

# Small Modular Reactors in Nederland

Bevindingen uit de SMR-simulaties



 **ARCADIS**

**Andersson  
Elffers  
Felix**

 **TU Delft**



**NUCLEAR** <sup>21</sup>  
PERSPECTIVE FOR YOUR DECISIONS

  
**DNV**

# **Small Modular Reactors in Nederland**

*Bevindingen uit de SMR-simulaties*

*In opdracht van*

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

november 2025

# Inhoudsopgave

1.	SMR-simulaties.....	5
1.1	Context en doel van het project .....	5
1.2	Wat is een SMR .....	8
1.3	Dit rapport .....	11
2.	Inpassing SMR's in het energiesysteem.....	13
2.1	Inleiding .....	13
2.2	Opgedane inzichten (observaties) .....	14
2.3	Denkbare handelingsperspectieven.....	17
3.	Een SMR realiseren .....	21
3.1	Inleiding .....	21
3.2	Opgedane inzichten (observaties) .....	23
3.3	Denkbare handelingsperspectieven.....	33
4.	Bijdragen aan het realiseren van een SMR .....	35
4.1	Inleiding .....	35
4.2	Opgedane inzichten (observaties) .....	36
4.3	Denkbare handelingsperspectieven.....	47
5.	Mogelijke rollen van de overheden.....	51
5.1	Inleiding .....	51
5.2	Opgedane inzichten (observaties) .....	52
5.3	Denkbare handelingsperspectieven - strategieën Rijksoverheid.....	56
6.	Stakeholderperspectieven .....	59
6.1	Inleiding .....	59
6.2	Vorbereiding – beleid en markt .....	59
6.3	Vorbereiding van een initiatief - vergunningen en ontwerp.....	61
6.4	Realisatie: vergunningen en bouw .....	67
6.5	Exploitatie: in bedrijf en ontmanteling.....	69
7.	Belangrijkste bevindingen .....	71

Bijlage A	Overzicht van SMR-technologie en mogelijke toepassingen .....	75
A.1.	Inleiding .....	75
A.2.	Wat zijn SMR's? .....	75
A.3.	Typen SMR's.....	76
A.4.	SMR's in de energiemarkt.....	79
A.5.	Ruimtelijke inpasbaarheid van SMR's.....	80
A.6.	Bouw en toeleveringsketen .....	81
A.7.	Splijstof en splijstofcyclus .....	82
A.8.	Overige milieuaspecten .....	84
A.9.	Ontmanteling.....	86
Bijlage B	Aspecten bij ruimtelijke inpassing van SMR's .....	89
Bijlage C	Wet- en regelgeving .....	91
C.1.	Inleiding .....	91
C.2.	Kernenergiewet .....	91
C.3.	Omgevingswet .....	95
C.4.	Voorbeeldprocedures.....	98
Colofon	.....	103



# Hoofdstuk 1

# SMR-simulaties

## 1.1 Context en doel van het project

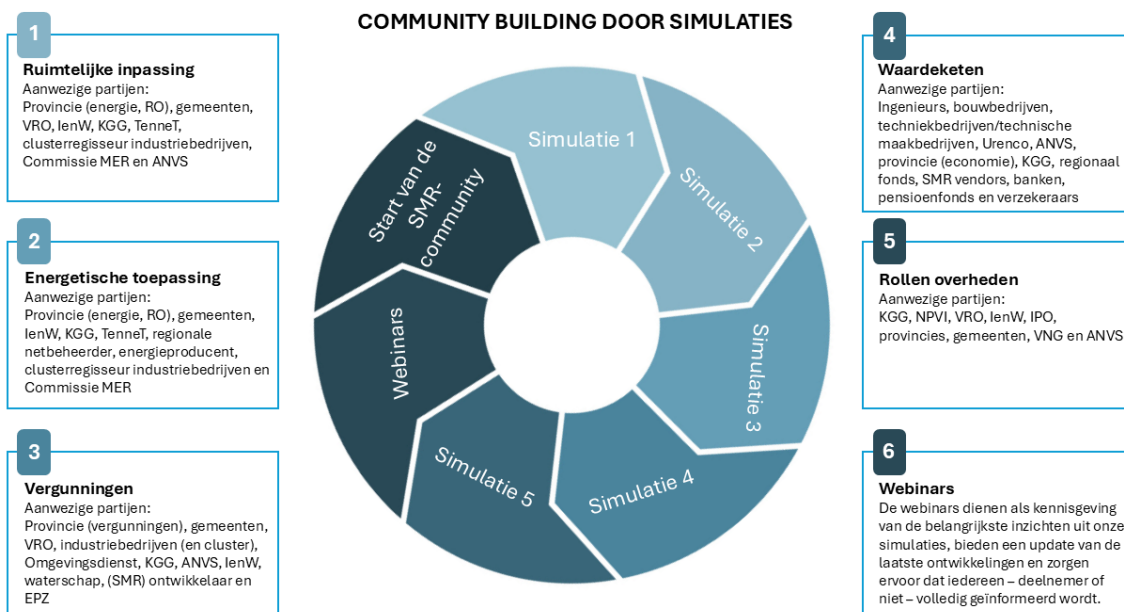
### Het project

Op weg naar een klimaatneutraal Nederland in 2050 heeft het kabinet de ambitie om de elektriciteitsproductie in ons land uiterlijk in 2035 CO<sub>2</sub>-neutraal te maken. Kernenergie kan hierin een belangrijke rol spelen. In het Nationaal Plan Energiesysteem heeft het kabinet gekozen om toe te werken naar 7 GW kernenergie. Small Modular Reactors (SMR's) kunnen daar mogelijk op termijn een bijdrage aan leveren. Aanvullend op de eerder in gang gezette stappen voor de realisatie van twee kerncentrales, bereidt het kabinet de bouw van twee extra kerncentrales in Nederland voor. Daarnaast worden de mogelijkheden voor meerdere kleine centrales onderzocht.

Het Rijk heeft een SMR-programma opgezet dat is gericht op het anticiperen op de mogelijke komst en realisatie van SMR's in Nederland en op het beantwoorden van vragen van stakeholders. Het doel is om de potentie en voorwaarden voor ontwikkeling en bouw van SMR's verder te concretiseren en om stakeholders in een geïnformeerde positie te brengen. Op die manier kan in gezamenlijkheid de vooruitgang op het gebied van SMR's worden gevolgd en kan er adequaat op die ontwikkelingen worden ingespeeld.

Met de antwoorden en informatie die voortkomen uit het programma, worden kansen en bijbehorende noodzakelijke randvoorwaarden in kaart gebracht. Deze informatie wordt benut voor de onderbouwing van een nationale SMR-strategie. Meer informatie over de kabinetsplannen met betrekking tot kernenergie is te vinden op [www.overkernenergie.nl](http://www.overkernenergie.nl). Een onderdeel van het SMR-programma is het simuleren van de processen rond de ontwikkeling en realisatie van SMR's (programmaliijn 1). Deze interactieve simulaties met

stakeholders zijn bedoeld om knelpunten, kansen en risico's in de te maken keuzes en het besluitvormingsproces te identificeren. Daarnaast hebben deze interactieve simulaties als doel *joint fact finding* en kennisuitwisseling tussen de verschillende stakeholders. Door het nabootsen van de processen krijgen de stakeholders waardevolle inzichten over de ontwikkeling en implementatie van SMR's. De inzichten die in de simulaties zijn opgedaan, worden op verschillende manieren gedeeld met een brede groep stakeholders.



In dit rapport worden de bevindingen gepresenteerd die tijdens de simulaties en de bijbehorende terugkomdagen zijn opgedaan. Daarin komen de kennis en ervaring van de deelnemers aan de simulaties samen met de expertise van het ministerie van KGG en van het organiserende consortium<sup>1</sup>.

De bevindingen uit de simulaties worden ook gedeeld en besproken in een serie van drie webinars die na publicatie van dit rapport plaatsvinden. Daarnaast wordt de opgedane kennis verwerkt in de informatie op de website van het ministerie van KGG [www.overkernenergie.nl](http://www.overkernenergie.nl)<sup>2</sup> en in de *SMR-kennismodule* die op deze website te vinden is. In dit rapport worden naast de bevindingen ook handelingsperspectieven en handvatten aangereikt die de onzekerheid bij de ontwikkeling van SMR's verkleinen, voorspelbaarheid vergroten en barrières kunnen wegnemen.

<sup>1</sup> Consortium bestaande uit Arcadis, AEF, Nuclear21, TU Delft en DNV-GL.

<sup>2</sup> [www.overkernenergie.nl](http://www.overkernenergie.nl)

## Wat is een simulatie?

Een simulatie is een methode om realistische processen, situaties of systemen na te bootsen in een gecontroleerde omgeving. In het kader van het SMR-programma zijn simulaties uitgevoerd in de vorm van spelsimulaties en geleide gesprekken. In deze simulaties werden verschillende thema's geagendeerd en besproken in een gestileerde omgeving en aan de hand van gestileerde casussen. Door middel van scenario's werden stakeholders zoals overheden, bedrijven en experts uitgedaagd om samen te werken, in gesprek te gaan, keuzes te maken en oplossingen te vinden voor potentiële uitdagingen. In iedere simulatie hadden de deelnemers een actieve rol en moesten ze vanuit verschillende perspectieven gezamenlijk tot keuzes komen rond het realiseren van SMR's. Tijdens de sessie stelden de deelnemers vragen aan elkaar (kennisuitwisseling), werden uitspraken gecheckt (*joint fact finding*) en kwamen knelpunten, kansen en risico's naar voren. Iedere sessie werd afgesloten met een debriefing om te reflecteren op de ervaringen tijdens het spelen en wat dit betekent voor de Nederlandse situatie.

De spelsimulaties zijn ontwikkeld onder leiding van het TU Delft Gamelab. Voor iedere simulatie is een vergelijkbare aanpak gekozen om duidelijke doelen te hebben definiëren en een valide representatie te geven van de focus van de simulatie. Deze aanpak bestond uit twee tot drie ontwerpessies met experts en stakeholders op het gebied van het thema, een uitwerking van het concept, en één of twee validatiesessies. De inhoud van de simulaties werd aangeleverd door Nuclear21, DNV-GL, Arcadis en het Ministerie van Klimaat en Groene Groei.

Een belangrijke ontwerpkeuze is geweest om te werken met een gestileerde (gesimuleerde) omgeving en gestileerde SMR-ontwerpen. De gestileerde omgeving had de kenmerken van de realiteit van Nederland en van de mogelijke casussen die de komende tijd in Nederland aan de orde kunnen komen. De casussen werden gesitueerd in het nu en in de nabije toekomst, waarbij er nog geen SMR's gerealiseerd zijn in de westerse wereld. Door te werken in deze gestileerde omgeving – en niet in de realiteit van Nederland – was het mogelijk dat deelnemers hun inbreng leverden, zoveel mogelijk los van de belangen van hun organisaties. Ook was het daardoor mogelijk om een breed – zo compleet mogelijk – spectrum van de thema's aan de orde te stellen en een aantal situaties, die mogelijk knelpunten (gaan) opleveren, mee te nemen. Daarnaast gaf deze gestileerde omgeving mogelijkheden om *out-of-the-box* oplossingen te bedenken. De deelnemers aan de simulaties zijn gekozen op grond van hun functie (rol) en deskundigheid, en vertegenwoordigen een goede doorsnede van de betrokken organisaties, stakeholders en kennisvelden. Voor enkele van de simulaties geldt dat niet alle beoogde deelnemers hebben deelgenomen. De rollen die ze zouden vertegenwoordigen zijn wel in de simulaties opgenomen en ingevuld door personen van andere organisaties met voldoende kennis en expertise van deze rollen. In totaal hebben zo'n 130 personen aan de simulaties deelgenomen.

## Thema's

In het kader van de ontwikkeling en implementatie van SMR's zijn tijdens de simulaties verschillende thema's onderzocht. Elk simulatieonderdeel richtte zich op een specifiek aspect van het SMR-programma, waarmee inzichten zijn verkregen die bijdragen aan de realisatie van SMR's in Nederland.

- Ruimtelijke inpassing  
De simulatie over ruimtelijke inpassing onderzocht de relevante ruimtelijke aspecten en de impact van SMR's, evenals mogelijke beleidskaders en procedures die gevolgd moeten worden.
- Energetische in- en toepassing  
Voor de simulatie over energetische in- en toepassing werd de rol van SMR's binnen het energiesysteem verkend. Dit omvatte toepassingen zoals elektriciteitsproductie, warmte- en waterstoflevering, en de inpassing van SMR's in het elektriciteitsnet. De simulatie keek niet naar het geheel van de energiemix of specifieke business cases.
- Vergunningen  
De simulatie over vergunningen richtte zich op de complexe procedures en processen volgens de Kernenergiewet en de Omgevingswet.
- Bouw, toelevering en financiering  
De simulatie over bouw, toelevering en financiering van SMR's verkende hoe SMR's kunnen worden gerealiseerd: wie gaat er bouwen, wie levert de technologie en de componenten en hoe wordt dit alles gefinancierd? Daarbij werd ook gekeken naar de kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven en de bijdrage die Nederlandse bedrijven daaraan zouden kunnen leveren.
- Rollen overheden  
Ten slotte werden de verschillende rollen van overheden belicht. De focus in deze simulatie lag op de rol van bevoegd gezag. Ook kwamen mogelijke rollen van overheden en de interactie tussen nationale, regionale en lokale overheden aan de orde.

## 1.2 Wat is een SMR

### Small Modular Reactors (SMR's)

Small Modular Reactors (SMR's) zijn kernreactoren die zich onderscheiden door hun compacte formaat, modulaire opbouw en veelzijdige inzetbaarheid. Ze zijn ontworpen om flexibiliteit en schaalbaarheid te bieden, waarbij het elektrisch vermogen - doorgaans tot 300-500 megawatt (MWe) - beperkt is. Dankzij hun kleinere gebouw- en terreingrootte, met een ruimtebeslag van slechts enkele voetbalvelden, kunnen ze eenvoudiger worden geïntegreerd op diverse locaties en in verschillende toepassingen. Door de serieproductie in fabrieken kan worden bespaard op productiekosten, kunnen weersinvloeden tijdens de bouw worden beperkt, kan de kwaliteitscontrole worden geoptimaliseerd en kunnen bouwkosten en bouw-/assemblagetijd worden beperkt.

SMR's vallen uiteen in drie hoofdcategorieën.

- **Lichtwaterreactoren (LWR-SMR's)**

Deze baseren zich op de wereldwijd dominante kerntechnologie<sup>3</sup>, ook toegepast in Borssele. LWR-SMR's hebben vermogens tussen 20 en 500 MWe, leveren elektriciteit en warmte met niet al te hoge temperaturen (<300°C), en kunnen vóór 2035 industrieel beschikbaar zijn. Voorbeelden van grotere LWR-SMR's zijn de BWRX-300 van GE Vernova Hitachi, de AP300 van Westinghouse, de SMR-300 van Holtec (allen Verenigde Staten (VS)), de Rolls Royce SMR (Verenigd Koninkrijk (VK)) en de Nuward van EdF (Frankrijk). Voorbeelden van kleinere LWR-SMR's, van 60 MWe en minder, zijn de PWR-20 van Last Energy (VS), de Russische RITM-200 en de Chinese ACPR-50S.

- **Hoge-temperatuur gasgekoelde reactoren (HTGR's)**

Ontwikkeld sinds de jaren zestig en getest in onder meer Duitsland. Momenteel vooral in ontwikkeling in Azië, met China als koploper met hun eerste reactoren (HTR-PM) in bedrijf. HTGR's kunnen door keuze van temperatuurbestendige materialen (koolstof, siliciumcarbide, helium) warmte met hogere temperaturen leveren. Zij gebruiken zogenaamde TRISO-splijstof, waarvan de grootschalige productie nu alleen in China plaatsvindt. In Europa en de VS bestaat nog restkennis uit eerdere programma's. Naast de Chinese HTR-PM zijn andere voorbeelden van ontwikkelaars X-Energy en Kairos (beide VS), en het Franse Jimmy Energy. Het Nederlandse NuclearDrive-project en Allseas onderzoeken HTGR's ook voor maritieme toepassingen. Industriële realisatie wordt verwacht vóór 2040.

- **Advanced Modular Reactors (AMR's)**

Deze maken gebruik van andere koelmiddelen en splijstofsoorten. Specifiek onderdeel van hun propositie is dat door andere materiaalkeuzen en een andere reactorfysische benadering een significante vermindering van de hoeveelheid langdurig radioactief afval mogelijk is ten opzichte van de LWR- en HTGR-typen. AMR's worden onderverdeeld in:

- Sodium Fast Reactors (SFR's), gekoeld met vloeibaar natrium, gebaseerd op kennis en ervaring in Frankrijk, Rusland, Japan, de VS en het VK. Hierbij richten sommige ontwikkelaars, zoals ARC Clean Energy (Canada) en Terrapower (VS) zich net als de LWR-SMR op de elektriciteitsmarkt met eventueel industriële proceswarmte zonder specifieke aandacht voor het radioactieve afval, terwijl voor anderen, zoals de Franse startups Hexana en Otrera, het afval-aspect onderdeel van hun businesspropositie is.
- Lead-cooled Fast Reactors (LFR's), gekoeld met vloeibaar lood, met kennisontwikkeling in Rusland, België, Italië en Zweden. Voorbeelden van ontwikkelaars zijn het van oorsprong Italiaanse newCleo en het Zweedse Blykalla.
- Molten Salt Reactors (MSR's), waarin splijstof in gesmolten zout is opgelost. Hier wordt in diverse landen aan concepten gewerkt – naast de VS, China en het VK ook bijvoorbeeld in Canada en Europa, meestal door startups. In Nederland is Thorizon een toonaangevende ontwikkelaar. Andere voorbeelden zijn het

---

<sup>3</sup> Met de term "lichtwaterreactor" wordt een reactor gekoeld met 'gewoon' water bedoeld, in onderscheid van de "zwaarwaterreactor", een reactorconcept met koeling door 'zwaar' water, wat bepaalde voor- en nadelen met zich meebrengt. Hiervan zijn momenteel geen SMR's in ontwikkeling.

Engels/Canadese Moltex en de Deense bedrijven Saltfoss Energy en Copenhagen Atomics.

Voor deze AMR's worden demonstratieprojecten vanaf 2035 voorzien, met industriële toepassing pas na 2040.

### **Werking en inzetbaarheid**

Het basisprincipe van SMR's is vergelijkbaar met dat van conventionele kerncentrales. Kernsplijting in de reactorkern genereert warmte, die via een koelmiddel wordt afgevoerd en gebruikt om stoom te produceren. Deze stoom drijft turbines aan die via generatoren elektriciteit opwekken. SMR's kunnen ook warmte leveren voor industriële processen. De restwarmte kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld stadsverwarming.

SMR's kunnen flexibel worden ingezet, afgestemd op de energievraag en locatie. Hun toepassingen variëren van elektriciteitsproductie tot proceswarmte. Ze zijn in staat om zowel een stabiele basislast te leveren als flexibel vermogen in te zetten om pieken in de energievraag op te vangen. Grotere SMR's kunnen op nationaal niveau het elektriciteitssysteem in balans houden, terwijl kleinere units 'achter de meter' eindgebruikers een constante stroomvoorziening bieden. Bovendien kunnen meerdere kleine SMR's op één locatie worden gecombineerd om een betrouwbare en continue energievoorziening te garanderen.

Naast het modulair bouwen is er ook de mogelijkheid van modulair parallel schakelen, bijvoorbeeld vier keer 50 MWe. Dit ontwerp maakt het onderhoud eenvoudiger, omdat individuele modules kunnen worden uitgeschakeld voor onderhoud zonder dat de gehele energievoorziening stilgelegd hoeft te worden. Door de mogelijkheid om te koppelen met technologieën zoals elektrolyzers, batterijen en thermische opslag, kunnen SMR's worden ingezet in industriële processen, wat hun flexibiliteit en toegevoegde waarde verder vergroot.

### **Innovatie en modulariteit**

SMR's zijn momenteel het onderwerp van veel nucleaire ontwikkelingen. Zowel startups als gevestigde nucleaire bedrijven investeren in deze technologie vanwege het groeiende potentieel in de toenemende energievraag.

Wereldwijd zijn er slechts een paar concepten gebouwd of in aanbouw, en nog minder zijn operationeel – geen daarvan bevindt zich in Europa. De Verenigde Staten lopen voorop in het aantal SMR-ontwerpen en zien vooral eerste toepassingen in Canada en Oost-Europa. Rusland heeft al meerdere operationele SMR's gebouwd. Ook China heeft grote vooruitgang geboekt met de ontwikkeling en realisatie van verschillende SMR-types. In Europa, met name in Frankrijk, wordt momenteel een inhaalslag gemaakt.

Er wordt een groeiende markt voor SMR's in Europa gezien, gedreven door de hoge vraag naar decarbonisatie. Dankzij hun brede toepasbaarheid kunnen SMR's een belangrijke en veelzijdige rol spelen aan de energietransitie, waarbij zij bijdragen aan een duurzame en flexibele energievoorziening.

## Kansen voor Nederlandse bedrijven

De kleinere schaal alsook de modulariteit van SMR's kan interessante kansen bieden voor Nederlandse bedrijven. Ze kunnen waarde toevoegen in gespecialiseerde engineering, kritische componenten en diensten, zowel in ontwikkeling en bouw als tijdens de exploitatie. LWR-SMR's kunnen grotendeels gebruikmaken van bestaande toeleveringsketens, maar bieden ook nieuwe kansen. HTGR- en AMR-concepten vragen nog veel ontwikkeling, wat ruimte schept voor co-innovatie. Kleinere SMR's zijn interessant omdat hun componenten binnen de capaciteiten van Nederlandse bedrijven kunnen vallen. Hoewel de internationale concurrentie groot is, kunnen Nederlandse maakbedrijven een rol spelen, mits ze in een vroeg stadium betrokken worden.

### 1.3 Dit rapport

Het uitvoeren van de simulaties heeft verschillende inzichten opgeleverd. Knelpunten, kansen en risico's werden in kaart gebracht, hetgeen heeft bijgedragen aan het opbouwen en delen van kennis. In de simulaties zijn de deelnemers uitgedaagd om hun kennis en ervaring in te brengen in interactie met elkaar. Dit rapport is een weergave van de bevindingen die dat heeft opgeleverd. Deze bevindingen zijn zoveel mogelijk veralgemeniseerd en waar nodig gevalideerd en aangevuld door de experts van het ministerie en van het organiserend consortium. Daar waar nog geen eenduidige conclusies mogelijk zijn, is inzicht gegeven in de overwegingen en afwegingen die in de simulaties aan de orde kwamen. Deze bevindingen vormen de basis voor de 'denkbare handelingsperspectieven' (hoofdstukken 2 t/m 5) en voor de *best practices* en aanbevelingen in hoofdstuk 6.



In de hoofdstukken 2 t/m 5 staan de bevindingen per thema, steeds eerst een feitelijke beschrijving en daarna de daaruit afgeleide denkbare handelingsperspectieven. In hoofdstuk 6 beschouwen we de bevindingen en handelingsperspectieven op een andere manier, namelijk vanuit de fases van SMR-ontwikkeling en vanuit het perspectief van verschillende stakeholders. In hoofdstuk 7 worden de meest in het oog springende bevindingen en handelingsperspectieven samengevat. In de bijlagen staat meer technische informatie over SMR's, ruimtelijke processen en de wettelijke kaders. De bijlagen zijn een verdieping bij de hoofdtekst. Elk hoofdstuk staat op zichzelf en nodigt de lezer uit om op basis van interesse direct in te stappen in een specifiek thema of perspectief.



## Hoofdstuk 2

# Inpassing SMR's in het energiesysteem

## 2.1 Inleiding

Energetische inpassing gaat over de mogelijke meerwaarde en beperkingen van de verschillende energetische toepassingen van SMR's. Of en hoe SMR's energetisch van meerwaarde zijn, wordt sterk bepaald door hoe andere opwekmogelijkheden zich ontwikkelen en hoe het totaal van vraag, aanbod en transportcapaciteit er in de toekomst uitziet. In de simulatie over energetische in- en toepassing werden geen concrete business cases gesimuleerd en worden dus ook geen uitspraken gedaan over de kansrijkheid van een specifieke business case.

### ***Simulatie 2 – energetische in- en toepassing***

*In de simulatie over energetische in- en toepassing is vanuit twee perspectieven gewerkt: een top down (nationaal) scenario en een bottom up (lokaal) scenario.*

*In het **top down scenario** krijgen de deelnemers (in hun rollen) de situatie voorgeschoteld dat het land geconfronteerd wordt met een grote energietransitie-opgave. Het gebruik van fossiele bronnen neemt af en het gebruik van wind- en zonne-energie neemt toe. Het nadeel is dat de elektriciteitsproductie onzeker is en fluctueert over de tijd. Er wordt ook gebouwd aan een waterstofinfrastructuur. Al deze veranderingen brengen grote onzekerheden mee. De opgave voor de deelnemers is om uit te vinden of en hoe de inpassing van SMR's een bijdrage kan leveren aan voldoende aanbod van energie en aan het opvangen van een deel van de fluctuaties.*

In het **bottom up scenario** zijn twee lokale cases behandeld.

- Een grote havenstad gelegen aan de monding van een grote rivier met een aanzienlijk industriecluster staat voor een grote uitdaging: de vraag naar energie groeit, tegelijkertijd zijn een aantal gas- en kolencentrales aan het eind van hun technische levensduur en zullen uitgefaseerd worden om klimaatdoelen te halen. Tegelijkertijd moet het gebied wel aantrekkelijk blijven voor de industrie. Het gevaar is dat verslechterende omstandigheden (grondstoffen (waterstof), beschikbaarheid van energie, beperkte ruimte) leiden tot het verdwijnen van industrie uit de haven. Kan de inpassing van SMR's uitkomst bieden en hoe verloopt dat?
- Een middelgrote stad aan de oever van een grote rivier heeft belangstelling voor het ontwikkelen van SMR's met als ambitie om de energiehub van de omgeving te worden. Op het bedrijventerrein staat onder andere een fabriek die potentieel afnemer kan zijn voor hogetemperatuurwarmte en bedrijven die vooral elektriciteit nodig hebben. In de omgeving van deze stad zijn ze nog niet zo enthousiast over een mogelijke SMR.

De deelnemers in deze simulatie waren vertegenwoordigers van verschillende overheden, industrie, netbeheerders, belangenorganisatie, nucleaire leveranciers en deskundigen. Zij verplaatsten zich in rollen die goed aansloten bij hun professionele deskundigheid en ervaring.

In beide scenario's moesten de deelnemers (in hun rollen) elke vijf jaar investeringen doen in opwek- en transportcapaciteit voor het fictieve energiesysteem, waarbij tegelijk klimaatdoelstellingen gehaald moesten worden en het net in balans moest zijn. Steeds werd ook de rol van warmte en waterstof meegenomen.

## 2.2 Opedane inzichten (observaties)

### **'Op het net' voor basislast of 'achter de meter' voor specifieke afnemers**

De mate waarin het uitvoerbaar én van meerwaarde is om een SMR in te passen, wordt sterk bepaald door de energetische toepassing. Energetisch heeft kernenergie ten opzichte van andere CO<sub>2</sub>-vrije energiebronnen het voordeel dat ze continu een voorspelbaar vermogen levert. Dit voordeel geldt ook voor een SMR.

Uit de simulatie bleek dat de meest duidelijke meerwaarde lijkt te ontstaan bij toepassingen waar warmte (stoom) voor industriële processen van een bedrijf of cluster van bedrijven wordt geleverd, al dan niet gecombineerd met de productie van elektriciteit. Ofwel: 'achter de meter'. In deze situatie is er een duidelijke afnemer, een constante en voorspelbare (warmte)vraag en een afgebakende set betrokken partijen (beperkte benodigde regie/coördinatie). Vraag, aanbod, transport en coördinatie zijn relatief overzichtelijk.

In de simulatie kwam naar voren dat de toepassing uitsluitend voor elektriciteitsproductie en levering aan het net niet de meest aantrekkelijke toepassing is. Afhankelijk van systeemontwikkelingen is levering aan het net wel denkbaar. In de simulatie werd alleen gekozen voor een SMR voor elektriciteitsproductie voor die gebieden waar een tekort zou kunnen ontstaan vanwege beperkte transportcapaciteiten.

Bij toepassing van een SMR ‘achter de meter’ moet duidelijk zijn wat er met de geproduceerde energie van de SMR gebeurt, indien afnemers waaraan de SMR elektriciteit levert (onvoorzien) wegvallen. Voor financiers is een aansluiting van de SMR op het net een belangrijke waarborg dat de installatie waarin geïnvesteerd is ook kan blijven renderen als de primaire afnemer wegvalt (zie ook hoofdstuk 4). Via het net kan – al dan niet met extra investeringen in het net - een andere afnemer bereikt worden.

Voor een SMR achter de meter eist de ANVS<sup>4</sup> dat aangetoond wordt dat er geen onveilige situaties ontstaan, waarbij, afhankelijk van het ontwerp, een netaansluiting voor de veiligheid vereist kan zijn. Deze aansluiting hoeft niet voor het volledige vermogen van de SMR te zijn, maar is bedoeld om de noodkoeling te borgen. Ongeveer 10% van het vermogen volstaat.

In het geval van een SMR ‘op het net’ ten behoeve van de basislast is er grotere onzekerheid over vraag, aanbod en transportmogelijkheden. In dat geval concurreert de elektriciteit opgewekt met een SMR namelijk met andere opwekmogelijkheden.

### **SMR's als warmtebron voor industriële processen**

SMR's kunnen mogelijk voorzien in de (hoge temperatuur) stoom die bepaalde industriële processen vereisen. Stoom wordt dan direct toegepast zonder elektriciteitsopwekking, of in het proces afgetapt (warmte-kracht-koppeling). Dit is een belangrijke meerwaarde van SMR's. Wanneer een SMR wordt ingezet om zowel elektriciteit als warmte (stoom) te leveren, neemt de efficiëntie van de SMR sterk toe. Vrijwel alle SMR's kunnen stoom leveren van 100-350 °C. Bepaalde SMR's (AMR's) kunnen hogere temperaturen bereiken (tot ongeveer 800 °C). De mogelijkheid om met een SMR stoom te leveren, verlicht de behoefte aan het elektrificeren van industriële processen. Belangrijke voorwaarde bij het leveren van stoom is dat een SMR dicht bij het industriële proces staat. Stoom kan slechts over een beperkte afstand (rendabel) worden getransporteerd (tot ongeveer 1 km).

### **SMR's en waterstof**

Over het vraagstuk of en hoe op rendabele wijze met SMR's waterstof op te wekken, bestonden in de simulatie onduidelijkheid en onzekerheden. Belangrijk hierin is de onzekerheid over de ontwikkeling van de toekomstige prijs van (groene) waterstof en de ontwikkeling van de markt en de infrastructuur daarvoor. Ook ten opzichte van mogelijke alternatieven als waterstof geproduceerd met wind- of zonne-energie. Het werd duidelijk dat er bij alle bij de realisatie van SMR's betrokken partijen grote behoefte bestaat aan duidelijkheid over de (on)mogelijkheden van SMR's in combinatie met waterstof.

---

<sup>4</sup> ANVS: Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming. De Kernenergiewet wijst de ANVS aan als vergunningverlener en toezichthouder.

SMR's zijn niet uniek in de mogelijkheid om waterstof te produceren. Met elektriciteit uit conventionele centrales, wind en zon kan dat eveneens. Via elektrolyse kan met een rendement van 50 tot 70% waterstof worden geproduceerd. De *advanced modular reactors* (AMR's) - die hogere temperaturen bereiken dan de LWR-SMR's - kunnen met hoge-temperatuurelektrolyse een rendement tot 80% bereiken. Deze AMR's onderscheiden zich daarin van reeds bewezen technologie.

Waterstof geproduceerd met een SMR kan op verschillende manieren een rol spelen in het energiesysteem. In de eerste plaats kan waterstofproductie het primaire doel zijn, bijvoorbeeld om in industriële processen als grondstof te gebruiken of om te benutten als brandstof. In de tweede plaats kan waterstofproductie dienen om energie op te slaan op momenten dat het niet rendabel is om de opgewekte energie direct als elektriciteit op de markt aan te bieden. Ten derde kan waterstof worden opgeslagen om in perioden waarin er te weinig energieaanbod is via waterstof elektriciteit te produceren, bijvoorbeeld ten tijde van een *dunkelflaute*. Of en wanneer waterstof opgewekt met een SMR een rendabele optie is, die ook energetisch kan worden ingepast, wordt bepaald door de verdere ontwikkeling van de waterstofeconomie, -markt en -infrastructuur. Daarover bestaat op dit moment geen zekerheid. Door doorlopend te evalueren wat de (on)mogelijkheden zijn ten aanzien van de energetische inpassing van SMR's in relatie tot waterstof, zal meer duidelijkheid ontstaan.

	<b>Elektriciteit</b>	<b>Warmte</b>	<b>Waterstof</b>
<b>Industrieel</b>	Meerwaarde is situatie-specifiek	Meerwaarde <i>Directe toepassing in industriële processen.</i>	Onzekere meerwaarde door onzekerheden in waterstofmarkt
<b>Landelijk (regionaal) netwerk</b>	Onzekere meerwaarde. <i>Mogelijk op afgezonderde plekken waar onvoldoende netcapaciteit is.</i>	Niet onderzocht	Onzekere meerwaarde door onzekerheden in waterstofmarkt

*Samenvatting energetische toepassing SMR's.*

### **Netcongestie**

Er zijn twee factoren die bepalen of en hoe SMR's een rol kunnen spelen ten aanzien van netcongestie: timing en locatie. In de komende jaren is netcongestie een groot probleem. In hoeverre netcongestie nog steeds problematisch zal zijn tegen de tijd dat de eerste SMR's in Nederland (kunnen) worden gerealiseerd, is niet zeker. Hoewel er veel onzekere factoren zijn, verwachten de netbeheerders dat netcongestie ook na 2030 nog aan de orde zal zijn<sup>5</sup>. Uit de simulatie bleek dat transportcapaciteit naar verwachting ook in de toekomst een centrale rol zal spelen. Een SMR kan mogelijk een rol spelen om netcongestie te verminderen indien deze 'achter de meter' of zeer dicht op de energievraag wordt geplaatst, omdat er dan geen of zeer beperkte transportcapaciteit op

<sup>5</sup> Eén van de bronnen: <https://www.tennet.eu/nl/netcongestie>.

het elektriciteitsnet nodig is. Terwijl, wanneer er wel transportcapaciteit nodig is, een SMR – net als andere manieren van opwek - juist kan bijdragen aan congestie. De afstand van de SMR naar de afnemers van elektriciteit is dan een bepalende factor voor de locatiekeuze (zie ook hoofdstuk 3).

Wanneer een SMR gebouwd wordt om te leveren aan het elektriciteitsnet, is de locatie ten opzichte van de afnemers van de energie en de samenloop met andere energie-opwek van belang voor de invloed van een SMR op netcongestie. In de simulatie werd naar voren gebracht dat SMR's in het westen van het land minder verstandig lijkt, omdat daar in de toekomst al een groot aanbod van elektriciteit van wind op zee wordt verwacht. Nog meer elektriciteitsopwek maakt dat er nog meer verbindingen landinwaarts moeten komen. Het realiseren van opwek van elektriciteit in het binnenland of in de grensregio's als tegenhanger van productie aan de kust maakt de noodzaak van lange transportlijnen kleiner.

### **Energetische en ruimtelijke inpassing kennen een sterke relatie**

Een SMR op een bepaalde locatie kan om meerdere redenen energetisch van meerwaarde zijn, bijvoorbeeld omdat er een grote lokale vraag is naar elektriciteit, die niet door het net geleverd kan worden. Er is echter ook een sterke samenhang met de vraagstukken over ruimtelijke inpassing van SMR's en belangrijke factoren zoals de beschikbaarheid van koelwater, de nabijheid woongebieden en de fysieke kenmerken van de ondergrond (zie ook hoofdstuk 3). De specificaties van een SMR zullen moeten worden afgestemd op de fysieke kenmerken van de locatie.

### **Verplichting in de huidige Elektriciteitswet en in de nieuwe Energiewet om energetische inpassing mogelijk te maken**

De Elektriciteitswet 1998 verplicht netbeheerders om de aansluiting en het transport van elektriciteit mogelijk te maken. Dat geldt ook voor SMR's. In de concept-Energiewet, die binnenkort de Elektriciteitswet zal vervangen, blijft de taak van netbeheerders om energetische inpassing te faciliteren grotendeels overeind, maar wordt deze verplichting genuanceerd. Er staat expliciet in dat er mogelijkheden zijn om aansluit- of transportverzoeken te weigeren of te faseren wanneer er onvoldoende netcapaciteit is, en legt meer nadruk op netoptimalisatie, congestiemanagement en samenwerking met initiatiefnemers.

## **2.3 Denkbare handelingsperspectieven**

De simulaties laten zien dat er kansen zijn voor het inpassen van SMR's in het Nederlandse energiesysteem. De meest duidelijke meerwaarde lijkt te ontstaan bij toepassingen waar warmte (stoom) voor industriële processen aan een bedrijf of cluster van bedrijven wordt geleverd. Dit wordt veelal gecombineerd met productie van elektriciteit. Ofwel: 'achter de meter'. Maar in bepaalde omstandigheden is ook een bijdrage aan de *base load* voor het elektriciteitsnet denkbaar.

Uit de simulaties bleek ook dat er bij verschillende stakeholders onzekerheden zijn die het benutten van de kansen kunnen belemmeren. In deze paragraaf zetten we de

mogelijkheden die partijen (overheden en markt) hebben op een rij om de onzekerheden kleiner te maken en de kansen te vergroten.

De twee voornaamste onzekerheden met betrekking tot de energetische inpassing van SMR's zijn:

1. **Afname(on)zekerheid:** Een SMR heeft een veel langere levensduur dan de periode waarover afnemers afnamezekerheid kunnen of willen bieden. Wat gebeurt er met de energie op het moment dat de vraag wegvalt? Een groter en achterliggend politiek vraagstuk hierbij is de mate waarin Nederland haar industrie kan behouden.
2. De **relatie met andere opwekmogelijkheden** (wind, zon, conventioneel nucleair). Het is nog onduidelijk hoe de toekomstige energiemix er precies uit gaat zien en welke opwekmogelijkheden financieel het meest realistisch zijn. Er wordt gewerkt aan beleidskaders die meer duidelijkheid moeten gaan geven.

### **Onzekerheid over afname verkleinen**

De afname-onzekerheid kan worden verminderd door de SMR **in de buurt van of direct in een industriecoluster te plaatsen** waar meerdere bedrijven energie kunnen afnemen. Het is onwaarschijnlijk dat de vraag van meerdere bedrijven tegelijkertijd ophoudt te bestaan en een cluster biedt meer afnamezekerheid. Ook kan een cluster van bedrijven meer (financieel) risico dragen dan een individueel bedrijf. Daarbij kunnen verschillende bedrijven verschillende vormen van energie afnemen: een bedrijf dat SMR-stoom als proceswarmte gebruikt en een ander bedrijf dat waterstof als grondstof nodig heeft. Ook mogelijke financiers van SMR-ontwikkelingen zien dit als positief. Afspraken maken met industriële bedrijven op de lange termijn van de exploitatie van een SMR is moeilijk. Het risico op te grote vraaguitval in een aanzienlijk en gevarieerd cluster is kleiner.

### **Flexibiliteit om afnameonzekerheid te reduceren**

Een SMR kan redelijk gemakkelijk op- en afschakelen in het opgewekte vermogen (*load following*). Doorgaans kan een SMR op- en afschalen (1-5% per minuut), maar kan uiteindelijk niet geheel stilgelegd worden (afschalen tot maximaal 30% van de capaciteit) indien deze *stand-by* dient te blijven om weer op te schakelen naar hogere vermogens op relatief korte termijn (dagen). Ook het **in serie bouwen van een aantal kleinere SMR's** in plaats van één grotere kan bijdragen aan deze flexibiliteit. Bij een langdurige dip in energievraag kan één van de kleinere SMR's dan wel geheel worden stilgelegd. Meerdere SMR's in serie heeft ook voordelen voor het in onderhoud nemen van de SMR's.

Naast op- en afschaalmogelijkheden kan de afnameonzekerheid verder gereduceerd worden door **flexibel te zijn in de energievorm** (bijvoorbeeld elektriciteit, stoom, waterstof) die een SMR kan leveren (in combinatie met bijvoorbeeld warmtekrachtkoppeling). Wanneer de vraag naar de ene modaliteit afneemt of stilvalt, kan overgeschakeld worden op een andere modaliteit en kan eventueel overtollige energie worden opgeslagen.

### **Regie om zekerheid te vergroten**

Verschillende stakeholders lijken naar elkaar te kijken om bepaalde zekerheden te krijgen. Ter illustratie: de industrie verwacht van de overheid een langetermijnvisie op de industrie in Nederland. En omgekeerd verwacht de overheid duidelijkheid van de industrie over hun investeringsbeslissingen. Netbeheerders willen duidelijkheid over de toekomstige energievraag van de industrie en de industrie wil van de netbeheerders weten welk energieaanbod zij kunnen verwachten. Niet één van de stakeholders is in staat om alle onzekerheid eigenstandig weg te nemen, ook de overheid niet. In het kader van het Nationaal Plan Verduurzaming Industrie wordt de regie binnen industriële clusters steeds verder versterkt en wordt met de cluster energiestrategieën zicht gecreëerd op de ontwikkeling van de energievraag, het energieaanbod en het matchen van investeringsplannen en planningen van verschillende partijen. Dit kan verder worden versterkt door meer **duidelijkheid over wie (besluitvormings)processen organiseert, inclusief de benodigde informatievoorziening** en specifiek voor SMR's **het verkennen van de potentie of meerwaarde van SMR's bij de verduurzaming van industriële clusters**. Denk hierbij aan een preciezer zicht op de energievraag en het aanbod door het matchen van investeringsplannen en –planningen van verschillende partijen. Ook overheden kunnen door middel van bijvoorbeeld een ruimtelijke visie of een visie op het energiesysteem bijdragen aan de gewenste duidelijkheid (zie ook hoofdstuk 3).



# Hoofdstuk 3

## Een SMR realiseren



### 3.1 Inleiding

Om een SMR te realiseren is om te beginnen een initiatiefnemer nodig die op zoek gaat naar een locatie waar een SMR als functie is toegestaan of mogelijk wordt gemaakt en die bereid is om de benodigde (vergunning)procedures te doorlopen, de daarbij behorende onderzoeken naar bijvoorbeeld de milieueffecten te doen en de inspraak en participatie te organiseren. Deze zaken hangen sterk met elkaar samen. Voor het realiseren van een kerncentrale, waaronder SMR's, zijn vergunningen nodig volgens de Kernenergiewet én zijn ook de nodige vergunningen onder de Omgevingswet vereist. In bijlage C is dit vergunningenstelsel beschreven. Om de vergunningen te verkrijgen zijn de gevolgen van het bouwen en exploiteren van de SMR op de leefomgeving van groot belang. Voor de te volgen procedure is het belangrijk welke procedures al zijn voorafgegaan aan de vergunningaanvraag. De geschiktheid van een locatie voor een SMR hangt van veel factoren af. Er zijn veel stakeholders betrokken bij een SMR-ontwikkeling, elk met een eigen rol.

#### **Simulatie 1 en 3**

*De basis voor dit hoofdstuk ligt met name in de eerste en de derde simulatie over respectievelijk ruimtelijke inpassing en vergunningverlening.*

#### **Simulatie 1 – ruimtelijke inpassing**

*In de simulatie over ruimtelijke inpassing is vanuit twee perspectieven gewerkt: een top down (nationaal) scenario en een bottom up (lokaal) scenario.*

*In het **top down scenario** had het ministerie dat gaat over de energievoorziening de opdracht om in interactie met stakeholders een voorverkenning uit te voeren. Het doel van de voorverkenning was om te komen tot voorstellen voor locaties waar plaatsing van SMR's mogelijk en wenselijk zou zijn, met per locatie een indicatie van het beoogde type SMR-toepassing. Deze output en vooral ook de argumenten waarom juist deze locaties als kansrijk werden gezien dienden als input voor toekomstige beleidsvormingsprocessen. Met deze opdracht als uitgangspunt hebben de deelnemers in hun rollen de planvormingsprocessen doorlopen, keuzes gemaakt en daarbij vooral de argumenten geïnventariseerd.*

*In het **bottom up scenario** was de opdracht om voor drie concrete casussen de lokale inpassing van een gewenste SMR te realiseren. Per locatie zijn mogelijke ontwerpen gemaakt, waarbij het type SMR, de locatie van de SMR, de gevolgen voor de omgeving werden vastgesteld. Vooral de argumentatie achter de keuzes zijn goed vastgelegd en besproken. De drie casussen waren:*

- *Een gemeente in het landelijk gebied heeft interesse in een SMR om een bijdrage te leveren aan het realiseren van de klimaatdoelen en om te voorzien in de grote warmtevraag van een lokale industrie en benutting van restwarmte voor het aanwezige glastuinbouwcomplex.*
- *In een middelgrote stad aan de oever van een grote rivier is belangstelling voor het ontwikkelen van SMR's met als ambitie om de energiehubs van de omgeving te worden. Op het bedrijventerrein staat onder andere een fabriek die potentieel afnemer kan zijn voor hogetemperatuurwarmte. In de omgeving van deze stad zijn ze nog niet zo enthousiast over een mogelijke SMR.*
- *Het zeer energie-intensieve industriecluster in een grote havenstad gelegen aan monding van een grote rivier wil een sleutelrol vervullen in de energietransitie. Het ziet SMR-ontwikkeling als een goede kans. De gemeente koestert haar sterke economische positie en is enthousiast. Het havenbedrijf heeft (beperkt) locaties met verschillende karakteristieken beschikbaar.*

*De tussenresultaten van de top-down-groep zijn besproken en getoetst in de bottom-up-groep en vice versa. Op de terugkomdag zijn de bevindingen van beide groepen met elkaar in verband gebracht.*

### Simulatie 3 - vergunningen

*In de simulatie over vergunningen waren vier casussen aan de orde.*

- *Het ministerie dat gaat over de energievoorziening is initiatiefnemer voor een SMR op een locatie dicht bij de zee met een groot tuinbouwgebied. Deze locatie is vanuit een landelijke verkenning als kansrijk aangeduid. Vooralsnog is de betreffende gemeente geen voorstander.*
- *Het industriecluster van een havenstad met veel industrie is initiatiefnemer voor een SMR om industriële bedrijven van energie te voorzien. De betreffende gemeente en provincie zijn niet negatief.*
- *Een grote energieproducent is initiatiefnemer om één of meer SMR's toe te voegen op of dicht bij de locatie van haar traditionele kerncentrale. Het is een locatie die vanuit een landelijke verkenning als kansrijk is aangeduid.*

- *In een landelijk gelegen gemeente is de ontwikkelaar van een geavanceerde technologie de initiatiefnemer voor een SMR. De betreffende gemeente ziet de SMR-ontwikkeling als positief en op het bescheiden bedrijventerrein is één van de bedrijven een potentiële afnemer. Daarnaast is er een bescheiden glastuinbouwcluster aanwezig.*

*De deelnemers aan deze simulatie hadden de opdracht om in interactie met elkaar de processen rond de vergunningverlening van de verschillende casussen te doorlopen.*

*De deelnemers in beide simulaties waren vertegenwoordigers uit verschillende organisaties en verplaatsten zich in rollen die goed aansloten bij hun professionele deskundigheid en ervaring, zoals verschillende overheden, de Commissie-mer, bedrijfsleven, branchevereniging, netbeheerder, belangenorganisatie, toezichthouder nucleaire veiligheid en deskundigen.*

## 3.2 Opedane inzichten (observaties)

### Bovenliggend beleidskader en plan-mer

Er is in de afgelopen decennia nauwelijks ervaring opgedaan met het ontwikkelen van kerncentrales in Nederland, waardoor de onzekerheid over en de onbekendheid met alle aspecten die bij het realiseren van een SMR komen kijken nog groot is. Er spelen veel verschillende belangen en er is onzekerheid over de maatschappelijke acceptatie. Mede daarom is er bij veel van de betrokkenen behoefte aan een bovenliggend (nationaal of regionaal) beleidskader. Dat kan zijn een beleidsdocument waarin doelen, voorwaarden, prioriteiten worden vastgelegd. Dat kan ook een ruimtelijk beleidskader zijn, waarin door het Rijk vanuit een nationaal belang voorkeursgebieden en/of uitsluitingsgebieden worden vastgelegd. De provincie kan aanvullend beleid maken vanuit een provinciaal belang. Voor dat (nationale of provinciale) beleidskader zijn verschillende vormen geopperd.

- Een **'SMR-ladder'**, vergelijkbaar met de zonneladder<sup>6</sup>. Daarin wordt de voorkeursvolgorde van de afweging duidelijk gemaakt, inclusief de energetische inpassing.
- Een ruimtelijke **'kansenskaart'** waarop locaties zijn aangeduid waar SMR-ontwikkeling kansrijk is en waar niet (of minder). Zo'n 'kansenskaart' kan initiatiefnemers en (lokale) autoriteiten houvast bieden. Een 'kansenskaart' kan verschillende vormen hebben. Het kan een overzicht zijn van gebieden die nader onderzocht kunnen worden (opties), of – verdergaand - gebieden waar ontwikkeling aangetoond mogelijk lijkt.
- **Ruimtelijke randvoorwaarden:** algemene ruimtelijke criteria waar provincies en gemeenten zich bij de uitoefening van hun bevoegdheden aan dienen te houden, zoals instructieregels van het Rijk of de provincie om het nationale beleid of het

---

<sup>6</sup> De zonneladder is de voorkeursvolgorde voor het plaatsen van zonnepanelen. (.....) Het nationale beleid hiervoor is in 2020 vastgelegd in de nationale omgevingsvisie (NOVI). Het Rijk maakte in 2023 meer (bestuurlijke) afspraken over de voorkeursvolgorde. De zonsector onderschrijft deze voorkeursvolgorde in de gedragscode zon op land.

Bron: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/zonne-energie/beleid#zonneladder>

provinciale beleid door te laten werken in het omgevingsplan via het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) of respectievelijk de provinciale verordening.

Vooraf initiatiefnemers en de industrie zijn gebaat bij duidelijkheid. Tijdens de simulaties zijn belangrijke aspecten die bij de ruimtelijke inpassing van SMR's een rol kunnen (moeten) spelen geïnventariseerd (ze staan in bijlage B). Omdat de ontwikkeling van SMR's nieuw is in Nederland moet veel nog worden bedacht en uitgewerkt. Daarom zullen overheden nauw moeten samenwerken in het ontwikkelen van (ruimtelijk) beleid voor SMR's.

#### **Omgevingsvisie**

*De omgevingsvisie is een samenhangend, strategisch plan over de leefomgeving. In de omgevingsvisie leggen het Rijk, of de provincie, of de gemeente hun ambities en beleidsdoelen voor de fysieke leefomgeving vast voor de lange termijn. Ze stellen ieder één omgevingsvisie voor het hele grondgebied vast. De omgevingsvisie is zelfbindend voor de opstellende overheid. De omgevingsvisie houdt rekening met alle ontwikkelingen in een gebied. Voor het Rijk is de NOVI (2020) nog geldig. Waarschijnlijk wordt die in 2026 vervangen door de Nota Ruimte. Vaak geldt voor een omgevingsvisie een plan-mer-plicht.*

#### **Programma**

*Met een Programma kan een overheid het beleid uit de omgevingsvisie operationaliseren. Zowel het Rijk, als provincies, waterschappen en gemeenten kunnen van dit instrument gebruik maken. Er zijn verplichte en niet verplichte programma's. Het programma bevat maatregelen om de leefomgeving te beschermen, te beheren, te gebruiken en te ontwikkelen. Een programma richt zich op een onderwerp, een bepaalde bedrijfssector of een gebied. Verschillende overheden kunnen ook samen een programma opstellen. Ook een programma kan plan-mer-plichtig zijn.*

Het vaststellen van een beleidskader dwingt tot een scherpe afbakening van de beleidsdoelen en een stevige onderbouwing van de nut en noodzaak. In de simulatie werd aangeraden om bij het vaststellen van zo'n beleidskader een plan-mer-procedure te doorlopen. Hierdoor krijgen de betrokkenen tijdig inzicht in alle gevolgen voor het milieu en de omgeving (gewenste en ongewenste gevolgen). Afhankelijk van de planfiguur is het opstellen van een plan-MER verplicht. Echter, ook als er geen verplichting is dan werd in de simulatie aangeraden om een vrijwillige plan-mer-procedure te doorlopen. In de huidige situatie zijn er nog geen plannen of beleidsdocumenten waarvoor met betrekking tot SMR's al een plan-mer is uitgevoerd. Als een plan-MER voor het bovenliggende beleidskader is opgesteld, zijn procedures voor opvolgende (lokale) initiatieven mogelijk gemakkelijker, omdat gebruik gemaakt kan worden van de bevindingen uit het plan-MER en de afwegingen en besluiten in het bovenliggende beleidskader.

Het is (theoretisch) mogelijk om een lokaal initiatief zonder bovenliggend beleidskader – en zonder plan-mer-procedure – te behandelen, maar dit wordt in het algemeen als minder wenselijk gezien. Zo zal in de procedure bijvoorbeeld de vraag naar alternatieve locaties en/of alternatieve energiebronnen worden gesteld, evenals naar de criteria

waarmee die alternatieven tegen elkaar worden afgewogen. Als het bovenliggend beleidskader ontbreekt kan de consequentie zijn dat het bevoegd gezag een SMR-ontwikkeling moet toestaan op een locatie waar hij die liever niet ziet. Juist als er geen beleid gemaakt is, is de positie van een initiatiefnemer met een mogelijke grondpositie relatief sterk.

### **Nut en noodzaak**

Het aantonen van nut en noodzaak van een SMR-ontwikkeling is een noodzakelijke voorwaarde om verder te werken aan de concrete ontwikkeling. In planvorming en vergunningverlening zal zeker naar nut en noodzaak worden gevraagd. In de afweging van nut en noodzaak staan de doelen die met een SMR-ontwikkeling bereikt gaan worden centraal. De afweging van nut en noodzaak is voor kernenergie in het algemeen al een complex vraagstuk. Voor SMR's is dat wellicht nog meer het geval. Nut en noodzaak van conventionele grote kerncentrales betreffen een afweging van vooral de rijksoverheid: passen ze in de gewenste energiemix en zijn er significant betere alternatieven? Voor SMR's komen daar de afwegingen van nut en noodzaak van veel meer actoren aan de orde, waaronder mogelijk een industrie die de energie gaat afnemen, of een lokale initiatiefnemer. Deze actoren zullen mogelijk elk hun eigen opvattingen en doelen hebben. In de simulatie kwamen onderstaande overwegingen naar voren als mogelijke doelen die nut en noodzaak van een SMR kunnen bepalen.

- Verminderen CO<sub>2</sub>- uitstoot (duurzaamheid).
- Diversificatie van de energiemix.
- Stimulans voor het behouden of aantrekken van energie-intensieve bedrijvigheid en banen.
- Imago van een plaats of een regio: bijvoorbeeld innovatief, modern, schoon, ondernemend.
- Energie-onafhankelijkheid en behoud van strategische economische sectoren.
- Verbeteren betaalbaarheid van de energievoorziening.
- Verbeteren betrouwbaarheid van de energievoorziening.

Ook voor SMR's is de afweging aan de orde of dit type kerncentrales gewenst is in de toekomstige energiemix, inclusief de hierbij horende onzekerheden en uitdagingen (zie ook hoofdstuk 2). Kortom, welke waarde worden door SMR's toegevoegd? Het ontwikkelen van een SMR is geen doel op zichzelf maar dient te worden beschouwd vanuit de gezochte oplossing voor een veelheid aan duurzame energievragen vanuit verschillende partijen.

Als een plan-MER wordt opgesteld, dan zal de onderbouwing van nut en noodzaak daarin aan de orde komen.

### **Brede ruimtelijke puzzel en afweging**

Voor het realiseren van een SMR moet een brede ruimtelijke puzzel gelegd worden. Er zijn bijna altijd meerdere ruimtelijke claims op een mogelijke locatie, zoals woningbouw, natuur, bedrijventerreinen en landbouw. Afhankelijk van de locatie van een potentiële SMR zijn er veel omgevingsfactoren die in het ontwerp en in de afweging moeten worden betrokken en waarvoor keuzes integraal moeten worden gemaakt. Om te beginnen

moeten – net als bij elke (energie)infrastructuurontwikkeling – de directe gevolgen voor de omgeving worden afgewogen. Dat is complexer naarmate de locatie in een gebied ligt met veel andere functies en moet worden gezien in samenhang en afstemming met andere ruimtelijke opgaven in het gebied. Ook afgeleide gevolgen spelen een rol, zoals bijvoorbeeld de aanleg of uitbreiding van (energie)infrastructuur, de aantrekkende werking van bedrijvigheid, de afwijkende ruimtevrage van een SMR ten opzichte van andere duurzame energiebronnen (zon en wind), de beperkingen die ontstaan voor andere toekomstige ontwikkelingen. Zo'n samenhangende ruimtelijke afweging kan goed in een provinciale omgevingsvisie worden gemaakt. De Omgevingswet voorziet in de transparante procedure voor het maken van deze afwegingen.

De geschiktheid van een locatie voor een SMR hangt van veel factoren af. De keuze voor het type SMR werd in de simulaties vooral bepaald door de energetische in- en toepassing, de maturiteit van de techniek en de omgevingsfactoren. In mindere mate door de fysieke ruimte (qua oppervlakte) die een SMR gaat innemen<sup>7</sup>. In bijlage B zijn belangrijke aspecten die bij de ruimtelijke inpassing van SMR's een rol kunnen (moeten) spelen opgesomd.

### **Kernenergiewet**

Voor de inpassing van een SMR zijn meerdere vergunningen nodig op basis van de Kernenergiewet en de Omgevingswet.

Voor een nucleaire installatie moeten vergunningen volgens de Kernenergiewet worden verkregen. Het proces om te komen tot deze vergunningen onder de Kernenergiewet is complex en vergt veel tijd en inspanning. Het bevoegd gezag voor de vergunningverlening onder de Kernenergiewet is altijd de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). De Kernenergiewet kent verschillende vergunningplichtige activiteiten. Vijf vergunningen zijn relevant voor het realiseren, exploiteren en ontmantelen van een SMR<sup>8</sup>.

- Vergunning voor het oprichten van een nucleaire inrichting (de SMR bouwen).
- Vergunning voor het in werking brengen (de SMR in gebruik nemen).
- Vergunning voor het in werking houden (de SMR gebruiken).
- Vergunning voor de buitengebruikstelling.
- Vergunning voor het ontmantelen (na stoppen van de bedrijfsvoering).

De vergunning voor het oprichten (voor de bouwfase) wordt eerst verleend. De vergunningen voor de ingebruikname en voor de gebruiksfase worden veelal gecombineerd. Deze twee worden in de regel tijdens de bouwfase voorbereid en verleend.

---

<sup>7</sup> In bijlage A staan de geschatte ruimtes die per type SMR naar verwachting benodigd zijn.

<sup>8</sup> Eigenlijk zijn Ingebruikname en Gebruiksfase één vergunning, maar ze worden toch apart beschouwd omdat de ANVS de mogelijkheid wil hebben eerst goedkeuring voor de ingebruikname te verlenen alvorens de gebruiksvergunning af te geven.

Een vergunning op grond van de Kernenergiewet wordt verleend aan de aanvrager, de (rechts)persoon waarvan verwacht wordt dat deze de vergunde activiteit gaat uitvoeren. Deze vergunning is in principe overdraagbaar aan een (nieuwe) andere (rechts)persoon, na toestemming van door de ANVS.

In de Omgevingswet is opgenomen dat bij een vergunningaanvraag voor de oprichting van een kerncentrale het verplicht is om een project-MER op te stellen. Als de procedures onder de Kernenergiewet en de Omgevingswet voldoende parallel lopen kan één MER in beide procedures worden gebruikt. Veelal is dat niet het geval en zal voor de vergunningen onder de Kernenergiewet opnieuw een project-mer-procedure moeten worden doorlopen, waarbij meestal wel gebruik gemaakt kan worden van het project-MER bij de Omgevingswet-vergunningen. Inspraak en de mogelijkheid van beroep is onderdeel van de procedure in het kader van de Kernenergiewet-vergunning.

De regels en voorwaarden en de manier waarop de ANVS deze toepast zijn op dit moment voor SMR's niet anders dan voor de klassieke (grote) kerncentrales. De voorwaarden voor het verlenen van een vergunning gaan primair over de veiligheid<sup>9</sup>. De vergunning kan onder andere worden geweigerd in het belang van de bescherming van mensen, dieren, planten en goederen. Hierbij gelden naast kwalitatieve ook kwantitatieve criteria, zoals:

- De kans dat iemand aan meer dan de maximaal toegestane dosis ioniserende straling wordt blootgesteld.
- De kans op overlijden van één of meer personen als gevolg van een buiten-ontwerpongeval.

Als de ANVS de vergunningen heeft verleend, dan voldoet de SMR aan deze wettelijke normen en zijn de veiligheidsrisico's acceptabel klein.

Bij het beoordelen toetst de ANVS veel aspecten, onder meer:

- Locatiekenmerken.
- Gebruikte (nucleaire) technologie en constructie van de kerncentrale (ontwerp).
- Stralingsbescherming, onder meer de principes rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimieten.
- Beveiliging van nucleaire inrichtingen en splijtstoffen.
- Bedreigingen vanuit de omgeving, door menselijke bronnen en door natuurrampen.
- Risico's door menselijke fouten of technisch falen.
- Managementsystemen en bedrijfsvoering.
- Veiligheidsanalyse en crisisvoorbereiding.
- Milieuaspecten en koelsystemen.
- Organisatie en zeker stellen van voldoende financiële middelen.
- Behandeling van het radioactieve afval.
- Ontmanteling.

---

<sup>9</sup> Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) en Kernenergiewet artikel 15b.

Vergunningen voor nucleaire inrichtingen zijn integrale vergunningen, ze omvatten ook de milieubelastende activiteiten die direct samenhangen met de nucleaire inrichting (zoals geluid, geur, emissies lucht/bodem/riool, opslag gevaarlijke stoffen, afval, externe veiligheid, energie). Deze aspecten worden door de ANVS getoetst, waarbij deze zich waarschijnlijk laat adviseren door een Omgevingsdienst. Activiteiten die buiten het nucleaire proces vallen zoals lozing op het oppervlaktewater, natuur, bouw, grondwateronttrekking, archeologie en ruimtelijke ordening, blijven onder de Omgevingswet vallen met de reguliere bevoegd gezagen (waterbeheerder, provincie, gemeente).

Nadat de ANVS een definitieve beschikking over de Kernenergiewetvergunning heeft afgegeven is nog beroep mogelijk bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State<sup>10</sup>.

### **Omgevingswet**

Voor de bouw en ingebruikname van een SMR gelden onder de Omgevingswet regels voor verschillende onderwerpen waarbij sprake is van verschillende vergunningsplichten. Denk aan een vergunningplicht voor een omgevingsplanactiviteit, een wateractiviteit, een technische bouwactiviteit of een natura 2000 activiteit. Bij de beoordeling van deze activiteiten in het kader van de vergunningverlening worden de gevolgen op de fysieke leefomgeving tijdens de bouwfase en tijdens de gebruiksfase beschouwd en beoordeeld.

Zoals ook hierboven al beschreven worden milieubelastende activiteiten die direct samenhangen met de nucleaire inrichting (zoals geluid, geur, emissies lucht/bodem/riool, opslag gevaarlijke stoffen, afval, externe veiligheid, energie) in de Kernenergiewet-vergunningen opgenomen en beoordeeld.

De kenmerken van de vergunningprocedure volgens de Omgevingswet zijn niet SMR-specifiek, maar gericht op de gevolgen die de verschillende activiteiten hebben voor de specifieke onderdelen van de fysieke leefomgeving. Omdat het gaat om een nieuw type bedrijven komen er uiteraard wel nieuwe inhoudelijke aspecten aan de orde. De gebruikelijke zaken en knelpunten van grote bouwaanvragen (stikstof, zeldzame soorten, belangen van bewoners, etc.) komen ook hier aan de orde.

Voor de verschillende activiteiten onder Omgevingswet zijn verschillende bestuursorganen bij overheden bevoegd gezag voor verlening van een vergunning, het ontvangen van een melding of het opstellen van een maatwerkvoorschrift. Deze bestuursorganen zijn ook bevoegd voor toezicht en handhaving. Als het gaat om de verdeling gaat de Omgevingswet uit van de hoofdregel dat de gemeente bevoegd gezag is, maar kent de wet daarop ook een aantal uitzonderingen. In bepaalde gevallen ligt het bevoegd gezag bij de provincie, waterbeheerder of het Rijk. Zo is de provincie bevoegd gezag voor de algemene regels en verlening van vergunningen als het gaat om milieubelastende activiteiten bij complexe bedrijven (voor kerncentrales door de ANVS).

---

<sup>10</sup> Meer informatie over het juridisch kader, vergunningen van de ANVS, de vergunningaanvraag en procedures is te vinden in de Handreiking vergunningverlening ANVS 2025.

Ook kent de Omgevingswet een regeling voor meervoudige aanvragen waardoor één bevoegd gezag (bijvoorbeeld de provincie) de vergunning verleent en op onderdelen advies vraagt aan het bevoegd gezag dat de enkelvoudige aanvraag zou behandelen (bijvoorbeeld de gemeente).

Onderstaand een opsomming van belangrijke activiteiten, waarvoor verschillende overheden de vergunningverlener zijn.

- Lozing op het oppervlaktewater – waterbeheerder (waterschap of Rijkswaterstaat).
- Grondwateronttrekking – provincie of het waterschap.
- Natuuractiviteiten – provincie.
- Technische bouwactiviteiten – gemeente.
- Archeologie/cultuurhistorie – gemeente of provincie.
- Ruimtelijke ordening/bestemmingsplan – gemeente.

Als het gaat om de locatie zal in het omgevingsplan van de gemeente op een locatie de kerncentrale als functie mogelijk moeten zijn of worden gemaakt via een aanpassing van het omgevingsplan of de verlening van een vergunning waarmee van het omgevingsplan wordt afgeweken (zie ook bijlage C).

De Omgevingswet vereist voor de besluitvorming in het kader van de oprichting van kerncentrales of andere kernreactoren (dus ook voor SMR's) het opstellen van een project-MER. Daarin moeten alternatieven worden beschreven. Afhankelijk van de concrete situatie zijn het alternatieven voor de locatie, of voor de vorm van de energieproductie, of voor de vormgeving van de gebouwen, etc. Als de procedures onder de Kernenergiewet en de Omgevingswet voldoende parallel lopen kan één MER in beide procedures worden gebruikt. Veelal is dat niet het geval en zal voor de vergunningen onder de Kernenergiewet opnieuw een project-mer-procedure moeten worden doorlopen, waarbij meestal wel gebruik gemaakt kan worden van het project-MER bij de Omgevingswet-vergunningen.

## Bevoegd gezag Omgevingswet-vergunningen



Zeker bij de niet-overheidspartijen, maar ook bij overheden, is er een sterke behoefte aan duidelijkheid over de procedures, inclusief de rol van het bevoegd gezag.

**Bevoegd gezag**

*Het bevoegd gezag is het bestuursorgaan dat een vergunningaanvraag behandelt, meldingen ontvangt en bevoegd is voor toezicht en handhaving (VTH). Initiatiefnemers hoeven zelf niet te bedenken naar welk bevoegd gezag hun aanvraag moet: dat volgt automatisch bij gebruik van het Omgevingsloket.*

*Uit: Informatiepunt Leefomgeving*

In de huidige situatie is in de Elektriciteitswet 1988 (binnenkort de Energiewet) geregeld dat een elektriciteitscentrale, dus ook een SMR, met een vermogen groter dan 500 MWe het Rijk vanwege een nationaal belang een projectbesluit op grond van de Omgevingswet moet nemen. Ook voor SMR's kleiner dan deze 500 MWe (de meeste SMR's zijn kleiner) kan het wenselijk zijn dat het Rijk of de provincie de procedure voor een projectbesluit doorloopt vanwege nationaal of provinciaal belang. Dat kan bijvoorbeeld de impact van de SMR op het regionale of het nationale energiesysteem zijn. Omgevingsvergunningen kunnen deel uitmaken van het projectbesluit maar dat hoeft niet. Het bevoegd gezag kan de vergunningen ook bij het regulier bevoegd gezag laten en eventueel de behandeling coördineren. Met het projectbesluit wordt op onderdelen (bijvoorbeeld voor de locatiekeuze) een bindend besluit genomen voor de lagere overheden (zie bijlage C). Wordt geen projectprocedure gevolgd dan is de gemeente bevoegd gezag voor de ruimtelijke locatiekeuze via een omgevingsplanwijziging of door vergunningverlening via een buitenplanse omgevingsplanactiviteit (BOPA). Voor andere activiteiten zullen andere overheden bevoegd gezag zijn. Denk aan de provincie voor natuuractiviteiten. De Omgevingswet geeft onder voorwaarden de mogelijkheid om de rol van bevoegd gezag over te dragen aan een andere overheid. De afweging welke overheidslaag het meest geëquipeerd is voor deze rol kan worden gemaakt op basis van een eventueel beschikbaar ruimtelijk kader, of andere meer technische aspecten. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

**Projectbesluit**

*Waterschappen, provincies en het Rijk gebruiken de projectprocedure (afdeling 5.2 Omgevingswet) voor het vaststellen van een projectbesluit. Dit kan alleen als het project een publiek belang heeft. Gemeenten kunnen stappen van de projectprocedure gebruiken voor het wijzigen van het omgevingsplan voor een gemeentelijk project van publiek belang. Een private initiatiefnemer kan er ook gebruik van maken als het project ook een publiek belang heeft. In zo'n geval gaat het bereiken van de private doelen en overheidsdoelen in de fysieke leefomgeving samen.*

*Uit: Informatiepunt Leefomgeving*

*Bij toepassing van de projectprocedure (projectbesluit) is er alleen beroep mogelijk in één instantie bij de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS).*

Het uitvoeren van de rol van bevoegd gezag brengt kosten met zich mee. De kosten van de overheid voor 'normale vergunningverlening' worden door de initiatiefnemer betaald via de leges. Is het de verwachting dat deze kosten voor een SMR-vergunningaanvraag hoger zijn dan gebruikelijk, dan zal de overheid de leges tijdig moeten verhogen. In het geval van een projectprocedure kunnen er vooraf (financiële) afspraken gemaakt worden tussen het bevoegd gezag en de initiatiefnemer over de compensatie van de kosten voor

de vergunningverlening en de eventuele coördinatie daarvan. Dat gaat via een zogenaamde anterieure overeenkomst. Deze mogelijkheid is bijvoorbeeld ook gebruikelijk bij de ontwikkeling van windparken.

### **Coördinatie van de vergunningsprocedures**

Coördinatie van besluiten voor complexe projecten, zoals de realisatie van een SMR, is mogelijk via de projectprocedure en de coördinatieregeling in de Omgevingswet en de Algemene wet bestuursrecht (Awb). Deze coördinatieregeling zal met name kunnen worden toegepast voor de ruimtelijke besluiten (projectbesluit en omgevingsvergunningen) die voor de realisatie van SMR's nodig zijn.

### **Proceduretijd**

Er verloopt een aanzienlijke periode tussen de start van een vergunningstraject voor de bouw van een SMR en de daadwerkelijke ingebruikname. Voor een SMR op basis van bestaande technologie (LWR-SMR) is dat naar schatting ten minste 4 jaar voor een *first of a kind* ontwikkeling, maar dat kan in de praktijk ook het dubbele of meer zijn. Voor een *N<sup>th</sup> of a kind*-ontwikkeling zal dat aanzienlijk minder zijn (2 tot 8 jaar). Voor een AMR gebaseerd op meer geavanceerde (nieuwe) technologie zal dat aanzienlijk langer zijn (naar schatting waarschijnlijk wel 10 tot 20 jaar). Zeker als de SMR de eerste van een bepaald type is (*first of a kind – FOAK*), zal de procedure van vergunningverlening door de ANVS niet veel korter zijn dan van een traditionele bewezen-technologie-kerncentrale. Als sprake is van geheel nieuwe reactortechnologie kan de periode zelfs aanmerkelijk langer worden, gezien de bijkomende technologische kwalificatie en de moeizaamheid om de betrouwbaarheid aan te tonen aan de ANVS bij dergelijke nieuwe technologieën. In de bijlagen A en C is een figuur opgenomen met geschatte doorlooptijden die is samengesteld op basis van *expert judgement*. De gebruikelijke tijd voor de vergunningen op grond van de Omgevingswet is korter dan die van de Kernenergiewet, maar door bezwaar- en beroepsprocedures zal ook daar naar verwachting meerdere jaren mee gemoeid zijn. Na het verlenen van de bouwvergunningen neemt de daadwerkelijke bouw naar verwachting nog 3 tot 9 jaar in beslag. Voor SMR's gebaseerd op nieuwe technologie (AMR's) kan dat zelfs nog wel langer zijn. Tijdens de bouwperiode wordt het proces voor het verkrijgen van de 'vergunning voor het in werking brengen' en de 'vergunning voor het in werking houden' op grond van de Kernenergiewet doorlopen. Dat hoeft geen extra proceduretijd op te leveren.

Verwacht mag worden dat zowel de vergunningen-procestijd als de bouwtijd korter worden bij volgende SMR's (*N<sup>th</sup> of a kind – NOAK*) van een vergelijkbaar type.

Deze lange proceduretijd is voor bedrijven die in potentie elektriciteit en/of warmte willen afnemen van een SMR een grote belemmering om zelf initiatiefnemer van de SMR-ontwikkeling te zijn. Zeker ook omdat al in deze proces- en bouwphase hoge kosten worden gemaakt. De planperiode voor investeringsbeslissingen van bedrijven is in de regel aanzienlijk korter. Ook voor financiers en toeleveringsbedrijven is deze lange periode problematisch (zie hoofdstuk 4).

## **Betrekken overheden en instanties**

Naast de bevoegd gezagen voor de vergunningen is het tijdig betrekken van andere overheden en instanties gewenst. Voor de inpassing van een SMR die elektriciteit levert aan het landelijke of regionale stroomnet is het tijdig betrekken van TenneT en/of de regionale netbeheerder noodzakelijk. Voor de verschillende Omgevingswetvergunningen is het tijdig betrekken van de vergunningverlenende overheden nodig. Met name het vroeg betrekken van de waterbeheerder (waterschap of Rijkswaterstaat) moet niet worden vergeten, omdat de beschikbaarheid en de lozing van koelwater vaak een bepalende factor is voor de locatiekeuze. Als een SMR wordt ingepast in bijvoorbeeld een industriecluster, dan is het tijdig betrekken van de organisatie van zo'n cluster, of bijvoorbeeld het havenbedrijf, noodzakelijk.

## **Participatie**

De ontwikkeling van een nucleaire installatie, bijvoorbeeld een SMR, is een maatschappelijk gevoelig onderwerp. Zowel bij het ontwikkelen van nationaal of regionaal beleid, als bij een concreet voorstel voor de ontwikkeling van een SMR op een locatie, is brede participatie van betrokkenen en belanghebbenden cruciaal voor succes. In het verdrag van Aarhus is bepaald dat burgers en organisaties recht hebben om deel te nemen aan besluitvormingsprocessen die betrekking hebben op het milieu. In Nederland is dit meestal vormgegeven door het volgen van de mer-procedure.

Bij elk concreet initiatief is gepaste participatie belangrijk. De manier waarop participatie wordt ingericht hangt nauw samen met de rol die verschillende overheden op zich nemen. Afspraken over participatie moeten bij aanvang van het project gemaakt worden met de initiatiefnemer en ook tussen de verschillende overheden. Op grond van de Omgevingswet is in eerste instantie de initiatiefnemer verantwoordelijk voor het organiseren van adequate participatie. Belangrijke aspecten die aan de orde zullen komen zijn: Waarom dit project? Waarom op deze specifieke locatie? Is het veilig? De Kernenergiewet regelt geen verplichting tot participatie, behalve de formele inspraak- en beroepsmogelijkheden.

Indien een overheid zelf initiatief neemt tot de realisatie van een SMR, dan heeft zij – net als private initiatiefnemers - een actieve rol in de participatie. Wanneer de overheden hebben gekozen voor een meer faciliterende rol ('als het initiatief voldoet aan de voorwaarden, dan vinden wij het ook goed') dan zullen zij zich meer richten op het bewaken van de kwaliteit van de participatie. Wanneer de overheid faciliteert vanuit haar rol als bevoegd gezag, zal deze overheid met name een rol vervullen in het organiseren van de wettelijke inspraakmomenten en de ambtelijke en bestuurlijke afstemming met medeoverheden.

In het geval van een concreet initiatief op een locatie is meestal sprake van een voorstel waarin locatie, type SMR, etc. al bekend zijn. Dat maakt afweging van alternatieven en het ontwerp van een open participatieproces beperkt. Initiatiefnemers zullen de neiging hebben zich te richten op (grote) afnemers en besluitvormende overheden. Toch moet ook de rol van burgers en andere stakeholders actief worden ingebracht. Dat is de

gezamenlijke verantwoordelijkheid van de initiatiefnemer en de besluitvormende overheden.

De timing van brede participatie in een concreet voorstel op een locatie is niet eenvoudig. Vroeg starten in de fase van verkenningen kan kritiek opleveren dat nog niets is besloten en er te weinig informatie beschikbaar is. Later starten in de fase van de voorbereiding van een concreet besluit, kan kritiek opleveren dat er feitelijk al besloten is en dat de participatie eerder had moeten beginnen. Het verdrag van Aarhus schrijft voor dat elke partij voorziet in vroegtijdige inspraak, wanneer alle opties open zijn en doeltreffende inspraak plaats kan vinden.

De bewoners of instanties in de omgeving van een potentiële locatie hebben in veel gevallen geen direct voordeel bij de SMR. Het kan helpen om te bezien op welke manier het SMR-initiatief ook voordelen voor de bewoners kan genereren die het draagvlak zouden kunnen vergroten. Voorbeelden:

- Gegarandeerde lage energieprijzen, of financiële participatie in bijvoorbeeld een 'atoomcoöperatie'.
- Stadsverwarming met een lagere warmteprijs dan alternatieve vormen.
- Investerings in publieke voorzieningen door de initiatiefnemer die niet direct zijn gekoppeld aan de SMR (sport, recreatie, buurthuis, infrastructuur, etc.).
- Stimulans van bijvoorbeeld kennisinstututen die aanhaken bij de innovatie / kennisontwikkeling die gekoppeld is aan kernenergie.
- In zekere mate ook de beeldkwaliteit (inpassing in het landschap), bijvoorbeeld door omwonenden te betrekken bij ontwerp en leefkwaliteit.

### 3.3 Denkbare handelingsperspectieven

Uit het voorgaande blijkt dat de voorbereiding en ontwikkeling van een SMR complex en veelomvattend is. Daar komt bij dat er in de afgelopen decennia in Nederland geen ervaring is opgedaan met de inpassing van SMR's en nauwelijks met kerncentrales. Welke handelingsperspectieven zijn denkbaar om onzekerheden te verkleinen, de voorspelbaarheid te vergroten en mogelijke barrières weg te nemen?

Een belangrijke interventie kan zijn dat er nationaal of regionaal door de overheid een **richtinggevend beleidskader** wordt ontwikkeld. Onder welke voorwaarden kijkt de overheid positief naar een SMR-ontwikkeling? In welke gebieden zijn er kansen voor SMR's en in welke gebieden ziet de overheid die kansen niet? Bij zo'n beleidskader hoort ook een goed onderbouwde afweging van **nut en noodzaak** van SMR's in het energie- en industriebeleid. Veel van de betrokkenen vragen om deze richtinggevende duidelijkheid van de overheid. Een omgevingsvisie of een programma lenen zich hiervoor.

Lokale (concrete) initiatieven om een SMR te ontwikkelen worden geholpen als er nationaal of regionaal – bijvoorbeeld in een omgevingsvisie – al afwegingen zijn gemaakt, onderbouwd met een **plan-mer**. Door deze bestaande onderbouwing in een omgevingsvisie vergt het initiatief voor een SMR in de vorm van een **projectbesluit**

minder onderzoek, daarmee wordt deze Omgevingswet-procedure eenvoudiger. Tegen een projectbesluit is er verder slechts één beroepsmogelijkheid (bij de Raad van State) mogelijk.

Omdat de vereisten aan het verkrijgen van vergunningen veelomvattend zijn (technisch ontwerp, financiering, milieugevolgen, participatie, etc.) is het aan te raden dat een initiatiefnemer een professionele **vergunningencoördinator** aanstelt, die overzicht houdt, slim procedures op elkaar afstemt en goed contact houdt met de bevoegde gezagen.

Op termijn zullen procedure- en bouwtijd korter worden als **meerdere SMR's van hetzelfde type** worden ontwikkeld. Initiatiefnemers en autoriteiten doen ervaring op, een deel van de onderbouwing is bekend bij de ANVS en er komt meer routine in de bouwfase. Overheden en/of ontwikkelaars zouden afspraken kunnen maken voor een **voorkeurs technologiekeuze**. De keerzijde van zo'n keuze is dat daarmee onvoldoende ingespeeld wordt op technologische ontwikkelingen die op termijn (concurrentie) voordelen kunnen opleveren.

De eventuele ontwikkeling van SMR's is nieuw. Echter, **de Nederlandse wet- en regelgeving is voor de ontwikkeling van SMR's vooralsnog goed bruikbaar**. In de simulaties kwamen geen doorslaggevende belemmeringen naar voren die aanpassing van wet- en regelgeving noodzakelijk maken. Maar dat wil niet zeggen dat in een later stadium geen belemmeringen kunnen worden geconstateerd die een lacune in wet- en regelgeving blootleggen. Sommige initiatiefnemers pleiten ervoor om de regels niet te veranderen, zodat er duidelijkheid blijft en geen vertraging ontstaat. Het is denkbaar dat introductie van nieuwe – nu nog niet gangbare – reactortypes aanleiding wordt om specifieke beoordelingscriteria in wet- en regelgeving op te nemen.

De rol van de ANVS is in de nucleaire wereld goed bekend, maar voor veel van de andere stakeholders nog onduidelijk. Het is de moeite waard om te bezien of betrokkenen die niet goed ingevoerd zijn in de nucleaire wereld de weg naar de informatie van de ANVS goed kunnen vinden. Het gaat deze stakeholders helpen als de **verwijzing naar de informatie over de rol van de ANVS** ook voor hen gemakkelijk te vinden is. Vooral gemakkelijke toegang tot de informatie over de manier waarop vergunningsaanvragen worden behandeld en getoetst gaat deze stakeholders helpen. Om inzicht te verkrijgen aan welke informatie behoefte is zou een **toetsing bij stakeholders** kunnen worden gedaan met de vraag welke verdere verduidelijking nodig is.

# Hoofdstuk 4

# Bijdragen aan het realiseren van een SMR

## 4.1 Inleiding

De mogelijke introductie van SMR's in Nederland gaat kansen bieden voor Nederlandse bedrijven: de bouwsector, toeleveranciers en financiële instellingen.

In de bouwsector werken bedrijven die ingeschakeld kunnen worden om gebouwen en infrastructuur aan te leggen (aannemers). Toeleveranciers zijn bedrijven die onderdelen van de installaties kunnen leveren, zowel aan het nucleaire eiland, als aan de niet-nucleaire delen. Dat kan variëren van zeer grote elementen, zoals drukvaten, tot mechanische en procestechnische componenten of de toelevering van regelsystemen, meet- en elektrotechniek, of van hulpstoffen. Financiële instellingen variëren van *private equity* firma's, banken en beleggers tot pensioenfondsen, verzekeraars en publieke fondsen.

Wat die rollen kunnen zijn, aan welke voorwaarden voldaan moet worden en hoe ondernemingen naar verwachting gaan reageren en inspelen op de verschillende mogelijke ontwikkelingen, is het onderwerp van dit hoofdstuk.

### **Simulatie 4**

*In de simulatie is één dag besteed aan het gesprek over de kansen voor de bouwsector en toeleveranciers, en één dag speciaal gericht op de kansen voor financiële instellingen. In de terugkomdag zijn deze twee groepen samen in gesprek gegaan.*

*Op beide dagen werden in de simulatie drie casussen besproken.*

- *Een casus waarin een grote SMR van 300+ MWe, gebaseerd op een lichtwaterreactor (LWR-SMR), wordt voorgesteld door de exploitant van onder meer een bestaande kerncentrale op dezelfde locatie, als innovatie op de al aanwezige bewezen technologie. De SMR zal elektriciteit leveren aan het net. De nucleaire technologie wordt geleverd door een internationaal opererend bedrijf met eigen toeleveranciers.*
- *Een casus waarin een middelgrote SMR van ongeveer 150-200 MWe of meerdere kleine SMR's van ongeveer 50 MWe, gebaseerd op hoge temperatuur gasgekoelde (HTGR) technologie, wordt voorgesteld door een internationaal opererende energieleverancier die energie (elektriciteit en warmte) gaat leveren aan het industriecluster ter plaatse. De nucleaire technologie wordt geleverd door een internationale SMR-ontwikkelaar. De HTGR-technologie bestaat, maar er is nog niet veel ervaring mee.*
- *Een casus waarin een kleine SMR (AMR) van ongeveer 50 MWe, gebaseerd op een geavanceerde technologie (bijvoorbeeld gesmolten zout), op initiatief van een lokaal agro-industriecluster wordt voorgesteld, die de energie zal gaan afnemen. De nucleaire technologie wordt geleverd door de ontwikkelaar van deze nieuwe technologie die voor deze first-of-a-kind toepassing zelf voor een EPC-contractor zal gaan zorgen.*

*De deelnemers in beide simulaties waren vertegenwoordigers uit verschillende organisaties en verplaatsten zich in rollen die goed aansloten bij hun professionele deskundigheid en ervaring, zoals energieproducent, vendor van een SMR, bouwonderneming, diverse toeleveranciers, banken, beleggers, investeringsfonds, toezichthouder nucleaire veiligheid, verschillende overheden en deskundigen.*

*Deze simulatie had het karakter van een geleid gesprek. De casussen waren het uitgangspunt van het gesprek. Tijdens de simulatie kwamen ook varianten op deze casussen ter sprake. In de gezamenlijke terugkomdag zijn de bevindingen geverifieerd en hebben deze twee groepen ook gereageerd op elkaars vragen, zorgen en kansen.*

## 4.2 Opgedane inzichten (observaties)

De observaties zijn thematische gerangschikt.

- Kansen.
- Technologie van grote invloed.
- Inrichting van het project.
- Doorlooptijden.
- Energieoutput en -afname.
- Personele tekorten.
- Ongevallen en ontmanteling.
- In serie bouwen.
- Actieve overheid.

Per thema wordt vervolgens onderscheid gemaakt in:

- Observaties die zowel de simulaties over *Bouw en Toelevering* als *Financiering* raken.
- Observaties die in de simulatie over *Bouw en Toelevering* naar voren kwamen.
- Observaties die in de simulatie over *Financiering* naar voren kwamen.

Niet elke invalshoek komt bij elk thema aan de orde, of omdat het een herhaling zou zijn, of omdat deze invalshoek tijdens de simulaties niet zo specifiek aan de orde kwam.

## Kansen

### *Bouw, Toelevering en Financiering*

De bouw van SMR's wordt door de bouwsector, toeleveranciers en financiers zakelijk interessant gevonden. Men ziet kansen, maar ook risico's. De risico's zijn sterk verbonden met de technologiekeuze, doorlooptijden, energieoutput en -afname, mogelijkheden tot opschaling, de betrokken bedrijven en de beschikbaarheid van personeel en voldoende kennis.

Een heldere structuur van de markt voor SMR's, waarin duidelijk is wat de verplichtingen en verantwoordelijkheden zijn van een initiatiefnemer, van de bouwsector en toeleveranciers, van financiers en van overheden, kan ervoor zorgen dat buitenlandse partijen op korte termijn kiezen om in Nederland te investeren en Nederlandse bedrijven te betrekken. Een heldere structuur betekent duidelijke afspraken in de verdeling van de risico's, zodat onzekerheden verkleind worden, voorspelbaarheid toeneemt en mogelijke barrières worden weggenomen. Er is sprake van een gemeenschappelijke opgave tussen de bouwsector, toeleveranciers en financiers.

De bouwsector, toeleveranciers en financiële instellingen kennen elkaar rond de thematiek van SMR's nog niet heel goed. Omdat er wel onderlinge afhankelijkheden zijn, is het belangrijk dat het gesprek tussen deze stakeholders onderling én met overheden en initiatiefnemers van mogelijke SMR's wordt gevoerd. Het maakt behoeftes over en weer scherper. Concreet kwam uit de simulatie naar voren dat er behoefte is aan een plek of een platform voor kennisuitwisseling en samenwerking. Hierin kan onder meer samengewerkt worden aan de ontwikkeling van nieuwe nucleaire technologieën die geschikt zijn voor SMR's, die in Nederland gemaakt en gefinancierd kunnen worden en die ook geschikt zijn als exportproduct. Overheden zouden daarvoor het initiatief kunnen nemen.

### *Bouw en Toelevering*

Voor de ontwikkeling van SMR's gebaseerd op bestaande technologie (meestal lichtwatergekoelde reactoren) kan geleund worden op de huidige keten met veel gevestigde spelers. In enkele concrete gevallen zijn al internationale consortia (deels) gevormd, bijvoorbeeld door afspraken tussen de technologieleverancier, constructiepartners en leveranciers voor de belangrijkste componenten. Echter, de groeiende markt in Nederland en internationaal biedt ook ruimte voor nieuwkomers. Nieuwe toeleveranciers kunnen naar verwachting voor SMR's gebaseerd op bestaande technologie (meestal lichtwatergekoelde reactoren) met name bijdragen aan het niet-nucleaire deel, zoals civiele bouw, systemen en installaties, veelal in opdracht van de

EPC-contractor<sup>11</sup> of één van de leveranciers. Ook het niet-nucleaire deel heeft zakelijk gezien nog steeds een aanzienlijke en interessante omvang. Daarnaast is het denkbaar dat beheer en onderhoud lokaal gecontracteerd zullen worden. In de gevallen waarin consortia nog niet (geheel) gevormd zijn, zijn er ook kansen voor de Nederlandse bouwsector en toeleveranciers om een plek in een consortium te verkrijgen en dan mogelijk ook toe te leveren aan nucleaire delen van de SMR. De SMR-markt is groeiende en is internationaal. Daardoor is voor de bouwsector en toeleveranciers de concurrentie groot.

Voor de ontwikkeling van SMR's gebaseerd op bekende technologie die nog niet gangbaar is in SMR's (bijvoorbeeld hoge temperatuur gasgekoelde (HTGR) reactoren), werd in de simulatie aangegeven dat de kansen voor Nederlandse bedrijven relatief groter zijn. De positie van de EPC-contractor is voor grote bouwondernemingen met internationale ervaring interessant. Ook toeleveranciers van grote componenten (drukvaten, compressoren, etc.) zien mogelijkheden om aan te haken in een te vormen consortium. In de simulatie kwam naar voren dat stapsgewijs contracteren de voorkeur heeft, zodat specificaties per stap voldoende duidelijk zijn. Toeleveranciers zullen hoogstwaarschijnlijk ook internationaal moeten kunnen leveren.

De ontwikkeling van SMR's gebaseerd op meer innovatieve technologie (AMR's) bevindt zich in een vroeg stadium waarin nog veel kennis en technologie moet worden ontwikkeld. Uit de simulaties kwam naar voren dat deze innovatieve technologiebedrijven voor een dilemma staan (*catch 22*). Enerzijds is er voor de toeleveranciers te veel onduidelijkheid om (mee) te investeren in het mede ontwikkelen van componenten. Anderzijds biedt innovatieve technologie de beste mogelijkheden om 'aan boord' te komen en langjarig betrokken te zijn bij een succesvolle business. Toeleveranciers zijn wel geïnteresseerd om op basis van een (al dan niet marktconforme) vergoeding, van bijvoorbeeld een overheid of een ontwikkelaar, deel te nemen in een ontwikkeltraject. Bijvoorbeeld voor het ontwerp van een onderdeel of om bij de ontwikkeling mee te denken. Dit is een manier om betrokken te zijn en een positie te verwerven voor de toekomst.

### *Financiering*

Zoals eerder vermeld, biedt de ontwikkeling van SMR's zakelijk kansen voor financiële instellingen. Vanwege de complexiteit van een SMR-ontwikkeling (veel verschillende spelers en verschillende type risico's die op elkaar ingrijpen) is het (financiële) risico relatief groot. Daardoor is ook het verdienpotentieel groot ('complexiteitsopslag'), wat samengaat met een grotere kans op verliezen. De SMR-markt is groeiende en is internationaal. Er is op dit moment één SMR-project in de westerse wereld waarvan de kosten publiek bekend zijn. In Canada worden er vier SMR's gebouwd voor – naar schatting – in totaal 13,5 miljard euro. In de simulatie gaven deelnemers aan dat een dergelijk bedrag gefinancierd kan worden door de internationale financiële sector onder

---

<sup>11</sup> Een EPC-contractor is verantwoordelijk voor de totale planning en uitvoering van ontwerp, inkoop en constructie van een bouw (investerings) project.

voorwaarden die hieronder verder toegelicht worden. Volledige financiering door de Nederlandse private sector leek voor de deelnemers niet haalbaar.

Banken en beleggers maken, naast de hoeveelheid rendement, een brede afweging. Voor banken geldt dat (lokale) bedrijven die onderdeel zijn van de waardeketen ook klanten kunnen zijn van de bank. Voor pensioenfondsen en verzekeraars is de stabiele kasstroom van 60 tot 80 jaar in het geval van een SMR een belangrijke incentive en tegelijk ook een voorwaarde voor financiering. Voor de financiële sector geldt dat zij hun balans moeten 'vergroenen' en dat zij steeds meer worden aangesproken op hun verantwoordelijkheid in de energietransitie. Betrokkenen letten hierbij op de EU-taxonomie die duurzame economische activiteiten classificeert<sup>12</sup>.

## Technologie van grote invloed

### *Bouw en Toelevering*

Een grote SMR gebaseerd op licht watertechnologie (>300 MWe) biedt kansen voor de bouwsector en toeleveranciers, maar veelal in een rol als onderaannemer. Enkele grote lokale bouwondernemingen en de toeleveranciers van grote componenten hebben tijdens de simulatie aangegeven wel belangstelling te hebben en willen ook een zekere verantwoordelijkheid nemen voor de bouw van de SMR en voor de productie van grote componenten. In de praktijk heeft in enkele concrete gevallen een vendor van grote SMR's gebaseerd op licht watertechnologie al (grotendeels) een internationaal consortium gevormd. Dat betekent dat in zo'n geval de lokale ondernemers hoofdzakelijk in aanmerking komen voor toelevering van niet-nucleaire delen, waarschijnlijk in opdracht van de EPC-contractor. Opgemerkt moet worden dat dergelijke opdrachten zakelijk nog steeds een aanzienlijke en interessante omvang hebben.

Er liggen kansen voor lokale bouwbedrijven en toeleveranciers bij de ontwikkeling van nieuwe technologie (AMR's), omdat hier een mogelijke groeimarkt te veroveren is wanneer onzekerheden in de techniek snel geslecht worden. Eerder onder het kopje 'kansen' is hier nader op ingegaan.

De bouwsector en toeleveranciers zijn terughoudend in het geval van een *first of a kind* (FOAK) ontwikkeling. In geval van een FOAK zal het bevriezen van het ontwerp tijdens de vergunningsfase moeilijk zijn. Veel is nog onbekend en dat leidt in de dialoog met de ANVS (toezichthouder) tot bijstellingen. Daardoor zal een bouwonderneming of een toeleverancier niet gemakkelijk in een vaste prijsafsprake stappen. Dit risico neemt af als de specifieke SMR internationaal gezien geen FOAK meer is, omdat er één of meerdere gebouwd zijn in andere landen en er standaarden voor handen zijn, al zullen er altijd locatie-specifieke aspecten zijn waar in het ontwerp rekening mee moet worden gehouden en waar de ANVS op zal toetsen.

---

<sup>12</sup> Investerings in kernenergieprojecten kwalificeren als ecologisch duurzame economische activiteiten in de EU-taxonomie. Echter, de EU-taxonomie stelt specifieke strenge voorwaarden aan kernenergie waardoor investeringen in nucleaire projecten in de meeste Europese lidstaten, waaronder Nederland, niet kunnen voldoen aan de technische screeningscriteria.

In de simulatie kwam naar voren dat een kleine SMR gebaseerd op licht watertechnologie (ongeveer 50 MWe), die behalve stroom ook warmte levert aan bijvoorbeeld een lokaal industriecluster, relatief meer kansen biedt aan de bouwsector en toeleveranciers. Enkele grote lokale bouwpartijen gaven aan in dit geval geïnteresseerd te zijn om EPC-contractor te worden. Voorwaarde was wel dat de bouwonderneming in een zo vroeg mogelijk stadium betrokken wordt bij het nadere ontwerp. Dat gold ook voor de leverancier van grote componenten. Die grote componenten kunnen ook (onderdelen van) het nucleaire eiland zijn. Omdat er sprake is van bestaande bewezen technologie, zijn de specificaties van de grote onderdelen bekend. Stapsgewijs contracteren heeft de voorkeur van de bouwsector en de toeleveranciers. Het is denkbaar dat de leverancier van grote componenten of van grote delen van de SMR de verantwoordelijkheid neemt voor de certificering, onder meer via een eigen lijst van erkende suppliers.

Als de SMR behalve stroom ook warmte levert, is het een voorwaarde dat er ook infrastructuur is om de warmte (stoom) te distribueren. Dat kan rechtstreeks aan één of meer bedrijven die een hoge warmtevraag hebben, maar kan ook aan een openbaar warmtenet. Zeker in het geval van een lokaal openbaar warmtenet van enige omvang brengt dit kansen voor lokale bedrijven voor de aanleg hiervan, maar neemt ook de complexiteit van het project toe.

### *Financiering*

In de simulatie kwam naar voren dat financiers op korte termijn vooral geïnteresseerd zijn in bewezen technologie (een grote SMR gebaseerd op licht watertechnologie (>300 MWe)). In zijn algemeenheid geldt: hoe meer volwassen de technologie, hoe groter de investeringsbereidheid. Deze bereidheid wordt ook beïnvloed door de hoeveelheid energie die de SMR produceert en de ervaring van de toeleveringsketen en exploitant.

In de simulatie werd duidelijk dat bij nieuwe technologieën de onzekerheden (onder meer vanwege de maturiteit van technologie) zo groot zijn dat banken en institutionele beleggers afwachtend tot afwijzend reageerden op de vraag naar financiering. Mogelijk zouden *private equity* partijen wel geïnteresseerd zijn, maar daarmee wordt de financiering duur. Er zijn in Nederland nog weinig publieke fondsen die nu al investeren in SMR's en/of nucleaire ontwikkelingen. De fondsen die dat wel doen, doen dat geredeneerd vanuit de financieringsbehoefte in zeer bescheiden mate. In de simulatie kwam naar voren dat voor regionale (publieke) fondsen innovatie en versterking van de lokale kennisinfrastructuur belangrijk zijn en dat bewezen technologie minder belangrijk is.

In de simulatie kwam naar voren dat financiers een *first of a kind (FOAK)* én te risicovol en én te duur vinden. Financiering kan dan alleen als er vergaande garanties zijn en/of sterke mitiganten. Daarnaast kan, als een FOAK SMR als onderdeel van een serie gerealiseerd wordt, het vergrote financiële risico verspreid worden over meerdere units die inkomsten genereren. De kleine SMR's worden dan in serie gebouwd, waardoor geleidelijk opgebouwd kan worden naar een hoog vermogen. Dit spreidt de investeringen en geeft ook de mogelijkheid om te leren tijdens de productie. Dit maakt ook financiering 'in stukjes' mogelijk en daarmee mogelijk beter beheersbaar. In de simulatie kwam ook

naar voren dat risico's voor de financiers gemitigeerd kunnen worden door een rol van de overheid in de financiering.

Als de SMR behalve elektriciteit ook warmte levert, is het een voorwaarde dat er ook infrastructuur is om de warmte (stoom) te distribueren. Dat kan rechtstreeks aan één of meer bedrijven die een hoge warmtevraag hebben, maar het kan ook aan een openbaar warmtenet. Financiers gaven aan dat financiering in dit geval makkelijker kan worden. Warmtelevering kan de businesscase van de investering verbeteren. Cruciaal blijft echter of er voor beide energiestromen een afnamegarantie is geregeld (zie verder in dit document).

### **Inrichting van het project**

#### *Bouw, Toelevering en Financiering*

Zowel de bouwsector, toeleveranciers en financiers zien weinig onderscheid tussen de bouw van een SMR en de bouw van grote infrastructuur. De bouw van een SMR is complex, maar dat kan de bouw van bijvoorbeeld een tunnel ook zijn.

Voor zowel de bouwsector, toeleveranciers als de financiers geldt dat ze vroegtijdig betrokken willen worden bij concrete projecten. Dit is ook een noodzakelijke voorwaarde. Wanneer partijen afstand houden en vooral voorstellen van anderen beoordelen en toetsen en wanneer ze niet zelf meebouwen aan een propositie, dan wordt (te) veel tijd verloren.

#### *Bouw en Toelevering*

Voor zowel de bouwsector als voor de belangrijkste toeleveranciers zijn bedrijven met een lange horizon nodig om een project kansrijk te maken. De *return on investment* ligt ver weg in de tijd. Bedrijven met veel eigen vermogen, bijvoorbeeld familiebedrijven, kunnen hier mogelijk een belangrijke rol in spelen, zeker wanneer er minder nadruk ligt op snelle rendementen en de bereidheid om in de regio te investeren groot is.

Het modulaire karakter van SMR's maakt het voor (toe)leveranciers eenvoudiger om te leveren. Leveren aan een module wordt als minder risicovol gezien dan aan de bouw van een complete SMR. Ook is de logistiek naar verwachting eenvoudiger: levering is immers vooral aan een fabriek waar een module wordt gemaakt en niet aan steeds verschillende locaties ergens in de wereld.

#### *Financiering*

Bedrijven kunnen de volledige verantwoordelijkheid nemen voor het financieren van de realisatie van een SMR. Dat kunnen bijvoorbeeld grote energieproducenten zijn of grote afnemers zoals datacenters of grote energie-intensieve industrie. In dat geval is er sprake van bedrijfsfinanciering. Dan worden de financiële verplichtingen voldaan vanuit de inkomsten van het hele bedrijf en niet uitsluitend uit de opbrengsten van de SMR. Eventuele financiers kijken hierin scherp naar de kredietwaardigheid van het ontvangende bedrijf. Bouwondernemingen en toeleveranciers krijgen hun opdrachten dan rechtstreeks van het bedrijf in kwestie.

De verwachting is dat de realisatie van één of meerdere SMR's in Nederland niet via bedrijfsfinanciering, maar via projectfinanciering wordt gerealiseerd. Als er sprake is van projectfinanciering, moet aan het begin duidelijk zijn of het 'ring-fenced' is. Het project staat op zichzelf en is financieel niet verbonden met andere mogelijke activiteiten van het gefinancierde bedrijf. Verder zal in de meeste gevallen de gehele financiering terugverdiend moeten worden vanuit het project zelf (non-recourse<sup>13</sup>).

Projectfinanciering stelt hoge eisen aan het project zelf. Elementen als 'bewezen technologie', 'goede organisatie' en 'heldere en logische risico-allocatie' zijn bepalend.

Wanneer de SMR 'achter de meter' zit en meerdere bedrijven in een industriecluster aangesloten zijn en zich verplicht hebben om de energie (warmte en/of elektriciteit) af te nemen, zien financiers de risico's afnemen. Tegelijk zullen de bedrijven die 'achter de meter' zitten de kosten van energie zien als operationele uitgaven (OPEX) en dus geen garanties kunnen geven voor de duur van de terugverdienperiode van een SMR. Bij een SMR 'achter de meter' is projectfinanciering minder het uitgangspunt, maar is bedrijfsfinanciering ook een serieuze optie. De kredietwaardigheid van de betreffende partij is dan doorslaggevend.

In de simulatie kwam naar voren dat de financiers de voorkeur hebben voor één EPC-contractor. Een EPC-contractor is verantwoordelijk voor het gehele proces van een project, van ontwerp tot oplevering, inclusief engineering, inkoop en bouw. Het liefst biedt de EPC-contractor een turnkey gebouw of installatie aan en zorgt het voor een gestroomlijnde aanpak.

Financiers willen zelf kunnen beoordelen of de risico's op een heldere en logische manier gealloceerd zijn. Ze willen daarom weten wat de onderlinge afspraken zijn tussen de bouwonderneming en de verschillende vaak gespecialiseerde toeleveranciers. De onderlinge afspraken moeten niet alleen voldoende helder en logisch zijn, maar ook voldoende hard. De financier wenst dat een bouwonderneming of leverancier van een bepaald onderdeel tijdige oplevering garandeert zonder gebreken. Uitloop is voor rekening van de betreffende onderneming. Hier doet zich een dilemma voor, want de bouwondernemingen en toeleveranciers geven dergelijke garanties pas af als het ontwerp voldoende stabiel is en het de instemming van de ANVS heeft. Ook zullen de financiers alle bij de bouw betrokken partijen willen beoordelen op kredietwaardigheid, ervaring, toeleveringsketen en benodigde certificaten.

## Doorlooptijden

### Financiering

De ANVS beoordeelt bij de vergunningverlening of de vergunninghouder voldoende financiële middelen heeft om de veiligheid te waarborgen voor de fase die vergund wordt. Dit kan een lastige impasse veroorzaken aangezien de financiële sector geen financiering

---

<sup>13</sup> Non recourse financiering is een vorm van commerciële kredietverstrekking waarbij de kredietverstrekker het alleenrecht heeft op terugbetaling uit de winst van het project dat met de lening wordt gefinancierd en niet uit andere activa van de kredietnemer.

Bron: <https://www.dfbonline.nl/begrip/26409/non-recourse-finance>

zal verstrekken vóórdát de benodigde vergunningen zijn ontvangen. De middelen moeten dan vroegtijdig gereserveerd worden door de financier waardoor de totale financieringslasten voor het project zullen stijgen. Voor de vergunning voor de bouw is dit beperkter dan voor het in bedrijf nemen. Het dilemma voor de vergunningverlener is hoeveel zekerheid over financiering zij nodig acht.

De fase van vergunningverlening duurt 3 tot 5 jaar voor een SMR gebaseerd op bestaande technologie. In de simulatie kwam naar voren dat financiering door een bank in deze fase onwaarschijnlijk is. In de kwetsbare fase van vergunningverlening moet de initiatiefnemer veel onderzoeken uitvoeren waar aanzienlijke middelen voor nodig zijn. Op de markt zijn de projecten in deze fase hoogstwaarschijnlijk aangewezen op *private equity*. Grote institutionele beleggers kunnen hier een rol spelen. Zij willen uiteindelijk projecten realiseren voor een langetermijnbelegging en hebben hier middelen voor beschikbaar. Hier wordt wel een hoog rendement voor gerekend gezien de vele onzekerheden die deze fase kent. Overheden worden daarom ook genoemd als mogelijke financier gedurende deze fase. Overheidsfinanciering brengt minder kosten met zich mee en wordt daarom gezien als een aantrekkelijke financier voor een project in deze fase.

Na de vergunningsfase volgt de bouwfase. Deze wordt nu ingeschat op een periode van 3 tot 9 jaar voor een SMR gebaseerd op bestaande technologie. In de simulatie kwam naar voren dat financiers een bouwfase van 6 jaar of langer als te lang beoordelen. De investering voor de bouw is groot en de financieringslasten groeien naarmate de bouwtijd vordert. De 'rente op rente' zal uiteindelijk een grote kostenpost zijn in de totale projectkosten, waardoor het project duurder wordt bij een langere bouwtijd. In de simulatie werd vanuit het belang van de financiering een indringende vraag opgeworpen aan de technologieontwikkelaars en de bouwsector of dit echt niet sneller kan. De bouwsector vindt dit moeilijk te beantwoorden vanwege de onbekendheid met nucleaire bouwprojecten in het algemeen en SMR's in het bijzonder.

In de simulatie kwam naar voren dat in de financiering van de bouwfase een grote rol voor banken voor de hand ligt. De gangbare financieringsstructuur in projectfinanciering, waarin 70% uit vreemd vermogen bestaat en 30% uit eigen vermogen, is hier waarschijnlijk ook van toepassing. Als het project georganiseerd wordt door kredietwaardige partijen en de afname gegarandeerd is, zijn er mogelijkheden voor 90% vreemd vermogen. Idealiter zal een bank 1 of 2 jaar na oplevering de financiering verplaatsen naar een institutionele belegger. Voor commerciële banken lijkt de termijn van 10 jaar het maximum. Herfinanciering van de lening door een andere financier is een mogelijkheid, maar hierover kan op voorhand geen zekerheid worden gegeven.

Beleggers lijken vooral geïnteresseerd te zijn in de lange exploitatieperiode met stabiele inkomsten. Dit is een aantrekkelijke investering in de portefeuille van pensioenfondsen en verzekeraars in het bijzonder. In de simulatie kwam naar voren dat financiering over de hele exploitatieperiode van een SMR (60 tot 80 jaar) ongebruikelijk lang is voor een belegger. Een termijn van 30 tot 50 jaar leek haalbaar. In de simulatie werd rekening gehouden met een afschrijvingsperiode van 25 jaar. Hierbij werd er rekening mee

gehouden dat de eigenaar van de SMR niet de volledige schuld kan aflossen in die tijd. In dat geval kan er mogelijk herfinanciering van de restschuld plaatsvinden.

Financiers zien een risico van vroegtijdige ontmanteling van de SMR door veranderend overheidsbeleid voordat de financiering is terugbetaald. Op grond van de Kernenergiewet moet vanaf het moment van ingebruikname financiële zekerheid worden gesteld voor de ontmanteling. Deze zekerheid moet worden goedgekeurd door de Minister van IenW en de Minister van Financiën gezamenlijk.

## Energieoutput en -afname

### Financiering

Zekerheid over afname (van elektriciteit en/of warmte) gaat hand in hand met meer zekerheid over prijs. Zowel banken als institutionele beleggers gaven in de simulatie aan een afnamegarantie essentieel te vinden. Financiers analyseren de kredietwaardigheid en betrouwbaarheid van afnemer(s) in voorbereiding op de financiering van een project. In de simulatie kwam naar voren dat het Rijk of een provincie daarom een zeer aantrekkelijke afnemer zou zijn, omdat deze overheden een uiterst betrouwbare en kredietwaardige partij zijn. Meer zekerheid over de opbrengst kan geregeld worden in de vorm van een *Power Purchase Agreement (PPA)* en/of een *Contract for Difference (CfD)*.

Een PPA is een stroomafnameovereenkomst tussen twee partijen: een energieproducent en een afnemer hiervan, zoals een energieverbruiker of -handelaar. Dit kunnen ook meerdere PPA's met verschillende afnemers zijn, gezien de hoeveelheid energie die een SMR potentieel produceert. Doorgaans is een PPA een overeenkomst van lange duur, zoals tien of vijftien jaar. De PPA neemt daarbij het risico op schommelingen op de markten (gedeeltelijk) weg, wat wenselijk is voor grote, met schulden gefinancierde, projecten.

Bij een PPA vinden de financiers de kredietwaardigheid van de partij die de afnamegarantie geeft doorslaggevend. Als voorbeelden werden een grote energieproducent met een groot en stabiel klantenbestand of een grote industriële afnemer met een sterke balans genoemd. Voor veel van de potentiële energieafnemers is de lange vergunning- en bouwtijd problematisch. Zij zullen naar verwachting geen PPA ondertekenen voor of tijdens de bouwtijd (3 tot 9 jaar), omdat er dan geen energie geleverd kan worden. Hun investeringshorizon is korter (zie hoofdstuk 3).

Daarnaast zijn constructies mogelijk waarbij prijsfluctuaties worden beheerst en waarin overheden een rol spelen. Denk aan beschikbaarheidsvergoeding en tariefstelling door een overheid (voor baseload). In de simulatie werd ook verwezen naar SDE-subsidie<sup>14</sup> (SDE is een vorm van CfD).

Een CfD is een prijsmechanisme waarbij een vaste referentieprijis wordt bepaald. Bij een lagere elektriciteitsprijs wordt het verschil vergoed aan de energieproducent door de overheid. Bij een hogere elektriciteitsprijs vergoedt de energieproducent het verschil aan

---

<sup>14</sup> SDE: Stimulering Duurzame Energietransitie en Klimaattransitie.

de overheid. Dit betekent dat een minimale vergoeding is gegarandeerd, maar dat de opbrengsten zijn begrensd. Een CfD geeft meer zekerheid over prijs.

SMR's leveren energie en dus financiële opbrengsten gedurende 60 tot 80 jaar. Beleggers structureren hun investeringen in de regel op een periode van ongeveer 25 jaar. Voor veel van de afnemers van de energie is het ongebruikelijk of onmogelijk om voor dit soort periodes de afname te garanderen. Het businessmodel van deze bedrijven bestrijkt een aanzienlijk kortere periode. De financiers hebben daarom een voorkeur voor (een mix van) afnemers waarbij het risico op voortijdige beëindiging van de afname klein is, zoals grote energieproducenten of industrieclusters met een goede mix van verschillende afnemers. Reduceren van dit risico vertaalt zich in een lagere risico-opslag op de financiering.

*Een bijzondere situatie kan zich voor doen als de afnemers waarvoor de energie bedoeld is – bijvoorbeeld een datacenter of een grote industriële afnemer - op een gegeven moment stoppen met de afname. Bijvoorbeeld omdat bedrijven hun productie verleggen naar een andere locatie, of omdat de afname-afspraak verloopt en er een aantrekkelijker alternatief beschikbaar komt. De eigenaar/operator van de SMR zal dan op zoek moeten naar een andere afnemer. Mogelijk wordt levering aan het elektriciteitsnet dan toch een aantrekkelijke (of noodzakelijke) optie. Dat betekent mogelijk dat de netbeheerder extra moet investeren in verzwaring van de aansluiting naar het totale vermogen van de SMR, waar dat eerder misschien slechts de '10%-veiligheidsaansluiting' was.*

## **Personele tekorten**

### *Bouw, Toelevering en Financiering*

In de huidige arbeidsmarkt is er zorg of er voldoende gekwalificeerd personeel beschikbaar is voor de ontwikkeling van SMR's. Dit geldt voor het nucleaire deel, maar zeker ook voor reguliere niet-nucleaire werkzaamheden (technisch personeel). Voor de bouwsector en toeleveranciers geldt dat – in de huidige situatie - gevulde orderportefeuilles en schaarste op de arbeidsmarkt geen stimulans is om te investeren in een nog onzekere ontwikkeling zoals SMR's. Bij de financiële instellingen bestaat de zorg of er voldoende gekwalificeerde experts beschikbaar zijn die voor hen een voldoende stevige due diligence kunnen uitvoeren. Dit kan een knelpunt worden.

Nu investeren in de juiste onderwijscurricula en human capital zal nodig zijn om op de langere termijn te kunnen beschikken over voldoende gekwalificeerd personeel. Binnen Europa beschikt vooral Frankrijk op het moment over de benodigde opleidingen. Om die reden oriënteren ontwikkelaars zich vooral op (gedeeltelijke) vestiging in Frankrijk. Samenwerking met onderwijsinstellingen biedt eveneens kansen voor innovatie en het ontwikkelen van nieuwe technologie.

## **Ongevallen en ontmanteling**

### *Bouw, Toelevering en Financiering*

Kerncentrales zijn op grond van de Wet aansprakelijkheid kernongevallen (Wako) verplicht om volledig verzekerd te zijn. Risico's zoals overstromingen, aardbevingen en bominslagen worden deels gedekt door private verzekeringen en resterend door het Rijk.

Uit de simulaties bleek dat de bouwsector, toeleveranciers en financiers hier nog niet voldoende mee bekend zijn.

Ook lijkt er bij financiële instellingen nog grote onbekendheid te zijn over de bestaande wettelijke eisen ten aanzien van ontmanteling. Hierdoor worden deze risico's als veel groter gepercipieerd dan ze feitelijk zijn. Op grond van de Kernenergiewet moet vanaf het moment van ingebruikname financiële zekerheid worden gesteld voor de ontmanteling. Deze zekerheid moet worden goedgekeurd door de Minister van IenW en Minister van Financiën gezamenlijk. Uitwisseling van deze kennis helpt om de risicoperceptie bij partijen op orde te krijgen.

## **In serie bouwen**

### *Bouw, Toelevering en Financiering*

Voor zowel financiers als toeleveranciers geldt dat er concreet zicht op een positieve business case nodig is om een rol aan te nemen in de realisatie van een SMR.

Concreetheid over de kosten en opbrengsten, over de tijdstermijn waarop realisatie realistisch is en vooral over de risico's en kansen zijn noodzakelijk. In de huidige situatie lijkt nog te veel sprake te zijn van mooie beloften over de voordelen die SMR's gaan bieden. Er zijn echter ook nog veel onzekerheden en risico's. De business case moet voldoende concreet zijn voor het Nederlandse bedrijfsleven om een rol aan te nemen in de realisatie van een SMR.

### *Bouw en Toelevering*

Een specifieke karakteristiek van SMR's is dat er meerdere SMR's (van hetzelfde type) in serie gebouwd kunnen worden. Meerdere vergelijkbare projecten (zelfde technologie, zelfde vermogen) in een serie vormen een zogenaamde *string of projects*. Zo'n serie levert meer voordeel op voor de bouwsector en met name voor de toeleveranciers. Het betekent dat investeringen in nieuwe technieken en/of uitvoeringsmethoden herhaald kunnen worden benut. Ook (juist) als de SMR's in serie ontwikkeld worden voor de internationale markt, is het voor toeleveranciers aantrekkelijk (gezien de grotere aantallen). De onderneming moet dan wel in staat zijn om internationaal en op voldoende schaal te leveren. Het is te verwachten dat consortia die SMR's ontwikkelen met een lijst van 'erkende suppliers' zullen werken, die betrouwbaar kunnen leveren aan meerdere SMR's. Om daarvan te profiteren is het zaak voor de toeleveranciers om op die lijst te komen.

Specifiek voor een leverancier van grote componenten (drukvaten, stoomgeneratoren, warmtewisselaars, turbines) kwam in de simulatie naar voren dat er ook bij een opdracht voor één SMR al belangstelling is. Zo'n eenmalige opdracht komt dan wel met een (hogere) 'one-of-a-kind' prijszetting. Bij een serie ontstaat er een prijsvoordeel.

### *Financiering*

Ook voor financiers is een *string-of-projects* aantrekkelijk. Zo'n serie van projecten kan voor de financiers en de toeleveranciers ook een internationale serie zijn. Als bekend is dat een *first of a kind* SMR de start van een serie is, dan zullen financiers mogelijk toch geïnteresseerd zijn. In zo'n *string of projects* worden risico's gespreid.

## Actieve overheid

### *Bouw, Toelevering en Financiering*

De bouwsector, toeleveranciers en financiers blijken meerdere verwachtingen ten aanzien van het handelen van de overheden te hebben. In de beleving van deze partijen wordt het tempo van de ontwikkeling van SMR's voornamelijk bepaald door de mate waarin de overheden aan deze verwachtingen invulling kunnen geven. Onderstaande verwachtingen werden in de simulaties genoemd.

- Uitdrukkelijk kiezen voor nucleair als onderdeel van de toekomstige energiemix. Actief bijdragen aan het vergroten van draagvlak voor nucleair.
- Betrouwbaar en consistent beleid. Partijen signaleren hierbij ook een 'politiek risico' (wisselingen in langetermijnbeleid) en zoeken zekerheden om dit risico te mitigeren.
- Financieel bijdragen aan innovatie. Zonder overheidssteun in welke vorm dan ook, wordt een *first of a kind* hoogstwaarschijnlijk niet gerealiseerd. Deze steun kan heel verschillende vormen aan nemen, zoals garanties, subsidies, tendering.
- Technologiekeuze: mocht er een duidelijke keuze voor een bepaald type SMR worden gemaakt, dan zorgt het voor meer focus en daarmee meer vaart.
- Actief helpen bij het vinden/verschaffen van een afnamegarantie.
- Inzetten van meerdere financiële instrumenten om prijsfluctuaties te beheersen en een mogelijke onrendabele top weg te nemen.
- Een actieve rol in financiering van SMR's nemen door in de verschillende fasen te bepalen hoe financieringsopties kunnen helpen in de ontwikkeling, bouw en exploitatie van SMR's. Dit kan een serieus signaal zijn aan potentiële financiers.
- Het faciliteren van de ontwikkeling door bijvoorbeeld plekken aan te wijzen waar de bouw van een SMR ruimtelijk planologisch mogelijk is gemaakt. Dit kan nog actiever door deze plekken te gaan tenderen (vergelijk 'Wind op Zee'). Zie ook hoofdstuk 3 (richtinggevend beleidskader).
- In geval van tendering sturen op verplichte inschakeling van lokale bedrijven.

## 4.3 Denkbare handelingsperspectieven

In deze paragraaf is geen onderscheid gemaakt tussen *Bouw, Toelevering en Financiering*. De handelingsperspectieven zijn mede geformuleerd op basis van het gesprek zoals dat gevoerd is op de gemeenschappelijke terugkomdag.

### **Twee doelen**

Rond de ontwikkeling van SMR's zijn er verschillende initiatiefnemers met verschillende doelen. Een deel wil snel SMR's realiseren en kiest daarom voor de zekerheid van bewezen techniek. Anderen mikken op innovatieve techniek en/of een innovatieve aanpak met het oog op een voorsprong die op de langere termijn gaat renderen. Overheden kunnen beide ambities ondersteunen.

Als overheden onzekerheid willen verkleinen, voorspelbaarheid willen vergroten en barrières willen wegnemen, dan zijn er voor beide doelen specifieke handelingsperspectieven.

- **Handelingsperspectieven** die erop gericht zijn om de mogelijke **bouw van SMR's op korte termijn te versnellen**.
- **Handelingsperspectieven** die erop gericht zijn om **innovatie aan te jagen** met als doel om als Nederland voorop te gaan lopen in de ontwikkeling van geavanceerde SMR-technologieën en om daarmee meer kansen te bieden aan lokale bedrijven.

De twee doelen hebben een geheel ander karakter en leiden tot verschillende type handelingsperspectieven, maar ze sluiten elkaar niet uit. Ze kunnen **parallel worden nagestreefd**. Voor beiden geldt ook dat de mate waarin de overheden het doel faciliterend dan wel actief nastreven, medebepalend zal zijn voor de inzet van handelingsperspectieven.

Schematisch ziet dat er als volgt uit.

Doel	Faciliterend	Actief
Tempo maken	Aanpak 1	Aanpak 2
Innovatie aanjagen	Aanpak 3	Aanpak 4

### Tempo maken (aanpak 1 en 2)

Een keuze voor tempo op korte termijn betekent een technologiekeuze voor de bewezen technologie van lichtwaterreactoren. Omdat meerdere partijen (vooral internationaal) op basis van deze technologie projecten uitgewerkt hebben, lijkt het minder nodig dat een overheid instapt als initiatiefnemer. Als een overheid het tempo verder wil aanjagen (van aanpak 1 naar aanpak 2), dan zijn onderstaande elementen denkbaar.

- Afnamegarantie, voor die gevallen waarin de 'eerste afnemers' door omstandigheden gedurende de exploitatieperiode de energie niet meer kunnen of willen afnemen.
- Actieve dialoog entameren tussen marktpartijen en toezichthouder gericht op het vergroten van voorspelbaarheid van vergunningverlening.
- Actieve dialoog met de bouwsector over het verkorten van de bouwperiode.
- Tenderen van concrete locaties.
- Ontwikkelen van arrangementen voor de financiering van de vergunningenfase om te voorkomen dat de ontwikkeling uitsluitend is aangewezen op dure financiering door *private equity*.
- Actief het Nederlandse bedrijfsleven koppelen aan de SMR-ontwikkelaars. En bij het Nederlandse bedrijfsleven actief uitdragen waar kansen liggen om bij te dragen.
- Stevige inzet op onderwijs en onderzoek. Mede om het tekort aan gekwalificeerd personeel te verminderen.

### Innovatie aanjagen (aanpak 3 en 4)

Een keuze voor de langere termijn met als ambitie om als Nederland voorop te gaan lopen in de ontwikkeling van geavanceerde SMR-technologie, betekent een forse inzet van de overheid.

Als gekozen wordt voor een faciliterende rol (aanpak 3), dan zijn mogelijke handelingsperspectieven:

- In dialoog met toezichthouder, kennisinstellingen en meerdere vendors zoeken naar standaarden voor geavanceerde SMR-technologieën en aansluiten bij de (internationale) technologie-platforms die door verschillende SMR/AMR-vendors worden gebruikt (bijvoorbeeld voor valorisatie op internationaal vlak).
- Stevige inzet op onderwijs en onderzoek. Mede om het tekort aan gekwalificeerd personeel te verminderen.
- Het actief promoten van de kansen die bedrijven bieden en een boodschap in de trant van "We zouden hierin voorop kunnen lopen in Europa" uitdragen.
- Stimuleringsubsidies om in de eerste fase van ontwikkeling te komen tot een ontwerp van een *first of a kind* (FOAK).
- Mogelijke keuze op welke geavanceerde technologie ingezet wordt voor meer focus.
- Entameren van pilots op specifieke plekken waar samenwerking met industrie voor de hand ligt, gericht op realisering van kleine SMR's 'achter de meter'.

Als een stap verder gezet wordt en de overheid een echt actieve rol neemt gericht op het aanjagen en realiseren van innovatie (aanpak 4), zijn alle hierboven genoemde handelingsperspectieven ook nodig. Ten behoeve van aanpak 4 kan aanvullend gedacht worden aan de volgende handelingsperspectieven.

- Een overheid stapt naar voren als initiatiefnemer, al dan niet in de vorm van een participatie.
- Een overheid neemt (een deel van) het restrisico op zich.
- Entameren van een innovatiebeleid voor ondersteunende technologieën die de kansen voor SMR's/AMR's versterken, mede gericht op het vergroten van kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven.
- Een aanzienlijk en gecoördineerd nucleair programma om de ontwikkeling van de (een) technologische innovatie verder te helpen, mogelijk inclusief een demonstratietraject.
- Een substantiële stimuleringsubsidie om in de eerste fase van ontwikkeling te komen tot een ontwerp van een *first of a kind* (FOAK).

Ook voor de toeleveringsindustrie is duidelijkheid over de technologie nodig om zicht te kunnen hebben op een gezond verdienmodel. Voor de bewezen technologie (LWR) is dat in hoofdlijnen voldoende zeker. Voor meer innovatieve technologieën is er nog te veel onzekerheid. Daarom zullen deze toeleveranciers nu hoogstwaarschijnlijk nog niet investeren in productontwikkeling. Als toeleveranciers betaalde opdrachten krijgen – van een ontwikkelaar of uit een subsidieverstrekking – werken ze natuurlijk graag mee.

### **Koppeling met ontwikkeling conventionele kerncentrales**

Een interessante optie kan zijn om te verkennen of het mogelijk is om een koppeling te maken tussen de bouw van de conventionele centrales (waar de overheid mogelijk voorwaarden kan stellen) en het ondersteunen van nieuwe technologieën. Bijvoorbeeld door te onderzoeken of suppliers die onderdeel worden van het conventionele nieuwbouwproject ook (in kind) bijdragen aan nieuwe technologieën of andere mogelijkheden om deze spin-off te creëren.

## **Platform**

In alle strategieën lijkt het gewenst om een **platform** te creëren waar alle betrokken partijen in gesprek blijven, elkaar op de hoogte houden en inspireren. Afhankelijk van de gekozen strategie moeten de agenda en de accenten in het platform worden vormgegeven.

# Hoofdstuk 5

## Mogelijke rollen van de overheden

### 5.1 Inleiding

Alle Nederlandse overheden zijn op de één of andere manier betrokken bij de ontwikkeling van een SMR of bij het beleid met betrekking tot SMR's. Met name het Rijk, de provincies en de gemeenten hebben verschillende rollen omdat ze het ruimtelijk beleid vormgeven en bevoegd gezag kunnen of moeten zijn voor de vergunningen die voor het bouwen en exploiteren van een SMR nodig zijn. Ook de waterschappen zijn voor hun domein vergunningverlener. In dit hoofdstuk worden de mogelijke rollen van overheden behandeld, met de nadruk op de rol van bevoegd gezag. Ook in hoofdstuk 3 staat veel over het wettelijk kader en de mogelijke rollen.

#### **Simulatie 5**

*De simulatie over 'rolneming overheden' had het karakter van een geleid gesprek. De casuïstiek is wel ontworpen in de gestileerde (gesimuleerde) omgeving. De focus is op de analyse en bespreking welke rollen/functies de verschillende overheden zouden kunnen vervullen, vanuit het perspectief van verschillende overheidslagen. Hierbij was het vooral belangrijk om in verschillende scenario's met elkaar te verkennen welke overheid wanneer de rol van bevoegd gezag ten aanzien van omgevingsplan en omgevingsvergunning op zich neemt. Drie alternatieve scenario's zijn verkend.*

- **Aan de markt**

*De nationale overheid neemt geen pro-actieve rol. Als er initiatiefnemers zijn en de technologie voldoet aan alle eisen, dan is daar plek voor. Verschillende casussen van verschillende initiatieven worden besproken.*

- **Stimuleren en faciliteren**

*De nationale overheid vindt SMR-ontwikkeling zodanig belangrijk dat zij dit zoveel mogelijk wil faciliteren en heeft een ruimtelijke 'kansenkaart' gepubliceerd. Initiatiefnemers hebben daar houvast aan. Vraag en aanbod van verschillende type SMR's (groot/klein, AMR/SMR, locatie, type afnemers) wordt overgelaten aan de wensen en behoeften van de markt.*

- **Initiëren**

*De nationale overheid vindt SMR-ontwikkeling zodanig belangrijk dat zij zelf projecten wil gaan opstarten. Hiermee kunnen ze ook de verdeling van SMR's, locaties en spreiding controleren. Ze zullen dus ook actief op zoek moeten gaan naar SMR-ontwikkelaars, bouwondernemingen, etc.*

*In alle scenario's was het uitgangspunt dat de nut-en-noodzaak-discussie geweest is en dat daaruit is gebleken dat SMR's een goede aanvulling kunnen zijn in de energiemix. In alle scenario's werden verschillende casussen van verschillende initiatieven besproken.*

*De deelnemers in beide simulaties waren vertegenwoordigers van verschillende overheden en verplaatsten zich in rollen die goed aansloten bij hun professionele deskundigheid en ervaring, zoals ministeries, provincies, gemeenten, koepelorganisaties, de toezichthouder nucleaire veiligheid en deskundigen.*

## 5.2 Opedane inzichten (observaties)

In brede zin kunnen alle overheden verschillende rollen vervullen bij de bouw van een SMR. Er zijn drie voor de hand liggende hoofdrollen.

- Het maken van ruimtelijke keuzes en/of leefomgevingsbeleid en het vaststellen van bijbehorende kaders hiervoor (omgevingsvisie, programma, omgevingsplan, omgevingsverordening, wet- en regelgeving, etc.).
- De rol van bevoegd gezag vanuit vergunningverlening, toezicht en handhaving (VTH).
- De rol in de brede range van stimulator, risicodragers, financier, initiatiefnemer.

Strikt genomen staan deze rollen los van elkaar, maar hiertussen bestaan vanzelfsprekend afhankelijkheden en samenhang. Wanneer bijvoorbeeld het Rijk risico draagt of zelfs initiatiefnemer is, ligt het voor de hand om dit te doen mede op basis van een eigen ruimtelijk kader.

### Ruimtelijk beleid

Het ruimtelijk beleid wordt op verschillende niveaus (gemeenten, provincie, Rijk) gemaakt. Met de komst van de Omgevingswet is het uitgangspunt vastgelegd dat de zorg voor de fysieke leefomgeving in eerste instantie bij de gemeente is belegd. Echter ook de provincie en het Rijk spelen een belangrijke rol in de fysieke leefomgeving. Bestuursorganen houden bij de uitvoering van hun taken en bevoegdheden rekening met elkaars beleid. Rijk en provincies kunnen nationaal beleid of provinciaal beleid door laten werken in het omgevingsplan. Dat kan bijvoorbeeld via zogenaamde instructieregels in het Bkl of in de provinciale verordening. Daarnaast kunnen Rijk en provincies met een

projectbesluit projecten met een publiek belang mogelijk maken. Bij de toepassing van deze bevoegdheden moeten Rijk en provincie motiveren dat er sprake is van een nationaal (provinciaal) belang én waarom een decentrale overheid dat project niet doelmatig/doeltreffend uit kan voeren.

Het ruimtelijke beleid staat in de omgevingsvisie of een programma. De regels voor de fysieke leefomgeving staan in het omgevingsplan van de gemeente of in algemene regels van het Rijk of de provincie. Aangezien de SMR-ontwikkeling nieuw is, ontbreken hiervoor op dit moment nog de ruimtelijke kaders in het beleid en in de omgevingsplannen. Dat betekent dat als een initiatief past in het omgevingsplan, de ontwikkeling van een SMR in beginsel vanuit ruimtelijk perspectief mogelijk is, waarbij nog wel een vergunning verkregen moet worden voor de verschillende aan de orde zijnde activiteiten in de zin van de Omgevingswet (water, bouw, natuur, etc.) en van de Kernenergiewet. Dit betekent dat, willen Rijk, provincie of gemeente sturen op de locatie van een SMR, zij dat in hun beleid en in regels moeten uitwerken. Welke overheid dat in de huidige praktijk gaat doen, is nog niet voldoende helder.

Bij de ontwikkeling van één of meerdere SMR's is er sprake van een gedeelde verantwoordelijkheid tussen verschillende overheden. Dit komt door de (waarschijnlijk) bovenregionale of landelijke impact van dergelijke projecten. Daarom ligt het voor de hand dat de ontwikkeling van SMR's een plaats krijgt binnen het ruimtelijke kader van alle overheidslagen, van gemeentelijk tot nationaal niveau. Elke overheidslaag heeft eigen belangen en verantwoordelijkheden die voortkomen uit hun specifieke beleidsmatige ambities. Deze ambities hebben bijvoorbeeld betrekking op de transitie naar een duurzaam energiesysteem, het waarborgen van leveringszekerheid en het streven naar energieonafhankelijkheid. Een gecoördineerde beleidsaanpak is essentieel om ervoor te zorgen dat de verschillende belangen en verantwoordelijkheden per overheidslaag op elkaar afgestemd worden. Landelijke belangen, zoals energieonafhankelijkheid en leveringszekerheid, vragen om nationaal beleid, terwijl regionale belangen mogelijk beter op provinciaal niveau kunnen worden behartigd. Gemeenten kunnen zich richten op lokale ruimtelijke inpassing en participatie van burgers. Door deze gelaagde aanpak kan ervoor worden gezorgd dat de ontwikkeling van SMR's effectief bijdraagt aan zowel de lokale, als de regionale als de landelijke energiedoelstellingen.

Het lijkt verstandig dat de overheden in gezamenlijkheid ruimtelijk beleid opstellen. Aangezien de verschillende overheidslagen (gemeente, provincie, Rijk) mogelijkheden hebben om ruimtelijk beleid te ontwikkelen en regels te maken om dit door te laten werken, biedt dit de kans om in gezamenlijkheid te komen tot een afweging welke overheidslaag welk deel van het ruimtelijk beleid zal invullen. De Omgevingswet biedt verschillende vormen om de landelijke (of provinciale) ambities en in het verlengde daarvan het nationaal (of provinciaal) belang helder te formuleren. Door bij de voorbereiding van dat beleid (op nationale schaal) een plan-mer op te stellen worden gevolgen en belangen zorgvuldig in beeld gebracht en gewogen. De verplichting om een plan-mer-procedure uit te voeren is gekoppeld aan bijvoorbeeld het opstellen (of wijzigen) van een omgevingsvisie, een programma of een projectbesluit. Op basis daarvan kunnen bijvoorbeeld gewenste locaties aangewezen worden, maar ook juist

locaties worden uitgesloten. Ook kunnen meer algemene ruimtelijke criteria worden geformuleerd waar provincies en gemeenten zich aan dienen te houden. Een mogelijk alternatief (lichter en vrijblijvender) is een nationale kansenkaart. Zie ook hoofdstuk 3.

### **Bevoegd gezag - rol vergunningverlening, toezicht en handhaving (VTH)**

In hoofdstuk 3 is de vergunningverlening behandeld. Belangrijk element is dat twee stelsels van vergunningverlening naast elkaar bestaan: de vergunning op basis van de Kernenergiewet en de omgevingsvergunningen vanuit de Omgevingswet. De ANVS (het Rijk) is altijd bevoegd voor de noodzakelijke Kernenergiewetvergunningen.

Ook bij beleidsontwikkeling (zoals het opstellen van een Omgevingsvisie e.d.) wordt de term 'bevoegd gezag' gebruikt in de tekst van de Omgevingswet en de bijbehorende besluiten. In geval van beleidsontwikkeling kunnen ook termen als 'vaststellend bestuursorgaan', 'bevoegde overheid' of 'het orgaan dat verantwoordelijk is voor het vaststellen van plannen of beleid' gebruikt worden. De definitie die (in de Omgevingswet) wordt gehanteerd voor bevoegd gezag is: "Bevoegd gezag is het specifieke overheidsorgaan (gemeente, provincie, waterschap of het Rijk) dat de wettelijke macht heeft om beslissingen te nemen, vergunningen te verlenen, meldingen te ontvangen, en toezicht en handhaving uit te oefenen binnen een bepaald domein".

Beleidsvrijheid ten aanzien van de verlening van een omgevingsvergunning is er nauwelijks. De rol is bij wet vastgelegd en zal door de betreffende overheid binnen vastgestelde juridische kaders ook uitgevoerd moeten worden, met relatief geringe vrijheid. Door het volgen van de projectprocedure door het Rijk of door de provincie krijgen zij automatisch de rol van bevoegd gezag. Vanuit voorspelbaarheid en capaciteitsopbouw is het verstandig om in de nationale regelgeving tot een set van heldere criteria te komen op basis waarvan wordt vastgelegd waar de rol van bevoegd gezag het beste kan liggen. Relevante criteria zijn:

- Impact op het energiesysteem.
- Impact op de omgeving.
- Nationale of provinciale ambities.
- Efficiënte inzet van capaciteit en middelen.

Zeker in de beginfase zal er behoefte bestaan om ervaring op te doen met het toepassen van de criteria en deze verder te ontwikkelen.

Het toekennen van de VTH-rollen met betrekking tot de Omgevingswet (wie gaat wat doen?) moet bij voorkeur een meer technisch objectief karakter hebben, op basis van 'harde' criteria. Alleen inhoudelijk beargumenteerd kan daarvan worden afgeweken (*comply or explain*). Het ligt voor de hand om als hard criterium de invloed van een SMR op het energiesysteem te hanteren. Die invloed overschrijdt in bijna alle gevallen de grens van een gemeente en heeft in sommige gevallen effecten op het nationale energiesysteem. Dat betekent dat of de provincie of het Rijk, via het toepassen van het instrument projectbesluit, de ruimtelijke keuzes maakt en de vergunningverlening voor andere omgevingswetactiviteiten kan coördineren. In de simulatie werd uitgegaan van de

projectprocedure en in dat kader werd onderstaande indeling als een logische verdeling gezien.

- 0 – 100 MWe: provincie.
- 100 – 500 MWe: provincie of Rijk, ter beoordeling.
- Boven 500 MWe: Rijk.

De belangrijkste overweging bij dit voorstel is de impact van een SMR op het energiesysteem. Die impact is ook bij de kleinste categorie (0-100) in de regel regionaal en niet lokaal, daarom werd in de simulatie uitgegaan van de provincie in de VTH-rol en niet de gemeente. In de grootste categorie (>500) is altijd sprake van nationale schaal en heeft het Rijk de VTH-rol. In de tussencategorie (100-500) is een afweging te maken of de impact van de SMR op het energiesysteem vooral regionaal of toch bovenregionaal is. Deze verdeling kan opgenomen worden in de Energiewet. Naar verwachting zullen in de SMR-strategie van het Rijk hierover keuzes gemaakt worden. Uiteraard ligt de rol van bevoegd gezag voor de Kernenergiewet altijd bij de ANVS (Rijksniveau).

Van deze indeling kan worden afgeweken. Dan zou ook de gemeente bevoegd gezag kunnen zijn, of de provincie daar waar nu het Rijk genoemd is. Verder geldt dat er voor de middelste categorie (100 – 500 MWe) een nadere afweging moet worden gemaakt. Om de uitzonderingen en de nadere afweging niet willekeurig te laten zijn, zijn er een beperkt aantal afwegingscriteria aan de orde.

- 'Achter de meter'  
Als de SMR 'achter de meter' zit, is de impact op het energiesysteem minder groot en kan dat reden zijn het bevoegd gezag te beleggen bij een provincie of gemeente.
- *First of a Kind, Advanced Reactor*  
De betreffende SMR is innovatief. Er is sprake van veel interactie met de ANVS. Bovendien heeft het Rijk waarschijnlijk veel geïnvesteerd. Dat kan reden zijn het bevoegd gezag te beleggen bij het Rijk.
- Beleidsdoel  
De provincie en/of het Rijk willen op basis van een vooraf geformuleerd en vastgelegd provinciaal of nationaal belang de SMR graag realiseren.
- Capaciteit  
Kan de betreffende overheid kwalitatief en kwantitatief de rol aan?

### **Rol van aanjager, financier, initiatiefnemer, etc.**

Overheden kunnen naast de formele rol van bevoegd gezag, ook andere rollen spelen in de ontwikkeling van SMR's, zoals die van aanjager, financier, initiatiefnemer, etc. Binnen deze rollen bestaat de meeste beleidsvrijheid. Afhankelijk van ambitie kan deze rol groot of klein zijn, of niet opgepakt worden. De rolomvatting kan door de tijd heen verschillen/veranderen en is vanzelfsprekend afhankelijk van beleidsmatige keuzes. Initiatiefnemers en ook andere overheden vinden hierin voorspelbaarheid en betrouwbaarheid (rolvastheid) van groot belang.

Uit de simulatie is naar voren gekomen dat wanneer een overheid een actievere rol kiest, het voor de hand ligt dat zij op het ruimtelijk spoor richting gevend het voortouw neemt en dat ze via de projectprocedure de rol van bevoegd gezag krijgt.

### Rollen in samenhang

De rol die de ene overheid kiest kan effect hebben op de houding van andere overheden. Drie mogelijke combinaties zijn:

- Een actieve enthousiaste rol van de ene overheid kan de andere overheden meetrokken (samen kansen benutten) en vice versa.
- Een actieve rol van de ene overheid kan de andere overheden een houding doen aannemen dat zij minder actief hoeven te worden (doe jij het maar).
- Een actieve rol van de ene overheid kan ervoor zorgen dat de andere overheden zich gaan verzetten (wij zijn tegen).

## 5.3 Denkbare handelingsperspectieven - strategieën Rijksoverheid

In de simulatie zijn verschillende denkbare handelingsperspectieven (strategieën) van de overheid geschetst en doordacht. Daarbij zijn met zo scherp mogelijk geformuleerde strategieën de uitersten van het speelveld opgezocht.

Een overheid zal voor het bouwen en/of ontwikkelen van bijvoorbeeld een SMR altijd moeten samenwerken met bedrijven, maatschappelijke organisaties, en/of burgers. Interventies van overheden zijn er daarom vaak opgericht om onzekerheden te verkleinen, voorspelbaarheid te vergroten en barrières weg te nemen. Dit kan in meer of mindere mate gedaan worden. Dit is mede afhankelijk van hoe graag een overheid een ontwikkeling mogelijk wil maken (of wil afdwingen) en welke visie men überhaupt heeft over taken en verantwoordelijkheden van een overheid.

Voor het ontwikkelen en stimuleren van SMR's geldt bovenstaande even zeer. Het helpt daarbij om zicht te hebben op **verschillende strategieën** waarvoor **het Rijk** bij de ontwikkeling SMR's kan kiezen. Een keuze voor één van de strategieën (of een combinatie hiervan) is sturend ten aanzien van een aantal cruciale beleidskeuzes en handelingsperspectieven die gekozen of toegepast kunnen worden. Die keuze is bovendien sturend ten aanzien van de hierboven beschreven rol-neming door andere overheden. Mede op basis van de simulaties zijn vier mogelijke strategieën onderscheiden:

- Proactief.
- Actieve industriepolitiek.
- Aan de markt.
- Terughoudend.

In de simulaties – en in dit document – namen we de mogelijke strategieën (rollen) van de Rijksoverheid als uitgangspunt. Uiteraard kunnen ook **provincies** en **gemeenten** voor hun rol kiezen uit dezelfde reeks van mogelijke strategieën. De keuzes van de andere

overheden bepalen mede de interbestuurlijke verhoudingen ten aanzien van SMR's (in het algemeen en vooral in een bepaald gebied).

### **Proactief**

Het Rijk ziet SMR's als cruciaal element in het toekomstige energiesysteem. Ze neemt daarom ruimtelijk / planologisch het voortouw. In een duidelijk ruimtelijk en energetisch nationaal beleid – onderbouwd met plan-mer - wordt een heldere nationale ambitie en strategie geformuleerd, waarin onderbouwd wordt waarom SMR's een cruciaal element zijn in het toekomstige energiesysteem. In dit beleid identificeert het Rijk zelf plekken waar SMR's moeten komen. Ze richt waarschijnlijk een nationaal bedrijf op waarin het Rijk participeert om op deze plekken samen met marktpartijen een SMR te ontwikkelen. Om de realisatietijd te verkorten wordt ook een technologiekeuze gemaakt.

### **Actieve Industriepolitiek**

Op plekken die cruciaal zijn voor de grote energie-intensieve industrie, wordt de ontwikkeling van SMR's planologisch maximaal gefaciliteerd met richtinggevend beleid, onderbouwd met een nationale plan-mer. Er wordt een helder nationaal belang geformuleerd, waarin onderbouwd wordt waarom op de aangewezen plekken een SMR onderdeel is van een robuust energiesysteem dat de industrie helpt te behouden of aan te trekken en te verduurzamen. In principe worden de SMR's 'achter de meter' gerealiseerd en leveren zij naast stroom ook proceswarmte. Het Rijk stimuleert de ontwikkeling met een fors pakket aan financiële arrangementen.

### **Aan de markt**

Het Rijk staat positief ten aanzien van de ontwikkeling van SMR's, maar neemt bij deze ontwikkeling niet zelf het voortouw. Een nationale (ruimtelijke) kansenkaart en een samen met andere overheden te ontwikkelen toetsingskader bieden meer helderheid en zekerheid aan de markt. Het proces van dialoog tussen ANVS en initiatiefnemers, zeker daar waar het nieuwe technologie betreft, wordt gestimuleerd.

### **Terughoudend**

Het Rijk is van mening dat voor basislast SMR's niet nodig zijn. 'Achter de meter' kan eventueel, maar wel met veel waarborgen ten aanzien van de inpassing. Verder is het aan de markt en medeoverheden. Het Rijk neemt niet financieel of risicodragend deel.

### **Mogelijke verdeling**

Op basis van de hierboven beschreven strategieën geeft de tabel hieronder de verdeling van rollen tussen overheden weer, zoals die in de simulatie ontstond.

Strategie Rijk	Ruimtelijk Spoor	Bevoegd gezag VTH-taken	Stimuleren, Financiering
Proactief	Rijk (actief aanwijzen), provincie en gemeente	Tussencategorie (100 – 500 MWe) naar Rijk	Actief
Actieve industriepolitiek	Rijk (actief aanwijzen), provincie en gemeente	Tussencategorie op plekken van industrie naar Rijk	Actief, gericht op industrie
Aan de markt	Gemeente en Provincie	Tussencategorie (100 – 500 MWe) naar Provincie	Terughoudend
Terughoudend	Rijk (strengere eisen), provincie en gemeente	Tussencategorie (100 – 500 MWe) naar Provincie	Niet

# Hoofdstuk 6

# Stakeholderperspectieven



## 6.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is de mogelijke realisatie van SMR's vanuit verschillende invalshoeken benaderd en beschreven. Een initiatiefnemer, de verschillende overheden, leveranciers en financiers, ze hebben meestal met veel van die aspecten tegelijk te maken. In dit hoofdstuk is de inhoud van de voorafgaande hoofdstukken op een nieuwe manier geordend. Namelijk per fase van een SMR-ontwikkeling en wordt beschreven welke vraagstukken voor deze verschillende stakeholders aan de orde komen en wat handelingsperspectieven kunnen zijn.

## 6.2 Voorbereiding – beleid en markt

In Nederland staat de inzet van kernenergie als onderdeel van de energiemix op de agenda. Het kabinet bereidt de ontwikkeling en bouw van twee (mogelijk vier) grote kerncentrales voor. Ook wordt verkend wat de mogelijke rol van SMR's in het Nederlandse energiesysteem kan worden. Veel **overheden** zijn zich hierop in meer of mindere mate aan het voorbereiden. Die beleidsvoorbereiding bevindt zich nog in een vroege fase.

In de simulaties kwam naar voren dat veel **betrokkenen** naar **het Rijk** kijken om meer duidelijkheid te krijgen over de toekomst van SMR's in de energievoorziening in Nederland. Geopperd werd dat het Rijk zou kunnen komen met een (ruimtelijk) beleidskader waarin meer duidelijkheid wordt gegeven waar de ontwikkeling van SMR's kansrijk kan zijn en waar dat minder kansrijk is. Ook werd de suggestie gedaan om vanuit

het Rijk beleid te maken over de (ruimtelijke) voorwaarden voor de ontwikkeling van SMR's. Beleid van de overheid kan ook betrekking hebben op een keuze voor één of meer voorkeurstechologie(ën). Als het Rijk ruimtelijk beleid zou maken, dan zal een plan-mer-procedure onderdeel zijn van die voorbereiding. **Andere betrokkenen** brachten naar voren dat het bestaande wettelijke kader voldoende duidelijkheid biedt om concrete initiatieven te beoordelen. De ontwikkeling van Rijksbeleid kost tijd – waarschijnlijk enige jaren – en zou dan juist een snelle ontwikkeling van SMR's in de weg staan. De bovenstaande overwegingen kunnen ook voor **provincies** gelden, al werden de verwachtingen daarover in de simulaties minder sterk naar voren gebracht. Een andere motivatie voor een actief SMR-beleid van de (Rijks)overheid kan zijn om de vergroening van **energie-intensieve industrie** te bevorderen – en daarmee mogelijk het behoud van deze industrie voor Nederland. De beleidsontwikkeling richt zich dan specifiek op deze sectoren en concentreert zich mogelijk op SMR-ontwikkeling 'achter de meter'. Kortom, als overheden – zowel **het Rijk**, als de **provincies** en de **gemeenten** – goed voorbereid willen zijn op de ontwikkeling van SMR's, of dit willen faciliteren, dan moeten ze aan de slag met het maken van ruimtelijk beleid en energiebeleid, waarin SMR's een plek krijgen.

In de simulaties ontstond overeenstemming dat de mate waarin een SMR (ontwikkeling) invloed heeft op het energiesysteem in belangrijke mate bepalend is voor welke overheid bevoegd gezag is en verantwoordelijk zal zijn voor beleidsontwikkeling op het gebied van energie en ruimtelijke ontwikkeling. Het ligt voor de hand dat overheden zullen samenwerken in het ontwikkelen van beleid op dit terrein, waar ook nog voldoende te verkennen en ontwikkelen is.

Als het Rijk, de provincie of een gemeente (ruimtelijk) beleid ontwikkelt, dan zullen veel **stakeholders** graag betrokken worden bij de planvorming. Wordt bij de ruimtelijke beleidsontwikkeling een plan-mer-onderbouwing gemaakt, dan zijn er de wettelijke vereisten voor inspraak en beroep. Tot de **stakeholders** die belang hebben bij beleidsontwikkeling horen bijvoorbeeld **potentiële initiatiefnemers**, de **netbeheerders**, **belangenorganisaties** (natuur & milieu, duurzame energie, landbouw, brancheverenigingen, etc.) en de **bevolking** in het algemeen. De formele inspraak- en beroepsregelingen zijn het minimum waaraan overheden moeten voldoen. De behoefte bij betrokkenen om ook actief een rol te kunnen spelen tijdens de fase waarin het beleid wordt ontwikkeld, vergt een actiever en meer uitnodigend proces.

Het bouwen van één of meerdere SMR's is voor het **bedrijfsleven** een (zakelijk) interessant, complex en mogelijk omvangrijk project. In potentie bestaan er diverse mogelijkheden voor de (Nederlandse) **bouwsector** en **toeleveranciers** om bij te dragen aan de ontwikkeling en realisatie van SMR's. In deze fase van voorbereiding zullen ondernemingen zich voorbereiden om mogelijk opdrachten te kunnen verwerven in de ontwikkeling en bouw van SMR's. Zij verdiepen zich in de kansen en mogelijkheden en zoeken contact met **technologie-producenten**, **potentiële SMR-ontwikkelaars**, en **potentiële initiatiefnemers**. Belangrijk is om zo goed mogelijk te begrijpen welke expertise naar verwachting onderscheidend gaat zijn om projecten te winnen, wat geleverd kan worden aan 'de fabriek' waar componenten in serie worden geproduceerd en wat 'op locatie' nodig zal zijn, en welke kwalificaties vereist zijn om te voldoen aan de

hoge veiligheidsstandaarden van de nucleaire sector. De meer innovatieve technologieën voor SMR's (AMR's) bevinden zich nog in de ontwikkelfase. Daadwerkelijke realisatie van op deze nieuwe technologieën gebaseerde SMR's ligt nog wat verder in de toekomst, maar dat biedt mogelijk juist kansen om als **onderneming** bij de ontwikkeling aan te haken. Mogelijk kan daarmee een langjarige betrokkenheid verworven worden. De mate waarin (mee-)investeren in deze ontwikkelingen interessant is, hangt mede af van de mate waarin **overheden** faciliteren en mee-investeren. Het oprichten van één of meer platforms waar kennis en ervaring wordt uitgewisseld, zal de ontwikkeling van kennis over SMR's bevorderen. De **overheid** kan de oprichter zijn, maar ook anderen (**brancheorganisaties** bijvoorbeeld) kunnen zo'n initiatief nemen.

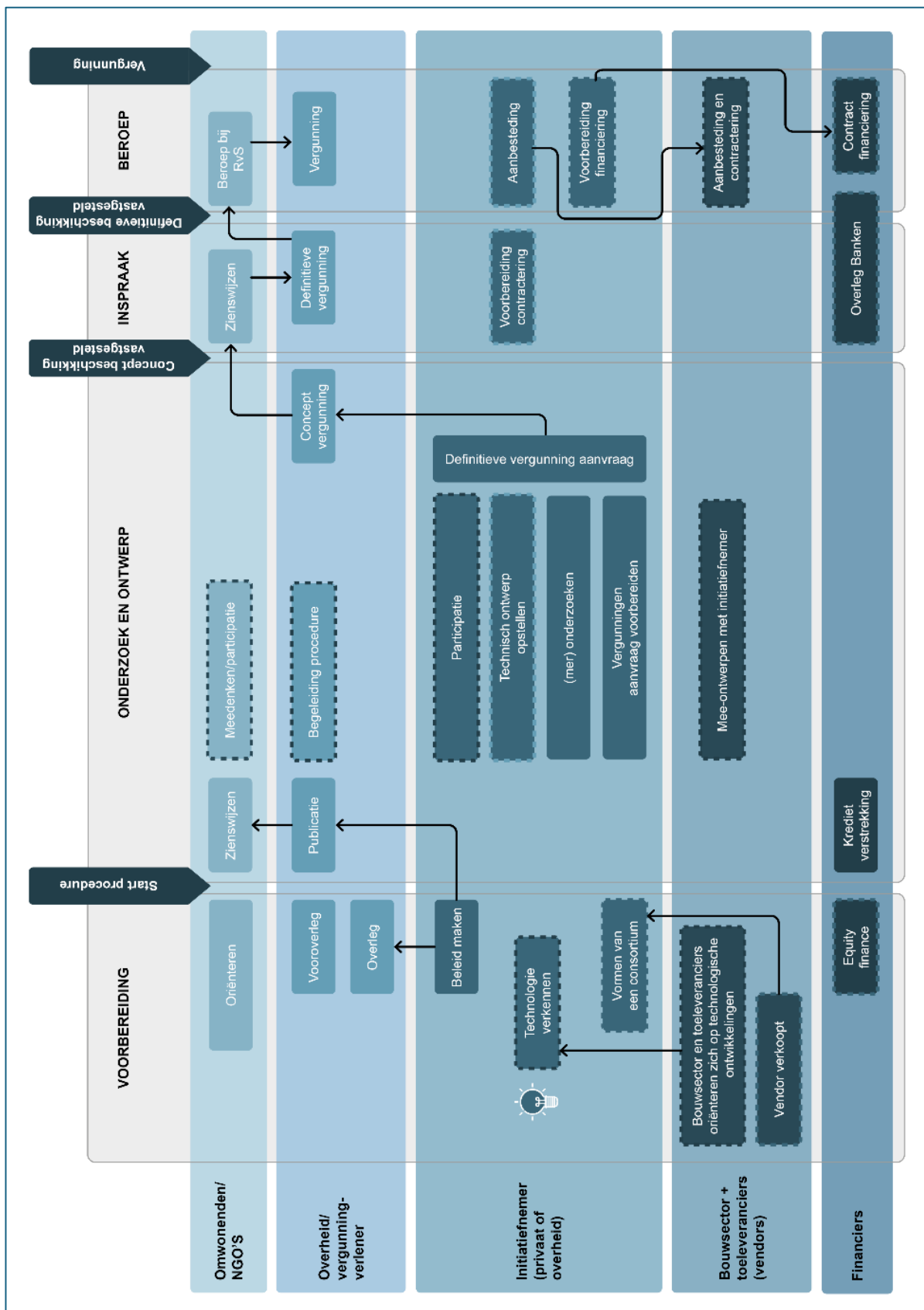
(Kern)energie is er niet voor de korte termijn, maar gaat - eens gerealiseerd en in bedrijf - vele decennia een gelijkmatig rendement opleveren. Dat is interessant voor **beleggers** zoals **pensioenfondsen** of **verzekeraars**. Het gaat nog meerdere jaren duren voordat SMR's in Nederland daadwerkelijk in bedrijf zijn. Het is voor deze beleggers de moeite waard om zich al te oriënteren en mogelijk al te participeren in de voorbereidingsfase met een deel van het 'risicokapitaal' dat ze ook hebben. Daarmee kan een belegger zich alvast een positie 'aan boord' verzekeren, blijft goed op de hoogte en kan desgewenst meesturen. Het past mogelijk ook om te verkennen of afspraken met **overheden** te maken zijn over een mix van investeringen en garanties die de business case aantrekkelijk kan maken. **Institutionele beleggers** zouden ook geïnteresseerd kunnen zijn om hun maatschappelijke profiel te versterken door hun portfolio te vergroenen.

### 6.3 Voorbereiding van een initiatief - vergunningen en ontwerp

Er zijn verschillende partijen die het initiatief kunnen nemen om een SMR te ontwikkelen. Het kan een **ondernemer** zijn die een winstgevende mogelijkheid ziet om op een mooie plek een SMR te ontwikkelen. Het kan ook een **gemeente** zijn die - om te voorzien in de lokale energiebehoefte - liever een SMR wil dan een windmolen- of een zonnepark. Ook een **industriecoluster** dat wil verduurzamen en daarvoor elektriciteit ('achter de meter') én betrouwbare proceswarmte nodig heeft, kan initiatiefnemer voor een SMR zijn. Er zijn meer voorbeelden te bedenken. In specifieke gevallen kan ook **het Rijk** of een **provincie** initiatiefnemer zijn, bijvoorbeeld om de inzet van SMR's op gang te brengen, of omdat ze de SMR nodig achten voor de nationale of regionale energievoorziening.

#### **Private initiatiefnemer – locatie bekend**

Voor **private initiatiefnemers** zoals een ondernemer of een industriecoluster zal in de regel de locatie voor een (beoogde) SMR al bekend zijn, bijvoorbeeld omdat de grond in eigendom is. Ook zal in deze gevallen de initiatiefnemer al een keuze gemaakt hebben welk type SMR hij wil ontwikkelen op die plek, en mogelijk zijn er al afspraken met **leveranciers** van de technologie. Om het proces in gang te zetten zal eerst overleg nodig zijn met de **betrokken overheden** om te beoordelen of het initiatief past in het beleid en de plannen van het Rijk en/of de provincie en/of de gemeente?



Samenhang van acties en producten tijdens de voorbereiding van een initiatief.

De **initiatiefnemer** zal de aanvraag van de vergunningen in gang zetten. Voor de Kernenergiewet-vergunningen doet hij dat bij de **ANVS** en voor de verschillende vergunningen onder de Omgevingswet bij de betreffende **bevoegde gezagen**. Voor het onderbouwen van de vergunningsaanvragen moet veel werk worden verricht in het ontwerp van de SMR en in het in beeld brengen van de gevolgen voor het milieu en de omgeving. Zeker voor de Kernenergiewet-vergunningen, maar hoogstwaarschijnlijk ook al voor de vergunningen onder de Omgevingswet, zal een project-MER moeten worden gemaakt. De initiatiefnemer zal zo vroeg mogelijk in contact treden met de bevoegd gezagen voor de verschillende vergunningen (de **ANVS** en bijvoorbeeld een **omgevingsdienst**). Deze instanties zijn bereid om te adviseren over wat er nodig is voor een succesvolle vergunningaanvraag. Deze voorbereiding neemt al gauw enkele jaren in beslag. De vooroverlegfase met de ANVS heeft een onbepaalde tijdsduur en kan – vooral bij een nieuwe ontwikkeling – enkele jaren in beslag nemen. De ANVS heeft criteria ontwikkeld waaraan een initiatiefnemer moet voldoen om vooroverleg te kunnen starten. Specifiek voor het te voeren vooroverleg, is meer informatie te vinden in de ANVS-handreiking vooroverleg<sup>15</sup> bij nieuwbouw kernreactoren. Wellicht nemen de inspanning en het tijdsbeslag die nodig zijn voor het proces van de Kernenergiewetvergunningen af als er in de toekomst meer ervaring komt met bepaalde typen SMR's, mogelijk ook in het buitenland. In bijlagen A en C is een figuur opgenomen met geschatte proceduretijden. Voor de procedures onder de Omgevingswet kan de initiatiefnemer bij de **gemeente** een wijziging van het omgevingsplan aanvragen of een aanvraag voor een vergunning voor een zogenaamde 'buitenplanse omgevingsplanactiviteit' (BOPA)<sup>16</sup> indienen. Als de SMR op eigen terrein van de initiatiefnemer komt met een bestaande bestemming, bijvoorbeeld een bedrijventerrein, dan zijn de procedures onder de Omgevingswet minder uitgebreid. In beginsel volstaat dan een omgevingsvergunning voor bouwen, natuurlijk naast de vergunningen onder de Kernenergiewet.

De **betrokken overheden** zullen met elkaar in overleg gaan om te bepalen hoe met het initiatief omgegaan zal worden en wie het bevoegd gezag is. Past het initiatief in het beleid van het Rijk en de provincie en de gemeente, dan liggen de ambities van de initiatiefnemer en de overheden in elkaars verlengde. Omdat met een SMR-initiatief nog weinig ervaring zal zijn en het relatief complex is, ligt het voor de hand dat er afspraken worden gemaakt welke overheid als **coördinerende overheid** zal fungeren voor de vergunningen onder de Omgevingswet. Op grond van de karakteristieken van de voorgestelde SMR (vermogen, beoogde afnemers, locatie), zal er een voorkeur zijn welke overheid dat is. Een SMR is nieuw, maar de procedures voor de vergunningverlening op grond van de Omgevingswet zijn niet anders dan bij andere (industriële) initiatieven. Voor de vergunningen onder de Kernenergiewet is de ANVS bevoegd gezag. Ook de procedures voor de vergunningen onder de Kernenergiewet zijn voor een SMR gelijk aan die voor conventionele kerncentrales. Omdat de inhoudelijke aspecten wel nieuw zijn is het wenselijk om als **bevoegde gezagen** regelmatig overleg en afstemming te organiseren.

---

<sup>15</sup> De handreiking Vooroverleg is of wordt binnenkort gepubliceerd op de website van de ANVS: [www.autoriteitnvs.nl](http://www.autoriteitnvs.nl)

<sup>16</sup> Informatie over de BOPA via het Informatiepunt Leefomgeving: <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/omgevingsplanactiviteit/buitenplanse-omgevingsplanactiviteit/>

De ANVS is een belangrijke bron van informatie over eisen en procedures met betrekking tot de nucleaire aspecten.

In het geval van een projectprocedure van het Rijk of van de provincie kunnen er vooraf (financiële) afspraken gemaakt worden tussen het **bevoegd gezag** en de **initiatiefnemer** over de compensatie van de kosten voor de vergunningverlening en de eventuele coördinatie daarvan. Dat gaat via een zogenaamde anterieure overeenkomst.

Kernenergie ligt maatschappelijk gevoelig, dus het (mede) organiseren van en toezien op een tijdig en zorgvuldig participatieproces is belangrijk. De verantwoordelijkheid voor de participatie ligt bij de **initiatiefnemer**. De **bevoegd gezagen** zijn verantwoordelijk voor de inspraak- en beroepsprocedures.

Past het initiatief niet in het beleid van één van de **overheden**, of ontbreekt er nog beleid, dan zullen de overheden moeten gaan bepalen hoe te reageren. Een aanvraag voor een initiatief moet altijd in behandeling genomen worden en het bevoegd gezag is gehouden om de procedure conform de wettelijke kaders te volgen. Als het initiatief wordt voorgesteld op een locatie, of op een manier die in Rijks, provinciaal of gemeentelijk beleid is uitgesloten of als weinig kansrijk is aangeduid, dan wordt het voor de **initiatiefnemer** moeilijk om zijn initiatief te realiseren. Waarschijnlijk is er voor het beleid een onderbouwing gemaakt – al dan niet gestut door een plan-mer – die de overwegingen geeft waarom deze plek niet geschikt is. Als er (nog) geen bovenliggend beleid is, dan zullen overheden zich moeten verhouden tot het initiatief en deze beoordelen op grond van de bestaande omgevingsvisie en -plannen.

De **initiatiefnemer** is verantwoordelijk voor een adequaat participatieproces. De **coördinerende overheid** zal erop toezien dat er op adequate manier invulling wordt gegeven aan het participatieproces en zal de formele stappen in het proces (ter inzagelegging, inspraak) organiseren. **Omwonenden en belangenorganisaties** in de omgeving van de plek waar de SMR-ontwikkeling is voorzien, zullen vroegtijdig geïnformeerd willen worden. De betrokkenen en anderen kunnen gebruik maken van de formele inspraakprocedures. Het kan daarnaast wenselijk zijn om belanghebbenden uit de omgeving actief te betrekken bij het ontwikkelen van de plannen en wellicht de mogelijkheid te geven om kansen en wensen vanuit het belang van de omwonenden of de belangenorganisaties ‘mee te koppelen’ met de SMR-ontwikkeling.

In veel gevallen zal de SMR een aansluiting op het nationale of regionale elektriciteitsnet nodig hebben. De **initiatiefnemer** zal daarvoor in deze fase van plannen maken en ontwerp contact zoeken met de **netbeheerder**. Als de SMR bedoeld is om elektriciteit te produceren die via het netwerk moet worden gedistribueerd, dan zal de netbeheerder beoordelen of er ruimte is op het net, of dat er geïnvesteerd kan en moet worden in het uitbreiden van de capaciteit. Als de SMR bedoeld is om lokaal elektriciteit en/of warmte te leveren aan een industrie of een industriecluster, dan wordt er geen beroep gedaan op transportcapaciteit. Toch zal waarschijnlijk een aanvraag worden gedaan voor een aansluiting op het netwerk. Daarmee wordt een back-up stroomvoorziening gerealiseerd vanuit het reguliere netwerk voor het geval dat de eigen stroomvoorziening uitvalt. Zo'n

aansluiting hoeft niet voor het volledige vermogen van de SMR te zijn, maar is bedoeld om de veiligheidssystemen in werking te houden, bijvoorbeeld om de noodkoeling te borgen. Ongeveer 10% van het vermogen volstaat.

Het is ook mogelijk dat de businesscase van de initiatiefnemer van de SMR bestaat uit een mix van levering van elektriciteit aan het net en het produceren van bijvoorbeeld waterstof. De eigenaar van de SMR wil graag elektriciteit leveren via het net als de prijs gunstig (hoog) is omdat andere bronnen minder produceren. Als de prijs (te) laag wordt, dan is het voordeliger om energie op te slaan, bijvoorbeeld in de vorm van waterstof. In dit geval zal de initiatiefnemer van de SMR een afspraak maken met een **elektriciteitsproducent** en deze zal afspraken willen maken met de **netbeheerder**. Deze constructie kan gunstig zijn voor alle partijen en bijdragen aan het balanceren van het net.

De **initiatiefnemer** zal in deze fase het ontwerp van de voorgenomen SMR uitwerken. Zowel om aan de bevoegd gezagen aan te tonen dat het ontwerp veilig is en dat de milieu- en omgevingsgevolgen acceptabel worden geacht. Tijdens dit ontwerpproces zijn er kansen voor (Nederlandse) bedrijven. **Dienstverleners**, zoals ingenieursbureaus en adviesbureaus die ondersteunen bij het vergunningenproces kunnen direct worden ingeschakeld. Ook zijn er kansen voor bedrijven die later betrokken zullen of willen worden, zoals **bouwondernemingen** en **toeleveranciers** van componenten van de SMR en de gebouwen, infrastructuur en installaties daaromheen. Deze bedrijven kunnen een rol hebben in het mee-ontwerpen. Mogelijk wordt hen gevraagd om daarin ook een eigen investering te doen. Dat kan aantrekkelijk zijn als daarmee een positie wordt verkregen om bijvoorbeeld in de toekomst ook te mogen leveren aan volgende SMR's van deze initiatiefnemer. Afhankelijk van de mate van onzekerheid van de daadwerkelijke realisatie en van de kansen op een vervolg in een serie-ontwikkeling, zullen de bouwsector en toeleveranciers geïnteresseerd zijn om ook bij te dragen in het risico. Mogelijk speelt ook de mate waarin de orderportefeuille van deze ondernemingen gevuld is daarin een rol.

De **initiatiefnemer** maakt in deze fase al flinke kosten. Er zijn in deze periode vele miljoenen euro's nodig voor onderzoek (naar haalbaarheid, vergunbaarheid, locatie, milieugevolgen) en het ontwerp van de SMR, inclusief het voldoen aan de eisen die de ANVS aan de specificaties stelt. **Banken** en **institutionele beleggers** zullen nog niet kunnen financieren. De onzekerheid (er zijn nog geen vergunningen) gedurende tenminste een aantal jaren is nog te groot. Het kan voor banken interessant zijn om in deze fase al wel in contact te zijn met de initiatiefnemer en vooruit te kijken naar bijvoorbeeld een projectfinanciering zodra de vergunningen verleend zijn. Voor het dekken van de kosten in deze startfase, is óf eigen kapitaal nodig óf zal financiering moeten worden aangetrokken van financiers die het hoge risico acceptabel vinden. Dat kan **private equity** zijn, maar mogelijk is er ook een **(provinciaal) investeringsfonds** dat kan bijdragen of zijn er **institutionele beleggers** die bereid zijn om in te stappen met een eigen equity fonds. Door in deze fase te financieren, kan mogelijk een aandeel worden verworven dat later winstgevend kan worden verkocht. Voor SMR's gebaseerd op nieuwere, meer innovatieve, technologie is de voorbereidingsperiode langer en nog kapitaalintensiever. Hier moet ook geïnvesteerd worden in de ontwikkeling van de

technologie. Dat vergt een grotere investering, met een groter risico, en daarom in potentie ook een grotere winstmarge. Uit de simulatie blijkt dat **banken** en **beleggers** waarschijnlijk niet geïnteresseerd zullen zijn in investeringen in deze ontwikkelingen. Mogelijk zijn er wel kansen voor **private equity** (durfkapitaal). Het is voor de **initiatiefnemers** en **financiers** de moeite waard om in concrete gevallen de interactie met de **overheid** en **institutionele beleggers** op te zoeken om te verkennen of een mix van investeringen en garanties de business case aantrekkelijk kan maken.

Na jaren van voorbereiding (zeker het vooroverleg over de Kernenergiewet-vergunning kan lang duren, zie hoofdstuk 3) dient de **initiatiefnemer** de aanvragen voor de vergunningen, samen met het MER, in bij de **bevoegd gezagen**: de **ANVS** voor de Kernenergiewet en de **verschillende overheden** voor de Omgevingswet. Alle bevoegd gezagen hebben tenminste zes maanden (uitgebreide procedure)<sup>17</sup> nodig om de aanvragen te behandelen, mogelijk verlengen ze die periode. In die zes maanden komt het bevoegd gezag tot een ontwerpbesluit dat ze ter inzage leggen. **Belanghebbenden en anderen** mogen daarop hun zienswijze inbrengen. Ook de **Commissie-mer** brengt een advies uit. Op grond van dat alles vragen de bevoegde gezagen mogelijk om bijstelling van het plan (zoals dat in de vergunningaanvraag is opgenomen) en zullen ze toewerken naar een definitieve beschikking. Deze definitieve beschikking wordt opnieuw ter inzage gelegd en als het voornemen is om de vergunning te verlenen, bestaat er een gerede kans dat er door één of meer **belanghebbenden of anderen** tegen die beschikking beroep wordt aangetekend bij de **Raad van State**. De uitspraak van de Raad van State kan het verwerpen van het beroep zijn, dan zijn er de vergunningen om te gaan bouwen. Als de Raad van State (delen van) het beroep gerond verklaard, dan zal dat aanleiding zijn om de plannen aan te passen, of in het uiterste geval van de SMR-ontwikkeling af te zien.

### **Een overheid als initiatiefnemer - alternatieven voor een locatie**

Als een overheid de initiatiefnemer voor een SMR-ontwikkeling is, dan is vrijwel alles van het bovenstaande ook van toepassing. Een belangrijk verschil is dat de **initiatiefnemende overheid** ook moet laten zien dat de keuze van de locatie van de SMR goed is afgewogen tegen alternatieve locaties én dat bijvoorbeeld alternatieve vormen van energieopwekking minder logisch zijn. Als **het Rijk** of de **provincie** de initiatiefnemer is, dan zullen ze waarschijnlijk de procedure voor een projectbesluit gebruiken en zelf de rol van bevoegd gezag op zich nemen. Een **gemeente** zal de procedure voor wijziging van het omgevingsplan volgen. In bijlage C staan een drietal casussen uitgewerkt voor de procedures die respectievelijk het Rijk, de provincie en een gemeente kunnen volgen als zij verantwoordelijk zijn voor de besluitvorming.

---

<sup>17</sup> Dit is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

## 6.4 Realisatie: vergunningen en bouw

Als de vergunningen om te gaan bouwen zijn verleend, kan de bouw van de SMR beginnen. De **aannemers** en de **toeleveranciers** gaan aan het werk. Deze fase duurt naar verwachting 3 tot 9 jaar voor een SMR gebaseerd op bestaande technologie (LWR-SMR). Voor *first of a kind* SMR's zal het langer zijn dan voor opvolgers in een serie. De ervaring (ook internationaal) die wordt opgedaan, zal zich 'uitbetalen' in een sneller bouwproces. Mogelijk wordt er ook tijd gewonnen doordat onderdelen van de SMR fabrieksmatig en in serie geproduceerd worden. Voor SMR's gebaseerd op een meer innovatieve technologie kan de bouwtijd aanzienlijk langer zijn, zeker voor een *first of a kind*. In bijlagen A en C is een figuur opgenomen met geschatte bouw tijden.

Het is verstandig om ook in deze fase een actief participatieproces met de **belanghebbenden** in de omgeving van de bouwplaats (de SMR-in-oprichting) te onderhouden. Belanghebbenden kunnen tijdens de bouw blijven opletten of één en ander verloopt zoals is afgesproken en in de vergunningen is bepaald.

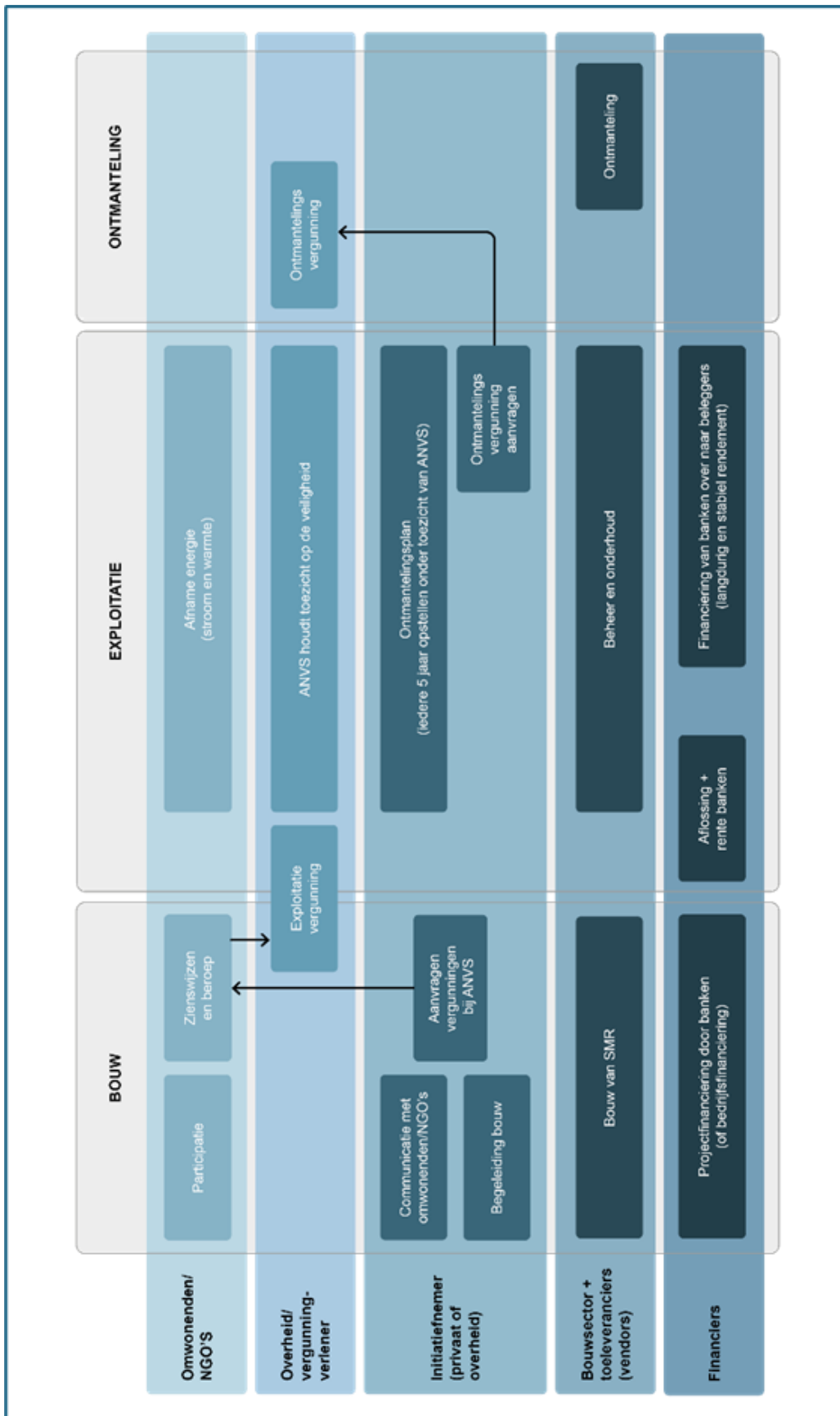
In deze fase zijn de vergunningen verleend en is de zekerheid dat de SMR daadwerkelijk gerealiseerd gaat worden en energie zal gaan produceren groot. De kosten voor de bouw fase moeten ook gefinancierd worden. In deze fase zal er voor de financiering een grote rol zijn voor **banken**. In de meeste gevallen zal het gaan om projectfinanciering, waarbij de opbrengsten die de SMR gaat genereren voldoende moeten zijn om de rente en terugbetaling op te brengen. In het geval dat bijvoorbeeld een **grote energieproducent** of een **grote afnemer** (zoals een datacenter of een grote energie-intensieve industrie) de SMR ontwikkelt, is ook bedrijfsfinanciering denkbaar. Voorwaarde is dat het een stevig bedrijf is met een solide balans. De financiële verplichtingen worden dan voldaan vanuit de inkomsten van het hele bedrijf en niet uitsluitend uit de opbrengsten van de SMR. **Financiers** zien investeren in een SMR als een kans om hun portefeuille te vergroenen. Ze letten hierbij op de EU-taxonomie die duurzame economische activiteiten classificeert<sup>18</sup>.

Mogelijk is de financiering van een SMR voor een **bank** extra aantrekkelijk als er **bouwondernemingen** of **toeleveranciers** betrokken zijn of willen participeren die tevens klant zijn bij de bank. Dat kan een extra motivatie zijn om projectfinanciering te overwegen.

Tijdens de bouw fase start de initiatiefnemer ook de procedure bij de ANVS om de vergunningen te verkrijgen voor 'het in werking brengen' (de SMR in gebruik nemen) en de vergunning voor 'het in werking houden' (de SMR gebruiken). De ANVS behandelt deze twee aanvragen tegelijk en verleent in de regel beide vergunningen ook in één keer.

---

<sup>18</sup> Investerings in kernenergieprojecten kwalificeren als ecologisch duurzame economische activiteiten in de EU-taxonomie. Echter, de EU-taxonomie stelt specifieke strenge voorwaarden aan kernenergie waardoor investeringen in nucleaire projecten in de meeste Europese lidstaten, waaronder Nederland, niet kunnen voldoen aan de technische screeningscriteria.



Samenhang van acties en producten tijdens de bouw, exploitatie en ontmanteling.

## 6.5 Exploitatie: in bedrijf en ontmanteling

Tijdens deze fase is de SMR in bedrijf en produceert de beoogde energie. De **afnemers** van stroom en/of warmte ontvangen hun energie en betalen daarvoor. De **financiers** krijgen als het goed verloopt hun betalingen van aflossing en rente. De **ANVS** houdt toezicht op de veiligheid.

In deze fase verandert de rolverdeling tussen **financiers**. Waar tijdens de bouw de banken een grotere rol hadden, zal er tijdens de exploitatie een grotere rol zijn voor **institutionele beleggers** (pensioenfondsen en verzekeraars). Deze beleggers zijn geïnteresseerd in langjarig en stabiel rendement. **Financiers** zien investeren in een SMR als een kans om hun portefeuille te vergroenen naar aanleiding van veranderingen in de EU-taxonomie (zie ook voetnoot in paragraaf 6.4).

*Een bijzondere situatie kan zich voordoen als de **afnemers** – bijvoorbeeld een datacenter of een grote industriële afnemer - waarvoor de energie bedoeld is op een gegeven moment stoppen met de afname. Dit kan gebeuren als bijvoorbeeld bedrijven hun productie verleggen naar een andere locatie, of als de afname-afspraken verloopt en er een aantrekkelijker alternatief beschikbaar komt. De **eigenaar/operator** van de SMR zal dan op zoek moeten naar een andere afnemer. Mogelijk wordt levering aan het elektriciteitsnet dan toch een aantrekkelijke (of noodzakelijke) optie. Dat betekent mogelijk dat de **netbeheerder** extra moet investeren in verzwaring van de aansluiting naar het totale vermogen van de SMR, waar dat eerder misschien slechts de '10%-veiligheidsaansluiting' was.*

De initiatiefnemer heeft bij de vergunningaanvragen bij de **ANVS** ook al beschreven hoe omgegaan wordt met de radioactieve splijtstof die tijdens de exploitatie van de SMR ontstaat. Ook is het plan voor de ontmanteling van de SMR na einde levensduur al gemaakt. De **eigenaar/operator** (vergunninghouder) moet het ontmantelingsplan elke vijf jaar bijwerken. Daarvoor is opnieuw overleg met - en instemming van - de **ANVS** nodig. Tijdens de bedrijfsvoering wordt het geld dat uiteindelijk nodig zal zijn voor de buitengebruikstelling en de ontmanteling van de SMR gereserveerd. Dit is een wettelijke verplichting. Vanaf het begin moet er daarvoor een financiële zekerheid gesteld zijn in de vorm van een fonds, of een (bank)garantie, zoals voorgeschreven in de Kernenergiewet (artikel 15f).

Uiteindelijk moet de **ANVS** ook vergunningen verlenen voor 'het buitengebruikstellen' en voor 'het ontmantelen' van de SMR.



# Hoofdstuk 7

## Belangrijkste bevindingen



In de eerste vijf hoofdstukken staan de bevindingen uit de simulaties en de daar uit afgeleide mogelijke handelingsperspectieven voor een vijftal verschillende invalshoeken. In dit hoofdstuk vat het consortium de meest in het oog springende bevindingen samen.

### **Het meeste perspectief voor SMR's zijn toepassingen waar directe levering van warmte aan industriële afnemers een belangrijke component is, veelal in combinatie met elektriciteitsproductie 'achter de meter'**

De meest duidelijke meerwaarde lijkt te ontstaan bij toepassingen waar warmte (stoom) voor industriële processen aan een afnemer of aan een (industriële) cluster van bedrijven wordt geleverd. Dit wordt veelal gecombineerd met productie van elektriciteit 'achter de meter'. In deze situatie zijn de energieproductie en de afname direct gekoppeld en zal er een constante en voorspelbare (warmte)vraag zijn van een afgebakende set betrokken partijen (beperkte benodigde regie/coördinatie). Vraag, aanbod, transport en coördinatie zijn relatief overzichtelijk. Deze SMR's staan dicht bij de beoogde afnemers, waardoor transport van de elektriciteit via het regionale of nationale elektriciteitsnet meestal niet nodig is. Ook als één of meerdere afnemers uitvallen, is de kans groot dat er een nieuwe afnemer kan instappen.

## **Heldere ruimtelijke keuzes over de ontwikkeling van SMR's (waar wel en waar niet) geeft stakeholders – zowel overheden als bedrijfsleven – duidelijkheid om voortgang te boeken**

Veel van de stakeholders vragen van de overheid (Rijk en provincies) een duidelijk bovenliggend (ruimtelijk) beleidskader. Daarmee wordt voor hen duidelijker waar kansen liggen en waar niet. Omdat bij het ontwikkelen van dit (ruimtelijk) beleidskader de gevolgen voor milieu en omgeving evenwichtig zullen worden onderzocht en beoordeeld (via bijvoorbeeld een plan-mer-beoordeling), krijgen belanghebbenden meer inzicht in de gevolgen van SMR-project. Daar staat tegenover dat het ontwikkelen van ruimtelijk beleid tijd kost, meestal enkele jaren. Gedurende de periode van beleidsontwikkeling zijn initiatieven voor SMR-ontwikkeling wel mogelijk. De beoordeling en afweging kan dan niet worden gebaseerd op een overkoepelend beleid.

## **Regie om zekerheid te vergroten**

Verschillende stakeholders lijken naar elkaar te kijken om bepaalde zekerheden te krijgen. Niet één van de stakeholders is in staat om alle onzekerheid eigenstandig weg te nemen, ook de overheid niet. Dat vraagt om een aanpak waarbij er regie wordt gevoerd. Concreter betekent regie: **duidelijkheid over wie (besluitvormings)processen organiseert inclusief de benodigde informatievoorziening**. Denk hierbij aan een preciezer zicht op de energetische vraag en het aanbod en het matchen van investeringsplannen en plannings van verschillende partijen. Ook overheden kunnen door middel van bijvoorbeeld een ruimtelijke visie en/of een visie op het energiesysteem bijdragen aan de gewenste duidelijkheid. Een stabiel energiebeleid hoort daar bij.

## **Kiezen voor bestaande technologie is een voorwaarde om tempo te maken in de realisatie van SMR's**

SMR's zijn een nieuwe ontwikkeling op de internationale markt voor nucleaire energie. In de westerse wereld en in Nederland zijn er nog geen SMR's gerealiseerd. Door te kiezen voor bestaande technologie (lichtwaterreactoren; LWR-SMR's), bekend uit de conventionele kerncentrales, zijn de onzekerheden kleiner en kunnen procedures vlotter verlopen. Omdat lichtwatertechnologie bekend is, weten Nederlandse bedrijven die willen toeleveren beter aan welke vereisten voldaan moet worden, zowel op de Nederlandse als op de internationale markt. Ook voor financiers is de inzet op SMR's gebaseerd op bestaande technologie minder risicovol en daardoor aantrekkelijker.

## **Om op de lange termijn voor het Nederlandse bedrijfsleven een positie op de internationale SMR-markt te verkrijgen, is het nodig om keuzes te maken voor en te investeren in kansrijke innovatieve technologieën**

Als het de ambitie is om op de (internationale) markt van SMR's als Nederlands bedrijfsleven op termijn een aantrekkelijke positie te verkrijgen, dan is een focus op innovatieve technologie wenselijk. De ontwikkeling van innovatieve technologie vergt nog forse investeringen. Door een keuze te maken welke technologie omarmd wordt, worden de inspanningen en de investeringen van overheid, onderzoek, bedrijfsleven en onderwijs gericht ingezet.

## **De rol van bevoegd gezag voor procedures en vergunningen onder de Omgevingswet past het best bij het Rijk of bij de provincie. Bevoegd gezag voor de vergunningen onder de Kernenergiewet is de ANVS**

SMR's zullen in de regel een bovenlokale impact hebben op het energiesysteem. Daarom ligt het niet voor de hand dat gemeenten het bevoegd gezag zijn voor het ontwikkelen van beleid en voor vergunningverlening (en handhaving en toezicht). Met name het vermogen en de toepassing van de SMR bepaalt of de provincie of het Rijk het meest geschikt of adequaat is als bevoegd gezag. Gemotiveerde uitzonderingen blijven uiteraard mogelijk. Bij gebruik van de projectprocedure zal het bevoegd gezag de coördinatie doen van de vergunningen onder de Omgevingswet. Om de rol van bevoegd gezag uit te kunnen voeren, kunnen overheden (financiële) afspraken maken met de initiatiefnemer over de kosten van de vergunningverlening en de eventuele coördinatie daarvan door middel van bijvoorbeeld een anterieure overeenkomst en/of leges.

## **Verkorten van de doorlooptijd van de vergunningsprocedure en van de bouwtijd maakt financiering van een SMR-ontwikkeling eenvoudiger en goedkoper. Voor investeerders en financiers is dit veelal een voorwaarde**

Met name voor financiers is de fase van vergunningverlening, waarin al wel hoge kosten worden gemaakt en nog geen inkomsten worden gegenereerd, een belemmering om te participeren. Ook voor toeleveranciers is de vergunningverleningsperiode te lang om risicodragend deel te nemen. De investeringshorizon van (industriële) bedrijven die potentieel de energie van een SMR kunnen afnemen, is in de regel korter dan deze voorbereidingsperiode. Deze afnemers zullen daarom niet gemakkelijk financieel participeren in een SMR-ontwikkeling. Potentiële afnemers zullen tijdens de lange bouwfase nog geen contracten voor energieafname (PPA) afsluiten. De vraag is met name aan de leveranciers van de technologie of deze periodes korter worden in het geval van een SMR, door standaardisering of anderszins.

## **Afname en prijsstabiliteit**

SMR's leveren energie en genereren financiële opbrengsten gedurende 60 tot 80 jaar. Beleggers structureren hun investeringen in de regel op een periode van ongeveer 25 jaar. Voor veel van de afnemers van de energie is het ongebruikelijk of onmogelijk om voor dit soort periodes de afname te garanderen. Het businessmodel van deze bedrijven bestrijkt een aanzienlijk kortere periode. De financiers hebben daarom een voorkeur voor (een mix van) afnemers waarbij het risico op voortijdige beëindiging van de afname klein is, zoals grote energieproducenten of industrieclusters met een goede mix van verschillende afnemers. Reduceren van dit risico vertaalt zich in een lagere risico-opslag op de financiering.



# Bijlage A Overzicht van SMR-technologie en mogelijke toepassingen

## A.1. Inleiding

Kleine Modulaire Reactoren (SMR's, Small Modular Reactors) zijn wereldwijd in opkomst. Zowel startups als gevestigde nucleaire ondernemingen zien hierin een kans om de groeiende en meer diverse energievraag te ondersteunen. Wereldwijd zijn veel concepten in ontwikkeling, waarvan er slechts enkele gebouwd of in aanbouw zijn; operationele voorbeelden bevinden zich vooral in Rusland en China. In Europa zijn nog geen SMR's in bedrijf, maar verschillende landen werken aan een inhaalslag.

In Nederland groeit de belangstelling, aangezien kernenergie opnieuw als optie in de toekomstige energiemix wordt gezien. Nederlandse partijen zijn actief betrokken: ULC Energy werkt samen met Rolls Royce, Orange Hills Energy met GE Vernova Hitachi, Thorizon is de enige Nederlandse startup op dit gebied en Allseas ontwikkelt een toepassing van SMR's in de maritieme sector.

De Europese markt voor SMR's wordt breed beschouwd als kansrijk vanwege de grote vraag naar verduurzaming, zowel voor elektriciteitsproductie als voor de levering van warmte, met name in energie-intensieve industrieën. Deze bijlage geeft een overzicht van de voornaamste vraagstukken rond SMR's en biedt een neutrale kansenkaart als basis voor verdere discussie en analyse.

## A.2. Wat zijn SMR's?

Een Small Modular Reactor (SMR) is in de basis een kerncentrale, vergelijkbaar met grote conventionele centrales zoals Borssele. Ook een SMR gebruikt de energie die vrijkomt bij de splijting van uranium, waarbij naast splijtingsproducten ook plutonium ontstaat. Dit plutonium draagt bij aan de energieproductie en kan, net als het resterende uranium, opnieuw worden gebruikt in specifieke reactoren. De splijtingsproducten zijn te beschouwen als radioactief afval. In werking verschilt een SMR dus niet wezenlijk van een grote kerncentrale.

Het belangrijkste verschil is de schaal: SMR's zijn kleiner in vermogen en in fysieke omvang. Dat maakt ze geschikt voor uiteenlopende markten, zoals de energie-intensieve industrie, kleinere elektriciteitsnetwerken of als aanvulling op bestaande netwerken met meer regionaal verdeelde productiecapaciteit. Volgens de definitie van de IAEA<sup>19</sup> ligt het vermogen van SMR's doorgaans onder de 300 MWe, hoewel sommige ontwerpen tot bijna 500 MWe reiken. Er bestaan ook ontwerpen voor micro-SMR's met minder dan 10 MWe, bedoeld voor zeer specifieke toepassingen.

---

<sup>19</sup> IAEA = International Atomic Energy Agency

Dankzij hun kleinere omvang kunnen SMR's modulair worden gebouwd en in serie geproduceerd. Het bouwconcept is om ze grotendeels in fabrieken te vervaardigen en vervolgens naar de gebruikers te vershippen. Deze aanpak biedt economische voordelen en maakt het mogelijk meerdere identieke SMR's op één locatie te combineren of juist verspreid bij de eindgebruikers te plaatsen. Zo kan de productie beter worden afgestemd op de energievraag en blijft continuïteit gewaarborgd tijdens onderhoud en brandstofwissels.

### A.3. Typen SMR's

Small Modular Reactors (SMR's) kennen vele classificaties, afhankelijk van invalshoek: technologie, schaalgrootte, type energielevering of mate van modulariteit. Voor het Nederlandse project SMR-simulaties in opdracht van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei is een typologie opgesteld die zowel de energievraag als de technologische maturiteit als uitgangspunt neemt.

#### A.3.1 Energievraag en eindgebruik

SMR's kunnen elektriciteit produceren en daarnaast warmte leveren op verschillende temperaturniveaus. Ze zijn inzetbaar in een centrale, landelijke benadering ("top-down"), waarbij grotere eenheden van circa 300 MWe of meer bijdragen aan een stabiel elektriciteitssysteem. Ook kleinere eenheden van 20–50 MWe (mini-SMR's) zijn denkbaar in een meer gedecentraliseerde benadering ('bottom-up'). Dit kan voordelen bieden op het gebied van redundantie en flexibiliteit.

Naast elektriciteit kunnen de meeste SMR's proceswarmte leveren tot circa 300 °C, geschikt voor industrie. Bepaalde SMR's zijn juist ontworpen voor hogere temperaturen, in de range 500–800 °C, nodig voor sectoren als staal, cement en chemie. Alle SMR's produceren restwarmte van 30–70 °C, bruikbaar in warmtenetten of voor glastuinbouw.

#### A.3.2 Technologische maturiteit

SMR's vallen uiteen in drie hoofdcategorieën:

- **Lichtwaterreactoren (LWR-SMR's)**  
Deze baseren zich op de wereldwijd dominante kerntechnologie, ook toegepast in Borssele. LWR-SMR's hebben vermogens tussen 20 en 500 MWe, leveren elektriciteit en warmte met niet al te hoge temperaturen (<300°C), en kunnen vóór 2035 industrieel beschikbaar zijn. Voorbeelden van grotere LWR-SMR's zijn de BWRX-300 van GE Vernova Hitachi, de AP300 van Westinghouse, de SMR-300 van Holtec (allen Verenigde Staten (VS)), de Rolls Royce SMR (Verenigd Koninkrijk (VK)) en de Nuward van EdF (Frankrijk). Voorbeelden van kleinere LWR-SMR's, van 60 MWe en minder, zijn de PWR-20 van Last Energy (VS), de Russische RITM-200 en de Chinese ACPR-50S.
- **Hoge-temperatuur gasgekoelde reactoren (HTGR's)**  
Ontwikkeld sinds de jaren zestig en getest in onder meer Duitsland. Momenteel vooral in ontwikkeling in Azië, met China als koploper met hun eerste reactoren (HTR-PM) in

bedrijf. HTGR's kunnen door keuze van temperatuurbestendige materialen (koolstof, siliciumcarbide, helium) warmte met hogere temperaturen leveren (tot maximaal ongeveer 900 °C). Zij gebruiken zogenaamde TRISO-splijtstof, waarvan de grootschalige productie nu alleen in China plaatsvindt. In Europa en de VS bestaat nog restkennis uit eerdere programma's. Naast de Chinese HTR-PM zijn andere voorbeelden van ontwikkelaars X-Energy en Kairos (beide VS), en het Franse Jimmy Energy. Het Nederlandse NuclearDrive-project en Allseas onderzoeken HTGR's ook voor maritieme toepassingen. Industriële realisatie wordt verwacht vóór 2040.

- **Advanced Modular Reactors (AMR's)**

Deze maken gebruik van andere koelmiddelen en splijtstofsoorten. Specifiek onderdeel van hun propositie is door andere materiaalkeuzen en reactorfysische benadering een significante vermindering van de hoeveelheid langdurig radioactief afval ten opzichte van de LWR- en HTGR-typen. AMR's worden onderverdeeld in:

- Sodium Fast Reactors (SFR's), gekoeld met vloeibaar natrium, gebaseerd op kennis ervaring in Frankrijk, Rusland, Japan, de VS en het VK. Hierbij richten sommige ontwikkelaars, zoals bijvoorbeeld ARC Clean Energy (Canada) en Terrapower (VS) zich net als de LWR-SMR op de elektriciteitsmarkt met eventueel industriële proceswarmte zonder specifieke aandacht voor het radioactieve afval, terwijl voor anderen, zoals de Franse startups Hexana en Otrera, het afval-aspect onderdeel van hun businesspropositie is.
- Lead-cooled Fast Reactors (LFR's), gekoeld met vloeibaar lood, met kennisontwikkeling in Rusland, België, Italië en Zweden. Voorbeelden van ontwikkelaars zijn het van oorsprong Italiaanse newCleo en het Zweedse Blykalla.
- Molten Salt Reactors (MSR's), waarin splijtstof in gesmolten zout is opgelost. Hier wordt in diverse landen aan concepten gewerkt, naast de VS, China en het VK ook bijvoorbeeld in Canada en Europa, meestal door startups. In Nederland is Thorizon een toonaangevende ontwikkelaar. Andere voorbeelden zijn het Engels/Canadese Moltex en de Deense bedrijven Saltfoss Energy en Copenhagen Atomics.

Voor deze AMR's worden demonstratieprojecten vanaf 2035 voorzien, met industriële toepassing pas na 2040.

### A.3.3 Veiligheid, beveiliging en non-proliferatie

SMR's moeten aan dezelfde veiligheidsnormen voldoen als grote kerncentrales. Verschillen zitten in schaal en ontwerp. Een belangrijk aspect is de omvang van de Emergency Planning Zone (EPZ), de zone waarin bij een incident maatregelen zoals schuilen en evacueren genomen moeten worden. Sommige ontwerpen, zoals HTGR's, kunnen met een zeer beperkte EPZ volstaan, wat colocatie met industriële processen of nabijheid van stedelijke gebieden vergemakkelijkt.

Beveiliging en non-proliferatie vormen eveneens aandachtspunten. Door de grotere spreiding van SMR's zijn er meer locaties en meer transporten van splijtstof. Dit vraagt extra aandacht van toezichthouders als EURATOM en IAEA, en ook van de Nederlandse vergunningsautoriteit ANVS, zeker bij schaalvergroting.

### A.3.4 Modulariteit

Een belangrijk kenmerk van SMR's is modulariteit, in verschillende vormen:

- **Multi-unit modulariteit:** meerdere reactoren op één locatie, gefaseerd gebouwd of tegelijk. Dit spreidt investeringen en verhoogt de betrouwbaarheid van levering.
- **Componentmodulariteit:** fabricage van onderdelen in fabrieken en vervangbaarheid tijdens de levensduur, wat onderhoud en upgrades vergemakkelijkt.
- **Operationele modulariteit:** flexibiliteit in uitbating; units kunnen afwisselend draaien afhankelijk van vraag en onderhoud, wat continuïteit en balans tussen elektriciteit en warmte verbetert.
- **Ontmantelingsmodulariteit:** door het seriematige karakter kan te zijner tijd de ontmanteling efficiënter verlopen.

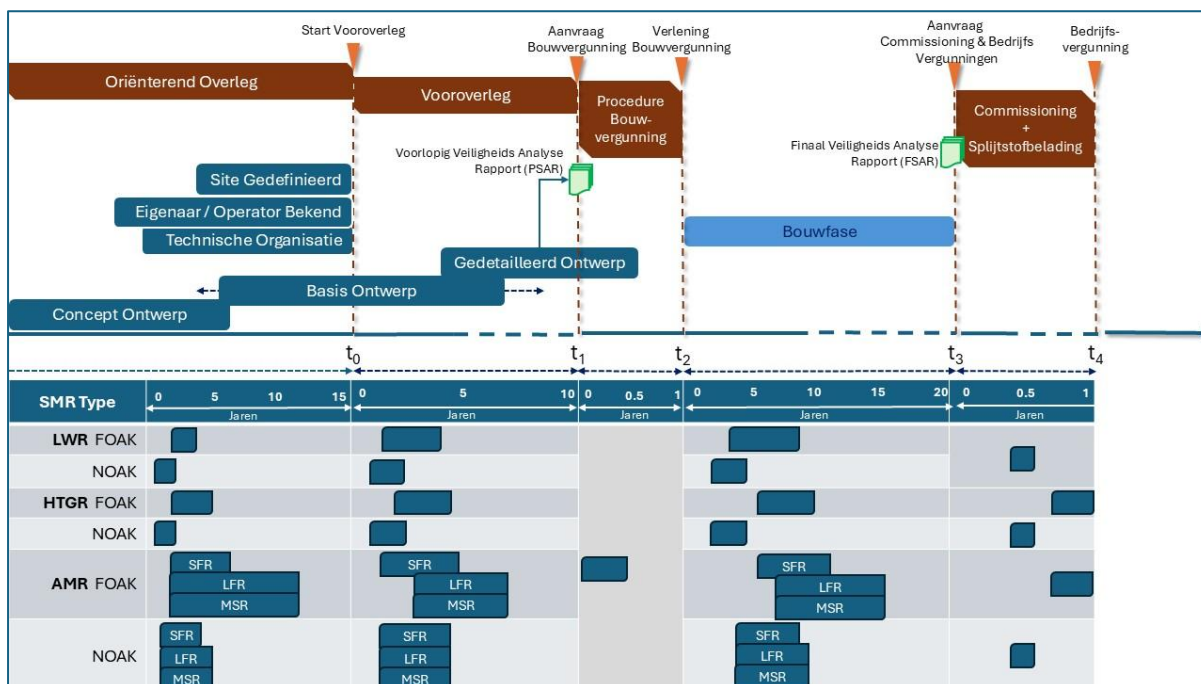
### A.3.5 Typologie in Nederlandse context

Voor dit project *SMR-simulaties* zijn zes representatieve typen onderscheiden, waarbij de beginletter E staat voor “elektriciteit” en EW staan voor “elektriciteit en warmte”.

- **E-SMR 300–500 MWe:** grotere LWR-SMR's van rond 300 MWe, inzetbaar voor landelijke elektriciteitsvoorziening en eventueel lage-temperatuur industriële warmte. Geschikt als vervanging van kolencentrales.
- **E-SMR 50 MWe:** kleinere LWR-SMR's van circa 50 MWe, gericht op lokale elektriciteitsvraag en eventueel lage-temperatuur industriële warmte.
- **EW-SMR-HTGR-200:** grotere HTGR's tot circa 200 MWe/500 MWth, gericht op een gecombineerde vraag van elektriciteit en warmte door grotere (industriële) afnemers.
- **EW-SMR-HTGR-50:** kleine HTGR's tot circa 50 MWe, gericht op een gecombineerde vraag van elektriciteit en warmte door kleinere (industriële) afnemers.
- **EW-AMR-SFR:** geavanceerde natriumgekoelde reactoren voor dezelfde energiemarkten als de LWR-SMR.
- **AMR (MSR, LFR en SFR):** reactoren die naast energieproductie ook de hoeveelheden langdurig radioactief afval reduceren (in vergelijking met LWR-SMR's).

### A.3.6 Proceduretijden

Er loopt een aanzienlijke periode tussen de aanvang van een vergunningetraject voor de bouw van een SMR en de daadwerkelijke ingebruikname. Hoeveel tijd de verschillende procedures zullen vergen is sterk afhankelijk van de maturiteit van de gebruikte technologie, of een initiatief *first of a kind* is of *N<sup>th</sup> of a kind*, en van de omstandigheden op de concrete locatie. Op basis van de op dit moment beschikbare ervaring en kennis is onderstaand overzicht van de ranges van mogelijke doorlooptijden per fase en voor verschillende typen SMR's samengesteld (*expert judgement*). De figuur is ook in bijlage C over wet- en regelgeving opgenomen.



Geschatte doorlooptijden ontwikkeling van SMR's.

## A.4 SMR's in de energiemarkt

SMR's kunnen verschillende functies vervullen in de energiemarkt. Te denken valt aan flexibele elektriciteitsproductie en diverse vormen van warmtelevering, al dan niet in combinatie met elektriciteit.

### A.4.1 Flexibele elektriciteitsproductie

Load-following, het aanpassen van de elektriciteitsproductie aan de vraag, is technisch goed mogelijk met kerncentrales, al is vollastbedrijf economisch vaak voordeliger. In landen met een groot aandeel kernenergie, zoals Frankrijk, België en Tsjechië, wordt load-following al decennialang toegepast. Naast nieuwe methoden zoals fijnregeling met regelstaven valt ook te denken aan een optimalisatie van de SMR-concepten voor load-following: terwijl de reactor op vol vermogen blijft draaien en er naast elektriciteit nog een tweede energieproduct wordt geproduceerd, zoals proceswarmte of waterstof. Multi-module SMR's kunnen bovendien flexibel één of meer reactoren uitschakelen. Innovaties, zoals het plaatsen van een bufferreservoir met gesmolten zout tussen de reactor en de stoomgenerator, vergroten de mogelijkheden verder.

### A.4.2 Warmte-kracht-koppeling

Warmte-kracht-koppeling (WKK) produceert gelijktijdig elektriciteit en warmte uit één brandstofbron. Door de vrijkomende warmte via warmtewisselaars nuttig te gebruiken, wordt een veel hoger rendement bereikt dan bij gescheiden productie. Naast fossiele en duurzame brandstoffen kan ook kernenergie hiervoor worden ingezet.

In het buitenland bestaan diverse praktijkvoorbeelden van nucleaire WKK. In Zwitserland levert de kerncentrale Beznau al 40 jaar warmte aan het REFUNA-netwerk (170 GWh/jaar, 2700 klanten, 33 km pijpleiding). In Tsjechië voedt de kerncentrale Temelín circa een derde van het stadsverwarmingsnet van České Budějovice (208 GWh/jaar, 26 km pijpleiding). In China worden sinds 2018 en 2019 via de kerncentrale Hayang 200.000 woningen verwarmd met 345 MWth, ter vervanging van kolengestookte ketels. In Rusland levert de drijvende kerncentrale Akademik Lomonosov elektriciteit en 70 MWth warmte aan de havenstad Pevek.

SMR's op basis van lichtwatertechnologie (LWR-SMR's) kunnen op vergelijkbare wijze restwarmte of lagere-temperatuur proceswarmte leveren, met het voordeel dat ze dichterbij gebruikers kunnen worden geplaatst. Dit vermindert transportafstanden en warmteverliezen.

Voor hogere temperaturen zijn de reactortypen HTGR en AMR geschikter. China heeft twee HTGR-reactoren van elk 250 MWth (HTR-PM) in bedrijf, terwijl ontwikkelaars als X-Energy (VS) en Jimmy Energy (Frankrijk) werken aan nieuwe ontwerpen. AMR's, zoals reactoren gekoeld met vloeibaar natrium of lood, kunnen koelmiddeltemperaturen tot 550 °C bereiken. Innovatieve varianten met gesmolten zout kunnen temperaturen tot 800 °C leveren.

## A.5 Ruimtelijke inpasbaarheid van SMR's

### A.5.1 Ruimtebeslag

Kleine modulaire kernreactoren (SMR's) hebben over het algemeen een vermogen van tussen de 10 en 300 MWe. De bestaande reactorontwerpen hebben dus een grote verscheidenheid aan vermogens.

Qua afmetingen zijn SMR's compacter dan conventionele kerncentrales. De afmetingen zijn afhankelijk van het ontwerp, maar de modules zijn vaak 15-20 meter in hoogte en 5-10 meter in diameter. Boven op de afmetingen van een module, is er ook ruimte nodig voor de benodigde bijgebouwen van de nucleaire reactor, zoals voor het energieconversiesysteem, nucleaire veiligheidssystemen en voor het hanteren van de splijtstof. De totale benodigde oppervlakte voor een SMR-site varieert van een half voetbalveld<sup>20</sup> voor de reactoren met het laagste vermogen, tot 25 of meer voetbalvelden voor de reactoren met het hoogste vermogen.

Een deel van de modulariteit van SMR's komt voort uit de mogelijkheid om een enkele nucleaire site uit meerdere reactoren te laten bestaan. Dit maakt de uitbreiding van het totale geleverde vermogen van een site mogelijk.

Om een beeld te krijgen van de benodigde oppervlakte voor een SMR is in de tabel aan het einde van deze bijlage een overzicht gegeven van de oppervlakte voor de SMR's die

---

<sup>20</sup> Een voetbalveld heeft een oppervlakte van ca. 7.000 m<sup>2</sup>

als voorbeeld voor de verschillende types zijn genoemd in de SMR-typologie. De daarin weergegeven oppervlaktes moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd omdat niet altijd duidelijk is welke oppervlakte wordt gehanteerd, bijvoorbeeld alleen het reactorgebouw, ook alle bijgebouwen, of de gehele vestigingsplaats tot aan de terreingrens. Te observeren valt een grote spreiding voor vergelijkbare eenheidsvermogens, waardoor een eenduidige oppervlakte-bepaling per reactortype voorlopig niet mogelijk is.

## A.5.2 Behoeften aan koeling

De warmte die overblijft na het produceren van elektriciteit dient afgevoerd te worden. Om deze zogenaamde restwarmte kwijt te kunnen, is er een zogenaamde koude bron nodig bij de nucleaire reactor. Rivieren, meren of zeeën zijn hierin gebruikelijk. Er bestaan alternatieven om de restwarmte af te voeren, zoals droge koeling (luchtgekoelde systemen). Dit is echter minder energie-efficiënt en in de meeste gevallen alleen mogelijk als de restwarmte beperkt is. Het gebruik van luchtgekoelde systemen zou de mogelijke locaties voor een SMR vergroten, aangezien de reactor geplaatst zou kunnen worden in waterarme regio's.

In de locatiekeuze speelt de beschikbaarheid van water dus een belangrijke rol. Echter is het gebruik van wateren als koude bron niet overal vanzelfsprekend vanwege milieuoverwegingen. Wateronttrekking en lozing kunnen invloed hebben op het lokale ecosysteem.

## A.6 Bouw en toeleveringsketen

### A.6.1 Toeleveringsketen – engineering en componenten

Het ontwerp van SMR's en AMR's ligt in handen van de ontwikkelaars, maar vereist brede technologische expertise. Nederlandse bedrijven kunnen waarde toevoegen in gespecialiseerde engineering, kritische componenten en diensten, zowel in ontwikkeling en bouw als tijdens exploitatie. Hoewel de internationale concurrentie groot is, kunnen Nederlandse maakbedrijven een rol spelen, mits ze tijdig betrokken raken. Een tweede domein omvat materialen, bouwcomponenten en diensten zoals civiele werken en onderhoud. Deze bieden vooral kansen voor regionale bedrijven.

### A.6.2 Toeleveringsketen – specifieke nucleaire eisen

Ongeveer 20–30% van de componenten van een kerncentrale geldt als nucleair, met strikte kwaliteitsborging en traceerbaarheidseisen. Dit betreft onder meer drukvaten, pompen, leidingen, kleppen, elektrische apparatuur en instrumentatie. Voor de overige 70% bestaan kansen voor de maakindustrie, vooral tijdens de bouwfase. Bij SMR's kunnen kosten verlaagd worden als er gebruik gemaakt wordt van commerciële standaardcomponenten, mits deze via een 'commercial sourcing'-proces gekwalificeerd worden. Afhankelijk van de relevantie voor de nucleaire veiligheid kunnen

certificeringstrajecten van de componenten maanden tot jaren duren. Modulariteit en vervangbaarheid kunnen certificering vergemakkelijken en aantrekkelijker maken.

### A.6.3 Toeleveringsketen – SMR-specifieke kenmerken

De rol van Nederlandse bedrijven hangt af van technologische maturiteit, schaalgrootte en modulariteit. LWR-SMR's kunnen grotendeels gebruikmaken van bestaande toeleveringsketens, maar bieden ook nieuwe kansen. HTGR- en AMR-concepten vragen nog veel ontwikkeling, wat ruimte schept voor co-innovatie. Kleinere SMR's zijn interessant omdat hun componenten binnen de capaciteiten van Nederlandse bedrijven kunnen vallen. De timing van een Nederlands programma is cruciaal: centrale serieproductie kan kansen beperken, terwijl vroege betrokkenheid juist meerwaarde creëert.

### A.6.4 Bouw

Bouwkenmerken verschillen per type en schaal. Grote LWR-SMR's vereisen sites vergelijkbaar met Borssele, kleine SMR's slechts enkele hectares. Modulariteit zal naar verwachting de bouwtijd verkorten en voorspelbaarder maken, maar er zullen bepaalde site-specifieke kenmerken blijven. Ervaring van projectorganisaties en lessen uit eerdere kerncentrales zijn bepalend om kostenoverschrijdingen en vertragingen te vermijden. Aangezien 60% of meer van de kosten uit de bouw voortkomen, is goed projectmanagement cruciaal.

## A.7 Spleitstof en spleitstofcyclus

Net zoals grote conventionele kerncentrales gebruiken SMR's en AMR's spleitstof voor de opwekking van de energie. Evenwel zijn er diverse verschillen in het type spleitstof alsook in de bijhorende spleitstofcyclus.

Waar LWR-SMR's veelal kunnen bogen op de ruime ervaring van de grote conventionele LWR-kerncentrales, is er sprake van beperkte aanpassingen zoals de lengte van de spleitstofstaven welke korter zijn in SMR's.

Spleitstoffen met hogere verrijgingsgraden<sup>21</sup>, die een hogere beschikbaarheid van de centrale mogelijk maken, door de periode tussen twee spleitstofwissels te verlengen, zijn in ontwikkeling. Het (tevens) Nederlandse URENCO is eveneens actief op dit gebied.

Vermeldenswaard is dat dergelijke LWR-SMR's ook andere spleitstoffen zoals gerecycleerde spleitstof, dat zowel uranium als plutonium bevat, zoals de kerncentrale Borssele, kunnen gebruiken.

---

<sup>21</sup> Verrijgingsgraad = het percentage gemakkelijk spleitbare uranium-235. De rest is het moeilijker spleitbare uranium-238. De verrijgingsgraad van het uranium dat als erts gedolven wordt bedraagt 0,7%. Momenteel voor kerncentrales gebruikelijke verrijgingsgraden bedragen 4-5%; de beoogde verhoogde 8 tot 20%. URENCO voert deze verrijking op industriële schaal uit.

HTGR's gebruiken de zogenaamde TRISO<sup>22</sup> splijtstof, dat tevens hogere verrijgingsgraden vereist al naargelang het HTGR-ontwerp. Er is momenteel geen commerciële TRISO-splijtstof productie in de westerse wereld actief, echter wordt wel een zekere initiële pre-commerciële productiecapaciteit in de Verenigde Staten uitgerold. In China vindt wel productie van HTGR-splijtstof op industriële schaal plaats voor het Chinese HTR-programma. Veel kennis is nog aanwezig in Europa, onder andere uit het voormalige Duitse HTGR-programma. Een dergelijke productiecapaciteit zou weer opgebouwd kunnen worden, mits voldoende marktzekerheid voor HTGR's.

Voor AMR's is de diversiteit in splijtstof beduidend groter met zowel bekende splijtstoftechnologie voor natriumgekoelde reactoren zoals reeds gebruikt in de Franse grote reactoren van dit type, als ook heel nieuwe splijtstoftechnologie zoals splijtstof in vloeibare vorm, opgelost in gesmolten zout. Voor vele van deze AMR's is een nauwe koppeling met een zogenaamde splijtstofcyclus met recycling van de splijtstof cruciaal, gezien hun beoogde toegevoegde waarde door beter gebruik van splijtstof dan wel sterke reductie in hoogradioactief afval. Voor deze AMR's is de beschikbaarheid van het geheel van de splijtstofcyclus, en meer bepaald de opwerking van gebruikte splijtstof en de fabricage van nieuwe splijtstof uit onder meer het afgescheiden uranium en plutonium, een cruciaal gegeven. Momenteel is deze geïntegreerde splijtstofcyclus (nog) niet beschikbaar en zijn alle AMR's aangewezen op een parallelle ontwikkeling van deze splijtstofcyclus dan wel een gebruik van hoger verrijkte uranium splijtstof (zoals voorheen voor de LWR-SMR's). Er zijn slechts een paar opwerkingsfabrieken voor splijtstof in de wereld, in Europa alleen in Frankrijk. Het gebruik van hoger verrijkt uranium in AMR's is uiteraard geen gewenste optie gezien het geheel afbreuk doet aan de potentiële voordelen van AMR's welke de reductie van radioactief afval en hergebruik van verbruikte splijtstof uit andere (bijvoorbeeld LWR) kerncentrales als voornaam doel beogen.

Op te merken valt dat splijstoftoevoer een internationale en gespecialiseerde keten is en men dus enige marktverwachtingen dient hard te maken om specifieke splijtstof en bijhorende splijtstofcyclus te ontwikkelen. De ontwikkelingen en finaal de uitbouw van een industriële capaciteit voor dergelijke geavanceerde splijtstofcycli vergt minimaal enkele jaren (beschikbaarheid van uranium met hogere verrijgingsgraden) dan wel twee of meer decennia indien het geheel van een opwerking en fabricage van opgewerkte splijtstof, inclusief de behandeling van nieuwe splijtstoffen en hun bijhorende afvalstromen, dient te worden gerealiseerd. Aldus is de tijdslijn naar AMR-realisatie tevens gekoppeld aan dergelijke ontwikkelingen en dient zolang dit geheel nog niet klaar is, geheel tegenstrijdig tot de AMR-ontwerpdoelstellingen, voorzien te worden in splijtstof met hogere verrijgingsgraden.

De ervaring uit de afgelopen decennia met betrekking tot – relatief beperkte – wijzigingen aan LWR-splijtstoftypes heeft tevens aangetoond dat dergelijke ontwikkelingen eerder evolutionair geschieden, aangezien onvoldoende gekwalificeerde splijtstof een immens risico inhoudt naar de uitrol en uitbating van de kerncentrales. Dit risico dient tevens in

---

<sup>22</sup> TRISO splijtstof is ook hoger verrijkt, afhankelijk van het ontwerp 7-20%.

de keuze en ontwikkeling van SMR's en AMR's te worden beschouwd en bepaalt mede de marktmogelijkheden van deze.

## A.8 Overige milieuaspecten

### A.8.1 Impact op broeikasgasemissies

Elektriciteit is verantwoordelijk voor ruim 20% van de wereldwijde broeikasgasuitstoot, terwijl het directe gebruik van fossiele brandstoffen in industrie, gebouwen en vervoer meer dan 40% veroorzaakt. Ongeveer de helft van het mondiale energieverbruik betreft warmteproductie. Nucleaire stads- en proceswarmte kan fossiele installaties vervangen. Zo verminderde de kerncentrale Hayang in China de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 180.000 ton per jaar door kolengestookte ketels te vervangen. In Tsjechië zorgt de koppeling van de kerncentrale Temelín aan het stadsverwarmingsnet van České Budějovice voor een reductie van 80.000 ton CO<sub>2</sub> per jaar. Deze voorbeelden betreffen beide grote kerncentrales. SMR's kunnen door hun kleinere schaal en flexibiliteit ook op locaties zonder grote koelwaterbronnen worden ingezet en zo extra bijdragen aan emissiereductie. De principes voor SMR zijn dezelfde, maar doordat zij op meer plaatsen gebouwd kunnen worden en zij een bredere vraag kunnen bedienen, kunnen SMR's zorgdragen voor een extra bijdrage aan emissiereductie.

### A.8.2 Radioactief afval

Radioactiefafvalbeheer in elke kerncentrale omvat alle activiteiten die nodig zijn om afvalstoffen die ioniserende straling uitzenden veilig te behandelen, op te slaan en uiteindelijk definitief te verwijderen, alsook te voorzien in finale berging. Het proces begint al tijdens de operationele fase van de centrale, waar verschillende types afval ontstaan: laag-, middel- en hoogradioactief afval. Laag- en middelactief afval omvat bijvoorbeeld besmette werkkledij, filters en onderhoudsmaterialen. Hoogradioactief afval bestaat hoofdzakelijk uit verbruikte splijtstof of (bij de ontmanteling) sterke geactiveerde componenten van de reactor. Beheersactiviteiten omvatten het verzamelen, karakteriseren, behandelen (bijvoorbeeld verdampen, persen, cementeren), conditioneren en tijdelijk opslaan van het afval op de site. Daarna volgt de overdracht aan COVRA, de organisatie die in Nederland verantwoordelijk is voor de opslag van het afval, waarna deze het verdere beheer behartigt. Eens in dergelijk beheer zal dit gevolgd worden door opslag in een eindbergingsfaciliteit, doorgaans in diepe geologische formaties. Het beheer moet voldoen aan strikte veiligheidsnormen om mens en milieu op korte en lange termijn te beschermen. Transparantie, traceerbaarheid en robuuste technische oplossingen zijn hierbij essentieel.

Voor de verschillende soorten radioactief afval van SMR's/AMR's kunnen we nu slechts algemene inzichten bieden, omdat vele meer specifieke inzichten nu nog voorbarig zijn gezien het (vroege) ontwikkelingsstadium van vele van de SMR's/AMR's.

### *Laag- en middelactief afval*

Dergelijk radioactief afval is nauw verbonden met zowel de operationele fase als de ontmanteling. In een eerste benadering kan de hoeveelheid van dergelijke afval voor een gedeelte geschaald met het eenheidsvermogen van de SMR/AMR ten opzichte van grote conventionele kerncentrales, dat wil zeggen:

- De inventarissen van radioactieve materialen in de verschillende faciliteiten van een kerncentrale schalen grotendeels naar eenheidsvermogen van de kerncentrales. Er is niettemin een minimum drempel, omdat de verschillende controle-activiteiten die tot de bedrijfsvoering behoren, en die dan toch een minimale set aan activiteiten vereisen, verbonden met de productie van radioactief afval.
- Dit is alvast als vuistregel te gebruiken voor LWR en HTGR typen SMR's gezien het gebruik van vrij klassieke en reeds gevestigde kernreactortechnologieën en daarbij horende afvalproductie.
- Deze vuistregel qua schaalbaarheid is evenwel nog geheel niet toepasbaar voor AMR's, gezien de kernreactortechnologieën en meer bepaald de benodigde splijtstof(cyclus) activiteiten en de uitbatings-ondersteunende processen, diverse nieuwe nucleaire materialen dan wel eventueel bijkomende bijprocessen vragen, waarvoor momenteel geen gedegen prognose van afvalproductie bekend is.

Niettemin bieden SMR's/AMR's ook kansen voor optimalisatie. Net als bij conventionele kerncentrales, dienen voldoende systemen worden te voorzien voor de tijdelijke opslag, conditionering en uiteindelijke verwijdering van verschillende afvalstromen. Dit impliceert dat er behoefte is aan innovatieve verpakkingen, behandelingssystemen, logistiek en monitoring, die aangepast zijn aan de specifieke kenmerken van het SMR/AMR-ontwerp. Het vereenvoudigde ontwerp alsook de modulariteit kan kansen brengen om minder radioactief afval te genereren. Hierbij zouden verschillende innovatieve technologieën, waarvan sommige reeds worden toegepast in conventionele kerncentrales, aangevuld met nieuwe geoptimaliseerde uitbating van de SMR's/AMR's mogelijkheden tot afvalreductie kunnen betekenen.

De modulariteit, welke bij de bouwphase beduidende voordelen kan betekenen, kan tevens zowel een positieve als een negatieve impact hebben op de hoeveelheid radioactief afval, bijvoorbeeld:

- De modulariteit kan het mogelijk maken om 'modules' eenvoudiger te vervangen tijdens de bedrijfsperiode van een SMR/AMR. Dit kan echter betekenen dat het aantal te vervangen modules een groter radioactief afvalvolume oplevert dan een niet-modulaire aanpak.
- Anderzijds kan een ontwerp ook uitgevoerd worden zodat de bestraalde volumes worden verminderd, eventueel tevens door modulariteit van componenten, en dus een kleiner volume materiaal als radioactief dient te worden beschouwd of zelfs behorend tot een lagere radioactiefafvalklasse.
- Anderzijds biedt modulariteit en de daarmee verbonden grotere hoeveelheid identieke eenheden ook de mogelijkheid tot verdere optimalisatie van de processen voor afvalbehandeling, waarbij investeringen zich sneller terugbetalen.

### *Hoogradioactief afval*

Dit bestaat hoofdzakelijk uit verbruikte splijtstof of het hoogradioactief afval dat overblijft na recycling van de verbruikte splijtstof. Voor LWR-SMR types kan weer een evenredigheid met het eenheidsvermogen van de SMR ten opzichte van conventionele kerncentrales worden gehanteerd. Een beperkte verhoging in dergelijk radioactief afval per eenheidsvermogen kan worden verwacht gezien een beperkte vermindering (dat wil zeggen enkele %) in de efficiëntie van het splijtstofgebruik in de kernreactor. Voor HTGR's en AMR's met vaste splijtstof geldt een vergelijkbare redenering.

Voor AMR's met de splijtstof opgelost in gesmolten zout (MSR) zullen geheel nieuwe splijtstoftypes worden gebruikt en dit met verschillende methoden voor verwerking van de verbruikte splijtstof, waarbij dus een veralgemeende regel niet van toepassing is.

SMR-concepten, en meer bepaald AMR's, streven naar een beperkter volume of lagere radiotoxiciteit voor het resterende radioactief afval vanuit de splijtstofcyclus, wat het beheer op lange termijn zou kunnen vereenvoudigen. Doch dient hiertoe een gehele splijtstofcyclus analyse uitgevoerd te worden over het geheel van de levensduur van dergelijke AMR's om tot sluitende inzichten te komen omtrent de haalbare reductie in de hoeveelheid en aard van het te bergen radioactief afval.

## A.9 Ontmanteling

Ontmanteling van een SMR-installatie verschilt op een aantal punten van die van een traditionele grote kerncentrale. De kleinere schaal, het modulaire ontwerp en het potentieel voor fabrieksmatige prefabricatie en terugname van reactoronderdelen bieden mogelijkheden voor efficiëntere, minder arbeidsintensieve en potentieel goedkopere ontmantelingsstrategieën. Tegelijkertijd betekent dit dat specifieke componenten - zoals reactorvaten, primaire systemen en interne structuren - ontworpen moeten zijn met demontage en afvalscheiding in gedachten. Toeleveranciers die materialen, constructies of diensten aanbieden, kunnen hierop inspelen door oplossingen te ontwikkelen die bijvoorbeeld stralingsbestendigheid combineren met eenvoud van ontmanteling of verpakking van afval. Net als bij de behandeling van radioactief afval geldt hier dat modulariteit en de daarmee verbonden grotere hoeveelheid identieke eenheden ook de mogelijkheid biedt tot verdere optimalisatie en automatisering van de ontmantelingsprocessen, waarbij investeringen hierin zich sneller lonen dan in de huidige nucleaire ontmantelingspraktijk.

Voor bedrijven die overwegen toe te treden tot de SMR-markt als leverancier of dienstverlener, biedt het thema ontmanteling en afvalbeheer een belangrijk maar vaak onderschat toegangspunt. Te denken valt aan innovatieve oplossingen voor verpakking, behandeling en monitoring. Door van meet af aan oplossingen aan te bieden die modulair, economisch en conform regelgeving zijn, kunnen zij bijdragen aan de levenscyclusbenadering die nodig is om SMR-technologie succesvol te implementeren.

#### Type “E-SMR ~ 300-500 MWe / 1000-1500 MWth”

Naam	Reactortype	Ontwikkelaar	Land	Vermogen (MWe)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> ) <sup>23[2]</sup>
BWRX-300	LWR	GE Hitachi	USA	300	11.550
RR SMR	LWR	Rolls Royce	UK	470	54.500
AP300	LWR	Westinghouse	USA	330	8.300
Nuward	LWR	EdF Consortium	Frankrijk	170	3.500 <sup>24[3]</sup>
SMR-300	LWR	Holtec	USA	320	160.000 <sup>25[4]</sup>

#### Type “E-SMR ~ 50 MWe / 150 MWth

Naam	Reactortype	Ontwikkelaar	Land	Vermogen (MWe)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
PWR-20	LWR	Last Energy	USA	20	968
RITM-200	LWR	OKBM	Rusland	55	120.000 <sup>26[5]</sup>
ACPR-50S	LWR	CNNC	China	60	150.000 <sup>27[6]</sup>

#### Type “EW-SMR” met drie subtypes “EW-SMR-HTGR-50” / “EW-SMR-HTGR-200” en “EW-AMR-SFR

Naam	Reactortype	Ontwikkelaar	Land	Vermogen (MWe)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
JIMMY	HTGR	Jimmy Energy	Frankrijk	10-20 MWt	1.500
Xe-100	HTGR	X-Energy	USA	82,5	130.900 <sup>28[7]</sup>
HTR-PM	HTGR	INET	China	210	256.100 <sup>29[8]</sup>
KP-FHR	HTGR/MSR	Kairos	USA	140	Niet bekend
ARC-100	SFR	ARC Clean Energy	Canada	100	56.000
Natrium	SFR	Terrapower	USA	345	178.000 <sup>30[9]</sup>

#### Type “AMR”

Naam	Reactortype	Ontwikkelaar	Land	Vermogen (MWe)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Thorizon	MSR	Thorizon	Nederland/Frankrijk	100	Niet bekend
SSR-W	MSR	Moltex Energy	UK/Canada	300	22.500
LFR-AS-200	LFR	newCleo	Italië/Frankrijk/VK	200	1.100 <sup>31[10]</sup>
HEXANA	SFR	Hexana	Frankrijk	2x150	15.000 <sup>32[11]</sup>
OTRERA 300	SFR	Otrera New Energy	Frankrijk	110	< 30.000

*Overzicht van de benodigde oppervlakte voor genoemde voorbeelden van SMR-concepten, naar gegevens uit openbare literatuur.*

23[2] <https://www.iaea.org/publications/15790/small-modular-reactors-advances-in-smr-developments-2024>

24[3] Alleen reactor, inclusief splijtstofopslagbassin

25[4] Dubbele eenheid, omheind terrein

26[5] Voor twee reactoren van totaal 110 MWt, 150.000 voor vier eenheden van totaal 220 MWt, 190.000 voor zes eenheden van totaal 330 MWt

27[6] Voor dubbele eenheid ([gnsn.iaea.org](https://www.iaea.org/Design, Applications and Siting Requirements of CGN ACPR50(S)), Design, Applications and Siting Requirements of CGN ACPR50(S))

28[7] Voor vier eenheden met vier turbines

29[8] Voor dubbele eenheid van 2x210 MWe

30[9] <https://www.power-technology.com/projects/natrium-reactor-demonstration-project-wyoming-us/?cf-view>

31[10] Uitsluitend het ‘nuclear island’

32[11] Voor dubbele eenheid van 2 x 150 MWe



## Bijlage B Aspecten bij ruimtelijke inpassing van SMR's

In de simulaties – zowel top down als bottom up – zijn veel aspecten aan de orde gekomen die van belang zijn voor de ruimtelijke inpassing van een SMR (of van SMR's).

### **Top down: ruimtelijke kansenkaart**

Vanuit de top down benadering kunnen de volgende aspecten sturend of bepalend zijn voor het samenstellen van een ruimtelijke kansenkaart.

- Voor welk doel wordt de SMR gebouwd/ingezet (nut en noodzaak) – positionering t.o.v. potentiële afnemers.
- Meewegen van natuurwaarden (bijvoorbeeld: zijn Natura 2000 gebieden uitgesloten?).
- Veiligheid: nabijheid kwetsbare objecten, risico's van calamiteiten van de SMR op de omgeving: lekkage van radioactiviteit.
- Veiligheid: Plaatsgebonden risico's, zoals seismische activiteit, overstromingsgevaar, bodemgesteldheid (bijvoorbeeld bodemdaling), nabijheid munitiedepot, nabijheid ammoniak, terreur, gevaar van neerstortend vliegtuig, oorlogsgeweld.
- Kansen voor combinatie van afname van elektriciteit en warmte (verschillende afnemers op een locatie).
- Positionering t.o.v. het hoogspanningsnet (hoeveel extra infrastructuur is nodig).
- Positionering t.o.v. koelmiddelen (vooral water) in relatie tot de keuze van het type SMR en de potentiële (beoogde) afnemers.
- Kansen voor participatie en meeprofiten van lokale stakeholders.

### **Bottom up: overwegingen voor lokale plan- en besluitvorming**

Vanuit de bottom up benadering geven de volgende aspecten een goede indruk wat door actoren belangrijke overwegingen worden gevonden bij het maken van lokale keuzes.

- Positionering ten opzichte van verschillende afnemers: elektriciteit, warmte.
- Aansluiting van de SMR-ontwikkeling bij de bestaande functies van het gebied.
- Positionering t.o.v. het hoogspanningsnet (TSO) of – in geval van een kleine SMR – op het middenspanningsnet. Investeringskosten, ruimtelijke inpassing van de aansluitingen.
- Positionering t.o.v. koelmiddelen (vooral water) in relatie tot de keuze van het type SMR en de potentiële (beoogde) afnemers.
- Meewegen van natuurwaarden: zijn locaties met een natuurstatus uitgesloten, of is combinatie mogelijk?
- Landschappelijke inpassing: erfgoed, bijzondere landschappen, visuele effecten.
- Veiligheid: nabijheid kwetsbare objecten, risico's van calamiteiten van de SMR op de omgeving: lekkage van radioactiviteit.
- Veiligheid: crisismanagement, vluchten in geval van calamiteit. Hoe? Wanneer wel? Wanneer niet?

- Veiligheid: Plaatsgebonden risico's, zoals seismische activiteit, overstromingsgevaar, bodemgesteldheid (bijvoorbeeld bodemdaling), nabijheid munitiedepot, nabijheid ammoniak, terreur, gevaar van neerstortend vliegtuig, oorlogsgeweld.
- Transport van radioactief materiaal van en naar de SMR. Is infrastructuur voor veilig transport aanwezig, externe risico's langs de transportwegen.
- Keuze koelmiddelen (water of lucht) – benodigde ruimte, hinder.
- Concurrerende functies, die aanspraak maken op dezelfde ruimte. Of koppelkansen met bestaande of beoogde functies.
- Draagvlak: bij de maatschappelijke spelers (bewoners, bezoekers, bedrijven, etc.) en bij de bestuurlijke spelers (gemeente, provincie, Rijk, waterschap).
- Uitvoeringsaspecten zoals overlast en ruimtebeslag tijdens de bouw.

# Bijlage C Wet- en regelgeving

## C.1 Inleiding

De basis voor het Nederlandse beleid en de regelgeving voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming is gelegd in de jaren '60 van de vorige eeuw, toen de nuttige toepassing van ioniserende straling op grotere schaal in Nederland werd ingevoerd. Sindsdien zijn beleid en regelgeving steeds verder ontwikkeld en zijn de normen bijgesteld aan de zich steeds vernieuwende (internationale) inzichten, aanbevelingen en regelgeving. Het beleid voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming richt zich in essentie op (i) bescherming van mens en milieu tegen risico's als gevolg van handelingen met radioactieve stoffen en (ii) bescherming tegen risico's als gevolg van terrorisme en cybercrime<sup>33</sup>.

Veel van de regels voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming kennen van oudsher hun oorsprong in internationale rechtsregels, waaraan Nederland zich verbonden heeft. De Kernenergiewet (Kew) biedt, voor het Nederlandse wettelijk kader, de basis voor de implementatie van die richtlijnen gebaseerd op het Euratom-verdrag en van normen die door het IAEA zijn gesteld. Naast de Kernenergiewet, is de Omgevingswet (Ow) het meest relevante overige wettelijke kader, met regels en richtlijnen voor (non-nucleaire) milieueffecten. Beide kaders worden hieronder kort toegelicht. Vervolgens wordt ingegaan op kenmerkende procedures met betrekking tot vergunningverlening van een Small Modular Reactor (SMR).

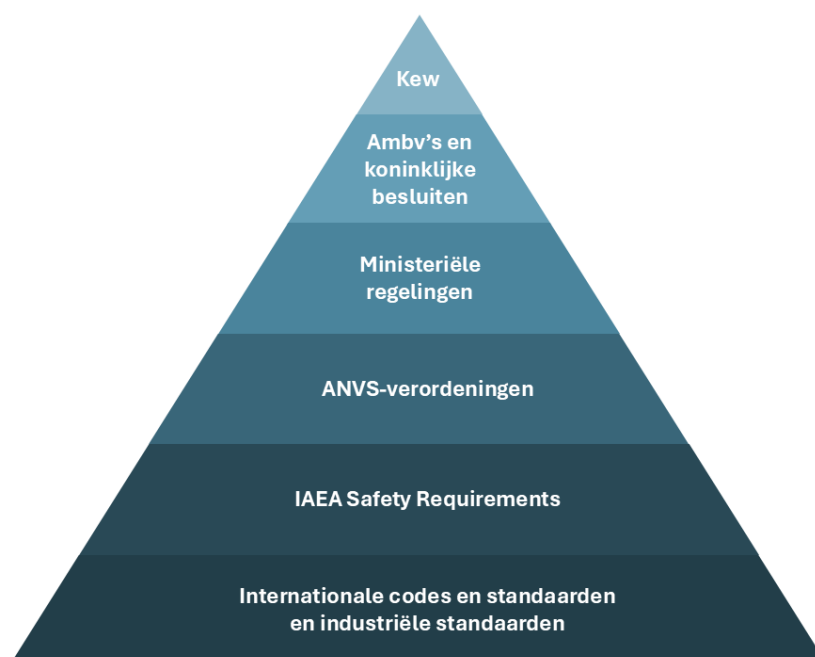
## C.2 Kernenergiewet

De Kernenergiewet is de belangrijkste wet voor kernenergie in Nederland. Sinds de invoering in 1963 is de wet vaak aangepast, maar nooit grondig herzien, omdat het een brede basis biedt voor het toepassen van Europese en internationale regels. De wet bestaat uit ongeveer 80 artikelen en regelt alle toepassingen van ioniserende straling en de bescherming daartegen. Het biedt een juridisch kader voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. In onderstaande figuur is schematisch de opbouw van het Nederlandse wettelijke kader weergegeven.

De op de Kernenergiewet gebaseerde regelgeving is omvangrijk. Op de Kernenergiewet zijn meerdere algemene maatregelen van bestuur, ministeriële regelingen, en de door de ANVS uitgevaardigde verordeningen gebaseerd. De voornaamste betreffen het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse), Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen, Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) en de Regeling nucleaire veiligheid kerninstallaties. Voor nucleaire installaties wordt in de

---

<sup>33</sup> <https://www.autoriteitnvs.nl/documenten/richtlijn/2025/05/06/handreiking-vergunningverlening-anvs>



*Schematische opbouw wettelijk kader (bron: Wegwijzer Nationaal beleid nucleaire veiligheid en stralingsbescherming 2022).*

vergunningen gebruik gemaakt van de Nucleaire Veiligheidsregels. Dit zijn aan de Nederlandse situatie aangepaste *IAEA Safety Requirements* en *Safety Guides*, die afhankelijk van de nucleaire installatie worden verbonden aan een vergunning. Nederland heeft zich via aansluiting bij de Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) verplicht de 'reference levels' zo veel als mogelijk te implementeren. Deze zijn mede van belang voor het bevorderen van de nationale en internationale harmonisatie in de regelgeving. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Wegwijzer Nationaal beleid nucleaire veiligheid en stralingsbescherming 2022<sup>34</sup>. Voor de oprichting van kerncentrales of andere kernreactoren - waaronder SMR's - (met uitzondering van onderzoekinstallaties met een vermogen van maximaal 1 kW), volgt op grond van de Omgevingswet een verplichting tot het opstellen van een project-MER (Bijlage V bij het Omgevingsbesluit projectnummer C3). Het project-mer is een verplicht onderdeel van de aanvraag van een oprichtingsvergunning op grond van de Kernenergiewet.

### Procedures

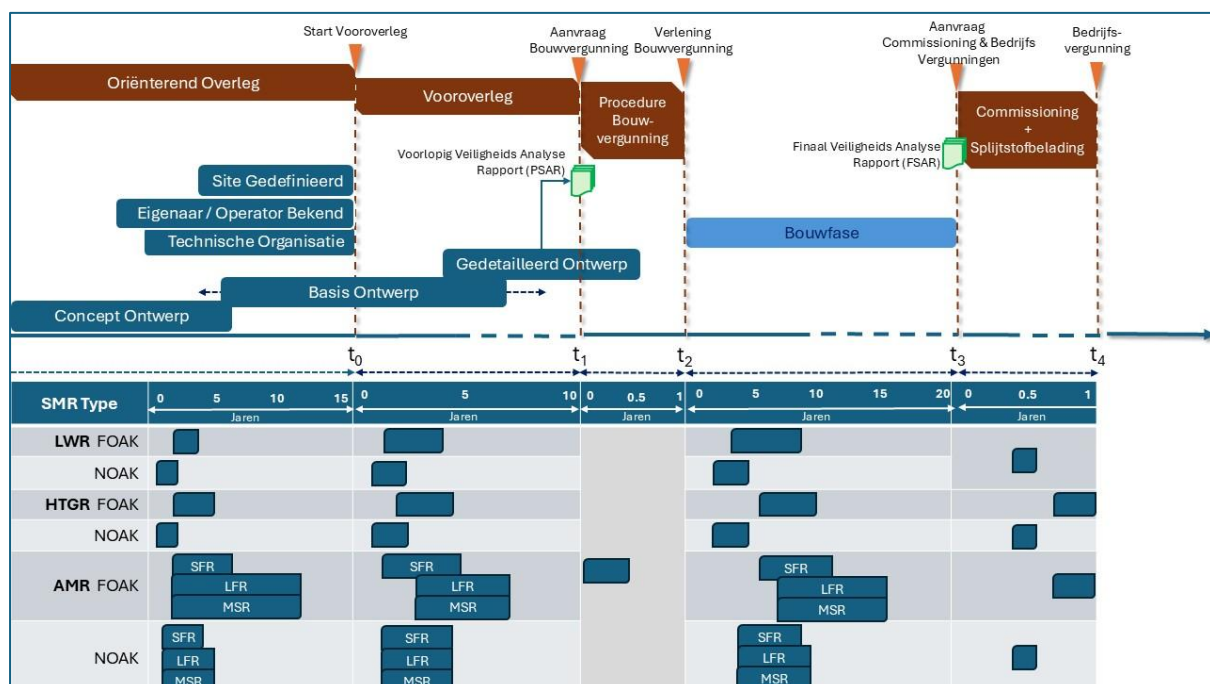
De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS), als onafhankelijk en deskundig orgaan, is het bevoegd gezag in deze procedure voor de Kernenergiewet. Tevens is zij, als *onafhankelijk en deskundig orgaan*, verantwoordelijk voor het bewaken en bevorderen van de nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en beveiliging. De ANVS heeft de gehele procedure en werkwijze voor het indienen van een aanvraag en proces van vergunningverlening verwoord in een Handreiking, waarnaar verwezen wordt voor meer achtergrondinformatie ([www.autoriteitnvs.nl](http://www.autoriteitnvs.nl))<sup>35</sup>.

<sup>34</sup> <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-1b802902eaba7a66d30ec5ca621da06ee2703f56/pdf>

<sup>35</sup> <https://www.autoriteitnvs.nl/documenten/richtlijn/2025/05/06/handreiking-vergunningverlening-anvs>

Voorafgaand aan de start van de vergunningaanvraag vinden oriënterende gesprekken plaats met de ANVS. Daarna start de vergunningsaanvraag bij de ANVS met een vooroverleg waarbij de aanvraag, het toetsingskader en de vereisten worden besproken. Afhankelijk van de complexiteit van de aanvraag kan dit meerdere jaren in beslag nemen. De ANVS legt de ontwerp-vergunning ter inzage, waarover zienswijzen naar voren kunnen worden gebracht. Vervolgens neemt de ANVS – mede na beoordeling van de zienswijzen – het besluit over verlening van de vergunning. De zienswijzen worden bij de terinzagelegging en uitgifte van de definitieve vergunning anoniem gepubliceerd op de website van de ANVS. Deze publicatie markeert tevens de afsluiting van het proces. Vervolgens is de ANVS ook belast met het toezicht op de naleving van de vergunningsvoorwaarden. Tegen de verlening van de vergunning kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

Hoeveel tijd de verschillende procedures zullen vergen is sterk afhankelijk van de maturiteit van de gebruikte technologie, of een initiatief *first of a kind* is of *N<sup>th</sup> of a kind*, en van de omstandigheden op de concrete locatie. Op basis van de op dit moment beschikbare ervaring en kennis is onderstaand overzicht van de ranges van mogelijke doorlooptijden per fase en voor verschillende typen SMR's samengesteld (*expert judgement*). De figuur is ook in bijlage A over de SMR-technologie opgenomen.



Geschatte doorlooptijden ontwikkeling van SMR's.

### Relatie met Omgevingswet

De keuze om de Kernenergiewet niet op te nemen in de Omgevingswet is voornamelijk gemaakt vanwege de specifieke en complexe aard van nucleaire regelgeving ('*lex specialis*'). De Kernenergiewet behandelt specifieke onderwerpen, zoals nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en de omgang met radioactieve materialen, die een

bijzonder hoog risico met zich mee kunnen brengen. Deze aspecten vereisen een gespecialiseerde benadering die verder gaat dan de meer algemene regels voor de fysieke leefomgeving die in de Omgevingswet zijn opgenomen. Het behouden van een separate Kernenergiewet zorgt ervoor dat er specifieke aandacht en expertise kan worden gewaarborgd voor de regulering van nucleaire activiteiten. Bovendien is de Kernenergiewet sterk verweven met eerdergenoemde internationale verdragen en Europese richtlijnen die verplichtingen opleggen aan Nederland op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. Door de Kernenergiewet als zelfstandige wet te handhaven, blijft Nederland in staat om effectief te voldoen aan internationale vereisten en tegelijkertijd een hoog niveau van veiligheid en bescherming te garanderen.

Andersom geldt dat de “niet op straling betrekking hebbende milieuaspecten” weliswaar als zodanig benoemd worden in een Kernenergiewet-vergunning, maar daarin doorgaans generieke beoordelingskaders van toepassing worden verklaard. Deze kaders komen voort uit de algemene Rijksregels (één van de zes kerninstrumenten van de Omgevingswet), welke hoofdzakelijk zijn uitgewerkt in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en het Omgevingsbesluit. De handhaving van algemene rijksregels onder de Omgevingswet is decentraal geregeld, waarbij in de meeste gevallen de gemeente het bevoegd gezag is, maar dit kan ook gelden voor de provincie of het waterschap, afhankelijk van het specifieke besluit en de aard van de activiteit. Daarom is voor deze aspecten de Omgevingswet wel van toepassing.

Chronologisch zal het traject van de projectprocedure en het projectbesluit (een andere van de zes kerninstrumenten van de Omgevingswet) eerder doorlopen zijn dan de procedure van de Kernenergiewet. Immers, er moet eerst toestemming zijn op een bepaalde locatie een SMR te mogen realiseren, alvorens grote investeringen gedaan worden voor het kunnen opstellen van een volledig Veiligheidsrapport. Het is voor het bevoegd gezag mogelijk om een voorkeursbeslissing (VKB) toe te voegen aan een projectprocedure. De wettelijke basis hiervoor is te vinden in artikel 5.48 van de Omgevingswet. Dit artikel bepaalt dat bij de voorbereiding van een projectbesluit het bevoegd gezag kan besluiten om voorafgaand aan het projectbesluit een voorkeursbeslissing vast te stellen. De VKB vormt een kaderstellend besluit over (in geval van SMR's) de locatie, waarop het latere projectbesluit wordt gebaseerd.

Het toevoegen van een VKB aan de projectprocedure is vooral bedoeld voor complexe, maatschappelijk gevoelige projecten waarbij het gewenst is om eerst op hoofdlijnen richting te geven aan de verdere uitwerking. Door deze mogelijkheid kan het bevoegd gezag het proces in twee stappen structureren: eerst een strategische keuze met de VKB (waarvoor wettelijk ook een plan-mer-procedure noodzakelijk is), gevolgd door een uitwerking in het projectbesluit (met project-mer-procedure). Voor de oprichtingsvergunning op grond van de Kernenergiewet geldt een project-mer-plicht. Het is aannemelijk dat onderdelen van het project-MER ten behoeve van het Projectbesluit overgenomen/geciteerd kunnen worden in het project-MER voor de oprichtingsvergunning (Kew). Het project-MER voor de oprichtingsvergunning (Kew) zal

een verdere uitwerking van details bevatten, en daardoor niet identiek zijn aan het project-MER voor het projectbesluit.

### C.3 Omgevingswet

Voor grote projecten, zoals de bouw van een nieuwe kerncentrale, biedt de Omgevingswet (Ow) een integraal afwegingskader voor onder andere milieu, natuur, water en leefomgeving. Dit betekent dat initiatiefnemers hun plannen integraal moeten afstemmen op een breed scala aan regels. Een gecoördineerde beleidsaanpak is essentieel om ervoor te zorgen dat de verschillende belangen en verantwoordelijkheden per overheidslaag op elkaar afgestemd worden. Landelijke belangen, zoals energie-onafhankelijkheid en leveringszekerheid, vragen om nationaal beleid, terwijl andere belangen mogelijk beter op provinciaal of gemeentelijk niveau kunnen worden behartigd.

Zo spelen regels voor luchtkwaliteit, geluidsoverlast, waterbeheer en natuur een belangrijke rol. Welke overheidsinstantie als bevoegd gezag optreedt voor deze milieuaspecten, is afhankelijk van het type besluit of instrument dat wordt toegepast (zoals een omgevingsvergunning, projectbesluit of omgevingsplan). Afhankelijk van de procedure kunnen bijvoorbeeld de gemeente, de provincie, het waterschap of het Rijk het bevoegd gezag zijn voor de beoordeling en toepassing van deze regels. Dit geldt bijvoorbeeld voor de bescherming van grondwater, nabijgelegen waterwegen en Natura 2000-gebieden, die kunnen worden beïnvloed door de bouw of het gebruik van de SMR. De Omgevingswet zorgt ervoor dat verschillende bevoegde gezagen, zoals gemeenten, waterschappen en provincies, betrokken zijn bij de beoordeling van het project. Voor een initiatiefnemer betekent dit dat zij niet alleen moeten voldoen aan de Kernenergiewet, maar ook aan de bredere eisen van de Omgevingswet en de verschillende betrokken instanties. Deze betrokkenheid en rolverdeling zijn vastgelegd in de verschillende instrumenten van de Omgevingswet, zoals het omgevingsplan, de omgevingsvergunning en het projectbesluit.

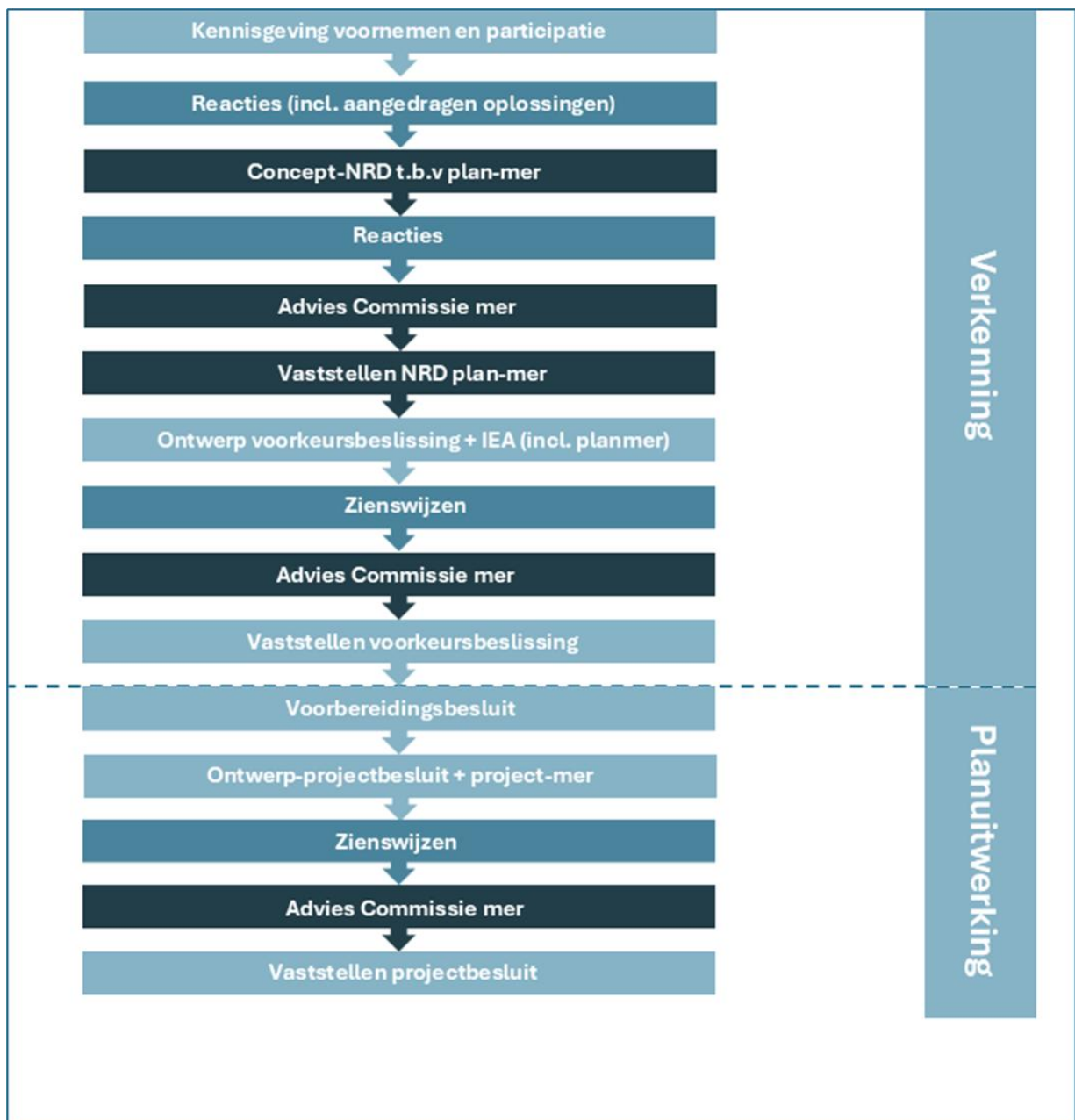
#### **Projectbesluit**

Het projectbesluit is een besluitvormingsinstrument onder de Omgevingswet voor complexe projecten van publiek belang. Artikel 5.44 Omgevingswet bepaalt dat een projectbesluit kan worden vastgesteld voor de uitvoering en het in werking hebben van een project. Hiermee vervangt het de vroegere Rijksprocedures, provinciale inpassingsplannen, tracébesluiten en projectplannen. Het projectbesluit wijzigt rechtstreeks het gemeentelijk omgevingsplan met de regels die nodig zijn voor uitvoering en instandhouding. De bevoegdheid ligt bij waterschap, provincie of Rijk. Gemeenten kennen zelf geen projectbesluit. Zij regelen ruimtelijke inpassing van projecten via het omgevingsplan.

In het projectbesluit kan het waterschap, de provincie of het Rijk vergunningplichtige activiteiten ook direct regelen. Ze zijn dan onderdeel van het projectbesluit. Dat hoeft niet. De omgevingsvergunningen kunnen desgewenst ook gecoördineerd worden behandeld door het reguliere bevoegd gezag voor de verschillende activiteiten (gemeente, provincie of waterbeheerder). Het bevoegd gezag voor het projectbesluit kan

hier bijvoorbeeld voor kiezen als het reguliere bevoegd gezag over specifieke kennis beschikt of als de aanvraag nog niet kan worden gedaan, of als het opnemen van de vergunning in het projectbesluit onvoldoende meerwaarde heeft. In het geval de vergunningen onderdeel worden van het projectbesluit komen toezicht en handhaving ook bij het Rijk (of de provincie) te liggen. Soms is dat niet wenselijk.

Tegen een projectbesluit staat rechtstreeks beroep open bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Er is dus slechts één instantie: belanghebbenden slaan de rechtbank over en gaan direct naar de hoogste bestuursrechter.



Stappenplan Projectprocedure.

## Vaststelling bevoegde gezagen

De huidige wetgeving biedt nog geen uitsluitel over de rolverdeling tussen Rijk, provincies en gemeenten bij SMR-initiatieven. In de SMR-strategie<sup>36</sup> heeft het kabinet keuzes gemaakt over de verdeling van het bevoegd gezag. Bij een SMR met een vermogen boven de 500 MWe is wettelijk vastgelegd dat deze in ieder geval met een projectbesluit van het Rijk moet worden opgericht (Elektriciteitswet 1998, artikel. 9b; per 1 januari 2026: Energiewet artikel 6.1). Voor installaties onder deze grens zijn geen vergelijkbare bepalingen vastgesteld. Dit betekent dat het gemeentebestuur bevoegd is om door vaststelling of wijziging van het omgevingsplan, of door het verlenen van een omgevingsvergunning voor afwijkingen van het omgevingsplan, de oprichting van een SMR ruimtelijk mogelijk kan maken.

In principe kan overal in Nederland een SMR gerealiseerd worden, mits het gemeentelijk omgevingsplan de ruimtelijke inpassing toestaat en de ANVS de vergunningen op grond van de Kernenergiewet verleent. In dat scenario nemen gemeenten via het omgevingsplan een centrale rol in de planologische inpassing, terwijl de ANVS verantwoordelijk blijft voor de beoordeling van nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en milieutoetsing (welke volgt uit de verplichting op basis van de Kernenergiewet, art. 15, onder b, naast het opstellen van een project-MER voor de oprichting van een SMR). Het Rijk of de provincie kunnen wel – als het gaat om projecten van provinciaal of nationaal belang – de besluitvorming naar zich toetrekken door een projectprocedure voor de SMR's te doorlopen. Bij de besluitvorming over het projectbesluit is het gemeentebestuur niet beslissingsbevoegd, maar alleen adviseur.

## Participatie

Participatie speelt een centrale rol in de besluitvorming over nucleaire projecten, zoals de realisatie van een SMR. Al in de verkenningsfase van de procedures voor een projectbesluit, omgevingsvergunning of aanpassing omgevingsplan (Omgevingswet, art. 5.48) geldt de verplichting tot participatie. Het bevoegd gezag moet belanghebbenden, medeoverheden, maatschappelijke organisaties en burgers vroegtijdig betrekken bij de voorbereiding van besluiten (Omgevingswet, art. 16.55). In deze fase gaat het vaak om gebruikelijke, informele participatie, zoals informatiebijeenkomsten of gebiedsgesprekken. Hoewel er nog geen formele rechtsmiddelen openstaan, kan de omgeving op deze manier invloed uitoefenen op de locatiekeuze en de inrichting van het proces. Zienswijzen zijn hier nog niet aan de orde. Er is namelijk nog geen formeel ontwerpbesluit.

In de daaropvolgende formele fasen - de Voorkeursbeslissing (VKB), het projectbesluit en de Kernenergiewetvergunning - is participatie juridisch ingebed. Het bevoegd gezag moet een ontwerpbesluit ter inzage leggen, waarbij eenieder de mogelijkheid heeft om zienswijzen in te dienen (Omgevingswet, art. 16.23 jo. art. 16.55; Kernenergiewet, art. 4). Bij een VKB en projectbesluit gaat het om zienswijzen op de ontwerpstukken en het bijbehorende MER. Ook bij de Kernenergiewetvergunning en bijbehorende project-mer staat de ontwerpvergunning centraal. Ook de ANVS kan een Kernenergiewet-vergunning

---

<sup>36</sup> De SMR-strategie van het kabinet is op 17 oktober 2025 naar de Tweede Kamer verstuurd.

definitief vaststellen nadat van het ontwerp op passende wijze kennis is gegeven en aan eenieder de gelegenheid is geboden om binnen een door de Autoriteit vast te stellen termijn van ten minste vier weken na de bekendmaking schriftelijk zienswijzen naar voren te brengen. Specifiek voor de oprichting van nucleaire inrichtingen, zoals een SMR, komt hier nog bij dat deze projecten altijd mer-plichtig zijn (Ob, bijlage V, categorie C3). Dit versterkt het proces van participatie.

## C.4 Voorbeeldprocedures

Om de mogelijke routes voor de vergunningverlening en besluitvorming rond SMR-initiatieven inzichtelijk te maken, worden enkele kenmerkende voorbeeldprocedures beschreven. Deze zijn gebaseerd op de vraag op welk bestuursniveau (Rijk, provincie, gemeente) de ruimtelijke besluitvorming plaatsvindt, en welke juridische procedure daaruit voortvloeit.

### C.4.1 Besluitvorming door het Rijk, via projectprocedure

Wanneer de besluitvorming voor de realisatie van een SMR door het Rijk wordt gedaan, wordt gebruikgemaakt van de projectprocedure onder de Omgevingswet (Ow, art. 5.44–5.55). Deze procedure is bedoeld voor een project van nationaal belang dat niet doelmatig en doeltreffend door decentrale overheden kan worden behartigd en leidt tot een projectbesluit (Ow, art. 5.52), waarin het initiatief planologisch wordt verankerd. Het Projectbesluit is rechtstreeks bindend voor decentrale overheden.

De procedure start met een verkenningsfase (Ow, art. 5.48), waarin wordt onderzocht of en op welke wijze het project haalbaar is. In deze fase wordt gekeken naar de locatiekeuze en de effecten op milieu, natuur, water en leefomgeving. Indien daarbij een Voorkeursbeslissing (VKB) wordt vastgesteld, geldt dat deze als 'kaderstellend plan' in de zin van het Omgevingsbesluit moet worden beschouwd, waardoor plan-mer verplicht is. Het projectbesluit zelf is vervolgens project-mer-plichtig. Zonder Voorkeursbeslissing (VKB) is er geen plan-mer-plicht, maar blijft het projectbesluit project-mer-plichtig. De oprichting van een nucleaire inrichting is expliciet als project-mer-plichtige activiteit genoemd in categorie C3 van Bijlage V Omgevingsbesluit, gekoppeld aan de Kernenergiewetvergunning.

Tijdens de verkenning en de verdere uitwerking worden gemeenten, provincies en waterschappen betrokken, zowel als adviseurs als in hun rol als uitvoerende bestuurslaag voor deelaspecten van het project. Zo kunnen zij zienswijzen inbrengen over de ruimtelijke inpassing en de effecten in hun gebied. Het projectbesluit vormt daarmee een integraal kader waarin alle belangen samenkomen, maar de regie blijft bij het Rijk.

### C.4.2 Besluitvorming door de provincie, via projectprocedure

Wanneer de besluitvorming voor de realisatie van een SMR door de provincie wordt gedaan, verloopt de besluitvorming via de projectprocedure van de Omgevingswet

(art. 5.44–5.55), resulterend in een projectbesluit dat bindend doorwerkt in de omgevingsplannen van gemeenten. De provincie heeft regie over de ruimtelijke en milieutechnische aspecten, inclusief de project-mer (Ow, art. 16.37). Indien de provincie daarnaast kiest voor het vaststellen van een Voorkeursbeslissing (VKB), geldt hiervoor hetzelfde regime als bij een Rijksproject: de VKB kwalificeert als kaderstellend plan, waarvoor een plan-mer-plicht geldt. Dit volgt uit de systematiek van de Omgevingswet en het Omgevingsbesluit, waarin het bevoegd gezag verantwoordelijk is voor het vaststellen van de reikwijdte en het detailniveau van de MER.

Een voorwaarde is dat het project een publiek belang dient; het subsidiariteitsbeginsel van de Omgevingswet bepaalt namelijk dat hogere overheden alleen optreden als de opgave niet doeltreffend door lagere overheden kan worden behartigd. Zo mogen provincies eigenstandig ingrijpen als een gemeentelijk bestuur een bovenlokale opgave niet oppakt. Eenmaal vastgesteld heeft het projectbesluit directe planologische werking. Het besluit wijzigt het omgevingsplan van de gemeente ter plaatse met de regels die nodig zijn om het project uit te voeren, in werking te hebben en te beheren (Ow, art. 5.52 lid 1).

In de Programma-aanpak SMR (EZK, 2024) wordt aangegeven dat enkele provincies, in hun coalitieakkoorden de mogelijkheid van een SMR hebben opgenomen<sup>37</sup>. Wanneer de provincie er voor kiest om de besluitvormende overheid te zijn en de projectprocedure doorloopt, is zij op grond van art. 5.44 lid 1 Omgevingswet zelf bevoegd gezag. Het projectbesluit is rechtstreeks bindend in de gemeentelijke omgevingsplannen (Ow, art. 5.52). Zou het Rijk Instructieregels opstellen met betrekking tot SMR's dient daaraan voldaan te worden.

### **Beroep bij projectprocedure**

De wijze waarop beroep is geregeld bij een projectbesluit is voor besluitvorming door de provincie en het Rijk gelijk. Zowel een door Gedeputeerde Staten vastgesteld provinciaal projectbesluit als een Rijksprojectbesluit van de minister doorlopen de uniforme openbare voorbereidingsprocedure. Dit betekent dat er géén afzonderlijke bezwaarprocedure bij het bestuursorgaan zelf plaatsvindt, maar dat er tegen het besluit rechtstreeks beroep openstaat bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (Ow, art. 16.75 e.v.), zodat belanghebbenden hun geschil aan één instantie kunnen voorleggen en snelle, definitieve rechtsbescherming hiermee is verzekerd.

## **C.4.3 Besluitvorming door de gemeente, via omgevingsplanprocedure of BOPA<sup>38</sup>**

Wanneer de besluitvorming voor de realisatie van een SMR door een gemeente wordt gedaan, verloopt de besluitvorming in beginsel via twee routes: of (i) een wijziging van het

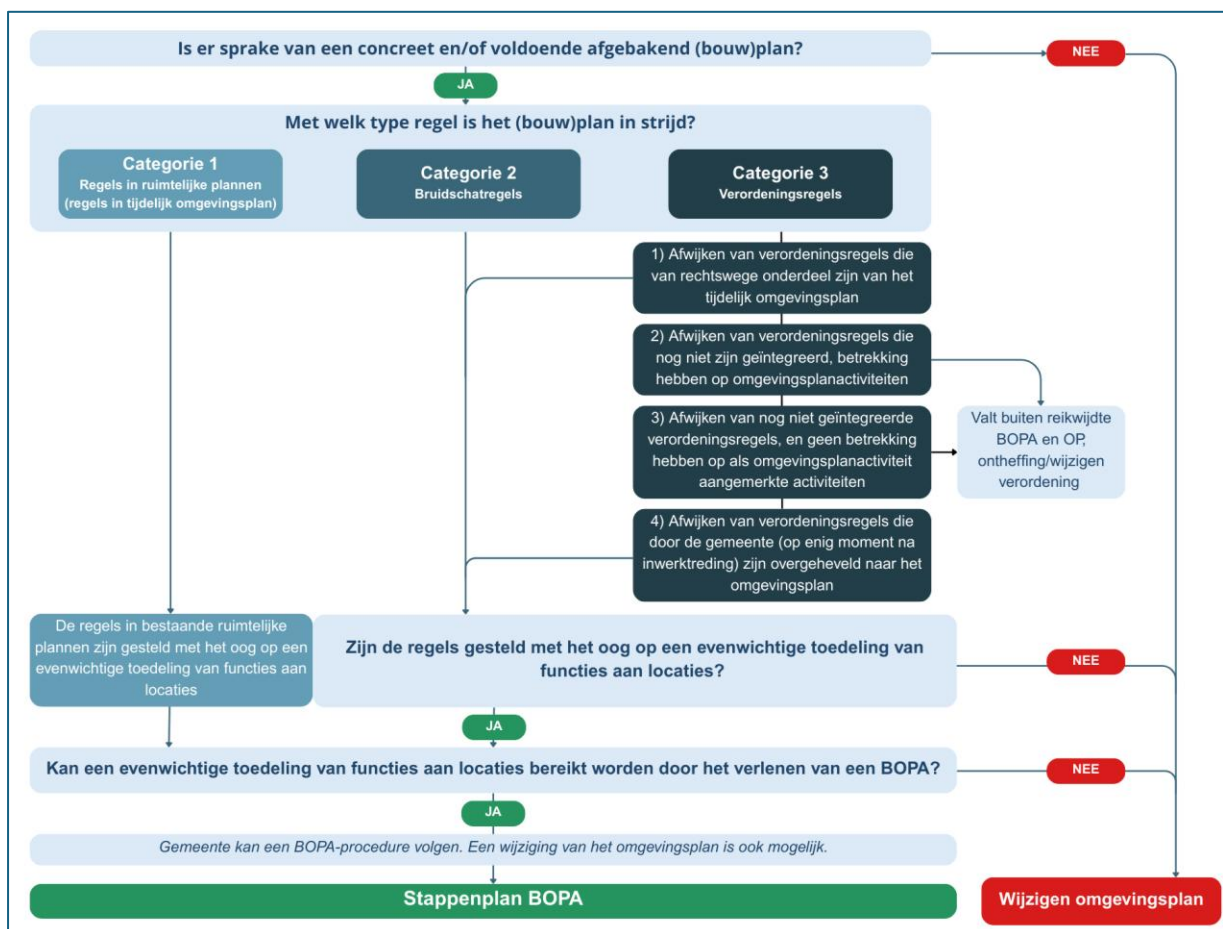
---

<sup>37</sup> [https://open.overheid.nl/documenten/3d65a3bd-9bc8-4cc8-8c87-7a7592ff2d30/file?utm\\_source=](https://open.overheid.nl/documenten/3d65a3bd-9bc8-4cc8-8c87-7a7592ff2d30/file?utm_source=)

<sup>38</sup> In de SMR-strategie d.d. 17 oktober 2025 is gekozen om het bevoegd gezag te beleggen bij de provincie of het Rijk en niet bij gemeenten. Tijdens de SMR-simulaties was de SMR-strategie nog niet gepubliceerd.

omgevingsplan of (ii) een vergunningverlening voor een buitenplanse omgevingsplanactiviteit (BOPA) (Ow, art. 5.1 lid 1 en art. 5.18).

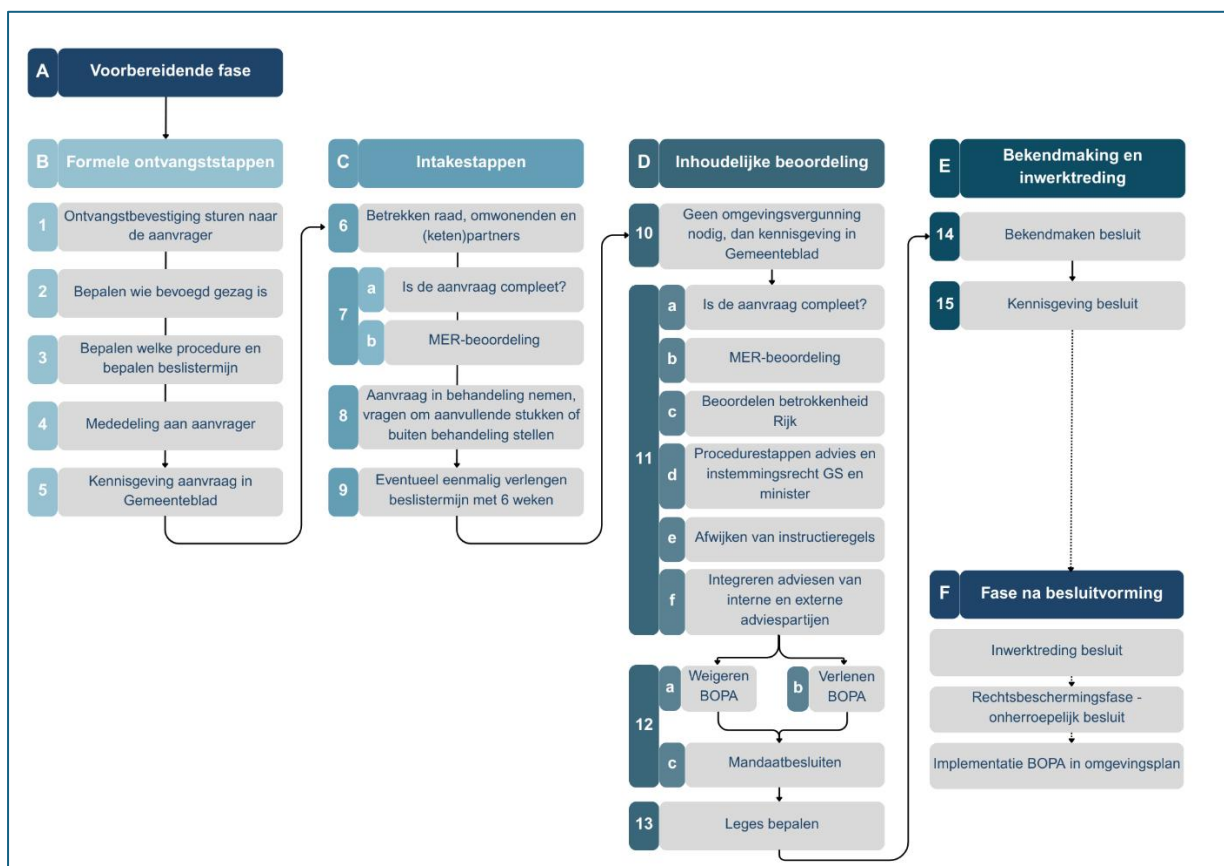
Indien de gemeente besluit de ruimtelijke inpassing structureel te verankeren, kan zij het omgevingsplan wijzigen. Dit betekent dat de beoogde locatie voor een SMR planologisch mogelijk wordt gemaakt door een wijzigingsbesluit van de gemeenteraad. Dit besluit moet voldoen aan de instructieregels van het Rijk en de provincie, evenals aan de algemene regels van de Omgevingswet en de daarbij behorende besluiten. Op dit moment zijn er geen instructieregels door hogere overheden met betrekking tot SMR's. Wanneer de gemeente kiest voor een wijziging van het omgevingsplan om een SMR mogelijk te maken, wordt de procedure van art. 16.26 e.v. Omgevingswet gevolgd. Het college van B&W bereidt een ontwerp-wijziging voor, dat vervolgens zes weken ter inzage wordt gelegd zodat belanghebbenden zienswijzen kunnen indienen. De gemeenteraad is het bevoegde orgaan om de wijziging vast te stellen en moet bij de besluitvorming de ingebrachte zienswijzen betrekken. Voor deze route geldt de uniforme openbare voorbereidingsprocedure, wat betekent dat er geen bezwaarprocedure openstaat. Belanghebbenden kunnen na vaststelling rechtstreeks beroep instellen bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Er is dus geen tussenstap bij de rechtbank, de Afdeling is de enige instantie die oordeelt en de uitspraak is definitief.



Stappenplan mogelijkheden BOPA of wijzigen omgevingsplan.

Wanneer de gemeente niet direct overgaat tot aanpassing van het omgevingsplan, kan zij gebruikmaken van een BOPA. Dit is een besluit waarmee van het bestaande omgevingsplan kan worden afgeweken voor een concreet project (zie figuur). Daarbij blijft het omgevingsplan zelf ongewijzigd, maar wordt voor het specifieke project afgeweken van de geldende planregels. Het bevoegd gezag (college van B&W) mag de vergunning alleen verlenen als de activiteit in overeenstemming is met een 'evenwichtige toedeling van functies aan locaties' (Ow, art. 5.18, uitgewerkt in art. 8.0a–8.0b Bkl). Dat betekent dat de gemeente moet motiveren dat de SMR ruimtelijk inpasbaar is en verenigbaar met de omgeving.

Indien het gaat om een gemeentelijk project dat als publiek belang kan worden aangemerkt, biedt art. 5.55 Ow echter een aanvullende grondslag. Dit artikel bepaalt dat een BOPA in dat geval niet mag worden geweigerd enkel vanwege strijd met het omgevingsplan, mits het belang voldoende wordt onderbouwd. Bij het verlenen van een BOPA voor een SMR (of elke andere kerncentrale) geldt echter wél een (dubbele) project-MER plicht, aangezien de SMR enerzijds project-MER plichtig is voor de kernenergievergunning (bijlage V C3 (11.6 Ob)) en anderzijds voor de BOPA 11.8 lid 3 Ob). Ook het projectbesluit is project-MER plichtig, bijlage V C3 jo. 11.6 lid 3 onder a Ob.



Stappenplan BOPA.

Procedureel geldt in beginsel de reguliere voorbereidingsprocedure (art. 16.64 Ow): bezwaar bij B&W, beroep bij de rechtbank en hoger beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de RvS. Voor een gedetailleerde beschrijving van de procedurestappen wordt verwezen naar de website van IPLO. Hoewel de wet inzet van BOPA's niet beperkt tot kleinschalige of tijdelijke projecten, ligt toepassing bij een SMR juridisch en inhoudelijk minder voor de hand. De Afdeling bestuursrechtspraak toetst aan de eis van evenwichtige toedeling; gezien de omvang en duur (50–60 jaar) van een kernreactor zal het vaak beter verdedigbaar zijn dat de planologische borging via een omgevingsplanwijziging moet plaatsvinden. Bovendien schrijft de Omgevingswet voor dat BOPA's zonder einddatum uiterlijk binnen vijf jaar moeten worden verwerkt in het omgevingsplan. Daarmee is een BOPA in feite tijdelijk en ontstaat alsnog de noodzaak tot wijziging van het omgevingsplan.

# Colofon

**Small Modular Reactors in Nederland**  
*Bevindingen uit de SMR-simulaties*

**Klant**

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

**Auteurs**

consortium Arcadis - AEF - Nuclear-21 –  
TU Delft – DNV-GL

Eindredactie: Harm Albert Zanting (Arcadis)

**Datum**

26 november 2025

**Status**

Definitief

