



Onderzoek herziening van het beleids- en subsidiekader NRG

Eindrapport

Onderzoek herziening van het beleids- en subsidiekader NRG

10.2.e

60896

20 september 2019

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Onderzoeksvragen	4
1.3 Onderzoeksopzet	5
1.4 Leeswijzer	6
2. Opzet en werking van het programma	7
2.1 Achtergrond en aanleiding beleids- en subsidiekader NRG	7
2.2 De vertaling naar het onderzoeksprogramma NRG	8
2.3 Aansturing van het onderzoeksprogramma	10
3. Opbrengsten van het programma	12
3.1 Opbrengsten per beleidsdoel	12
3.2 Kennisverspreiding/publieksvoorlichting	18
3.3 Opbrengsten uitgedrukt in prestatie-indicatoren	19
3.4 Visie van de stakeholders op de meerwaarde van het onderzoeksprogramma	19
4. Toekomst van het programma	22
4.1 Ontwikkelingen in het nucleaire landschap	22
4.2 Publieke belangen en wensen voor de toekomst	28
5. Conclusies en aanbevelingen	35
5.1 Conclusies	35
5.2 Aanbevelingen voor het nieuwe beleids- en subsidiekader	36
Deel II Factsheets	40
6. Factsheets	41
6.1 Inleiding	41
6.2 Nucleaire Veiligheid	41
6.3 Radioactief afval	43
6.4 Stralingsbescherming	44
6.5 Geavanceerde nucleaire technologie – CO ₂ -arme energievoorziening	46
6.6 Kennisfinanciering	47
6.7 Prestatie indicatoren	47
Bijlagen	49
1. Geraadpleegde bronnen	49
2. Geïnterviewde personen	51
3. Cyclus subsidieaanvraag	51

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Het beleids- en subsidiekader NRG (2013) beoogt dat het onderzoek dat in Nederland op een viertal nucleaire thema's wordt uitgevoerd, aansluit op de beleidsdoelen van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Om dit te borgen draagt het ministerie in de vorm van een subsidie (de Economische Zaken Subsidie - EZS) bij aan het onderzoeksprogramma van NRG¹. De doelen, uitgangspunten en randvoorwaarden van deze subsidie zijn beschreven in het *EL&I beleids- en subsidiekader NRG met ingang van 2013*.

Sinds 2013 is er echter veel veranderd, niet alleen in de context van het programma (bijvoorbeeld de vorming van de ANVS waardoor rollen en verantwoordelijkheden zijn verschoven), maar ook inhoudelijk (denk onder meer aan PALLAS). Om deze reden heeft het Ministerie van EZK Berenschot gevraagd het beleids- en subsidiekader te evalueren.

De uitkomsten van de evaluatie dienen als input voor een vernieuwd beleidskader, zodat dit weer optimaal aansluit bij de huidige en te verwachten beleidsbelangen op basis waarvan EZK zijn subsidie verantwoord en nuttig kan inzetten.

1.2 Onderzoeksvragen

Aan de evaluatie lag de volgende hoofdvraag ten grondslag:

Wat zijn de publieke belangen van het Rijk (diverse departementen) bij de verschillende onderzoeksthema's van NRG, en hoe kan in de toekomst het onderzoeksprogramma van NRG (beter) aansluiten bij deze belangen?

Deze hoofdvraag was uitgewerkt in verschillende onderzoeksvragen. Deze zijn geordend in verschillende thema's. De thema's en vragen luiden als volgt:

Thema	Onderzoeksvraag
Input en gerealiseerde output	Hoeveel middelen zijn (per thema, per jaar en in totaal) beschikbaar gesteld aan NRG middels EZS?
	Welke organisaties hebben onderzoek van NRG mede gefinancierd? En welk onderzoeksthema ontving meer/minder dan gemiddeld cofinanciering?
	Tot welke resultaten heeft de ondersteuning die de EZS biedt geleid?
	Voor wie (welke organisatie/welk departement) hadden onderzoeksresultaten een meerwaarde (per thema)?
Veranderingen in de context	Wat is er sinds 2013 veranderd op het gebied van nucleair onderzoek (politiek, in de sector, etc.)?
	Worden internationale richtlijnen op het gebied van kennis/onderzoek in de periode 2013-2019 geborgd door Nederland? Welke rol heeft de EZS in dit verband?
	Zijn er onderdelen van internationale richtlijnen die zonder voortzetting van de huidige EZS na 2020 niet geborgd worden?
	Welke uitkomsten van het eindrapport van de HAW uit 2017 leiden tot verschuivingen in het beleidskader (met name beleidsinzet op nucleair energieonderzoek en de rol van Pallas)?
Het beleidskader	Zijn doelstellingen in het onderzoeksprogramma NRG gehaald (is de verdeling van EZS over de verschillende thema's evenredig aan behaalde resultaten/opgeleverde producten/etc.)? Zo niet, wat is hiervoor een verklaring?

¹ Het subsidiebudget dat jaarlijks beschikbaar wordt gesteld aan NRG bedroeg in 2013 9 miljoen euro en is in de loop der jaren teruggebracht naar 6,8 miljoen euro (2019).

Thema	Onderzoeksvraag
	<p>Worden resultaten bereikt/producten opgeleverd die bijdragen aan beleidsdoelstellingen van andere ministeries (volgens EZK/ NRG)? In hoeverre herkennen andere ministeries zich in dit beeld?</p> <p>Zijn huidige nucleaire onderzoeksthema's passend binnen toekomstige beleid? En passen deze thema's (nog steeds) binnen de verantwoordelijkheid van EZK?</p>
Het subsidiekader	<p>Bij wie (bij welke organisatie/welk departement) liggen welke belangen (in 2013 en op dit moment)?</p> <p>Wordt het door EZK gewenste resultaat bereikt? Op welke punten wel/niet? Welke oorzaken zijn daar eventueel voor aan te wijzen?</p> <p>In hoeverre wordt samengewerkt met andere ministeries bij het vaststellen van de EZS?</p> <p>Wat zijn de opvattingen van de medewerkers van EZK, ANVS en EBC over de samenwerking met NRG? En zijn er aanleidingen om wijzigingen in de samenwerking met NRG door te voeren?</p>
Marktordening	<p>Is het nog steeds zo dat NRG de enige organisatie is die in aanmerking komt voor de EZS? Zo ja, kan dat toegelicht worden? Zo niet, welke andere organisaties zouden daarvoor in aanmerking kunnen komen?</p>
Concluderend	<p>Zijn alle belangen die in het huidige beleidskader genoemd worden nog relevant?</p> <p>In hoeverre sluit het publieke beleidsbelang aan bij het (voorlopige) onderzoeksprogramma NRG?</p> <p>Is de omvang van de huidige subsidieverlening door EZK passend bij toekomstige beleidsdoelen?</p>

1.3 Onderzoeksopzet

Om tot een beantwoording van de opgestelde onderzoeksvragen te komen, is in de evaluatie een aanpak gehanteerd die bestaat uit drie stappen:

1. Terugblik op beleidskader

Het onderzoek startte met een terugblik op het beleids- en subsidiekader NRG. We hebben bekeken hoe NRG het beleidskader vertaalt naar het onderzoeksprogramma. Verder is geïnterviewd welke aspecten van invloed zijn geweest op de totstandkoming van het programma.

Vervolgens zijn de behaalde resultaten in kaart gebracht. Hiertoe hebben we als eerste een grondige documentstudie uitgevoerd. Vervolgens zijn de relevante contactpersonen van de Ministeries van EZK, VWS, SZW, OCW, BuZa, de ANVS en NRG geïnterviewd. In deze interviews kwam onder meer aan de orde in welke mate het beleids- en subsidiekader NRG aansluit bij de belangen van de overheid. Tot slot hebben we gezien of het EZS-programma ook langs andere lijnen uitgevoerd kan worden.

2. Verdiepende interviews

In de tweede fase van het onderzoek hebben we de belangen van de stakeholders in kaart gebracht. Door verdiepende interviews met vertegenwoordigers van deze organisaties is nader inzicht verkregen in hun belang bij en hun visie op de meerwaarde van de verschillende onderzoeksthema's. De interviews gaven ook scherper inzicht in het gebruik van de resultaten van het onderzoeksprogramma. Het overzicht van de interviewpartners is te vinden in bijlage 2.

3. Analyse en factsheets

In de analyse hebben we onder andere gezien in welke mate het huidige onderzoeksprogramma aansluit bij de (huidige) belangen van de stakeholders in het onderzoeksprogramma. De bevindingen zijn input bij

beantwoording van de vraag of het beleids- en subsidiekader toekomstbestendig is en of eventueel aanpassingen wenselijk zijn.

De belangen van de verschillende ministeries zijn verwerkt in deel II van dit rapport (factsheets).

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de opzet en werking van het onderzoeksprogramma van NRG. Het hoofdstuk beschrijft de achtergrond en aanleiding van het beleids- en subsidiekader NRG, behandelt de vertaling van het beleidskader naar het onderzoeksprogramma en gaat in op de aansturing van het programma.

Hoofdstuk 3 staat in het teken van de opbrengsten van het onderzoeksprogramma. In dit hoofdstuk worden de onderzoeksactiviteiten van NRG en de behaalde resultaten binnen de huidige beleidsdoelen kort weergegeven, evenals de visie van geïnterviewde stakeholders op deze activiteiten en resultaten.

In hoofdstuk 4 komen de ontwikkelingen in het nucleaire landschap en de publieke wensen en belangen voor de toekomst aan bod.

Tenslotte volgen in hoofdstuk 5 de conclusies en de aanbevelingen voor het nieuwe beleids- en subsidiekader. Deze zijn tot stand gekomen op basis van het deskresearch, de interviews en een werksessie met de geïnterviewde stakeholders waarin de voorlopige conclusies en aanbevelingen zijn getoetst en aangescherpt.

Deel II van dit rapport bevat factsheets met een uitwerking per thema van resultaten en belangen. In de bijlagen zijn opgenomen: de beantwoording van de onderzoeksvragen, de geraadpleegde bronnen, geïnterviewde personen en de cyclus van de subsidieaanvraag.

2. Opzet en werking van het programma

2.1 Achtergrond en aanleiding beleids- en subsidiekader NRG

Het huidige beleids- en subsidiekader NRG is in 2013 opgesteld door het toenmalige Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), de voorloper van het huidige Ministerie van EZK. Met het beleidskader beoogde het ministerie meer focus aan te brengen in het onderzoeksprogramma van NRG en een goede aansluiting te realiseren bij de beleidsdoelen van de overheid.

Het beleids- en subsidiekader in historisch perspectief

Tot en met 2012 was de onderzoekssubsidie aan NRG verdeeld over het BASIS-, ENGINE- en Samenwerkingsprogramma. Het basisprogramma was gericht op productinnovatie, beleidsonderbouwing, opleiding, training (met name stralingsbescherming) en infrastructuur. Het ENGINE-programma was specifiek gericht op het onderzoek naar zogeheten Vierde Generatie Nucleaire Energiesystemen. In het kader van het samenwerkingsprogramma werd onderzoek gefinancierd waarbij de samenwerking met derden (onder meer de EU) een grote rol speelde (dit bleek uit de mate van cofinanciering). De genoemde thema's van nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en radioactief afval en een CO₂-arme energievoorziening speelden met name in het samenwerkingsprogramma een belangrijke rol, maar ook in het Basisprogramma en het ENGINE-programma kwamen deze onderdelen aanbod (Hof, Kocsis, Rougoor, & Tieben, 2014, P. 204).

Inhoudelijk redeneert het kader vanuit vijf (clusters van) publieke belangen (beleidsdoelen) van EZK. Per beleidsdoel is daarbij de rol van NRG beschreven. Het gaat om de volgende doelen en rollen.

1. Het waarborgen en continu verbeteren van nucleaire veiligheid

In dit beleidsdoel staat de nucleaire veiligheid rond het exploiteren van nucleaire installaties centraal.

Rol van NRG

'Het onderzoeksprogramma van NRG dient gericht te zijn op het waarborgen en verbeteren van de nucleaire veiligheid. Het onderzoek van NRG dient antwoord te geven op vragen als: wat zijn de effecten van zowel interne als externe factoren op veiligheid van nucleaire installaties? Hoe kan dit tot een minimum beperkt worden?'

2. Het vinden van oplossingen voor radioactief afval

In dit beleidsdoel is het onderzoek naar de randvoorwaarden van de geologische eindberging van radioactief afval voor de Nederlandse situatie het hoofdthema. Het verkorten van de levensduur van radioactief afval, een veilige, verantwoorde uitvoering van processen op het gebied van karakterisering en opslag van afval uit de industrie en medische wereld vallen hier ook onder.

Rol van NRG

'Het onderzoeksprogramma van NRG richt zich op het vinden van oplossingen voor de eindberging en levensduurverkorting van het hoogradioactieve afval. Voor het onderzoek is zowel fundamenteel als ook toegepast nucleair onderzoek nodig. Daarnaast zal NRG werken aan methodes die bijdragen aan een veilig, verantwoord beheer van het laag- en middelactief afval.'

3. Het beschermen van mens en milieu tegen ioniserende straling (stralingsbescherming)

Dit thema gaat over de ioniserende straling van radioactieve stoffen, ertsen, splijtstoffen, natuurlijke bronnen en/of röntgentoestellen. Deze straling kan schadelijk zijn voor mensen, dieren, planten en goederen.

Rol van NRG

‘Het onderzoek van NRG richt zich op het reduceren van blootstelling aan ioniserende straling bij zowel radiologische medewerkers als bij de rest van de bevolking.’

4. Het realiseren van CO₂-arme energievoorziening

Dit doel dient volgens het beleidskader gerealiseerd te worden door middel van onderzoek naar verschillende nucleaire vormen van CO₂-arme energieopwekking, zoals kernenergie (zowel kernsplijting als -fusie).

Rol van NRG

‘Het onderzoek van NRG richt zich op zowel kernsplijting als kernfusie waarbij ook nucleaire veiligheid, het vinden van oplossingen voor radioactief afval en stralingsbescherming een rol spelen. Hieronder valt ook de ontwikkeling van materialen voor toekomstige kernfusiereactoren.’

5. Kennisfinanciering

Kennisfinanciering is onderzoek met een sterk verkennend karakter dat nog niet interessant is voor de markt, om zo technieken en competenties te ontwikkelen ten dienste van de nucleaire beleidsdoelen van EZK. Hieronder valt ook het in standhouden van de kennisinfrastructuur (bijvoorbeeld modellen en laboratoria).

Rol van NRG

‘NRG geeft uitvoering aan het hierboven beschreven onderzoek binnen de beleidsdoelen van EL&I.’

Naast de vijf bovenstaande beleidsdoelen is in het beleids- en subsidiekader een aparte paragraaf gewijd aan ‘Kennisverspreiding/publieksvoorlichting’. Op grond van de IAEA-richtlijnen is de inrichting (en het onderhouden) van een communicatieplan door de overheid voorgeschreven; kennis en informatie die voortkomen uit het door EL&I gesubsidieerde onderzoeksprogramma moeten – zo stelt het beleidskader – beschikbaar komen voor de betrokken doelgroepen en de Nederlandse samenleving. ‘NRG focust zich op het maatschappelijk toegankelijk maken van het onderzoeksprogramma, onder meer via haar website en een publieksversie van het jaarverslag over het onderzoeksprogramma dat vanuit EL&I-subsidie is gefinancierd. Hieronder wordt ook kennisverspreiding van EL&I gesubsidieerd onderzoek verstaan.’

2.2 De vertaling naar het onderzoeksprogramma NRG

Met het onderzoeksprogramma geeft NRG invulling aan de nucleaire beleidsdoelen van het Ministerie van EZK en wordt tevens nadrukkelijk de verbinding gezocht met de nucleaire stakeholders. Voor de onderwerpen binnen de beleidsdoelen zijn door NRG doorlopende onderzoekslijnen gedefinieerd op de basis van het in 2015 vastgestelde meerjarige EZS-onderzoeksprogramma (2016-2019). De jaarlijkse onderzoeksprogramma’s zijn sinds 2016 langs deze doorlopende onderzoekslijnen door NRG ingevuld, in samenspraak met de EBC (zie paragraaf 2.3). Zo bouwt het onderzoeksprogramma van 2019 voort op dat van 2018, 2017 en 2016. Het programma van 2019 is het laatste van het huidige meerjarige EZS programma. Daarmee is dit programma van 2019 voor een belangrijk deel gericht op afronding van de diverse onderzoekslijnen.

Bij de vertaling van het beleids- en subsidiekader naar de jaarlijkse onderzoeksprogramma’s houdt NRG rekening met de volgende aspecten (in willekeurige volgorde):

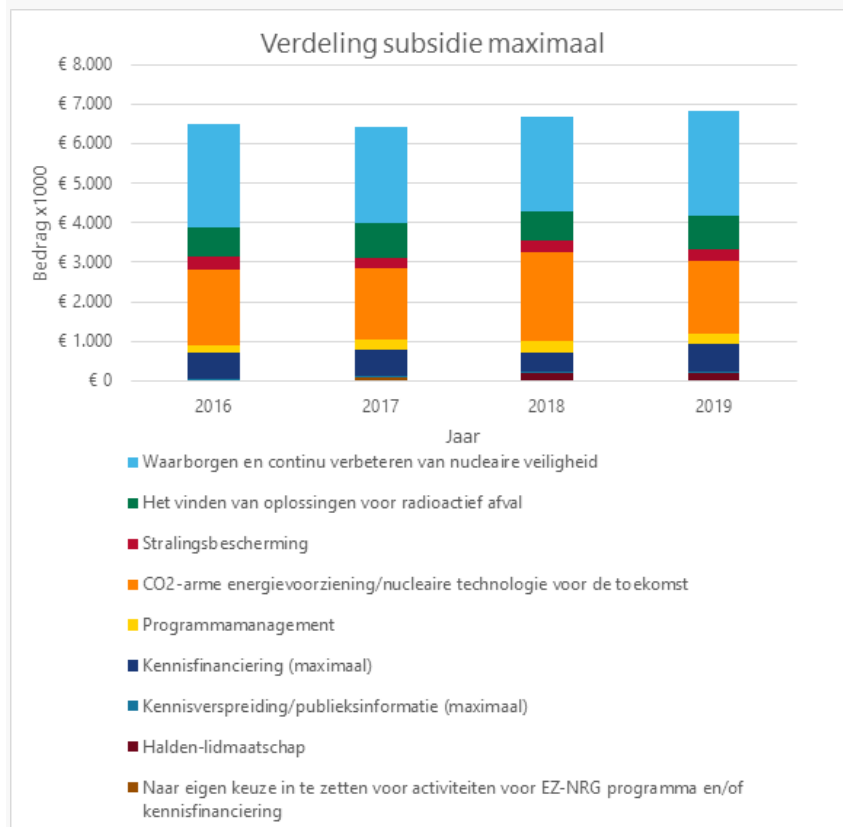
- De doorlopende onderzoekslijnen.
- De aanbevelingen en verzoeken van de EBC.
- De belangen en het beleid van de overheid.
- De belangen van nucleaire stakeholders (‘rondje langs de velden’).
- Internationale directieven (richtlijnen, verordeningen, verdragen).
- Inbedding in internationale projecten en samenwerkingen.
- De beschikbare infrastructuur en competenties van NRG.

Invulling van de vier beleidsdoelen binnen de jaarlijkse onderzoeksprogramma's vindt dus plaats op basis van bovenstaande aspecten. Daarnaast ontwikkelt NRG in het kader van het vijfde beleidsdoel (Kennisfinanciering) methoden en technieken ter ondersteuning van de vier beleidsdoelen. Binnen de jaarlijkse onderzoeksprogramma's richt NRG zich vooral op toegepast onderzoek waarbij nadrukkelijk de verbinding wordt gezocht tussen experimenten en simulaties.

Naast de technisch-inhoudelijke onderzoeksactiviteiten voorzien de jaarlijkse onderzoeksprogramma's ook in het leveren van bijdrages op het gebied van beleidsvorming. Zo heeft NRG in 2016 – in samenwerking met onder andere de TU Delft, onder regie van Nucleair Nederland – bijgedragen aan de studie naar de nationale nucleaire kennisinfrastructuur middels een positioning paper (Nucleair Nederland, 2017) en aan de Energiedialoog met een nucleaire roadmap voor Nederland.

Tenslotte voorzien de jaarlijkse onderzoeksprogramma's ook in het voorlichten van pers en publiek over het (internationale) onderzoekswerk van NRG.

Figuur 1 geeft een overzicht van de verdeling van het EZS, gedurende de looptijd van het meerjarenprogramma 2016 - 2019.



Figuur 1

Uit het figuur valt af te leiden dat de meeste middelen worden besteed aan de beleidsdoelen 'het waarborgen van nucleaire veiligheid en nucleaire technologie voor de toekomst' en 'het realiseren van CO₂-arme energievoorziening'. Veruit de minste EZS-middelen zijn besteed aan onderzoek op het gebied van het beleidsdoel 'Stralingsbescherming'. Over de jaren zijn in de verdeling tussen de beleidsdoelen geen grote budgetverschillen waar te nemen die duiden op bijvoorbeeld het verschuiven van beleids- of onderzoeksprioriteiten.

2.3 Aansturing van het onderzoeksprogramma

2.3.1 Aansturing op 'papier'

Conform het beleids- en subsidiekader dient NRG jaarlijks een onderzoeksprogramma in, tezamen met de subsidieaanvraag. Deze aanvraag wordt zowel financieel (door het ministerie) als inhoudelijk (door de Externe Beoordelingscommissie, verder te noemen: EBC) beoordeeld waarna het programma eventueel na bijstelling op grond van het inhoudelijke oordeel van EBC wordt goedgekeurd door het ministerie.

Vervolgens voert NRG het programma uit en wordt er door middel van een halfjaarlijkse rapportage en het jaarverslag verantwoording afgelegd over de besteding van de middelen en de inhoudelijke voortgang. Aan de rapportages ligt een serie prestatie-indicatoren ten grondslag die zowel inhoudelijk als financieel van karakter zijn. Naast het jaarverslag wordt een publiek jaarverslag gemaakt, een voor niet-professionals toegankelijke versie.

De EBC adviseert zowel over het voorgestelde programma als over de uitvoering van het programma in het afgelopen jaar.

EBC: een cruciale schakel

Volgens het beleids- en subsidiekader is de EBC verantwoordelijk voor de inhoudelijke beoordeling van het onderzoeksprogramma. De EBC:

1. heeft als primaire taak de beleidsprioriteiten van het ministerie in het onderzoeksprogramma te borgen
2. bestaat uit deskundigen en betrokkenen uit de nucleaire sector
3. adviseert over de aansluiting tussen het onderzoeksprogramma en de vraagarticulatie (vanuit de sector en de overheid)
4. adviseert NRG en de overheid over de inrichting van het programma op themaniveau
5. doet aanbevelingen voor eventuele nieuwe thema's en bijsturing van het programma
6. adviseert aan het ministerie over het onderzoeksprogramma en het jaarverslag (mede op basis van schriftelijke evaluaties van de afzonderlijke leden)
7. brengt NRG, indien nodig, in contact met relevante netwerken en andere organisaties.

In de EBC hebben vertegenwoordigers van partijen uit de nucleaire- en stralingsketen zitting. Het Ministerie van EZK is als toehoorder bij de vergaderingen aanwezig. NRG voert het secretariaat.

2.3.2 Aansturing 'in de praktijk'

De onderzoeksprogramma's en de jaarverslagen van NRG zijn omvangrijke documenten waarin per thema gedetailleerd wordt ingegaan op de activiteiten die NRG heeft gepland dan wel uitgevoerd. Beide documenten worden in twee afzonderlijke vergaderingen met de EBC besproken. Vervolgens formuleert de EBC een advies over de stukken dat wordt toegevoegd aan de notulen van het overleg.

Voorbeelden van advies aan NRG, uitgebracht door EBC (Notulen EBC-vergadering, 11 oktober 2017)

- "De EBC geeft een positief advies over de voorstellen. Het programma is goed beschreven en gedefinieerd binnen de kaders van het meerjarig onderzoeksprogramma 2016-2019. De EBC verzoekt NRG in de toekomst meer aandacht te besteden aan de context waarbinnen het onderzoek uitgevoerd wordt.'
- 'De EBC ondersteunt voortzetting van het gesmolten zout (MSR) programma en erkent de belangrijke bijdrage ervan aan de internationale ontwikkelingen op dit gebied. De EBC verzoekt NRG ook voldoende aandacht te blijven houden voor de ontwikkelingen op het gebied van SMR als een veelbelovende exponent van toekomstige technologieën met een naar verwachting kortere implementatietijd dan MSR.'

Los van de ANVS is de gehele nucleaire sector in de EBC vertegenwoordigd. Ook de NVS (Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne) heeft zitting in het gremium.

De discussies in de EBC zijn volgens onze interviewpartners sterk inhoudelijk. Gesproken wordt onder meer over de inhoudelijke keuzes die in het onderzoeksprogramma worden gemaakt. Bezien wordt in hoeverre die aansluiten op internationale programma's, nationale belangen en de sterke punten van de Nederlandse nucleaire en stralingsketen (hierna: nucleaire keten)². Ook beziet de EBC of de projecten vernieuwend genoeg zijn en zonder subsidie niet van de grond zouden komen.

De betrokkenen ervaren de vergaderingen in de regel als harmonieus en constructief met de kanttekening dat er uiteraard wel verschillen van inzicht en uiteenlopende belangen spelen. Ook NRG stelt zich in de ogen van de gesprekspartners constructief op en volgt de adviezen van de EBC. Daarbij werd herhaalde malen verwezen naar het voorgestelde schrappen van het 'thema stralingsbescherming' uit het onderzoeksprogramma. Na interventie van de EBC is dit thema gecontinueerd. Een ander voorbeeld is het 'rondje-langs-de-velden' dat NRG in 2017 op verzoek van de EBC heeft gedaan om input te verzamelen voor het onderzoeksprogramma.

Hoewel de inhoud van het programma en de opbrengsten ervan vrij gedetailleerd besproken worden, vindt er – zo stelt het merendeel van de geïnterviewde EBC-leden – relatief weinig discussie plaats over de concrete selectie van projecten en de meerwaarde daarvan voor de gehele kennisinfrastructuur. Zo is er geen discussie binnen de EBC over het concrete gebruik van de onderzoeksresultaten en de bredere benutting van de opgedane kennis. De meerwaarde van de EZS is daarmee geen expliciet punt van aandacht. Diverse gesprekspartners zien dat als een verbeterpunt voor de EBC.

Een verbetering op dit punt voorziet in de behoefte van het ministerie omdat het ministerie aangeeft niet goed te kunnen beoordelen in welke mate de onderzoeken die in het kader van het programma worden uitgevoerd, in de praktijk meerwaarde hebben. De adviserende rol van de EBC naar het ministerie kan met andere woorden aan kracht winnen, zo stellen een aantal geïnterviewden. Illustratief in dit verband is dat niet voor iedereen duidelijk is wie de EBC nu precies adviseert: het ministerie of NRG?

“De rol van de EBC zou best wat steviger mogen worden”

Enkele geïnterviewden zijn dan ook voorstander van een EBC die zich onafhankelijker dan nu opstelt en sterker vanuit de beoogde meerwaarde van de projecten gaat redeneren. Zij pleiten voor een duidelijke opdracht van het ministerie aan het EBC op dit punt en wellicht een andere bemensing van het gremium. Aan de andere kant moet de structuur niet te zwaar worden opgetuigd. De omvang van de subsidie is daar niet naar.

² In dit rapport rekenen wij tot de nucleaire keten, de partijen die actief zijn in de nucleaire sector en die gezamenlijk de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland vormen. In dit kader wordt aansluiting gezocht bij (de scope in) het Technopolis rapport (Technopolis, 2016). In haar rapport stelt Technopolis dat de nucleaire sector meer is dan kernenergie alleen. Het omvat verschillende domeinen, te weten 'medisch', 'materiaalkunde', 'energie' en 'omgang met nucleaire materialen en faciliteiten' waaronder onderzoek en diensten op het gebied van stralingshygiëne/-bescherming. In haar rapport maakt Technopolis een onderscheid tussen 1) een nucleaire keten van ontginning tot en met opslaan van nucleair materiaal en 2) een kennisketen waarin met name onderzoek wordt gedaan. In het rapport van Technopolis vormen deze twee ketens samen de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland. Het rapport kenschetst de nucleaire kennisinfrastructuur als divers.

3. Opbrengsten van het programma

3.1 Opbrengsten per beleidsdoel

Het doel van deze paragraaf is het bieden van inzicht in de activiteiten en resultaten van NRG die met het EZS zijn gefinancierd, en de visie van de stakeholders hierop. Hun inzichten zijn mede bepalend voor de vaststelling van het nut en de noodzaak van de beleidsdoelen en de voorzetting daarvan in het nieuwe beleidskader. Omdat het onderzoeksprogramma doorlopende onderzoekslijnen kent, zijn alleen de resultaten uit de programma's van 2018 en 2017 beschouwd, waarbij het onderzoeksprogramma 2018 voortbouwt op dat van 2017 en het programma van 2017 weer voortbouwt op dat van 2016.

De resultaten zijn weergegeven aan de hand van de beleidsdoelen uit het beleids- en subsidiekader. Per beleidsdoel volgt eerst een korte beschrijving van de onderzoekslijnen en de opgedane kennis en behaalde resultaten hierbinnen. Tenslotte zijn per beleidsdoel de opvattingen van de geïnterviewde stakeholders uiteengezet over het belang van het beleidsdoel, het in dat kader uitgevoerde onderzoek en de behaalde resultaten in 2017 en 2018.

De inhoud van de onderzoekslijnen en de behaalde resultaten zijn in deel II van dit rapport nader uitgewerkt.

3.1.1 Nucleaire veiligheid

Onderzoekslijnen, resultaten en opgedane kennis

Volgens NRG vraagt de verdere verbetering van de nucleaire veiligheid om experimenteel onderzoek voor het genereren van data waarmee modellen gevalideerd worden. Voor NRG ligt het accent binnen dit beleidsdoel op het opstellen en verfijnen van modellen ten behoeve van het vergroten van reactorveiligheid en het genereren van experimentele data middels bestralingen voor de validatie van deze modellen. Belangrijk hierin is het onderzoek naar de verlenging van de bedrijfsduur van bestaande reactoren (GENII-III reactoren). Het onderzoek binnen dit beleidsdoel heeft kennis opgeleverd op het gebied van onder andere de Long Term Operation van kernreactoren, en Probabilistic Safety Assessment (PSA) om allerlei mogelijke externe gebeurtenissen die een bedreiging vormen voor nucleaire installaties te identificeren. Daartoe heeft NRG kennis opgebouwd op het gebied van onder andere ageing management, veiligheidsevaluaties, veiligheidsberekeningen, vloeistof-structuur interactie, passieve veiligheidssystemen, digitale besturing en veiliger splijtstof. NRG heeft zich in de afgelopen jaren internationaal onderscheiden met haar onderzoek naar PTS (thermische schok onder hoge druk) en met het genereren van referentie databases dit onderzoek naar een hoger niveau gebracht.

Toegekende subsidiebedragen

Onderstaand overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Waarborgen en continu verbeteren van nucleaire veiligheid	€ 2.410	€ 2.410	€ 2.635
Als percentage van het totale subsidiebedrag	37,6 %	36,0 %	38,7 %

Opvattingen van de geïnterviewde stakeholders

Dit beleidsdoel wordt breed gezien als belangrijk, omdat de kennisbasis ten behoeve van de nucleaire veiligheid in Nederland behouden moet worden. Als die kennisbasis er niet is, dan kan op langere termijn de veiligheid in het geding komen. Volgens verschillende stakeholders is het materiaalonderzoek van NRG ten behoeve van de reactorveiligheid van bestaande reactoren een logische keuze. Dat draagt bij aan de bedrijfszekerheid van de reactoren en dat is ook in de (nabije) toekomst van maatschappelijk en economisch belang.

In hoeverre materiaalonderzoek ten behoeve van nieuwe reactoren moet worden gedaan, is volgens stakeholders een politieke keuze. Met de HFR heeft Nederland hiervoor een unieke faciliteit. Met het sluiten van de HFR, zullen deze materiaalonderzoeken niet meer gedaan kunnen worden, tenzij HFR wordt opgevolgd door de PALLAS-reactor.

De geïnterviewde stakeholders hebben verder geen opmerkingen gemaakt ten aanzien van de opgedane kennis en geleverde prestaties. Zij zijn te weinig in detail op de hoogte om over dit betreffende onderwerp te kunnen oordelen.

3.1.2 Radioactief afval

Onderzoekslijnen, resultaten en opgedane kennis

Voor NRG zijn de centrale onderwerpen in dit thema karakterisering en stabilisatie van radioactief afval en decommissioning. De kennis die binnen dit beleidsdoel wordt opgedaan, kan bijdragen aan een kostenefficiënte aanpak van de decommissioning van nucleaire faciliteiten en van daarbij vrijkomende afvalstromen. Deze kennis is relevant omdat ook Nederland in de komende jaren te maken krijgt met decommissioning van nucleaire faciliteiten, zoals de HFR, de kerncentrale in Dodewaard, de KCB en cyclotronfaciliteiten. Karakterisatie, en dan met name verbetering van de nauwkeurigheid en precisie van bestaande technieken, is daarbij ook een belangrijk thema.

Ook internationaal wordt onderzoek gedaan naar technologieën om bestaande en nieuwe afvalstromen, onder andere uit ontmanteling, op een veilige en economisch efficiënte wijze te verwerken en op te slaan. NRG participeert in internationale onderzoeksfora en projecten die antwoord moeten geven op de vraag hoe nucleaire installaties veilig en efficiënt ontmanteld kunnen worden. Om een beeld te krijgen van de stand van de techniek, bezocht NRG internationale bijeenkomsten en concrete decommissioning projecten. Daarnaast werkt NRG samen in IAEA-werkgroepen op het gebied van karakterisatie van restmateriaal en decommissioning van installaties.

Toegekende subsidiebedragen

Onderstaand overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Het vinden van oplossingen voor radioactief afval	€ 905	€ 747	€ 835
Als percentage van het totale subsidiebedrag	14,1 %	11,1 %	12,2 %

Opvattingen van de geïnterviewde stakeholders

Radioactief afval als lijn binnen het onderzoeksprogramma van NRG vinden vrijwel alle geïnterviewden een logische keuze. Met name onderzoek naar de karakterisering van heterogeen afval zien de betrokkenen als relevant. Zo zien de gesprekspartners de bestralingsexperimenten die NRG in dit kader uitvoert als zeer belangrijk om expertise op te bouwen over het omgaan met nucleair materiaal. Zonder dergelijk experimenteel onderzoek zou de kennisbasis voor wat betreft het omgaan met nucleair materiaal te theoretisch worden.

“Onderzoek naar activering van beton in een reactor is belangrijk voor de voeding van de kennisbasis”

Wel is er verschil van inzicht over de meerwaarde van het opbouwen van kennis op het gebied van decommissioning. Er zijn gesprekspartners die de relevantie hiervan benadrukken, ook gezien de internationale businesskansen. Er zijn echter ook gesprekspartners die stellen dat de opgedane kennis over decommissioning te theoretisch is. COVRA schrijft in haar jaarrapport van 2018 dat zij het een logische voortzetting van haar taak vindt om de benodigde kennis en kunde voor het gehele

ontmantelingsproces te ontwikkelen. De EBC onderstreept het belang van karakterisatie én decommissioning en heeft NRG gevraagd voor de toekomst binnen deze onderzoekslijnen ook aandacht te hebben voor de decommissioning van versnellerfaciliteiten (EBC, 2018, p. 7).

Onderzoek naar eindberging is geen onderdeel (meer) van het EZS-onderzoeksprogramma. De EBC heeft dit in de vergadering van 9 oktober 2018 nogmaals gesteld. COVRA is verantwoordelijk voor het volgen van de ontwikkelingen op het gebied van eindberging.

3.1.3 Stralingsbescherming

Onderzoekslijnen, resultaten en opgedane kennis

Het meerjarig onderzoeksprogramma in het domein van stralingsbescherming bevat een viertal lijnen:

1. Meten en karakteriseren.
2. Radio-ecologie en emergency preparedness.
3. Dosimetrie.
4. Veiligheidscultuur.

Deze lijnen sluiten aan bij de onderwerpen die vanuit het veld, tijdens een eerdere inventarisatie in 2016, zijn benoemd als relevant voor de Nederlandse kennisinfrastructuur.

De eerste onderzoekslijn heeft betrekking op de blootstelling van mensen aan radon en thoron in de gebouwde omgeving. Het onderzoek in deze lijn vloeit onder andere voort uit de bepalingen in het Besluit Basisveiligheidsnormen Stralingsbescherming (BSS). NRG heeft een methode ontwikkeld om snel en adequaat de radiologische eigenschappen van bouw materiaal vast te stellen. Hiervoor is internationaal ook grote belangstelling. Daarnaast wordt in overleg met de NEN gewerkt aan de publicatie van een norm voor de directe meting van thoron. Op het internationale vlak levert NRG een bijdrage aan het opstellen van een risicoanalyse voor het (her)gebruik van NORM-houdend materiaal in bouwmaterialen. In 2019 zal deze bijdrage afgerond worden met de publicatie van een brochure met daarin richtlijnen voor het veilig gebruik en verwerken van deze materialen. Daarmee maakt NRG het mogelijk dat voorafgaand aan de productie van een bouw materiaal wordt bepaald of een grondstof of restproduct veilig kan worden toegepast in een bouw materiaal als het gaat om de straling die wordt afgegeven.

Binnen de tweede onderzoekslijn heeft NRG het door haar ontwikkelde model voor de dispersie van radioactiviteit in de Nederlandse kustwateren, bijvoorbeeld ten gevolge van een lozing, verfijnd. In 2019 zal het uiteindelijke model opgeleverd worden.

Binnen de derde onderzoekslijn, dosimetrie, noemt NRG als concreet resultaat het ooglenrapport van de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie, dat op initiatief en met financiering vanuit het EZS-programma tot stand is gekomen (Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie, 2018). Daarnaast is er internationaal steeds meer aandacht voor de ontwikkelingen op het gebied van ioniserende straling in de medische sector zoals het toenemende gebruik van medische isotopen voor therapeutische doeleinden, naast diagnostische. Dit roept nieuwe vragen op over blootstelling tijdens de processing van radiofarmaceutica en het daadwerkelijke gebruik ervan. Binnen het EURADOS-platform³ heeft NRG de lead genomen binnen de werkgroep die zich onder andere richt op het onderwerp extremiteiten dosimetrie in de nucleaire geneeskunde.

Naast de bovengenoemde drie onderzoekslijnen heeft NRG in 2018 een onderzoek afgerond naar de veiligheidscultuur binnen instellingen die met ioniserende straling werken en naar manieren om die cultuur te 'meten' en verder te verbeteren. Volgens NRG heeft zij met dit project – en ondersteuning van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne en de TU Delft – dit onderwerp op de kaart gezet en een forum gecreëerd waarbinnen op een open manier over veiligheidscultuur gesproken wordt.

Toegekende subsidiebedragen

Onderstaand overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Het beschermen van mens en milieu tegen ioniserende straling (stralingsbescherming)	€ 265	€ 293	€ 315
Als percentage van het totale subsidiebedrag	4,1 %	4,3 %	4,6 %

Opvattingen van de geïnterviewde stakeholders

De meeste stakeholders vinden stralingsbescherming een belangrijk thema dat goed aansluit op de publieke belangen. Stralingsbescherming raakt iedereen. De argumentatie is dat kennis en vaardigheden op het gebied van stralingsbescherming en het werken met radioactieve stoffen op niveau moeten worden gehouden, vanuit het oogpunt van preventie en opdat snel en professioneel ingrijpen bij calamiteiten mogelijk is. Met het stralingsbeschermingsonderzoek kan hiervoor op toegepast wetenschappelijk niveau voeling worden gehouden met de laatste ontwikkelingen.

Er zijn ook stakeholders die kanttekeningen maken bij dit onderdeel van het onderzoeksprogramma. Zij stellen dat het voor hen onduidelijk is wat de output van het stralingsbeschermingsonderzoek is en voor welke partijen dit van onmisbaar belang is.

³ European Radiation Dosimetry Group: een netwerk van meer dan 70 Europese instituties en 560 wetenschappers.

Uit de interviews blijkt dat de discussie over stralingsbescherming als beleidsdoel, zoals deze heeft plaatsgevonden bij de vaststelling van het meerjarig onderzoeksprogramma 2016 – 2019, nog steeds sluimert. Destijds (in 2015) was er geen consensus binnen de EBC om dit beleidsdoel te laten vallen. Uit de interviews blijkt dat de meeste stakeholders ook anno 2019 nog voor handhaving van stralingsbescherming als beleidsdoel zijn.

“Stralingsbeschermingskennis moet op niveau worden gehouden, maar hoeft niet groter te worden, zo is het prima”

Volgens een aantal stakeholders moet binnen dit thema gewaakt worden voor overlap tussen NRG en RIVM. Uit de interviews komt naar voren dat NRG en RIVM op dit gebied complementair zijn. RIVM doet in opdracht van het Ministerie van SZW onder andere metingen naar radon en thoron in het veld. NRG doet ook onderzoek naar radon en thoron, maar dat betreft meer de wetenschappelijke kant; materiaalonderzoek en de ontwikkeling van meettechnieken.

Verschillende geïnterviewde stakeholders spreken hun zorgen uit over het kennisniveau op het gebied van stralingsbescherming. De zorgen over de achteruitgang van het kennisniveau worden al geuit sinds het rapport van de gezondheidsraad in 2008. Volgens stakeholders biedt het EZS-onderzoeksprogramma in ieder geval de infrastructuur om het kennisniveau ook nog enigszins op peil te houden.

3.1.4 CO₂-arme energievoorziening en nieuwe technologieën

Onderzoekslijnen, resultaten en opgedane kennis

In dit verband voert NRG onderzoek uit naar gesmolten-zout-reactoren, metaal-gekoelde-reactoren en kleine reactoren. De verwachting is dat deze reactoren een rol gaan spelen in een toekomstige CO₂-arme energievoorziening.

De gesmolten-zout-reactor (MSR) is een technologie die wereldwijd veel aandacht trekt. Met de TU-Delft werkt NRG sinds 2016 samen om meer inzicht te krijgen in het gedrag van splijtingsproducten in MSR's. In dit kader is in 2017 het SALIENT-experiment gestart om meer te weten te komen over het gedrag van gesmolten zout onder reactoromstandigheden en de eigenschappen van het zout na de bestraling te kunnen bestuderen. In de zomer van 2019 zal het experiment beëindigd worden. Eind 2019 zal dit onderzoek opgevolgd worden door het SALIENT-03 experiment. Dit is een technisch complex experiment, dat erop gericht is om, ook tijdens de bestraling, het gedrag van kandidaat-containment materialen bij blootstelling aan gesmolten zout te monitoren.

De samenwerking met de TU Delft op het gebied van gesmoltenzout-technologie, heeft geleid tot een aantal publicaties van de door TU Delft en NRG gezamenlijk gefinancierde post-doc. De interactie met NRG-experts tijdens de voorbereiding op het ontwerp van een nieuwe bestralingsexperiment is een goede illustratie van de meerwaarde van deze samenwerking. Aan de samenwerking is begin 2018 echter een eind gekomen door het recente vertrek van de post-doc (die elders een vaste aanstelling kon krijgen). NRG en de TU Delft onderzoeken momenteel de mogelijkheden van een doorstart van het onderzoek en samenwerking.

Een tweede lijn binnen het thema CO₂-arme energievoorziening en nieuwe technologieën is het werk aan veiligheids- en ontwerpstudies voor metaalgekoelde reactoren. De opgebouwde kennis en expertise op het gebied van metaal-gekoelde reactoren wordt sinds een paar jaar ook gebruikt voor het uitvoeren van de derde lijn: veiligheidsanalyses voor Small Modular Reactors (SMR). SMR is een generiek begrip voor een brede reeks aan reactortechnologieën. Met een beperkt vermogen tot circa 300 MW worden SMR beschouwd als een economisch aantrekkelijk alternatief (lagere initiële investeringskosten) voor de huidige generatie centrales.

In het huidige beleids- en subsidiekader is kernfusie ook genoemd als één van de nucleaire vormen van CO₂-arme energieopwekking. Kernfusie als technologie vormt geen onderdeel van de onderzoekagenda van NRG.

Dat kernfusie-onderzoeksgebied is het domein van DIFFER⁴. Onderzoek op het gebied van kernfusie, en dan met name onderzoek naar en kwalificatie van nieuwe materialen, vraagt wel om bestralingsonderzoek zoals dat door NRG wordt uitgevoerd ten behoeve van kernsplijting. Tot een aantal jaar geleden is het materiaalkundig onderzoek bij NRG dan ook deels ingevuld met fusie-gerelateerd onderzoek, om de kennisbasis en expertise op dit gebied verder te versterken. Volgens NRG is de laatste jaren de (Europese) vraag om de uitvoering van dergelijke experimenten nagenoeg verdwenen.

Toegekende subsidiebedragen

Onderstaand overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Het realiseren van CO2-arme energievoorziening	€ 1.790	€ 2.235	€ 1.828
Als percentage van het totale subsidiebedrag	27,9 %	33,4 %	26,8 %

Opvattingen van geïnterviewde stakeholders

De kennis die NRG met het onderzoeksprogramma opdoet van nieuwe reactoren is waardevol, omdat NRG dan weet hoe dergelijke reactoren werken en hoe deze veilig te exploiteren zijn. Die kennis wordt door vergunninghouders van nucleaire faciliteiten (indirect) benut door het op commerciële basis inhuren van NRG voor het uitvoeren van bijvoorbeeld veiligheidsevaluaties.

“In het onderzoek naar nucleaire technologie voor de toekomst, zou ik op dit moment niet veel willen veranderen”

Zowel TU RID als NRG doen onderzoek naar nieuwe generatie reactoren. Uit de interviews blijkt dat hierin wel enige raakvlakken zijn, onder andere op het gebied van CFD (numerieke stromingsberekeningen), maar dat het onderzoek wordt uitgevoerd vanuit een verschillend perspectief. TU RID doet fundamenteel onderzoek naar Thorium MSR en andere reactoren. NRG doet hier ook onderzoek naar, maar borduurt in dit onderzoeksgebied voort op het onderzoek van TU RID. In het onderzoek naar Thorium-reactoren is dan ook vooral sprake van complementariteit.

3.1.5 Kennisfinanciering

Onderzoekslijnen, resultaten en opgedane kennis

In het huidige beleids- en subsidiekader is opgenomen dat NRG uitvoering geeft aan ‘Kennisfinanciering’ binnen de andere beleidsdoelen. In de jaarverslagen en bijbehorende managementsamenvattingen wordt door NRG niet onder aparte kopjes gerapporteerd, zoals dat wel het geval is voor de vier nucleaire beleidsdoelen. In de samenvattingen bij de jaarverslagen van 2017 en 2018 wordt het gerealiseerde percentage deliverables en gerealiseerde subsidieerbare kosten wel genoemd. De inhoudelijke onderzoeksactiviteiten in het kader van het beleidsdoel ‘Kennisfinanciering’ (oftewel het sterk verkennend onderzoek om technieken en competenties te ontwikkelen ten dienste van de nucleaire beleidsdoelen), zitten versleuteld in de rapportage over de nucleaire beleidsdoelen. Het is dan ook niet mogelijk om de resultaten en opgedane kennis in het kader van dit beleidsdoel goed weer te geven.

⁴ DIFFER is een instituut van de Stichting Nederlandse Wetenschappelijk Onderzoek Instituten (NWO-I) en maakt deel uit van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Toegekende subsidiebedragen

Onderstaand overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Kennisfinanciering	€ 635	€ 480	€ 672
Als percentage van het totale subsidiebedrag	9,8 %	7,1 %	9,8 %

In de managementsamenvatting bij het onderzoeksprogramma EZS 2019 maakt NRG in de begroting bij kennisfinanciering een onderscheid naar 'Veiligheid GENII-II', 'Opslag en karakterisatie van afval' en 'Stralingsbescherming'. Het grootste deel van de kennisfinancieringsbegroting van € 672.000 is daarbij toebedeeld aan 'Veiligheid GENII-II' (€ 502.000).

Opvattingen van de geïnterviewde stakeholders

Ten aanzien van het beleidsdoel 'Kennisfinanciering' hebben de interviews weinig informatie opgeleverd. Door verschillende stakeholders is benoemd dat het thema kennisfinanciering als fundament zit in alle andere beleidsdoelen en dat het een belangrijk instrument is om de basiscompetenties verder te ontwikkelen.

3.2 Kennisverspreiding/publieksvoorlichting

In het beleids- en subsidiekader is opgenomen dat de kennis die voortkomt uit het onderzoeksprogramma, ter beschikking dient te worden gesteld aan de Nederlandse samenleving.

Rol NRG zoals voorgeschreven in het beleids- en subsidiekader

NRG focust zich op het maatschappelijk toegankelijk maken van het onderzoeksprogramma, onder meer via haar website en een publieksversie van het jaarverslag over het onderzoeksprogramma dat vanuit EL&I-subsidie is gefinancierd. Hieronder wordt ook kennisverspreiding van EL&I gesubsidieerd onderzoek verstaan.

In de praktijk maakt NRG de resultaten van het onderzoeksprogramma op verschillende wijzen toegankelijk, zoals door middel van voordrachten voor beroepsverenigingen en instellingen (onder andere Nederlandse Vereniging van Stralingsdeskundigen, ANVS), deelname aan publieke debatten en bijeenkomsten, het geven van interviews, lezingen en gastlessen en publicaties in Nederlandse vakbladen. Daarnaast worden de onderzoeksresultaten jaarlijks gepresenteerd in een speciale publieksversie van het jaarlijkse onderzoeksrapport van NRG.

Toegekende subsidiebedragen

Hiernavolgend overzicht bevat de bedragen die voor dit beleidsdoel in de subsidiebeschikkingen van 2017 en 2018 zijn opgenomen. Ter informatie is het toegekende bedrag in de subsidiebeschikking van 2019 toegevoegd.

Subsidiebedragen (x 1.000)	2017	2018	2019
Kennisverspreiding/publieksvoorlichting	€ 50	€ 50	€ 50
Als percentage van het totale subsidiebedrag	0,77 %	0,74 %	0,73 %

Opvattingen van de geïnterviewde stakeholders

Uit de interviews blijkt dat de geïnterviewde stakeholders die geen deel uitmaken van de EBC niet of nauwelijks op de hoogte zijn van de inhoud van de onderzoeken die NRG binnen het EZS-onderzoeksprogramma uitvoert. In verschillende interviews wordt aangegeven dat NRG meer zou kunnen doen aan de ontsluiting van de opgedane kennis door ook relevante stakeholders die geen lid zijn van de EBC actiever te informeren over de onderzoeksresultaten, bijvoorbeeld door het gericht toezenden van de onderzoeksresultaten. NRG heeft in het interview aangegeven graag bereid te zijn tot het breder verspreiden van de jaarlijkse EZS-onderzoeksrapporten, als het Ministerie van EZK, als eigenaar van deze rapporten, dit ook wenselijk vindt. Een andere suggestie die in de interviews wordt gedaan, is het periodiek presenteren van onderzoeksresultaten in relevante gremia. Een mogelijk gremium dat in één van de interviews werd genoemd, is het tweemaandelijks interdepartementale overleg internationale nucleaire aangelegenheden, waarin NRG bijvoorbeeld twee keer per jaar haar onderzoeksresultaten en de publieke relevantie daarvan zou kunnen toelichten.

3.3 Opbrengsten uitgedrukt in prestatie-indicatoren

NRG stelt in haar jaarlijkse onderzoeksprogramma prestatie-indicatoren en normen voor om de behaalde voortgang te kunnen monitoren. Deze indicatoren en normen zijn ook onderwerp van gesprek bij de behandeling van het voorgestelde onderzoeksprogramma in de EBC. In het onderzoeksprogramma van 2017 valt bijvoorbeeld te lezen dat de norm voor de prestatie-indicator 'Aantal publicaties' voor dat jaar in overeenstemming met de EBC, was verlaagd tot 55 publicaties. Eerdere jaren was de norm voor deze prestatie-indicator gesteld op zeventig publicaties. Met de goedkeuring van het onderzoeksprogramma door het ministerie worden de indicatoren vastgesteld.

Drie van de vier prestatie-indicatoren in het onderzoeksprogramma 2017 en 2018 (en 2019) zijn ieder jaar hetzelfde. Dit betreft de indicatoren 'Aantal publicaties', 'Aantal invited speaker lezingen' en 'Percentage gerealiseerde deliverables'. De prestatie-indicator 'Percentage cofinanciering' die in het onderzoeksprogramma 2017 werd gehanteerd, is in het onderzoeksprogramma 2018 vervangen door 'Participatiegraad', omdat 'cofinanciering' een hoge mate van externe afhankelijkheid kent.

De normen die voor deze vier prestatie-indicatoren worden gesteld verschillen per jaar. Uit de onderzoeksjaarverslagen van 2017 en 2018 blijkt dat NRG de vastgestelde normen in 2017 en 2018 (ruim) heeft gehaald. Alleen het percentage 'Gerealiseerde deliverables' in 2017 is net niet gehaald.

Paragraaf 6.7 in deel II van dit rapport geeft meer detailinformatie over de prestatie-indicatoren, normen, performance en gerealiseerde deliverables voor de jaren 2017 en 2018.

3.4 Visie van de stakeholders op de meerwaarde van het onderzoeksprogramma

Uit de interviews blijkt dat stakeholders die geen deel uitmaken van de EBC, geen *direct* gebruik maken van de onderzoeksresultaten van NRG. De geïnterviewde stakeholders die wel deel uitmaken van de EBC maken in beperkte mate *direct* gebruik van de in het onderzoeksprogramma ontwikkelde kennis. Slechts een beperkt aantal stakeholders geeft aan dat specifieke onderzoeksresultaten direct door hun organisatie zijn gebruikt. NRG stelt in het interview dat ook stakeholders die *geen* deel uitmaken van de EBC wel gebruik kunnen maken van de onderzoeksresultaten van NRG. In voorkomende gevallen betreft het dikwijls in-kind samenwerkingen, waarbij naar een goed werkende balans tussen NRG en de samenwerkingspartners wordt gezocht. Als voorbeeld noemt NRG het gebruik van experimentele data van derden voor de ontwikkeling en validatie van simulatiemodellen. In ruil voor het gebruik van deze data van derden, levert NRG de simulatiemodellen dan aan de derde partij.

Het merendeel van de stakeholders (i.c. de EBC-leden) heeft in de interviews aangegeven wel *indirect* gebruik te maken van de onderzoeksresultaten van NRG. Het gedeelde beeld van de stakeholders is dat NRG met het onderzoeksprogramma een belangrijke bijdrage levert aan de nucleaire en stralingskennisbasis in Nederland. Aan deze kennisbasis wordt ook wel gerefereerd als de 'humuslaag'. Het belang van de bijdrage aan de kennisbasis overstijgt volgens het merendeel van de stakeholders de directe opbrengst van de afzonderlijke NRG-onderzoeken.

Het belang van de humuslaag

Het merendeel van de geïnterviewde stakeholders acht de humuslaag waardevol om verschillende redenen:

1. Het stelt vergunninghouders in staat snel en adequaat antwoord te krijgen op nucleaire vraagstukken: de kennis die NRG met het onderzoeksprogramma opdoet en ontwikkelt, stelt NRG in staat om vergunninghouders te voorzien van een snel en adequaat antwoord op nucleaire vraagstukken.
2. Het is essentieel voor het versterken van de innovatie- en concurrentiekracht van Nederland: een goede nucleaire kennisinfrastructuur is volgens de stakeholders verenigd in Nucleair Nederland, essentieel voor het versterken van de internationale innovatie- en concurrentiekracht van Nederland. Bijvoorbeeld op het terrein van de productie van radio-isotopen en de ontwikkeling van innovatieve hightech materialen met diverse toepassingen (Nucleair Nederland, 2016, p. 1). De kennis die is opgebouwd met de EZS-programma's op het gebied van bestralingstechnologie, wordt bijvoorbeeld aangewend voor het ontwikkelen en produceren van nieuwe medische isotopen. Dit is een indirect gebruik en een voorbeeld van de opbouw van de kennisbasis van nucleaire competentie.
3. Het is onmisbaar om adequaat in te kunnen spelen op maatschappelijke ontwikkelingen: een goede nucleaire kennisinfrastructuur is volgens de stakeholders verenigd in Nucleair Nederland, onmisbaar om adequaat in te kunnen spelen op maatschappelijke ontwikkelingen, waaronder de toenemende vraag naar medische radio-isotopen, het streven naar borging en continue verbetering van nucleaire veiligheid, de blootstelling aan radon en thoron en het bestrijden van (moedwillige) nucleaire of radiologische incidenten (Nucleair Nederland, 2016, p. 1).
4. Het stelt Nederland in staat te voldoen aan Internationale verdragen en Europese richtlijnen: Nederland moet voldoen aan richtlijn 2013/59/Euratom, de Basic Safety Standards, die in 2018 is omgezet naar Nederlandse regelgeving en aan richtlijn 2014/87/Euratom van 8 juli 2014 over de nucleaire veiligheid van kerninstallaties. Tevens heeft Nederland zich verplicht te voldoen aan de internationaal aanvaarde beginselen en vereisten zoals vastgelegd in verdragen betreffende afval en verbruikte splijtstof en betreffende nucleaire veiligheid en de daaraan gerelateerde IAEA-veiligheidsnormen. Het IAEA stelt dat het goed onderhouden van een research- en development infrastructuur met de daarbij behorende kennisontwikkeling en opleidingsmogelijkheden essentieel is voor onder andere het blijvend goed omgaan met de veiligheid van nucleaire installaties.⁵

⁵ IAEA: Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna (2006)

5. Het draagt bij aan een goede internationale positionering van Nederland: door de hoogwaardige nucleaire kennis positioneert Nederland zich internationaal goed voor deelname aan internationale onderzoeksprogramma's en internationale gremia. Nederland kan op die manier ook (meer) invloed uitoefenen op de internationale beleidsontwikkeling en politiek (Technopolis rapport, p. 38). Uit de interviews met stakeholders blijkt ook dat een internationaal erkende kennispositie promovendi en gespecialiseerde kenniswerkers uit het buitenland aantrekt. De hoogwaardige nucleaire kennis van deze mensen en de hoogwaardige nucleaire kennis die met onderzoeksprogramma wordt opgedaan, zorgt volgens een aantal stakeholders voor vernieuwing in de sector. Deze vernieuwing is weer nodig om nog meer goede mensen aan te trekken en op te leiden. De humuslaag is daarmee van belang om de nucleaire kennisopbouw in stand te houden.

Uit de interviews met de stakeholders blijkt dat zelfs wanneer de politiek besluit afscheid te nemen van kernenergie, een goed kennisniveau noodzakelijk blijft. Het behoud van een onafhankelijke positie met betrekking tot nucleaire kennis en faciliteiten is van publiek (geopolitiek) belang. Nucleaire kennis en het gebruik van nucleaire faciliteiten kan in principe ook vanuit het buitenland worden ingekocht, maar dat verzwakt volgens verschillende stakeholders de internationale positie van Nederland op dit gebied. Bovendien moet in dat geval in Nederland nog steeds voldoende nucleaire kennis aanwezig zijn om goed in te kunnen kopen. Vanzelfsprekend zal kennis over radioactief afval en stralingsbescherming sowieso noodzakelijk blijven, ook als afscheid wordt genomen van kernenergie.

Het merendeel van de stakeholders (waaronder ook niet-EBC-leden) is van mening dat het subsidiebedrag dat het Ministerie van EZK jaarlijks investeert in het op peil houden van het nucleaire kennisniveau relatief bescheiden is, vergeleken met de investeringen die het buitenland (bijvoorbeeld België en Frankrijk) doet in nucleaire onderzoeksfaciliteiten. Volgens stakeholders doet het nucleaire kennisniveau in Nederland daarbij zeker niet onder voor het nucleaire kennisniveau in het buitenland.

4. Toekomst van het programma

4.1 Ontwikkelingen in het nucleaire landschap

Sinds 2013 hebben verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden die het huidige nucleaire landschap mede hebben bepaald. Deze ontwikkelingen hebben betrekking op het verschuiven van de inhoudelijke onderwerpen en op een verandering van de rollen en verantwoordelijkheden van partijen in het nucleaire landschap. Deze paragraaf beschrijft de meest invloedrijke ontwikkelingen in de periode 2013-2019.

Toegenomen belang van de functionaliteit medisch

Sinds 2013 is het belang van nucleaire geneeskunde, en daarmee het belang van de functionaliteit medisch, sterk toegenomen. De functionaliteit medisch dient het belang van de voorzieningszekerheid van medische radio-isotopen waarmee jaarlijks in Nederland circa 400.000 diagnostische onderzoeken en 4.000 therapeutische behandelingen in de gezondheidszorg worden verricht. NRG produceert medische isotopen met de HFR en voorziet daarmee in circa 70% van de Europese vraag en circa 30% van de internationale vraag naar medische radio-isotopen. Volgens NRG is sinds 2013 het aanzien van Nederland als belangrijke en betrouwbare partner, in het onderzoek naar en de levering van medische isotopen, in het buitenland merkbaar toegenomen. NRG geeft aan dat dit valt af te leiden uit onder andere de congressen waarvoor NRG en PALLAS worden uitgenodigd voor deelname en/of als spreker. Tevens zijn NRG en PALLAS over medische isotopenproductie in gesprek met internationale publieke en private partijen die voor 2013 volgens hen absoluut niet in beeld waren.

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Het toegenomen belang van de functionaliteit medisch, hetgeen ook door de HAW wordt onderstreept, zorgt ook voor een toegenomen belang van het Ministerie van VWS. VWS heeft een belang bij de productie van medische isotopen, maar de vraag is in hoeverre dit het door EZS gefinancierde onderzoeksprogramma raakt. Als de productie van medische isotopen onlosmakelijk verbonden is met onderzoek naar (nieuwe) medische isotopen, dan heeft VWS dus ook een belang in onderzoek op dit gebied. Onderzoek wordt door VWS in de regel gesubsidieerd via ZonMW.

Achteruitgang van wetenschappelijke kennis stralingsbescherming

De Gezondheidsraad signaleerde in 2008 in haar rapport 'Opleiden van deskundigen op het gebied van stralingsbescherming' (Gezondheidsraad, 2008), dat de wetenschappelijke expertise op het gebied van stralingsbescherming achteruitgaat. In reactie op deze constatering heeft de toenmalige minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, een inventarisatie laten uitvoeren naar de (ontwikkelingen in) het wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in de stralingsbescherming in Nederland (hierna: IWEOS-onderzoek). Het IWEOS-onderzoek is in 2012 uitgevoerd door RIVM in nauwe samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS).

Het IWEOS-onderzoek bevestigt de eerdere constatering van de Gezondheidsraad. Uit het onderzoek blijkt dat de aanwezige expertise onvoldoende lijkt om in de toekomst hoogwaardige opleidingen op het gebied van stralingsbescherming te waarborgen. Hetzelfde geldt voor de beantwoording van maatschappelijke stralingsvragen. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om vragen die samenhangen met veranderingen in nucleaire activiteiten, de gevolgen en bestrijding van mogelijke grootschalige kernongevallen, de verwerking en opslag van radioactief afval, en onzekerheden in de stralingsrisico's bij lage blootstellingen (Bijwaard & Slaper, 2013, p. 3).

Uit het IWEOS-onderzoek volgt tevens dat het stralingsbeschermingsonderwijs nog wel toeneemt, maar dat het daarbij vooral gaat om opleidingen voor praktische stralingsbescherming en opleidingen om te voldoen aan wettelijke eisen ten aanzien van stralingsbeschermingsdeskundigheid, maar niet om wetenschappelijk onderwijs.

Het onderwijs in stralingsbescherming is daarnaast zeer divers en heeft vaak een medisch oogmerk (Slaper, Bijwaard, Sedee & Vermeulen, 2013, p. 18). Verder wordt de continuïteit van de kennis bedreigd als gevolg van de vergrijzing. Een deel van de huidige docenten en wetenschappers op deze gebieden gaat de komende jaren met pensioen en geschoold personeel is schaars. Bovendien is geconstateerd dat sociaalwetenschappelijke aspecten bij stralingsvraagstukken, zoals de expertise over de communicatie over en perceptie van stralingsrisico's, onvoldoende geborgd zijn (Bijwaard & Slaper, 2013, p. 3).

In haar rapport uit 2016 noemt Technopolis de vergrijzing van het werknemersbestand aan de ene kant en geringe academische instroom aan de andere kant ook een bedreiging voor de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland en daarmee voor de noodzakelijke kennis. Hierdoor kan er uiteindelijk een tekort aan adequaat geschoold personeel ontstaan. De afbrokkelende kennis kan op termijn een bedreiging vormen voor de veiligheid binnen de nucleaire infrastructuur. In het verlengde daarvan kan in de toekomst – met het perspectief van de sluiting van de centrale in Borssele in 2033 – ook de kennis en kunde omtrent nucleaire energievoorziening en kerncentrales in Nederland grotendeels verdwijnen. Dit kan een bedreiging zijn als Nederland uiteindelijk toch een aandeel kernenergie wil handhaven met het oog op de klimaatdoelstellingen (Zuijdam et al., 2016, pp. 48-49) of moet anticiperen op ontwikkelingen of ongevallen in het buitenland met nucleaire installaties.

In de 'Peiling nationale kennisbehoefte' uit 2018 blijkt dat 89% van de respondenten vindt dat de wetenschappelijke kennis op het gebied van de stralingshygiëne achteruitgaat (Smetsers, Wolterbeek, van Gelder, Huitema, & van Zalen, 2018, p. 13). Er worden volgens de respondenten in 'Peiling nationale kennisbehoefte' momenteel te weinig mensen academisch geschoold op het gebied van straling en nucleaire veiligheid om op termijn aan de nationale kennisbehoefte te kunnen voldoen. Eén van de conclusies uit dit onderzoek is dat een meerderheid van de ondervraagden van mening is dat het signaal uit 2008 van de Gezondheidsraad, dat "de wetenschappelijke expertise op het gebied van de stralingsbescherming achteruitgaat", en dat dit "leidt tot zorgen over het toekomstige niveau van de stralingsbescherming in Nederland en het behoud van voldoende inhoudelijke expertise ...", in 2018 nog steeds van toepassing is. Men vindt het opmerkelijk dat dit signaal al tien jaar oud is, maar dat er sindsdien nog maar weinig concrete stappen zijn genomen om hier wat aan te doen (Smetsers et al., 2018, p. 42).

In de interviews die in het kader van het onderhavig onderzoek naar de invulling van het nieuwe beleids- en subsidiekader zijn uitgevoerd, geeft een aantal stakeholders ook blijk van haar zorgen over de achteruitgang van het kennisniveau op het gebied van stralingsbescherming in Nederland. Volgens verschillende stakeholders is het bestaan van een nucleaire kennisinfrastructuur belangrijk om personeel met voldoende kennis op het gebied van stralingsbescherming op te kunnen leiden. Door middel van het onderzoeksprogramma van NRG kunnen mensen opgeleid worden, waarna ze in de Nederlandse nucleaire sector opgaan. Daarmee kan kennis enigszins behouden worden.

[In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?](#)

De achteruitgang van de wetenschappelijke kennis kan het belang van het Rijk van een hoog kennisniveau in Nederland op het gebied van straling en (veiligheid van) nucleaire processen onder druk zetten. Aangezien nucleair onderzoek ook bijdraagt aan innovatie op de functionaliteiten energie en medisch kunnen de belangen van het Rijk op die functionaliteiten ook onder druk komen te staan. Daarnaast heeft het Rijk de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van installaties en voor het veilig omgaan met straling nadrukkelijk neergelegd bij de vergunninghouders. Daarmee heeft het Rijk een systeemverantwoordelijkheid; de vergunninghouder moet wel de daarvoor adequaat opgeleide mensen kunnen aantrekken. Veel vergunninghouders zijn te klein om zelf medewerkers op te leiden. Met het onderzoeksprogramma kan NRG een bijdrage leveren aan het op peil houden van wetenschappelijke kennis op het gebied van stralingsbescherming.

Met betrekking tot de afnemende wetenschappelijke kennis van stralingsbescherming in Nederland zien het RIVM en de NVS in 2013 een mogelijke oplossing in de oprichting van een (virtueel) kenniscentrum of een onderzoeksschool met een of enkele leerstoelen of lectoraten, waar kennis wordt ontwikkeld, onderhouden en geïntegreerd. Zo'n centrum moet breed gedragen zijn door deskundigen en participerende instituten en financieel door de overheid worden ondersteund. Voor maatschappelijke stralingsvraagstukken geldt echter dat de afnemende inhoudelijke expertise en een tekort aan opleidingsmogelijkheden voor een probleem kunnen gaan zorgen op korte termijn. Dit is een signaal wat in 2008 al is afgegeven, maar waar in 2018 nog weinig concrete stappen in zijn genomen om hier iets aan te doen. Uit de interviews blijkt dat in anno 2019 op dit vlak nog weinig is veranderd.

Verandering publieke opinie kernenergie

Oorzaken van veranderingen in de publieke opinie over kernenergie zijn enerzijds twee nucleaire ongelukken, angst voor een nucleaire oorlog en dalende olieprijsen. Anderzijds zijn oorzaken ook de angst voor een oliecrisis, zorgen over afhankelijkheid van olie leverende landen, over energieprijzen en energietoevoer en over klimaatverandering. Als bron van informatie over radioactief afval wordt vrijwel overal in de Europa de wetenschap het meest, en de nucleaire industrie het minst vertrouwd. Nederlanders hebben opvallend veel vertrouwen in de overheid.

Uit onderzoek is gebleken dat in Nederland (afgezien van het prille begin) kernenergie nooit populair was, maar dat Nederlanders in de tweede helft van de jaren tachtig, na de ramp van Tsjernobyl, kernenergie zeer sterk gingen afwijzen (Dekker, De Goede, & Van der Pligt, 2010, p. 11). Pas rond de eeuwwisseling werd de publieke opinie over kernenergie positiever als gevolg van het toenemende belang van het klimaat in de maatschappelijke discussie. Niettemin blijkt uit een studie van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP) in 2010 dat van de jaren zeventig tot 2010 altijd sprake is geweest van een meerderheid van de Nederlanders tegen kernenergie. Met de kernramp van Fukushima in 2011 keerde de publieke opinie in Nederland zich nog verder tegen kernenergie. Uit een gewogen peiling onder ruim 18.000 leden van het EenVandaag Opiniepanel in november 2018, bleken er weer meer voorstanders dan tegenstanders van kernenergie te zijn. Volgens de peiling van *EenVandaag* zou 54 procent van de Nederlanders voor kernenergie zijn, 35 procent tegen (Van Vliet, 2018, p. 2). Een positieve houding van het publiek ten aanzien van kernenergie is kwetsbaar. Mensen hebben maar een klein zetje nodig om tegen kernenergie te zijn. Volgens het SCP zal kernenergie voorlopig ook een 'ongetemd probleem' blijven, omgeven door grote onzekerheden en heel verschillende basiswaarden, perspectieven en visies op risico's.

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Het toenemende bewustzijn in de samenleving van klimaatverandering en het halen van de klimaatdoelstellingen heeft ook zijn weerslag op de houding van de Nederlandse bevolking ten aanzien van kernenergie. Voor veel voorstanders van kernenergie weegt het behalen van de klimaatdoelen zwaarder dan hun bezwaren tegen kernenergie (Van Vliet, 2018, p. 2). Veranderingen in de publieke opinie hebben echter geen directe invloed op de inhoud van het onderzoeksprogramma. Eventuele duurzame veranderingen in de publieke opinie ten aanzien van kernenergie zullen uiteindelijk ook tot uiting komen in de politiek (Dekker, et al., 2010, p. 11).

Politieke ontwikkelingen

Op 12 december 2015 zijn 195 landen onder auspiciën van de Verenigde Naties (VN) een belangrijk klimaatakkoord overeengekomen. In dit klimaatakkoord zijn doelen afgesproken zoals het beperken van de opwarming tot ruim onder de twee graden en het bereiken van een balans tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen in de tweede helft van deze eeuw. De Europese Raad heeft de komst van dit klimaatakkoord verwelkomd, omdat het een mondiaal en juridisch bindend akkoord betreft. Dit klimaatakkoord is ook van belang voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid. Voor Nederland zijn daarbij de Europese afspraken leidend. Het klimaatakkoord kan ertoe leiden dat de Europese ambities worden aangescherpt. Dat heeft gevolgen voor alle lidstaten, inclusief Nederland. Het kabinet houdt onverkort vast aan de Europese afspraken voor 2020, 2030 en 2050 en aan de afspraken uit het Energieakkoord die samen met milieuorganisaties, bedrijfsleven en overheden zijn gesloten. Daarnaast moet een hoog niveau van veiligheid worden geborgd en ruimte worden geboden aan nieuwe vormen van energie (Ministerie van EZK, 2016, p. 5).

Eind 2018 was er weer debat over de kwestie van kernenergie. Volgens VVD-fractievoorzitter Dijkhoff moesten er zo snel mogelijk nieuwe kerncentrales gebouwd worden om de klimaatdoelen te halen. Een meerderheid (VVD, PVV, CDA en Forum voor Democratie) in de Tweede Kamer was voor kernenergie. Coalitiegenoten ChristenUnie en D66 keerden zich expliciet tegen de bouw van kerncentrales. De politieke voorstanders vinden dat Nederland het zich niet kan veroorloven om kernenergie af te wijzen. Maar ze wijzen ook op de nadelen, zoals kernafval en het feit dat de bouw van een kerncentrale lang duurt en een dure aangelegenheid is. De politieke tegenstanders zoals GroenLinks en ChristenUnie vinden vooral het kernafvalprobleem onoverkomelijk.

Het kabinet beschouwd kernenergie niettemin een van de opties voor de toekomstige energiemix. Verschillende studies laten voor 2050 zien dat kernenergie een kosteneffectieve mogelijkheid kan zijn en dat een positieve business case op lange termijn tot de mogelijkheden kan behoren. Gelet op de doorlooptijden lijkt extra kernenergie in Nederland voor 2030 niet waarschijnlijk (Wiebes, 2018, 6 november).

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Het zal moeten blijken of de politiek het eens kan worden over kernenergie. Uiteraard is dit ook afhankelijk van de samenstelling van toekomstige kabinetten en de zetelverdeling in de Tweede en Eerste kamer. In het geval er een politieke meerderheid zou (komen te) bestaan voor de bouw van nieuwe kerncentrales, dan is het nog de vraag of de politiek het vervolgens aantrekkelijker wil maken voor private bedrijven om een nieuwe centrale voor kernenergie te bouwen. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving is investeren in kernenergie zonder staatsteun in de huidige markt niet aantrekkelijk voor private partijen (Planbureau voor de Leefomgeving, 2018, p. 65). Momenteel zijn er geen commerciële partijen die hierin willen investeren, vanwege de risico's die gepaard gaan met de grote investering, de lange termijn tussen vergunningaanvraag en het operationeel zijn, politieke besluitvorming en het maatschappelijk draagvlak.

Voor het onderzoeksprogramma dient NRG vooralsnog uit te gaan van de 'nucleaire optie open'. Dit betekent dat bestaande reactoren niet voortijdig worden gesloten en dat de mogelijkheid voor het bouwen van nieuwe reactoren blijft bestaan. Voor het onderzoeksprogramma betekent dat, dat de nucleaire kennisbasis op peil moet worden gehouden ten behoeve van de veilige operatie en (te zijner tijd) de ontmanteling van de bestaande reactoren en de bouw van eventuele nieuwe reactoren in Nederland.

De mogelijke komst van PALLAS

De voorbereidingen voor de bouw van de PALLAS-reactor zijn in volle gang. De nieuwe reactor PALLAS, gaat mogelijk de huidige Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten vervangen, die op dit moment tegen het einde van zijn economische levensduur loopt. Per 16 december 2013 is het project in een onafhankelijke stichting ondergebracht: de Stichting Voorbereiding Pallas-reactor (PALLAS).

Volgens de statuten heeft de stichting ten doel:

- a. het (doen) ontwerpen en realiseren van een hoge flux reactor die bestemd is voor medische en industriële radio-isotopenproductie en nucleair technologisch onderzoek
- b. het (doen) exploiteren van de hoge flux reactor.

Met het oog op dit doel is de stichting verantwoordelijk voor het verkrijgen van een vergunbaar ontwerp, gereed voor bouw, en voor het aantrekken van financiering voor de tweede fase: de bouw en inbedrijfstelling. Voor deze eerste fase heeft EZK, samen met de provincie Noord-Holland, de stichting 80 miljoen euro geleend. Het streven is de voorbereiding rond 2020 af te ronden. De tweede fase, de bouw en inbedrijfstelling van de PALLAS-reactor, zal privaat worden gefinancierd. In de brief van minister Bruins aan de Tweede Kamer van 4 juli 2019 staat dat er concrete interesse is van private investeerders en dat gezien deze ontwikkelingen, het kabinet heeft besloten tot verdere voortzetting van PALLAS en te starten met onderhandelingen met de potentiële private investeerders. Hoewel de private financierbaarheid er volgens de minister veelbelovend uitziet, vermeldt de kamerbrief dat er tevens wordt gewerkt aan een alternatief scenario waartoe over kan worden gegaan, in het onverhoopte geval dat de belangen van de Staat onvoldoende kunnen worden behartigd in de onderhandelingen met de private investeerders (Bruins, 2019, pp 1-3).

Of PALLAS er komt is ten tijde van het opstellen van dit rapport dus nog niet zeker. De HAW schetst in haar eindrapport drie scenario's met betrekking tot de komst van PALLAS:

- Scenario 1: de HFR wordt niet opgevolgd door PALLAS om medische radio-isotopen te produceren.
- Scenario 2: de HFR wordt opgevolgd door PALLAS. Voor het toegepast onderzoek is een reactor, en dus PALLAS, nodig. Voor het toegepast onderzoek in Petten zijn twee opties denkbaar: optie 1) de focus wordt verlegd naar medisch nucleair onderzoek en optie 2) de focus blijft liggen op onderzoek naar nucleaire energie voor de toekomst, nucleaire veiligheid stralingsbescherming, radioactief afval en ontmanteling.
- Scenario 3: de HFR wordt opgevolgd door PALLAS om medische radio-isotopen te produceren en wordt benut voor haalbaarheidsstudies inzake de Thorium/MSR-reactor en voor onderzoek naar nieuwe toepassingsmogelijkheden van medische radio-isotopen.

In opdracht van het voorgaande kabinet heeft na het uitkomen van het eindrapport van HAW een vervolgonderzoek plaatsgevonden ten behoeve van de eventuele opvolging van de HFR. Het vervolgonderzoek betrof de samenloop tussen de voorbereiding van de Pallas-reactor en mogelijke alternatieve technologieën om medische radio-isotopen mee te produceren, in het bijzonder het Lighthouse-project. Op basis van de uitkomsten van dit vervolgonderzoek heeft het kabinet in april 2018 besloten dat het van belang is dat voortgang wordt gemaakt met beide initiatieven om de risico's op tekorten aan medische radio-isotopen te beperken. Met de verdere ontwikkeling van beide initiatieven dient er in 2020 voldoende informatie te zijn voor verdere besluitvorming. Uitgangspunt daarbij is dat beide initiatieven privaat gefinancierd zullen worden (Wiebes, Van Veldhoven – Van der Meer, Bruins, & Hoekstra, 2018).

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Het centrale belang van het Rijk in deze is het beperken van de risico's op tekorten aan medische radio-isotopen. De komst van PALLAS is belangrijk voor de leveringszekerheid van medische radio-isotopen. Niet alleen van diagnostische isotopen zoals molybdeen (voor de diagnose van patiënten met kanker, hart- en vaatziekten), maar ook van nieuwe therapeutische isotopen voor de behandeling van patiënten. De komst van PALLAS is dan ook vooral van belang van de zorgsector. De beleidsverantwoordelijkheid is dan ook overgeheveld van EZK naar VWS.

Long Term Operation (LTO) kerncentrale Borssele

In 1973 is de Kerncentrale Borssele (KCB) in gebruik genomen. De oorspronkelijk voorziene bedrijfsduur was veertig jaar. Door de Elektriciteitsproducent Zuid-Nederland (EPZ) is aangetoond dat de bedrijfsduurverlenging naar zestig jaar mogelijk is. Dat betekent dat de KCB tot 2034 in bedrijf kan blijven. Het feit dat ook na zestig jaar productie voldaan kan worden aan de technische veiligheidseisen is zorgvuldig met veiligheidsanalyses onderbouwd. Het is vooral de conditie van het reactorvat die de levensduur van de centrale bepaalt. NRG heeft EPZ ondersteund bij de rechtvaardiging van LTO voor KCB.

Vastgesteld is dat de conditie van het reactorvat zo langzaam terugloopt dat een langere bedrijfsduur van zestig jaar mogelijk is. De technische aspecten die dat onderbouwen hebben betrekking op reactorvat verbrossing; vermoeiing; het principe 'lek-voor-breuk'; kwalificatie van ongevalsbestendige apparatuur en de systematische beheersing van de veroudering van de installatie. Anno 2019 gaan ook geluiden op om bedrijfsduurverlenging van KCB naar tachtig jaar te onderzoeken.

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Met het verlengen van de bedrijfsduur van KCB kan de nucleaire optie worden opengehouden. Hierdoor ontstaat in de markt meer tijd voor geïnteresseerden om met plannen te komen voor de bouw van een nieuwe kerncentrale. In de wet staat dat een vergunningsaanvraag altijd in behandeling zal worden genomen. Dit betekent dat de regulator ook over de kennis moet beschikken om een vergunningsaanvraag te kunnen (laten) beoordelen. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving, had er in 2010 al sprake moeten zijn van een commerciële basis en concrete plannen, om in 2030 te kunnen rekenen op een kerncentrale die in productie is (Planbureau voor de Leefomgeving, 2010, p. 65).

De vorming van de ANVS

In januari 2014 besloot de ministerraad tot de vorming van de ANVS, om twee redenen: onafhankelijkheid en bundeling van kennis. Tot 2015 waren de diverse overheidstaken en de kennis bij het rijk over de nucleaire sector en de toepassing van straling verspreid over verschillende instanties. Met de oprichting van de ANVS op 1 januari 2015 werd het grootste deel van de medewerkers ondergebracht in één deskundige organisatie die voldoet aan internationale richtlijnen, onder meer van het Internationale Atoomenergieagentschap (IAEA). De ANVS is per 1 augustus 2017 een zelfstandig bestuursorgaan (zbo) geworden. Hiermee is de onafhankelijkheid van de ANVS formeel geregeld en wordt voldaan aan de internationale richtlijnen hiervoor. Met dien verstande dat de beleidsverantwoordelijk uiteraard blijft liggen bij de ministeries van VWS, EZK en SZW.

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

De belangen van het Rijk op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming blijven onveranderd. Met de instelling van ANVS als onafhankelijke autoriteit zijn de taken op het gebied van de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming wel vergaand gebundeld. De verantwoordelijkheid voor het zelfstandig bestuursorgaan ANVS is ondergebracht bij de minister van IenW. Bepaalde verantwoordelijkheden, bevoegdheden en taken liggen bij de bewindspersonen van andere ministeries. Zo is de minister van EZK verantwoordelijk voor het energiebeleid, waaronder ook het beleid over kernenergie valt. Ook blijft hij verantwoordelijk voor de ondersteuning van toegepast nucleair energieonderzoek en is hij medeverantwoordelijk voor de crisisvoorbereiding bij nucleaire ongevallen op terreinen die tot zijn taak behoren, zoals bijvoorbeeld energiedistributie en telecommunicatie (Ministerie van IenW, 2018, p. 19). De minister van SZW is verantwoordelijk voor werknemersbescherming en de minister van VWS voor patiëntenbescherming (Ministerie van IenW, 2018, p. 18).

De ontvlechting van Stichting ECN

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) was aanvankelijk enkel gericht op de vreedzame toepassing van kernenergie, later werd het centrum omgevormd naar het belangrijkste Nederlandse onderzoeksinstituut op het gebied van alle vormen van energie. Naar aanleiding van een kabinetsbesluit in 2016 om het duurzame en het nucleaire onderdeel van Stichting ECN te ontvlechten, maakte ECN Duurzaam een doorstart als nieuw onderzoekscentrum voor toegepast onderzoek naar duurzame energie, onder de verantwoordelijkheid van TNO. De Stichting ECN is toen ontvlecht in de werkmaatschappijen ECN en NRG. Daarvan is ECN met alle niet-nucleaire activiteiten opgenomen in TNO onder de naam 'ECN part of TNO'. De nucleaire activiteiten werden bij NRG ondergebracht.

In hoeverre zorgt deze ontwikkeling voor veranderingen in de belangen van het Rijk?

Het kabinet heeft in 2017 onderzoek laten doen naar de wenselijkheid en mogelijkheden om de nucleaire activiteiten van NRG enerzijds en het veilig opruimen van het historisch radioactief afval in Petten anderzijds te ontvlechten. Mede op basis van dit onderzoek stelt de HAW in 2017 dat op korte termijn betere samenwerking tussen NRG en de COVRA kan leiden tot ketenoptimalisatie en dat voor de langere termijn verdergaande opties buiten de bestaande kaders moeten worden verkend. Hiermee wordt mede uitvoering gegeven aan de motie Remco Dijkstra c.s., waarmee de regering is verzocht te zoeken naar een duurzame oplossing die ervoor zorgt dat het radioactief afval veilig door NRG kan worden afgevoerd zodat de leveringszekerheid van medische isotopen en de nucleaire veiligheid geborgd zijn (Kamerstuk 25 422, nr. 191).

4.2 Publieke belangen en wensen voor de toekomst

Deze paragraaf beschrijft de publieke belangen en wensen voor de toekomst die de stakeholders in de interviews hebben benoemd. In paragraaf 4.2.1. volgt eerst een korte uiteenzetting van de publieke belangen en wensen zoals deze zijn beschreven in het eindrapport van de HAW en in onderzoeken die door andere instanties eerder zijn uitgevoerd in de nucleaire sector, zoals het onderzoek van Technopolis naar de 'Nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland' (hierna Technopolis-onderzoek) en de 'Peiling nationale kennisbehoefte stralingsbescherming en nucleaire veiligheid' van TU Delft, RIVM en NFI (hierna: de Peiling nationale kennisbehoefte). Paragraaf 4.2.2. geeft de opbrengst uit de interviews met de stakeholders weer.

4.2.1 Eerder beschreven publieke belangen en richtingen voor de toekomst

In haar rapport over de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland ziet Technopolis 'publieke belangen' als maatschappelijke belangen waarop de politiek wenst in te grijpen en waarin de overheid dus een rol speelt. Technopolis maakt in het rapport een onderscheid tussen gedeelde niet-domeinspecifieke belangen (opleiding- en kennisontwikkeling, geopolitiek, en internationale orde en veiligheid) en belangen die zijn verbonden aan één of meer domeinen (=functionaliteiten) energie, medisch, materialen en omgang met nucleaire materialen en faciliteiten. Volgens Technopolis ondersteunt de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland verschillende publieke belangen. In het domein energie gaat het om duurzaamheid (CO₂-arm) en een betrouwbare energievoorziening, in het domein medisch om volksgezondheid en (patiënt)veiligheid, in het domein materialen om veiligheid en duurzaamheid en in het domein omgang om volksgezondheid, een leefbaar milieu, veiligheid en vrede. Naast de genoemde maatschappelijke belangen spelen ook economische belangen (werkgelegenheid en omzet) een rol (Technopolis, 2016, p. 2).

De HAW onderscheidt, mede op basis van het bovengenoemde rapport, binnen het nucleaire landschap de functionaliteiten of toepassingen energie, medisch en onderzoek en een overkoepelend onderwerp (historisch) radioactief afval en ontmanteling. Hoewel de HAW zich dus mede baseert op het rapport, is de insteek, voor wat betreft de categorisering van functionaliteiten en daaraan verbonden publieke belangen, enigszins anders. De HAW stelt dat met de drie functionaliteiten (=toepassingen) energie, medisch en onderzoek de volgende

(publieke) belangen worden gediend: een CO₂-arme energievoorziening, voorzieningszekerheid van medische radio-isotopen en een hoog kennisniveau op het gebied van straling en (veiligheid van) nucleaire processen. Verder levert het nucleaire landschap volgens de HAW een bijdrage aan de (regionale) werkgelegenheid en de impact van Nederland in internationale gremia op het gebied van nucleaire veiligheid, beveiliging en non-proliferatie.

De HAW ziet medisch als belangrijke richting voor de toekomst. In haar eindrapport beargumenteert zij dat de toekomst van het nucleaire landschap in Nederland hoofdzakelijk op het medische domein ligt. De medisch-nucleaire industrie in Nederland wordt als excellent beschouwd en staat internationaal hoog aangeschreven. Nederland beschikt over alle faciliteiten in de onderzoeks- en productieketen in dit domein die elkaar aanvullen en versterken (Kamp et al., 2017, p. 9).

Volgens de 'Peiling nationale kennisbehoefte stralingsbescherming en nucleaire veiligheid' wordt er erg veel waarde gehecht aan actuele kennis over medische stralingstoepassingen en de gevolgen daarvan voor Nederland. Veel respondenten geven in de Peiling aan dat medische onderwerpen, in allerlei varianten zoals nucleaire geneeskunde, productie van nieuwe radio-isotopen en het ontwikkelen van nieuwe bestralingstechnieken, door de goede positie die Nederland op dit gebied inneemt, door de Nederlandse overheid verder gestimuleerd zouden moeten worden. In de Peiling is de meerderheid van de respondenten ook van mening dat de internationale positie die Nederland momenteel inneemt op stralingsonderzoek niet afdoende is. Volgens hen verdient het de voorkeur dat Nederland zich met stralingsonderzoek op enkele zorgvuldig gekozen speerpunten internationaal profileert. In antwoord op de vraag wat dan passende speerpunten zouden zijn, lag de nadruk op medisch georiënteerde onderwerpen (Smeters, Wolterbeek, Van Gelder, Huitema, & Van Zalen, 2018).

4.2.2. Opbrengst uit de interviews

Een grote meerderheid van geïnterviewde stakeholders deelt met elkaar het beeld dat de huidige beleidsdoelen in het nieuwe onderzoeksprogramma kunnen worden gehandhaafd. Met betrekking tot de individuele beleidsdoelen is wel een aantal punten genoemd die in de overwegingen voor het nieuwe beleids- en subsidiekader zouden kunnen worden betrokken. Daarnaast bevat de opbrengst uit de interviews de suggestie voor een nieuw beleidsdoel (medisch) en een tweetal specifieke lijnen die zien op het versterken van de humuslaag en het voorsorteren op PALLAS. De wensen en suggesties die in de interviews zijn genoemd voor het nieuwe beleids- en subsidiekader, zijn hierna per beleidsdoel (bestaand en nieuw) weergegeven.

Het realiseren van CO₂-arme energievoorziening

In het huidige beleids- en subsidiekader is ten behoeve van het realiseren van CO₂-arme energievoorziening, ook onderzoek naar kernfusie genoemd. Voor het nieuwe beleids- en subsidiekader is het de vraag of naast het onderzoek naar nieuwe reactortypen, kernfusieonderzoek nog expliciet dient te worden opgenomen.

Radioactief afval

Karakterisering van restmateriaal en vermindering van radioactief afval blijft volgens verschillende stakeholders een belangrijke onderzoekslijn die goed past in het (nieuwe) onderzoeksprogramma. Verschillende stakeholders zien karakterisering en decommissioning als een publiek belang voor Nederland, en een onderwerp waarin Nederland gezien de internationale kansen, beter in moet worden. Nederland kan de kennis van decommissioning exporteren. Tevens dient de kennisbasis op peil te worden gehouden in het kader van de nog te ontmantelen nucleaire installaties in Nederland. De EBC onderstreept het belang van karakterisatie en decommissioning en vraagt NRG voor de toekomst binnen deze onderzoekslijnen ook aandacht voor de decommissioning van versnellerfaciliteiten (EBC, 2018, p. 7).

Het beschermen van mens en milieu tegen ioniserende straling (stralingsbescherming)

De meeste stakeholders vinden het onderzoek naar stralingsbescherming van publiek belang en een beleidsdoel dat ook in het nieuw beleids- en subsidiekader moet terugkomen. In de interviews zijn hier en daar ook wel wat bedenkingen geuit over stralingsbescherming als beleidsdoel. Deze bedenkingen voeren terug op de EBC-vergadering van 7 oktober 2015. In de notulen van deze vergadering is onder andere te lezen dat onderzoek op het gebied van stralingsbescherming van een andere orde is dan de overige onderwerpen en dat bijvoorbeeld de meerjarige dimensie ontbreekt evenals de internationale inbedding. Toch heeft de EBC er destijds voor gekozen om dit beleidsdoel te handhaven.

Kennisfinanciering

Vanwege het feit dat kennisfinanciering als fundament in alle andere beleidsdoelen zit, is de suggestie gedaan om kennisfinanciering in het nieuwe beleidskader niet meer als apart beleidsdoel te benoemen, maar integraal onderdeel te laten uitmaken van de verschillende beleidsdoelen.

Nieuw beleidsdoel: Medisch nucleair onderzoek

Het gedeelde beeld van de geïnterviewde stakeholders is dat de functionaliteit medisch zou kunnen worden opgenomen in het nieuwe beleids- en subsidiekader. Verschillende geïnterviewde stakeholders achten de ontwikkeling van nieuwe radio-isotopen van (groot) publiek belang. Volgens deze stakeholders is Nederland op dit punt uniek in de wereld. De ogen van Europa zijn voor de medische isotopenproductie op Nederland gericht. De productie van medische isotopen is voor Nederland van economisch belang en kennisontwikkeling op dit gebied raakt dus ook het belang van het Ministerie van EZK.

Het is nog wel de vraag welk gesubsidieerd onderzoek NRG dan zou moeten/kunnen uitvoeren in het medische domein. Een aantal stakeholders geeft aan dat het gesubsidieerde NRG-onderzoek in het medische domein in ieder geval wel complementair moet zijn aan het nucleair medische onderzoek dat in Nederland al plaatsvindt door bijvoorbeeld TU RID (bijvoorbeeld op het gebied van radiochemie, productie radionucliden en het bundelen van radionucliden) en Universitair Medische Centra. Het vaststellen van waar de complementariteit voor het uit te voeren onderzoek door NRG dan ligt, vergt volgens een aantal stakeholders (meer) samenwerking tussen de relevante actoren in dit nucleair medische veld. Zij moeten dit met elkaar vaststellen. Volgens een aantal stakeholders geldt de 'complementariteitseis' ook voor het onderzoek dat NRG doet binnen de overige beleidsdoelen van het gesubsidieerde programma. Het gesubsidieerde onderzoek van NRG moet complementair zijn en mag niet concurreren met onderzoek van andere partijen.

In haar presentatie over de contouren van het nieuwe EZS-programma 2020-2023, voor de EBC-vergadering van 9 oktober 2018, stelt NRG ook voor het domein Nucleaire Medicine (NucMed) te betrekken in het onderzoeksprogramma. Volgens NRG kan het huidige bestralingsonderzoek gericht op het verkrijgen van gegevens over het gedrag van splijtstof en materialen die langdurig aan straling blootgesteld worden, inhoudelijk verbreed worden met onderzoek naar nieuwe productiemethodes voor bestaande en nieuwe medische isotopen, om ook in de toekomst aan de toenemende vraag naar medische isotopen te kunnen voldoen.

Eén van de stakeholders maakt wel een kanttekening bij het opnemen van 'nucleair medisch' in het nieuwe beleids- en subsidiekader. Volgens deze stakeholder is het weliswaar lastig is om in het onderzoek een onderscheid te maken tussen energie en medisch, maar is medisch in principe wel een afgeleid gebied van het onderzoek naar nucleaire energievoorziening en veiligheid waarvoor de subsidie van EZK aan NRG is verleend. Voor het opnemen van het beleidsdoel 'nucleair medisch' in het nieuwe beleids- en subsidiekader zal in ieder geval goed nagedacht moeten worden over wat nucleair medisch onderzoek dan toevoegt aan de humuslaag van de nucleaire kennisinfrastructuur (in het geval het instant houden van de humuslaag het doel is van de EZS-subsidie).

Volgens de HAW beschikt Nederland over alle faciliteiten in de onderzoeks- en productieketen in dit medische domein. RIVM verwacht dat de vraag naar medische isotopen gemaakt met een onderzoeksreactor in de komende periode gelijk zal blijven of zal stijgen. Na de sluiting van de HFR, voorzien in 2025, zal een reactor nodig zijn voor de productie van de medische radio-isotopen om de voorzieningszekerheid te garanderen. Hierin kan PALLAS in de toekomst een belangrijke bijdrage leveren.

Algemene suggesties voor het nieuwe beleids- en subsidiekader

Naast de opvattingen van de stakeholders over de bestaande en nieuwe beleidsdoelen, hebben de interviews ook meer algemene aandachtspunten of suggesties voor het nieuwe beleids- en subsidiekader opgeleverd. Ten aanzien van de aansluiting van het nieuwe beleids- en subsidiekader op de publieke belangen, zijn in de interviews de volgende punten genoemd:

- Versterking van de humuslaag door verbeteren samenwerking in de keten.
- Aansluiting zoeken op PALLAS.

Versterking van de humuslaag door verbeteren samenwerking in de keten

Het gedeelde beeld van de geïnterviewde stakeholders is dat het hebben van de gehele nucleaire keten in Nederland erg waardevol is. Hoewel tussen de verschillende schakels in de keten al sprake is van tal van samenwerkingsrelaties, is het gedeelde beeld van de stakeholders dat de samenwerking binnen de nucleaire keten in Nederland veel beter kan en dient te worden geïntensiveerd om de 'humuslaag' te versterken. Verschillende geïnterviewde stakeholders zijn van mening dat de versterking van de nucleaire keten de onderligger van het nieuwe beleidskader moet zijn. Zeker nu nucleaire energie onder druk staat en alle zes partijen in de nucleaire energieketen zich volgens een aantal stakeholders terug lijken te trekken op hun eigen domein en strikt gescheiden optreden, met uitzondering van de afstemming die op sommige onderwerpen binnen Nucleair Nederland plaatsvindt.

Nationaal Nucleair Kennismanagementprogramma

Na afronding van de interviews en de gezamenlijke werksessie met de stakeholders werd bekend dat de Raad van Advies van de ANVS (hierna: de Raad) in maart 2019 het advies 'veiligheid in een krimpende sector' heeft vastgesteld en op de website van ANVS heeft gepubliceerd op 21 juni 2019. In dit advies heeft de Raad zich gebogen over de vraag hoe er voor kan worden gezorgd dat er voldoende kennis bij de ANVS in huis blijft in een omgeving waarin nucleaire activiteiten in Europa worden afgebouwd. De Raad heeft zich gebogen over een mogelijke manier om die benodigde kennis te borgen en adviseert onder andere de opzet van een Nationaal Nucleair Kennismanagementprogramma (NNKP), in samenwerking met vergunninghouders, universiteiten en kenniscentra.

Volgens het advies van de Raad dient een NNKP zich te richten op:

- a) het leveren van voldoende afgestudeerden (of mensen met een andere studie-achtergrond met een geschikte (aanvullende) opleiding). Dit heeft als doel voldoende kritische massa aan Nederlandse (nucleaire) professionals in stand te houden met die vaardigheden en kennis die vereist zijn om ondersteuning te bieden bij de uitvoering en regelgeving van het nucleaire programma. Deze kritische massa is nodig voor de volledige levensduur die nog resteert in het geval dit programma wordt verkleind
- b) het verwerven van aanvullende vereiste expertise
- c) het opbouwen en behouden van de kennis over ontmanteling die aanwezig is in Nederland (bijvoorbeeld binnen COVRA en NRG).

Ter opvolging van dit advies heeft de ANVS een kleine onafhankelijke commissie ingesteld met de opdracht om een advies te geven over de partijen (zowel Nationaal als binnen de EU) die betrokken moeten zijn bij structurele borging van de kennisbasis voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, inclusief de verdeling van rollen, verantwoordelijkheden en wijze van financiering. De commissie streeft ernaar om eind 2019 haar bevindingen aan het bestuur van de ANVS te kunnen rapporteren.

Door één van de stakeholders wordt de suggestie gedaan om de humuslaag te versterken door de kennisinfrastructuur opnieuw te ontwerpen en de relevante onderwerpen (beleidsdoelen) bij verschillende terzake deskundige partijen te beleggen. Dit betekent dus het koppelen van de beleidsdoelen aan de vergunninghouders en overige stakeholders. In het licht van deze suggestie zou het hoofdzakelijk fundamenteel onderzoek naar CO₂-arme energievoorziening mogelijk bij het TU RID kunnen worden belegd, onderzoek op het gebied van radioactief afval bij COVRA en een afgebakend onderzoeksdeel op het gebied van Stralingsbescherming bij het RIVM. In dit herontwerp is NRG de uitvoerder van het onderzoek binnen het beleidsdoel nucleaire veiligheid.

Het advies van de Raad van Advies aan de ANVS tot het opzetten van een NNKP (zie vorige kader) lijkt aan te sluiten op de suggestie voor het versterken van de samenwerking tussen de verschillende partijen in de nucleaire kennisinfrastructuur ten behoeve van het versterken van de humuslaag. Voor het bepalen van de inhoud en scope van het nieuwe beleids- en subsidiekader geldt de aanbeveling om hiervoor afstemming te zoeken met de opvolging die ANVS geeft aan het advies van de Raad.

PALLAS

Het algemene beeld van de stakeholders tijdens de interviewronde was dat men verwacht dat PALLAS er wel komt én dat er ook een onderzoeksfaciliteit in PALLAS komt, hoewel dit laatste nog helemaal niet zeker is. Op 4 juli 2019 informeerde minister Bruins de Tweede Kamer dat het kabinet heeft besloten tot verdere voortzetting van Pallas en te starten met onderhandelingen met de potentiële private investeerders (zie het kader op deze pagina).

Als de productiefaciliteit PALLAS er komt betekent dit volgens een aantal stakeholders ook dat onderzoek moet worden gedaan dat aansluit op de lijn van PALLAS, bijvoorbeeld onderzoek naar de ontwikkeling van nieuwe

medische isotopen. Als binnen PALLAS door NRG onderzoek kan worden gedaan naar nieuwe toepassingen van medische isotopen, dan zou medisch onderzoek volgens deze stakeholders als beleidsdoel moeten worden opgenomen in het nieuwe beleidskader. Of er onderzoek gedaan gaat worden en zo ja, wat de invulling van dit onderzoek dan moet zijn en welke onderzoeksfaciliteiten hiervoor worden geboden, is volgens verschillende stakeholders een beslissing van de overheid.

Minister Bruins: ‘Belangrijke stap nieuwe reactor medische isotopen’ (Rijksoverheid, 2019, 5 juli).

Het plan voor een nieuwe reactor voor medische isotopen in Petten wordt steeds concreter. Meerdere private partijen willen investeren in het project, meldt minister Bruno Bruins (medische zorg) vandaag in een brief aan de Tweede Kamer.

Het kabinet heeft ingestemd met de verdere voortgang van de Pallas-reactor. De komende periode zal er met de private investeerders worden onderhandeld. In 2020 moet er een definitief akkoord liggen over de financiering van de nieuwe reactor. Als vervolgens ook de vergunningen rond zijn, kan de bouw in de loop van 2021 starten.

Minister Bruins: “Dit is een mijlpaal; een belangrijke stap. Er is nog veel werk aan de winkel, maar nu zich meerdere private investeerders hebben gemeld kunnen we echt aan de slag. De nieuwe reactor is van het grootste belang voor de continuïteit van tal van medische behandelingen. Bovendien houden we de expertise op het gebied van medische isotopen in Nederland, én het is goed voor de werkgelegenheid.”

In de presentatie voor de EBC-vergadering van 9 oktober 2018 noemt de directeur van PALLAS het cruciaal voor PALLAS dat aansluiting bestaat bij de kennis en kunde van NRG. De plannen van PALLAS voorzien in een voortzetting van het onderzoeksprogramma zoals NRG dat in 2018 uitvoert. In het scenario dat PALLAS vanaf 2025 wordt gerealiseerd, is het voor PALLAS van belang dat in het nieuwe onderzoeksprogramma van NRG kennis en competenties worden ontwikkeld die aansluiten bij wat PALLAS nodig heeft om een van ‘s werelds toonaangevende leveranciers van medische isotopen te zijn en een cruciale rol te spelen in de leveringsketen voor radiofarmaceutische producten wereldwijd en in nucleair technologisch onderzoek. In de presentatie voor de EBC-vergadering werd aangegeven dat een EZS-invulling voor PALLAS met name op twee gebieden ligt: ATF (Accident Tolerant Fuel) en de ontwikkeling van Small Modular Reactors (SMR) met als leidende concepten de MSR (gesmolten zoutreactor) en hoge temperatuur gasgekoelde reactor (HTGR).

Minister Bruins: “Het kabinet acht het daarnaast van belang dat het nucleair (energie)onderzoek wordt voortgezet. De onderzoekssubsidie die nu aan NRG wordt verstrekt kan ook beschikbaar komen voor Pallas, wanneer aan de nog nader te bepalen onderzoekbehoefte van het Rijk wordt voldaan. Met de komst van de Pallasreactor kan daarmee de kennisinfrastructuur in stand worden gehouden.” (Bruins, 2019).

Het kabinet acht het daarnaast van belang dat het nucleair (energie)onderzoek wordt voortgezet. De onderzoekssubsidie die nu aan NRG wordt verstrekt kan ook beschikbaar komen voor PALLAS, wanneer aan de nog nader te bepalen onderzoekbehoefte van het Rijk wordt voldaan. Met de komst van de PALLAS-reactor kan daarmee de kennisinfrastructuur in stand worden gehouden.

In de EBC-vergadering van 9 oktober 2018 heeft de EBC aan NRG gevraagd om de relatie van het onderzoeksprogramma met PALLAS zichtbaar te maken en daar in het nieuwe programma voldoende aandacht aan te besteden. Tevens heeft de EBC NRG verzocht te overwegen om in het nieuwe onderzoeksprogramma aandacht te besteden aan de toepassingen van LEU >5% verrijkingsgraad) in het onderzoek naar bijvoorbeeld ATF en SMR (EBC, 2018, p. 7).

Tot slot

In de interviews zijn, naast medisch en het versterken van de humuslaag, geen andere nieuwe beleidsdoelen naar voren gekomen. Het gedeelde beeld van de stakeholders is dat (cyber)security geen beleidsdoel zou moeten zijn in het nieuwe beleids- en subsidiekader. (Cyber)security is volgens de meeste stakeholders te veelomvattend; het raakt alle mensen en organisaties in alle sectoren. Deskresearch wijst uit dat het stimuleren van cybersecurityonderzoek onderdeel is van de Nederlandse Cybersecurity Agenda van het Ministerie van Veiligheid en Justitie. In november 2018 heeft NWO 1,2 miljoen euro toegekend aan cybersecurityonderzoek.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Conclusie 1

Redenerend vanuit de doelen van het beleidskader en de daarvan afgeleide performance-indicatoren stellen we vast dat de uitvoering van het programma effectief is geweest. De lijnen uit het onderzoeksprogramma passen binnen de doelen uit het beleidskader. De EBC – de ‘bewaker’ van het programma – heeft steeds inhoudelijk goedkeuring aan het onderzoeksprogramma en de jaarverslagen gegeven. De indicatoren worden jaarlijks gehaald en de ‘P&C-cyclus’ draait naar behoren. Daarmee realiseert het programma de gestelde inhoudelijke doelen en voldoet het aan de procesmatige randvoorwaarden.

Conclusie 2

De meerwaarde van het programma ligt primair in ‘het voeden van de humuslaag’. De resultaten uit de uitgevoerde projecten worden niet direct door derden benut. Tevens geldt dat de onderzoeksresultaten en rapporten relatief onbekend zijn in het brede stakeholderveld. In meer overstijgende zin dragen de uitgevoerde projecten wel bij aan het in standhouden van de kennisinfrastructuur en daarmee aan het op peil houden van de nucleaire en stralingskennis. In essentie geldt dan ook dat de onderzoeksresultaten de humuslaag versterken, zodat Nederland mede daardoor kan voldoen aan de nationale en internationale kenniseisen voor de operatie van de bedrijven binnen de nucleaire keten. Het belang van de humuslaag overstijgt volgens het merendeel van de stakeholders de directe opbrengst van de NRG-onderzoeksprojecten.

Conclusie 3

De huidige beleidsdoelen worden – mede ingegeven door het beleidsuitgangspunt ‘alle opties open’ – als actueel en relevant gezien. De aanwezigheid van de huidige nucleaire installaties en het openhouden van de nucleaire optie vereist volgens het merendeel van de stakeholders het in standhouden van de nucleaire kennisinfrastructuur. Het gedeelde beeld van de geïnterviewde stakeholders is dat het beleidskader voor NRG een goede basis vormt om aan kennisontwikkeling te doen. De geformuleerde beleidsdoelen in het beleidskader dekken de thema’s die nodig zijn voor het in standhouden van de nucleaire kennisinfrastructuur. Het beleidsdoel ‘Kennisfinanciering’ zou eventueel niet apart hoeven worden benoemd. Tevens zou de formulering van de beleidsdoelen op bepaalde punten nog enige actualisering behoeven (bijvoorbeeld verwijderen van expliciete benoeming van kernfusie).

Het valt te overwegen om het beleidsterrein ‘medisch’ als beleidsdoel toe te voegen. Ook zou het voeden van de humuslaag als direct doel opgenomen kunnen worden. Dit hangt wel nauw samen met het doel van de EZS-subsidie. In het veld bestaat onduidelijkheid over het doel van de subsidie. Heeft de subsidie tot doel om bijvoorbeeld nucleaire innovatie te stimuleren, de nucleaire en stralingskennis op peil te houden of de samenwerking binnen de nucleaire keten te stimuleren?

Conclusie 4

De rol van de EBC als ‘bewaker’ van de inhoudelijke kwaliteit van de projecten komt goed uit de verf. De meerwaarde van de projecten wordt inhoudelijk bediscussieerd en de voortgang kritisch beoordeeld. In die zin functioneert de EBC als een ‘begeleidingscommissie’ die de kwaliteit van de uitvoering van het programma bewaakt.

Aan de andere kant komt de rol van de EBC als 'schakel' tussen het ministerie en het onderzoeksprogramma minder goed uit de verf. Het optimaliseren van de meerwaarde van het EZS en het adviseren van het ministerie hierover is geen punt van aandacht. Deze adviserende rol – die in het beleidskader wel als zodanig is benoemd – kan beter worden ingevuld. Dit wordt overigens zowel door de EBC-leden, NRG als het ministerie onderschreven.

5.2 Aanbevelingen voor het nieuwe beleids- en subsidiekader

Aanbeveling 1

Maak het versterken van de humuslaag onderdeel van het beleids- en subsidiekader

Het opnemen van deze (onderliggende) doelstelling heeft tot doel de samenwerking, afstemming en alignment tussen en binnen de beleidsdoelen te versterken tussen partijen binnen de nucleaire keten onderling en met eventuele relevante stakeholders buiten de nucleaire keten. Hierbij kan eventueel vanuit een gezamenlijke visie worden geopereerd. In dit kader kan ook ingezet worden op het breed delen van de onderzoeksresultaten van het programma met het gehele stakeholderveld. Met het opnemen van dit thema ontstaat wellicht ook de mogelijkheid voor EZK om middels rapportages beter inzicht te verkrijgen in de complementariteit van de verschillende schakels in de gehele nucleaire kennisketen. Het expliciet benoemen van 'versterken van de humuslaag' geeft ook gelijk duidelijkheid over het doel van de EZS-subsidie en stelt de EBC (beter) in staat om de onderzoekslijnen en -resultaten te toetsen op hun bijdrage aan de versterking ervan. Dit vraagt wel om het ontwikkelen van een visie op het versterken van de humuslaag (onder andere richting en scope) en de rol van de departementen en de verschillende partijen die een bijdrage (kunnen) leveren aan het versterken.

Aanbeveling 2

Zoek met het onderzoeksprogramma aansluiting op PALLAS

Het zoeken van de samenwerking met PALLAS past goed binnen het versterken van de humuslaag. Voorwaarde is wel dat PALLAS er komt. Als de productiefaciliteit PALLAS er komt betekent dit ook dat in het nieuwe onderzoeksprogramma van NRG kennis en vaardigheden zouden kunnen worden opgebouwd die voorsorteren op wat PALLAS in 2025 nodig heeft. De EBC heeft aan NRG gevraagd in het nieuwe onderzoeksprogramma voldoende aandacht te besteden aan het zichtbaar maken van de relatie van het programma met PALLAS.

Aanbeveling 3

Neem kennisfinanciering niet als apart beleidsdoel op in het nieuwe beleids- en subsidiekader

Kennisfinanciering (sterk verkennend onderzoek) zit als fundament in de andere beleidsdoelen. Voor het nieuwe beleids- en subsidiekader kan in overweging worden genomen om kennisfinanciering niet meer als apart beleidsdoel te benoemen, maar integraal onderdeel te laten zijn van de overige beleidsdoelen. Tevens kan in overweging worden genomen om ten behoeve van de kennisfinanciering in het beleids- en subsidiekader eisen te stellen aan de (rapportage over de) complementariteit van het sterk verkennende onderzoek.

Aanbeveling 4

Kies een positie ten aanzien van het doel en de scope van het nieuwe beleids- en subsidiekader

Voor de op te nemen beleidsdoelen in het nieuwe beleids- en subsidiekader is het van belang dat het Ministerie van EZK positie kiest ten aanzien van het doel en de scope van het beleidskader. Ziet EZK het kader in de context van het energiebeleid van het ministerie, of dient het beleidskader te worden gezien in de bredere context van al het nucleair gerelateerd onderzoek in Nederland.

- Scenario 1: de scope is EZK: het nieuwe beleids- en subsidiekader heeft alleen tot doel het stimuleren van onderzoek en innovatie op het gebied van verschillende nucleaire vormen van CO₂-arme energieopwekking. In dit scenario blijft alleen het beleidsdoel CO₂-arme energievoorziening bestaan. De overige beleidsdoelen zoals nucleaire veiligheid, radioactief afval en stralingsbescherming vallen buiten de scope van het nieuwe beleids- en subsidiekader. Het beleidsdoel 'kennisfinanciering' is integraal onderdeel van het beleidsdoel CO₂-arme energievoorziening.
- Scenario 2: de scope is EZK: het nieuwe beleids- en subsidiekader heeft net als het huidige kader tot doel, het stimuleren van de nucleaire veiligheid, de veilige en efficiënte omgang met radioactief afval, stralingsbescherming en energieonderzoek en innovatie. Het beleidsdoel 'kennisfinanciering' is integraal onderdeel van deze vier beleidsdoelen. Nucleair medisch onderzoek valt buiten deze scope, omdat het publieke belang van de volksgezondheid in het domein van VWS thuis hoort en niet in het domein van EZK. Met relevante stakeholders binnen de verschillende beleidsdoelen zal afstemming moeten worden gezocht over de scope en complementariteit van het onderzoek van NRG.
- Scenario 3: de scope is EZK en VWS: de bestaande beleidsdoelen in het huidige beleids- en subsidiekader worden in het nieuwe onderzoeksprogramma aangevuld met het beleidsdoel nucleair medisch (NucMed). Voor het NucMed-onderzoek worden in het nieuwe kader een duidelijke ambitie en opgaaf opgenomen. Om te voorkomen dat het NucMed-onderzoek ten koste gaat van het onderzoek binnen de overige vier beleidsdoelen zal aanvullende financiering moeten worden gevonden. Onderzocht kan worden of het vanuit het gezichtspunt van het Topsectorenbeleid haalbaar is om aanvullende middelen aan te trekken voor de financiering van onderzoek en innovatie op de cross-over van energie en medisch (respectievelijk Topsector Energie en Topsector Health & Life Sciences).
- Scenario 4: de scope is Rijksbreed: vanuit deze positie wordt vanuit een Rijksbrede context gekeken naar de invulling én financiering van het nieuwe beleids- en subsidiekader. Het nieuwe kader omvat beleidsdoelen ten behoeve van het nucleaire onderzoek in Nederland, NucMed en eventuele nieuwe beleidsdoelen die voortkomen uit de nucleaire onderzoeksgebieden die buiten de scope van NRG liggen. De verschillende beleidsdoelen worden gesubsidieerd vanuit de verschillende relevante departementen en overige stakeholders. De EZS-middelen worden in dit scenario uitsluitend ingezet voor de financiering van de beleidsdoelen zoals hierboven beschreven in scenario 1 of scenario 2.

Voor het kiezen van de positie en het bepalen van de inhoud en scope van het nieuwe beleids- en subsidiekader geldt de aanbeveling om hiervoor afstemming te zoeken met de opvolging die ANVS geeft aan het advies van de raad betreffende het Nationaal Nucleair Kennismanagementprogramma (zie kader pagina 32).

Visie van Berenschot op het nieuwe beleids- en subsidiekader

Handhaving van de vier beleidsdoelen in het huidige beleids- en subsidiekader, omdat deze onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Bij het onderzoek naar verschillende nucleaire vormen van CO₂-arme energieopwekking spelen ook nucleaire veiligheid, het vinden van oplossingen voor radioactief afval en stralingsbescherming een rol. Het beleidsdoel 'kennisfinanciering' wordt in het nieuwe kader niet als apart beleidsdoel opgenomen, maar geïntegreerd in de overige beleidsdoelen. De vier beleidsdoelen worden aangevuld met het beleidsdoel NucMed. Het stimuleren van NucMed is niet alleen in het belang van VWS (gezondheid), maar ook in het belang van EZK (economisch). Om te voorkomen dat NucMed-onderzoek ten koste gaat van het onderzoek binnen de overige vier beleidsdoelen zal aanvullende financiering moeten worden gevonden. Voor alle beleidsdoelen geldt dat de scope en complementariteit van het onderzoek van NRG goed moet worden afgestemd met de relevante stakeholders die actief zijn in het domein van de betreffende beleidsdoelen. Het versterken van de humuslaag is tevens onderdeel van het nieuwe beleids- en subsidiekader en is wordt als een satéprikker door de vijf beleidsdoelen gestoken, met het doel de samenwerking, afstemming en alignment tussen en binnen de beleidsdoelen te versterken. Voor het versterken van de humuslaag (onder andere richting, scope, betrokken partijen en hun rol) wordt een visie opgesteld. De EBC toetst de onderzoekslijnen en -resultaten van het onderzoeksprogramma op de bijdrage aan de versterking van de humuslaag.

Aanbeveling 5

Herijk de rol van de EBC

In de loop der jaren is de EBC meer gaan functioneren als 'begeleidingscommissie' die de meerwaarde en de voortgang van de afzonderlijke onderzoeken beoordeelt en bewaakt. De rol van adviseur van het ministerie is op de achtergrond geraakt en dient opnieuw doordacht en versterkt te worden. In onze beleving dient de EBC het ministerie in overstijgende zin te adviseren over het optimaliseren van de aansluiting van het beleids- en subsidiekader op de beleidsdoelen van het ministerie. Daarvan afgeleid heeft de EBC een belangrijke rol in het borgen van de kwaliteit van de uitgevoerde projecten.

Mede afhankelijk van de scope van het beleids- en subsidiekader (zie aanbeveling 4) dient de bemensing daarbij ook een onderwerp van reflectie te zijn. In onze beleving ligt het daarbij sowieso voor de hand om de ANVS te verzoeken tot de EBC toe te treden.

Aanbeveling 6

Herijk eventueel de prestatie-indicatoren

Het sturen op prestaties is belangrijk. Mede afhankelijk van het gekozen scenario dient een set van prestatie-indicatoren ontwikkeld te worden die daadwerkelijk inzicht bieden in de voortgang en prestaties van het programma. In algemene zin is dit een open deur. In de praktijk echter blijkt het keer op keer lastig om tot een gedragen set aan indicatoren te komen die inzicht biedt in het functioneren van het beleids- en subsidiekader. In de regel wordt volstaan met afgeleide indicatoren die een indicatie geven van de effectiviteit van het beleid maar wel nadere interpretatie behoeven.

In nauwe samenspraak met het ministerie, de EBC en NRG dienen de huidige indicatoren onder de loep genomen te worden en eventueel te worden aangepast.

Aanbeveling 7

Handhaaf de omvang van het jaarlijkse subsidiebudget wanneer de huidige beleidsdoelen leidend blijven

Het gedeelde beeld van de geïnterviewde stakeholders is dat het subsidiebedrag dat het Ministerie van EZK jaarlijks investeert in de huidige beleidsdoelen relatief bescheiden is, gezien het nucleaire kennisniveau dat hiermee op peil wordt gehouden. Het kennisniveau in Nederland doet daarbij zeker niet onder voor het nucleaire kennisniveau in het buitenland, terwijl de investeringen die het buitenland doet in nucleair onderzoek een veelvoud zijn van het EZS. Hoewel het lastig is om een kritische financiële ondergrens te bepalen, bestaat de kans dat een verlaging van het subsidiebudget bij een handhaving van de huidige beleidsdoelen zal leiden tot een afbreuk van het nucleaire kennisniveau in Nederland en een verzwakking van de humuslaag. De afgeleide hiervan is dat het inkrimpen of aanvullen van de huidige beleidsdoelen vraagt om respectievelijk het verlagen of verhogen van het subsidiebudget.

Deel II Factsheets

6. Factsheets

6.1 Inleiding

Dit deel van het rapport bevat de factsheets met een meer gedetailleerde uitwerking van de onderzoeksresultaten van NRG, zoals deze in paragraaf 3.1 van dit rapport (deels) hebben gediend als basis voor de reactie van de stakeholders op de opbrengsten per beleidsdoel. De factsheets zijn opgesteld voor de geïnteresseerde lezer die meer detailinformatie wil hebben over de behaalde resultaten en belangen per beleidsdoel. Tevens kunnen de factsheets dienen als hulpmiddel bij het kiezen van de positie voor de scope van het nieuwe beleids- en subsidiekader, omdat ze kort en bondig weergeven waarom een bepaalde organisatie/departement een evenredig of groter belang heeft bij een onderzoeksthema.

De factsheets zijn opgesteld op basis van de onderzoeksprogramma's van 2017 en 2018. De factsheets geven per beleidsdoel inzicht in de volgende punten:

1. Welke doelen met het thema behaald dienen te worden (korte beschrijving).
2. De rol van NRG in het desbetreffende thema, zoals benoemd in het beleidskader.
3. De onderzoeksactiviteiten en -resultaten van NRG.
4. Een overzicht van de stakeholders en hun belangen in het kader van dit beleidsdoel. Het is niet mogelijk gebleken om de belangen van de stakeholders te koppelen aan de directe resultaten van het NRG-onderzoek. Hiervoor verwijzen wij ook graag naar onze bevindingen in hoofdstuk 3. Hierin is beschreven dat weinig stakeholders direct gebruik maken (of hebben gemaakt) van de onderzoeksresultaten van NRG.

Ter volledigheid van de factsheets zijn de behaalde KPI's en de behaalde percentages deliverables toegelicht na de vijf beleidsdoelen.

6.2 Nucleaire Veiligheid

Het waarborgen en continu verbeteren van de nucleaire veiligheid staat centraal bij het exploiteren van nucleaire installaties. Het denken rond nucleaire veiligheid staat niet stil. Gebeurtenissen als in Fukushima hebben geleid tot een verdere verdieping ervan. Dit heeft onder andere geresulteerd in het IAEA Action Plan on Nuclear Safety met als doel een programma vast te stellen dat tegemoetkomt aan de vraag om de globale nucleaire veiligheid te versterken. Daarbij wordt een beroep gedaan op alle lidstaten, om een actieve bijdrage aan dat programma te leveren. Beveiliging van nucleaire installaties valt ook onder dit beleidsdoel (Ministerie van EL&I, z.d.).

Het onderzoeksprogramma van NRG dient gericht te zijn op het waarborgen en verbeteren van de nucleaire veiligheid. Het onderzoek van NRG dient antwoord te geven op vragen als: wat zijn de effecten van zowel interne als externe factoren op veiligheid van nucleaire installaties? Hoe kan dit tot een minimum beperkt worden?

6.2.1 Behaalde resultaten van NRG in 2017 en 2018

<p>Long Term Operation</p> <p>Om kerncentrales langer in bedrijf te houden moet de veiligheid aantoonbaar worden gewaarborgd. NRG levert de kennis en de kunde waarmee dit kan worden aangetoond.</p> <p>NRG heeft met numerieke stromingsberekeningen bijgedragen aan een betere voorspelbaarheid van de consequenties van Pressurized Thermal Shock.</p> <p>NRG werkt aan het opstellen van een industriële code voor de beoordelingen van leidingen in nucleaire installaties. Onderzoek heeft geleid tot een aanpassing van de toonaangevende breukmechanica code R6.</p> <p>NRG doet onderzoek naar vermoeiing onder bedrijfscondities van een operationele kerncentrale. NRG heeft verder gewerkt aan betrouwbare numerieke modellering van het gedrag van koelmiddel rond de kwetsbare plekken in een reactorvat.</p> <p>NRG onderzoekt een unieke serie reactorvatstaalmonsters voor 'verbrossing' van het reactorvat. Er is een begin gemaakt met een testcampagne waarin de bestraalde monsters mechanisch gekarakteriseerd worden.</p>	<p>Veiliger splijtstof</p> <p>Het nabestralingsonderzoek in 2017 heeft de succesvolle werking van het experiment over het verschijnsel 'kruip' (een blijvende vervorming) in splijtstof aangetoond.</p> <p>NRG heeft gewerkt aan alternatieve splijtstofomhullingen. Hierbij worden alternatieve metalen en materialen onderzocht.</p> <p>NRG heeft, als leverancier van veel experimentele data, gewerkt aan de verbetering van de bestaande rekenmodellen waarmee het gedrag van huidige en toekomstige splijtstof inzichtelijk wordt gemaakt.</p> <p>NRG heeft bijgedragen aan de ontwikkeling en validatie van modellen waarmee berekend kan worden of, en onder welke omstandigheden, er risico's ontstaan rond opgeslagen gebruikte splijtstof.</p>
<p>Digitale besturing</p> <p>NRG heeft veel werk verricht aan het vaststellen van de betrouwbaarheid van digitale instrumentatie met behulp van probabilistische veiligheidsmodellen.</p>	<p>Veiligheidsevaluaties</p> <p>NRG heeft een model ontwikkeld waarmee meer gedetailleerde gegevens over de temperatuurverdeling en de stromingen in een gesmolten kern ter hoogte van het reactorvat verkregen kunnen worden.</p>
<p>Veiligheidsberekeningen</p> <p>Internationaal is er steeds meer aandacht voor het kwantificeren van de foutenmarges in de berekeningen die de basis vormen voor veiligheidsanalyses. Er is een nieuwe benchmark gestart, waar NRG aan deelneemt, die zich zal richten op het bepalen van onzekerheden van thermo hydraulische berekeningen.</p>	<p>Vloeistof-Structuur Interactie</p> <p>NRG heeft een model opgeleverd waarmee de wisselwerking tussen het gedrag van koelmiddel en de eventueel vibrerende splijtstofelementen kan worden gesimuleerd.</p>

6.2.2 Stakeholders Nucleaire Veiligheid

1. Ministerie van EZK:
 - a. EZK is verantwoordelijk voor de wet- en regelgeving op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, en voor het afgeven van vergunningen.
2. ANVS:
 - a. Ziet er vanuit haar primaire taak als Autoriteit op toe dat de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming in Nederland voldoen aan de hoogste eisen. Van daaruit zijn zij gebaat bij onderzoek naar nucleaire veiligheid en stralingsbescherming.
3. Vergunninghouders (Urenco, EPZ, NRG, TU RID, PALLAS en COVRA)
4. Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV):
 - a. De Onderzoeksraad heeft onderzocht hoe Nederland met België en Duitsland samenwerkt om een kernongeval te voorkomen en de gevolgen van een eventueel ongeval te beperken. Hiermee heeft de Onderzoeksraad geen direct belang bij het onderzoek van NRG naar nucleaire veiligheid. In het rapport worden wel aanbevelingen gedaan voor verbetering van grensoverschrijdende samenwerking.

5. IAEA - Action Plan on Nuclear Safety:
 - a. Heeft als doel een programma vast te stellen dat tegemoet komt aan de vraag om de globale nucleaire veiligheid te versterken.

6.3 Radioactief afval

Op dit moment wordt al het Nederlandse radioactief afval opgeslagen bij de COVRA. Rond het jaar 2100 is een besluit over (terugneembare) eindberging van het hoogradioactieve, langlevende afval in de diepe ondergrond in een stabiele geologische formatie voorzien. Rond 2130 moet de eindberging operationeel zijn. Hierbij wordt gedacht aan klei- of zoutlagen. Een geologische eindberging is naar de huidige wetenschappelijke inzichten de veiligste en meest geschikte optie voor het beheer van het hoogradioactief afval waarbij wordt bereikt dat het afval ook op de langere termijn buiten de levensruimte van mens en milieu blijft. Maar er dient meer onderzoek verricht te worden om de randvoorwaarden voor eindberging van radioactief afval voor de Nederlandse situatie aan te scherpen. Veiligheid voor mens en milieu staat daarbij voorop. Het zoeken naar mogelijkheden om de levensduur van radioactief afval te verkorten van honderdduizenden jaren naar honderden jaren valt hier ook onder (transmutatie). Aandachtspunt is ook de vermindering van de hoeveelheid te bergen afval, dat na ontmanteling naar de eindberging moet. Daarnaast wordt er in met name de (proces)industrie en de medische wereld middel- en laagactief afval geproduceerd. Een veilige, verantwoorde uitvoering van processen in de betrokken bedrijfstakken vereist continu ontwikkeling van technieken op het gebied van karakterisering en opslag van deze qua volume veel grotere stroom afval. In de nabije toekomst zal ontmanteling van installaties in Nederland moeten plaatsvinden.

Het onderzoeksprogramma van NRG richt zich op het vinden van oplossingen voor de eindberging en levensduurverkorting van het hoogradioactieve afval. Voor het onderzoek is zowel fundamenteel als ook toegepast nucleair onderzoek nodig. Daarnaast zal NRG werken aan methodes die bijdragen aan een veilig, verantwoord beheer van het laag- en middelactief afval (Ministerie van EL&I, z.d., p. 4).

6.3.1 Behaalde resultaten van NRG in 2017 en 2018

Algemeen	Decommissioning
NRG heeft modellen opgesteld waarmee op basis van nucleaire rekencodes de hoeveelheid gas voor een bepaald volume afval onder bepaalde omstandigheden berekend kan worden.	In 2018 is een begin gemaakt met de berekeningen voor de kerncentrale in Dodewaard. Bij bewezen succes kan een dergelijk model ook ingezet worden bij de decommissioning van bijvoorbeeld cyclotrons.
NRG heeft de activering van beton tijdens operatie van een nucleaire faciliteit onderzocht, met gebruikmaking van nucleaire codes.	
Karakterisatie van radioactief afval	
In 2018 zijn de eerste experimenten door NRG met succes afgerond. De experimenten gingen over de ingebruikname van pyrolyse-techniek voor de analyse van bèta-emitters.	

6.3.2 Stakeholders Radioactief afval

1. ANVS/Ministerie van IenW:
 - a. De ANVS is verantwoordelijk voor de beleidsontwikkeling op dit terrein inclusief de eindberging.
 - b. Alle EU-lidstaten zijn verplicht een nationaal programma te maken voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen. Het Nationaal programma radioactief afval en verbruikte splijtstof is door de Minister van IenM (nu IenW) vastgesteld en op 24 juni 2016 aan het parlement en de Europese Commissie aangeboden.

- c. Iedere drie jaar rapporteert de ANVS aan het IAEA wat de voortgang is in het beleid.
- 2. COVRA:
 - a. Het belang van COVRA komt vanuit hun primaire taak, namelijk het verzamelen, verwerken en opslaan van radioactief afval. Niet alleen van kernenergiecentrales, maar ook van ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen en industrie. Dit is het enige bedrijf dat deze taak heeft in Nederland.
 - b. COVRA maakt op het gebied van heterogeen afval als ontvanger gebruik van de onderzoeken van NRG.
- 3. RID – geen specifiek belang benoemd.
- 4. EPZ (kerncentrale Borssele):
 - a. De kennis van NRG over, en de onderzoeken naar radioactief afval worden door EPZ ingezet voor de kerncentrale Borssele. Hierover heeft EPZ op regelmatige basis contact met NRG.
- 5. Urenco – geen specifiek belang benoemd.
- 6. Ministerie van VWS:
 - a. Vanuit de verantwoordelijkheid voor de hele gezondheidszorg heeft het Ministerie van VWS belang bij het onderzoek naar de opslag van afval. Dit komt voort uit het gebruik van de medische isotopen in de gezondheidszorg, en de zorg voor de opslag van de afval hiervan.
- 7. Ziekenhuizen/laboratoria:
 - a. Ziekenhuizen en laboratoria zijn de directe gebruikers van medische isotopen. Het belang op dit thema ligt bij de verwerking van het radioactief afval van medische isotopen.
- 8. RIVM:
 - a. RIVM doet evenals NRG onderzoek op dit gebied. Verschil is echter dat RIVM vooral beleidsverkenningen en de fundamenteën onderzoekt, terwijl NRG meer toegepast onderzoek uitvoert.

6.4 Stralingsbescherming

Ioniserende straling is zeer energierijke straling die atomen kan veranderen. Blootstelling aan een te hoge dosis straling kan schadelijk zijn voor mensen, dieren, planten en goederen. Hierbij gaat het om de ioniserende straling van radioactieve stoffen, ertsen, splijtstoffen, natuurlijke bronnen en/of röntgentoestellen. Ioniserende straling wordt behalve voor kernenergie ook toegepast in de gezondheidszorg, de industrie en bij wetenschappelijk onderzoek. De bescherming van mensen en milieu tegen de nadelige gevolgen van blootstelling aan ioniserende straling is strikt geregeld in wet- en regelgeving.

Het onderzoek van NRG richt zich op het reduceren van blootstelling aan ioniserende straling bij zowel radiologische medewerkers als bij de rest van de bevolking (Ministerie van EL&I, z.d., p. 4).

6.4.1 Behaalde resultaten van NRG in 2017 en 2018

Dosimetrie Richtlijn gepubliceerd verminderen van blootstelling van de ooglen bij professionals. Nieuwe generatie dosimeters op de markt die direct afleesbaar zijn: Direct Ion Storage, DIS. Uitkomsten van onderzoek zijn op een bijeenkomst van de IRPA (International Radiation Protection Association) gepresenteerd.	Radio-ecologie In 2015 is gestart met gebruik van POSEIDON, software code voor berekenen van potentiële verspreiding van radioactiviteit in zeewater, sediment en voedselketen. Omzetting model voor de toepassing voor de Nederlandse wateren is in 2018 gerealiseerd.
Veiligheidscultuur In 2015 is een project opgestart met NVS en Safety Science & Security Group van TU-Delft voor het ontwikkelen van tools voor bedrijven om hun veiligheidscultuur meer te monitoren en verbeteren. In 2018 is het platform voor intervisie gevestigd. NVS volgt dit onderzoek op.	Radon en Thoron Op initiatief van NRG was een internationaal ringonderzoek uitgevoerd naar thoron uit bouwmaterialen. In 2018 is gestart met de ontwikkeling van een NEN-norm voor bepaling van de thoronexhalatiesnelheid uit bouwmaterialen. Het verschil in vrijzetting van radon en thoron in beton is onderzocht in samenwerking met het Technisch Centrum voor de Keramische Industrie. Hiervoor is de door NRG ontwikkelde techniek voor directe meting van thoron gebruikt.
Educatie en training In 2017 is de bijdrage afgerond aan Enetrapp III, de ontwikkeling van nieuwe, innovatieve trainingsmethodes voor stralingsbescherming.	

6.4.2 Stakeholders Stralingsbescherming

1. Ministerie van EZK:
 - a. Dit ministerie heeft enkel een algemeen belang als verantwoordelijke voor het subsidiekader.
2. Ministerie van I&W:
 - a. Dit ministerie heeft een politiek belang vanuit de politieke verantwoordelijkheid voor de ANVS.
3. Ministerie van VWS:
 - a. Voor dit ministerie is stralingsbescherming van belang vanwege de veiligheid van werknemers en verzorgenden (carers) die met ioniserende straling in aanraking komen. Het ministerie heeft belang bij onderzoek naar stralingsbescherming bij het opleiden van mensen en werknemersbescherming.
4. RIVM (agentschap van ministerie van VWS):
 - a. Het belang van RIVM in het onderzoek naar stralingsbescherming is het behouden en ontwikkelen van kennis in het algemeen. Het huidige kennisniveau daalt gestaag. Indien deze ontwikkeling doorzet, zal veel kennis en ervaring verloren gaan.
5. Ministerie van SZW:
 - a. Werknemersbescherming en opleiden van mensen.
6. ANVS:
 - a. Ziet vanuit haar primaire taak als autoriteit toe op dat de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming in Nederland voldoen aan de hoogste eisen. Daardoor hebben zij belang bij onderzoek naar nucleaire veiligheid en stralingsbescherming.
 - b. Het behouden van de kennispositie van NRG stelt ANVS in staat om een beroep te doen op NRG voor het efficiënt en op niveau uitvoeren van betaalde onderzoeksopdrachten. Snelle en betrouwbare resultaten dienen als basis voor eventueel door ANVS te nemen maatregelen ten behoeve van de handhaving van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming.
 - c. Opleiden van mensen.
7. RID:
 - a. Stralingsbescherming is volgens RID een belangrijke onderzoekslijn, omdat het iedereen raakt.
8. IAEA:

- a. IAEA ontwikkelt zelf veiligheidsstandaarden voor het beschermen van gezondheid en het minimaliseren van het gevaar voor het leven van mensen en hun bezit. Het onderzoek van NRG kan hieraan bijdragen. Het is onbekend of daar ook daadwerkelijk gebruik van gemaakt wordt door IAEA.
- 9. Stralingsdeskundigen van universiteiten en andere instellingen:
 - a. Kennisbelang: behoud van kennis. Voor de beschermingswereld zou het goed zijn als er een aantal hoogleraren zouden zijn op het gebied van stralingsbescherming.

6.5 Geavanceerde nucleaire technologie – CO₂-arme energievoorziening

Kernenergie is een CO₂-vrije vorm van elektriciteitsopwekking en speelt internationaal een belangrijke rol als overgangstechnologie naar een volledig duurzame energievoorziening. Het gaat hierbij om onderzoek naar verschillende nucleaire vormen van CO₂-arme energieopwekking, zoals kernenergie (zowel kernsplijting als -fusie). Kernenergie draagt bij aan de diversificatie van energiebronnen en leidt niet tot uitstoot van CO₂. Bij kernfusieonderzoek gaat het niet om de energievoorziening op korte termijn maar wel om kennisontwikkeling en heeft het ook raakvlakken met de andere beleidsdoelen (Ministerie EL&I, z.d., p. 5).

Het onderzoek van NRG richt zich op zowel kernsplijting als kernfusie waarbij ook nucleaire veiligheid, het vinden van oplossingen voor radioactief afval en stralingsbescherming een rol spelen. Hieronder valt ook de ontwikkeling van materialen voor toekomstige kernfusiereactoren.

Binnen het EZS-onderzoeksprogramma vertaalt het beleidsdoel te komen tot een CO₂-arme energievoorziening zich in onderzoek aan drie technologieën die in de internationale onderzoekswereld beschouwd worden als kansrijke opties:

1. Gesmolten zout reactoren (MSR).
2. Metaal gekoelde snelle reactoren (LMFR).
3. Small modular reactors (SMR).

6.5.1 Behaalde resultaten van NRG in 2017 en 2018 (op basis van jaarverslagen 2017 en 2018)

Gesmolten zout reactoren (MSR)	Metaal gekoelde reactoren
In 2017 is het eerste bestralingsexperiment gestart voor de bestraling van een zout-splijtstof mengsel. Er is veel (internationale) belangstelling voor de experimenten die NRG op dit gebied uitvoert.	NRG is betrokken bij Europese studies naar geavanceerde splijtstofcycli, het thermo-hydraulische gedrag van vloeibaar metaal en de economische haalbaarheid van het type reactor.
NRG werkt sinds 2016 samen met TU Delft om meer inzicht te krijgen in het gedrag van splijtingsproducten in Molten Salt Reactors. De kennis is noodzakelijk om veiligheidsanalyses uit te kunnen voeren.	In 2017 heeft NRG grote stappen gezet voor de evaluatie en verdere verbetering van een eerder door NRG ontwikkeld turbulentie warmteoverdracht-model. In 2018 volgt verdere evaluatie en ontwikkeling van het model.
	In 2017 zijn meerdere evaluaties en verbeteringen van modellen opgestart en verder ontwikkeld. In 2018 worden de validaties verwacht.
	De kennis die NRG door de jaren heen heeft opgebouwd rond het gedrag van metaal gekoelde reactoren, is in internationaal verband gedeeld tijdens lezingen bij het Von Karman Instituut in Brussel.
	In 2017 is een economische analyse gepubliceerd voor co-generation met de 'kleine' metaal gekoelde ALFRED-reactor.

6.5.2 Stakeholders CO₂-arme energievoorziening

1. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK):

Verantwoordelijk voor een schone, betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening, waarbij kernenergie op dit moment onderdeel uitmaakt van de mix als het om de productie van elektriciteit gaat.

2. Ministerie van OCW:
 - a. Dit Ministerie heeft belang in het fundamentele onderzoek van kernfusie/energie, vanwege het voordeel dat kernfusie relatief schone energie is. NRG doet hier geen fundamenteel onderzoek naar. Daardoor heeft OCW op dit vlak geen belang in het onderzoek van NRG.
3. Reactor Instituut Delft (RID):
 - a. Het Nederlandse kenniscentrum voor aan straling gerelateerd onderzoek en onderwijs. RID doet onderzoek naar duurzame energie, materialen en gezondheid.
4. International Atomic Energy Agency (IAEA).
5. EPZ (Kerncentrale Borssele):
 - a. Produceert de Nederlandse kernenergie. Ook wordt in Nederland energie geïmporteerd vanuit Duitsland en Frankrijk.

6.6 Kennisfinanciering

In het huidige beleids- en subsidiekader is opgenomen dat NRG uitvoering geeft aan 'Kennisfinanciering' binnen de andere beleidsdoelen. In de jaarverslagen en bijbehorende managementsamenvattingen wordt door NRG niet onder een apart kopje voor dit beleidsdoel gerapporteerd, zoals dat wel het geval is voor de vier nucleaire beleidsdoelen. In de samenvattingen bij de jaarverslagen van 2017 en 2018 wordt het gerealiseerde percentage deliverables en gerealiseerde subsidiabele kosten wel genoemd. De inhoudelijke onderzoeksactiviteiten en deliverables in het kader van het beleidsdoel 'Kennisfinanciering', zitten versleuteld in de rapportage over de nucleaire beleidsdoelen. Het is dan ook niet mogelijk gebleken om de behaalde resultaten, opgedane kennis en stakeholderbelangen in het kader van het beleidsdoel 'Kennisfinanciering' in dit rapport goed weer te geven.

6.7 Prestatie indicatoren

1. De 'Participatiegraad' is het percentage van de programmafinanciering dat ingezet wordt voor zowel gefinancierde projecten (zoals EU-projecten) als in-kind samenwerkingen inclusief bijdragen aan promotieonderzoeken en dergelijke.
2. Het 'Aantal publicaties' is het aantal peer-reviewed artikelen wat de inhoudelijke kwaliteit van het programma weergeeft. In de artikelen worden de resultaten van lopende en afgeronde onderzoeken gepresenteerd voor vakgenoten. Voor publicatie worden de (concept) artikelen op hun merites getoetst door experts op het betreffende vakgebied (peer review).
3. Het aantal 'Invited speaker' lezingen zijn een uitdrukking van erkenning van het werk en de expertise bij NRG. NRG-experts worden door congressen, workshops en summer schools gevraagd om hun visie te geven op onder andere recente ontwikkelingen op hun vakgebied. Hieronder kunnen ook eventuele prijzen worden gerekend die NRG-experts ontvangen voor hun inhoudelijke verdiensten op hun vakgebied.
4. Het percentage 'Gerealiseerde deliverables' is een uitdrukking van de kwaliteit van programmamanagement: het beleggen van de werkzaamheden, het alloceren van resources voor de uitvoering, oplevering van project deliverables binnen gestelde tijd en budget, als ook kennisopbouw en -borging.

6.7.1 Prestatie indicatoren 2017

Performance indicators	Norm	Performance
Participatiegraad	15%	22%
Aantal publicaties	55	57
Aantal 'invited speaker'-lezingen	10	16

Percentage gerealiseerde deliverables	90%	88%
---------------------------------------	-----	-----

6.7.2 Prestatie indicatoren 2018

Performance indicators	Norm	Performance
Participatiegraad	40%	55%
Aantal publicaties	55	56
Aantal 'invited speaker'-lezingen	10	18
Percentage gerealiseerde deliverables	90%	90%

6.7.3 Gerealiseerde deliverables 2017

Bij het opstellen van het onderzoeksprogramma voor 2017 zijn voor de afzonderlijke projecten één of meerdere deliverables vastgesteld. Met de kennis die in de eerste zes maanden van 2017 is verkregen, zijn een aantal deliverables opnieuw gedefinieerd dan wel komen te vervallen. Voor de uiteindelijk 94 deliverables is het overall percentage 'gerealiseerd' 88% tegenover 90% als de gestelde eis voor 2017.

Hoofdstuk	Betreft	Gerealiseerd (%)
1	GEN II-III veiligheid	89
2	Afval	78
3	Nucleaire technologie voor de toekomst	93
4	Stralingsbescherming	97
5	Kennisfinanciering	82
	Overall (gemiddeld)	88

6.7.4 Gerealiseerde deliverables 2018

Bij het opstellen van het onderzoeksprogramma voor 2018 zijn voor de afzonderlijke projecten een of meerdere deliverables vastgesteld. Met de kennis die in de eerste zes maanden van 2018 is verkregen, zijn een aantal deliverables opnieuw gedefinieerd dan wel komen te vervallen. Voor de uiteindelijk 124 deliverables bedraagt het overall percentage 'gerealiseerd' 90%, hetgeen conform de gestelde eis voor 2018 is.

Hoofdstuk	Betreft	Gerealiseerd (%)
1	GEN II-III veiligheid	91
2	Afval	80
3	Nucleaire technologie voor de toekomst	91
4	Stralingsbescherming	98
5	Kennisfinanciering	88
	Overall (gemiddeld)	90

Bijlagen

1. Geraadpleegde bronnen

- Bijwaard, H., & Slaper, H. (2013). *Inventarisatie van wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in de stralingsbescherming*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Geraadpleegd van <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/610890002.pdf>
- Bruins, B., (2019, 4 juli). Voorzetting Pallas reactor [Kamerbrief]. Geraadpleegd van <file:///C:/Users/MhR/Downloads/kamerbrief-over-de-voortzetting-van-de-pallas-reactor.pdf>
- De Haas, G.J., Schram, R. (2019). *Bouwstenen voor een nieuw onderzoeksprogramma*. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Dekker, P., De Goede, I., & Van der Pligt, J. (2010, 4 mei). *De publieke opinie over kernenergie*. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag. Geraadpleegd van <file:///C:/Users/MhR/Downloads/blg-64504.pdf>
- EBC (2017). Verslag EBC-vergadering 11 oktober 2017. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- EBC (2018). Verslag EBC-vergadering 9 oktober 2018. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Gezondheidsraad (2008). *Opleiden van deskundigen op het gebied van stralingsbescherming*. Den Haag. Geraadpleegd van <https://www.inholland.nl/media/10917/ntvs-2013-1-artikeliweos.pdf>
- Kamp, H.G.J., Schultz van Haegen, M.H., Dijsselbloem, J.R.V.A., & Schippers, E.I. (2017, 3 juli). *Eindrapport hoogambtelijke werkgroep nucleair landschap* [Kamerbrief]. Eindrapport als bijlage van Kamerbrief geraadpleegd van [file:///C:/Users/MhR/Downloads/eindrapport-hoogambtelijke-werkgroep-nucleair-landschap%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MhR/Downloads/eindrapport-hoogambtelijke-werkgroep-nucleair-landschap%20(1).pdf)
- Ministerie van EL&I, directie Energie en Duurzaamheid (ED). (z.d.). *EL&I beleids- en subsidiekader NRG met ingang van 2013*. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Ministerie van EZK (2018). *Country Nuclear Power Profiles 2018 Edition*. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Ministerie van EZK (2019). *Staatssteunanalyse EZK-subsidie Nuclear Research and consultancy Group (NRG) 2019*. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Ministerie van EZK (2016). *Energierapport – Transitie naar Duurzaam*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energierapport-transitie-naar-duurzaam>
- Ministerie van IenW. (2018). *Wegwijzer - Nationaal beleid nucleaire veiligheid en stralingsbescherming*. Geraadpleegd van <file:///C:/Users/MhR/Downloads/Wegwijzer+Nationaal+beleid+nucleaire+veiligheid+en+stralingsbescherming+2018.pdf>
- Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (2018, mei). *Guidelines for Radiation Protection and Dosimetry of the Eye Lens*. Geraadpleegd van <file:///C:/Users/MhR/Downloads/308-ncs-report-31-guidelines-for-radiation-protection-and-dosimetry-of-the-eye-lens.pdf>
- NRG (2016). NRG Onderzoeksprogramma EZ subsidie 2017. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- NRG (2017). NRG Onderzoeksprogramma EZ subsidie 2018. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- NRG (2018). NRG Onderzoeksprogramma EZ subsidie 2019. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- NRG (2018). Jaarverslag NRG Onderzoeksprogramma EZS 2017. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- NRG (2019). Jaarverslag NRG Onderzoeksprogramma EZS 2018. Geraadpleegd uit ontvangen documenten.
- Nucleair Nederland (2017). *Kernenergie voor onze toekomst*. Geraadpleegd van <https://www.kernvisie.com/4bee7367-96fe-4990-aa76-655828359968-18/roadmap-kernenergie-voor-onze-toekomst.pdf>
- Nucleair Nederland. (2016). *Nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/07/18/nucleaire-kennisinfrastructuur-in-nederland>

- Planbureau voor de Leefomgeving (2018, 28 maart). *Kosten energie- en klimaattransitie in 2030 – update 2018*. Geraadpleegd van https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-kosten-energie-en-klimaattransitie-in-2030-update-2018_3241.pdf
- Rijksoverheid (2019, 5 juli). *Minister Bruins: 'Belangrijke stap nieuwe reactor medische isotopen'*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2019/07/05/minister-bruins-%E2%80%98belangrijke-stap-nieuwe-reactor-medische-isotopen%E2%80%99>
- RIVM en Delft (2018). *Peiling nationale kennisbehoefte straling en nucleaire veiligheid*. Geraadpleegd van https://www.researchgate.net/profile/Ronald_Cgm_Smetsers/publication/328913025_Peiling_nationale_kennisbehoefte_straling_en_nucleaire_veiligheid/links/5bead67d92851c6b27bb8ef0/Peiling-nationale-kennisbehoefte-straling-en-nucleaire-veiligheid.pdf
- Slaper, H., Bijwaard, H., Sedee, A., & Vermeulen, T. (2013). Gaat expertise stralingsbescherming achteruit? *Nederlands Tijdschrift voor Stralingsbescherming*, 4 (1), 18-21.
- Smetsers, R., Wolterbeek, B., van Gelder, P., Huitema, K., & van Zalen, E. (2018). *Peiling nationale kennisbehoefte straling en nucleaire veiligheid*. Delft: TU Delft Open.
- Technopolis (2016). *Nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland*. Geraadpleegd van https://www.eerstekamer.nl/overig/20161012/rapport_nucleaire/document
- Van Vliet, L. (2018, 7 november, p. 2). *Onderzoek: Kernenergie in Nederland*. Opiniepanel Rapport EenVandaag. https://eenvandaag.avrotros.nl/fileadmin/user_upload/PDF/Rapportage_kernenergie_panel.pdf
- Wiebes, E., (2018, 6 november). Kernenergie [Kamerbrief]. Geraadpleegd van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32645-89.html>
- Wiebes, E, Van Veldhoven – Van der Meer, S., Bruins, B., & Hoekstra, W.B. (2018, 26 april). *Vervolgonderzoeken Hoogambtelijke werkgroep nucleair landschap* [Kamerbrief]. Geraadpleegd van [file:///C:/Users/MhR/Downloads/kamerbrief-over-vervolgonderzoeken-hoogambtelijke-werkgroep-nuclear-landschap%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MhR/Downloads/kamerbrief-over-vervolgonderzoeken-hoogambtelijke-werkgroep-nuclear-landschap%20(1).pdf)

2. Geïnterviewde personen

Organisatie	Gesprekspartner (s)
ANVS	10.2.e
EBC	10.2.e
NRG	10.2.e
EZK	10.2.e
RID	10.2.e
COVRA	10.2.e
Pallas	10.2.e
Ministerie OCW	10.2.e
Ministerie SZW	10.2.e
EPZ	10.2.e
RuG	10.2.e
RIVM	10.2.e
Ministerie Buza	10.2.e
Urenco/nucleair Nederland	10.2.e
Technopolis	10.2.e
Ministerie VWS	10.2.e

3. Cyclus subsidieaanvraag

Jaar t-1	NRG	EZK (EL&I)	EBC
Vóór 1 juli		EZK zendt vastgestelde (geactualiseerde beleids- en subsidiekader NRG-jaar t door aan NRG	
1 oktober	EZK-subsidieaanvraag/jaarplan t gereed ten behoeve van beoordelingscommissie (EBC)		
Oktober			EBC-vergadering over EZK subsidieaanvraag/jaarplan t NRG
1 november	Indienen subsidieaanvraag/jaarplan t bij EZK		
15 december		EZK-subsidie beschikking t aan NRG	
Jaar t			
1 september	Opsturen halfjaarlijkse rapportage t aan EZK		

Jaar t-1	NRG	EZK (EL&I)	EBC
Jaar t+1			
1 april	Concept jaarverslag NRG (EZK-subsidie) t gereed ten behoeve van EBC		
April			EBC-vergadering over jaarverslag NRG (EZK-subsidie)
1 mei	Opsturen algemeen jaarverslag en aanvraag tot vaststelling subsidie inclusief eindverslag aan EZK		
Voor 1 juli		Vaststelling EZK-subsidie t (acht weken na aanvraag tot vaststelling subsidie)	