 RD
2011 AM Haarlem
Nederland / The Netherlands