



Oplossingsrichtingen ter versterking van de kennisbasis voor nucleaire technologie en stralingsbescherming

Ambtelijk rapport

Colofon

Dit rapport is in opdracht van de Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap opgesteld door de interdepartementale werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming. Hierin waren vertegenwoordigd:

- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (agendalid)
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (agendalid)
- Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming

© juni 2023, www.overheid.nl

Managementsamenvatting

In 2020 heeft de Commissie Van der Zande, in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS), het rapport 'Naar een Agenda en Platform Nucleaire Technologie en Straling' uitgebracht. Het bevat aanbevelingen gericht op een structurele borging en versterking van de kennisbasis voor nucleaire technologie en stralingsbescherming. Na het verschijnen van dit rapport heeft de Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap besloten een interdepartementale werkgroep op te richten om de problematiek verder te verkennen en zich te buigen over de uitwerking van dit adviesrapport: de werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming. Het voorliggende rapport van deze werkgroep bevat verdiepende inzichten en verder uitgewerkte suggesties voor oplossingsrichtingen.

Sinds 2020 heeft zich een aantal grote ontwikkelingen voorgedaan die deze verkenning in een ander daglicht hebben geplaatst. Daar waar er bij aanvang zorgen leefden om kennisbehoud in een 'krimpende sector', spelen er nu zorgen omtrent de schaarste aan kenniswerkers die nodig zijn voor een *groeibende* sector. In het coalitieakkoord 2021-2025 'Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst' is namelijk afgesproken dat, mits dat veilig kan, de kerncentrale in Borssele langer open blijft en dat het kabinet stappen zet voor de bouw van twee nieuwe kerncentrales. Daarnaast heeft het kabinet in 2022 het voorlopige besluit genomen om door te gaan met het PALLAS-project, waarmee de bestaande Hoge Flux Reactor in Petten vervangen wordt. Vanwege deze geplande nieuwe initiatieven en de krapte op de arbeidsmarkt is de urgentie om de kennisbasis te versterken alleen maar toegenomen. Tegelijkertijd leiden de nieuwe plannen ook tot een nieuw elan en is de bereidheid van betrokken partijen om in de kennisbasis en -infrastructuur te investeren groter geworden.

In haar verkenning maakt de werkgroep onderscheid tussen de kennisproblematiek met betrekking tot i) nucleaire technologie en nucleaire veiligheid en ii) stralingsbescherming. De problematiek op beide terreinen is namelijk verschillend van aard. Daar komt bij dat de spelers in de nucleaire sector doorgaans andere spelers zijn dan die in de stralingsbeschermingswereld.

Nucleaire technologie en nucleaire veiligheid

De bouw van nieuwe kerncentrales vereist duizenden technisch geschoolde medewerkers op mbo-, hbo- en wo-niveau. Dat is in de huidige tijd een grote uitdaging, gezien de algemene krapte op de arbeidsmarkt voor technisch opgeleid personeel en het feit dat er tot voor kort weinig belangstelling was voor de nucleaire sector. Het is dus zaak om massaal studenten en werkenden te enthousiasmeren voor een carrière in de nucleaire sector. Indien het de nucleaire sector niet lukt om voldoende gekwalificeerd personeel aan te trekken, dan staat dit de nieuwe nucleaire initiatieven in de weg. De werkgroep ziet hiervoor drie oplossingsrichtingen:

- Een offensieve wervingsstrategie om jongeren, (aankomende) studenten en potentiële werknemers uit het binnen- en buitenland te interesseren voor de nucleaire sector, en in het bijzonder voor de Nederlandse nucleaire opgave. Hiervoor is primair de nucleaire sector zelf aan zet.
- Studenten in het reguliere technische mbo-, hbo- en wo-onderwijs al in een vroege fase van hun studie in aanraking laten komen met nucleaire technologie en nucleaire veiligheid. Dat kan bijvoorbeeld via gastcolleges, stages, cursussen, minors, masters en onderzoeksopdrachten.
- Het versterken van het nucleaire onderwijs en onderzoek via extra investeringen door opleidingsinstellingen, de nucleaire sector en overheden. Daarbij kan gedacht worden aan het instellen van nieuwe leerstoelen en lectoraten op nucleair terrein en het (co)financieren van onderzoeksprogramma's. Voor deze onderzoeksprogramma's is een op te stellen nationale Kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid leidend.

Stralingsbescherming

Hier spelen twee zaken. Ten eerste de achteruitgang van de wetenschappelijke expertise in Nederland, waarvoor al sinds 2008 wordt gewaarschuwd, en ten tweede de kwetsbaarheid van de postinitiële¹ opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige. In de afgelopen jaren is het aantal opleidingsinstellingen afgenomen en blijkt het voor de overgebleven instellingen moeilijk om nieuwe docenten te werven. Dit is zorgelijk omdat de opleiding van bekwame en competente deskundigen juist een essentiële pijler vormt van het stelsel dat de stralingsbescherming van personen waarborgt. Voor de opleidingsinstellingen, veelal verbonden aan universiteiten, vormen deze opleidingen geen kernactiviteit, wat het voortbestaan van deze opleidingen kwetsbaar maakt.

De werkgroep ziet de volgende oplossingsrichtingen:

- Instellen van leerstoelen op het terrein van stralingsbescherming en structureel (co)financieren van Europese en nationale onderzoeksprogramma's stralingsbescherming waarbij een op te stellen nationale Kennisagenda Stralingsbescherming leidend is. Het Rijk zal hiertoe het initiatief moeten nemen en ook voor (co)financiering moeten zorgen, aangezien van de universiteiten of anderen op dit moment geen initiatieven worden verwacht.
- Actief stimuleren van verdergaande samenwerking tussen de bestaande opleidingsinstellingen voor stralingsbescherming. Hierbij kan het Rijk het voortouw nemen.
- Actief werven van nieuwe docenten en efficiënter omgaan met de pool van bestaande docenten. Hier zijn primair de opleidingen zelf aan zet. De instelling van leerstoelen kan positief bijdragen aan de aanwas van nieuwe docenten.
- Vinger aan de pols houden door het vergroten van het inzicht in de toekomstige vraag naar cursussen stralingsbeschermingsdeskundige (niveau coördinerend en algemeen coördinerend stralingsbeschermingsdeskundige). De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) kan deze rol vervullen en tijdig problemen signaleren.

In dit rapport heeft de werkgroep de geschetste oplossingsrichtingen verder uitgewerkt en stelt ze concrete acties voor. Deze acties dienen als opties, die verder kunnen worden onderzocht en uitgewerkt in een werkprogramma voor de werkgroep. Sommige zaken zijn al in gang gezet naar aanleiding van het amendement dat de Tweede Kamerleden Erkens (VVD) en Dassen (Volt) tijdens de behandeling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat voor het jaar 2022 hebben ingediend. Het betrof het eenmalig vrijmaken van € 5 miljoen voor het opzetten van een kennis- en innovatieprogramma "om onze kennis en innovatie op het gebied van nucleaire technologie te versterken waar nodig". Deze acties zijn ook in dit rapport opgenomen.

Hoe verder?

De werkgroep zal op basis van het voorliggende rapport een voorstel doen voor een werkprogramma dat zich richt op de uitvoering van concrete acties, rekening houdend met prioriteiten. Daarbij richt de werkgroep zich primair op de acties waarbij het Rijk een (aanjagende) rol heeft. Waar nodig zal de werkgroep verdere verkenningen in het programma opnemen. Het werkprogramma wordt ter goedkeuring voorgelegd aan zowel het interdepartementale Directeurenoverleg Nucleair als het interdepartementale DG-overleg Nucleair. Dit is de opvolger van de Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap.

Het Directeurenoverleg Nucleair is opdrachtgever voor de werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming.

¹ Hierbij gaat het om opleidingen die onderwijs verzorgen aan cursisten die reeds een initiële opleiding hebben afgerond. De initiële opleiding hoeft geen stralingsbeschermingscomponenten te bevatten.

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	7
1.1 AANLEIDING	7
1.2 RELEVANTE RECENTE ONTWIKKELINGEN	7
1.2.1 DIVERSE NIEUWE INITIATIEVEN OP NUCLEAIR GEBIED	7
1.2.2 € 5 MILJOEN VOOR OPZETTEN VAN KENNIS- EN INNOVATIEPROGRAMMA	9
1.3 AANPAK VERKENNING	10
1.3.1 KENNISPROBLEMATIEK STRALINGSBESCHERMING EN NUCLEAIRE TECHNOLOGIE VERSCHILT	10
1.3.2 GEVOLGDE WERKWIJZE	10
1.4 TERMINOLOGIE: KENNISBASIS VERSUS KENNISINFRASTRUCTUUR	11
1.5 LEESWIJZER	12
2 KENNISPROBLEMATIEK NUCLEAIRE TECHNOLOGIE EN OPLOSSINGEN	13
2.1 INLEIDING	13
2.2 PERSONEELSOPBOUW IN NUCLEAIRE SECTOR	13
2.3 HUIDIGE SITUATIE OP DE NUCLEAIRE ARBEIDSMARKT	15
2.4 TOEKOMSTIGE VRAAG NAAR PERSONEEL IN DE NUCLEAIRE SECTOR	15
2.5 AANBOD VAN PERSONEEL VOOR NUCLEAIRE SECTOR	16
2.6 PROBLEEMSCHETS	18
2.7 OPLOSSINGSRICHTINGEN	18
3 KENNISPROBLEMATIEK STRALINGSBESCHERMING EN OPLOSSINGEN	27
3.1 INLEIDING	27
3.2 ACHTERUITGANG WETENSCHAPPELIJKE EXPERTISE STRALINGSBESCHERMING	27
3.2.1 INLEIDING	27
3.2.2 PROBLEEMSCHETS	28
3.2.3 OPLOSSINGSRICHTINGEN	29
3.3 KWETSBAARHEID OPLEIDINGEN TOT STRALINGSBESCHERMINGSDESKUNDIGE	33
3.3.1 INLEIDING	33
3.3.2 PROBLEEMSCHETS	33
3.3.3 TOEKOMSTSCENARIO'S VOOR OPLEIDINGSTELSEL TOT SBD	36
3.3.4 OPLOSSINGSRICHTINGEN	37
4 VOORGESTELDE ACTIES VERSUS RAPPORT COMMISSIE VAN DER ZANDE	39
4.1 INLEIDING	39
4.2 IMPULS BEWUSTWORDING, ONDERWIJS EN ONDERZOEK	39
4.3 INRICHTEN NATIONAAL PLATFORM NUCLEAIRE TECHNOLOGIE EN STRALING	39
4.4 HUMAN RESOURCES OBSERVATORIUM VOOR NUCLEAIRE TECHNOLOGIE EN STRALING	40
4.5 HORIZONTALE INTERDEPARTEMENTALE COÖRDINATIE	41

BIJLAGE I: SAMENVATTING RAPPORT COMMISSIE VAN DER ZANDE	43
BIJLAGE II: AMENDEMENT VAN TK-LEDEN ERKENS EN DASSEN	45
BIJLAGE III: NWO-COFINANCIERING VAN NATIONALE ONDERZOEKSPROGRAMMA'S	46
BIJLAGE IV: ACTIES M.B.T. NUCLEAIRE TECHNOLOGIE EN NUCLEAIRE VEILIGHEID	48
BIJLAGE V: ACTIES M.B.T. STRALINGSBESCHERMING	52
BIJLAGE VI: HYBRIDE DOCENTEN	56
BIJLAGE VII: DEPARTEMENTALE TAKEN, BEVOEGDHEDEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN	57
BIJLAGE VIII: LIJST MET AFKORTINGEN	58
BIJLAGE IX: LIJST MET GERAADPLEEGDE STAKEHOLDERS	60
BIJLAGE X: LITERATUURLIJST	61

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Diverse partijen hebben sinds 2008 signalen afgegeven over de kwetsbaarheid van de Nederlandse kennisbasis voor nucleaire technologie en stralingsbescherming. In 2019 constateerde de Raad van Advies van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) in haar advies '[Veiligheid in een krimpende sector](#)' [1] dat in Nederland de nucleaire sector krimpt en dat het van belang is ervoor te zorgen dat de veiligheidssituatie ook in deze fase van krimp adequaat en up-to-date blijft. Voor het up-to-date blijven van de kennis adviseerde de raad om een nationaal nucleair kennismanagementprogramma op te zetten, in samenwerking met de ANVS, de nucleaire industriesector, de vergunninghouders, universiteiten en kenniscentra.

Naar aanleiding van dat advies heeft de ANVS in 2019 de Commissie Van der Zande ingesteld om te verkennen of in de nucleaire- en stralingsindustrie, de kenniswereld en bij de overheid draagvlak is om de kennisbasis voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming structureel te versterken en te borgen. Op 11 juni 2020 heeft de commissie het rapport '[Naar een Agenda en Platform Nucleaire Technologie en Straling](#)' [2] gepubliceerd. Dit rapport bevat een serie aanbevelingen om de kennisbasis op het gebied van nucleaire technologie en stralingstoepassingen te versterken. Zie Bijlage I voor een samenvatting van dit rapport, inclusief aanbevelingen.

Na het verschijnen van het rapport van deze commissie heeft de Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap (HAW) op 16 juni 2020 besloten een interdepartementale werkgroep op te richten die zich buigt over de uitwerking van dit rapport. Deze werkgroep – werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming (hierna verder aangeduid als 'de werkgroep') – is eind 2020 geformeerd. In deze werkgroep zijn de ministeries van Economische Zaken en Klimaat (EZK), Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS), Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) en de ANVS vertegenwoordigd. De HAW was opdrachtgever van deze werkgroep. De opdracht aan de werkgroep luidde als volgt:

Verken de in het adviesrapport 'Naar een Agenda en Platform Nucleaire Technologie en Straling' gesignaleerde problematiek gericht en breng mogelijke oplossingsrichtingen met bijbehorende voor- en nadelen en, voor zover mogelijk, financiële consequenties in kaart. Neem daarbij ook de oplossingsrichtingen uit dit adviesrapport mee.

Het voorliggende rapport bevat de gevraagde verkenning en oplossingsrichtingen.

1.2 Relevante recente ontwikkelingen

1.2.1 Diverse nieuwe initiatieven op nucleair gebied

Tijdens de verkenningsfase heeft zich een aantal ontwikkelingen voorgedaan die de verkenning in een ander daglicht hebben geplaatst. Daar waar er bij aanvang zorgen leefden om kennisbehoud in een 'krimpende sector', spelen er inmiddels zorgen omtrent de schaarste aan kenniswerkers die nodig zijn voor een *groeïende* sector. In het coalitieakkoord 2021-2025 'Omzien naar elkaar [4], vooruitkijken naar de toekomst' is namelijk afgesproken het aandeel kernenergie in de energiemix te verhogen. Daarnaast zijn er initiatieven op het terrein van isotopenproductie. Concreet zijn er de volgende initiatieven:

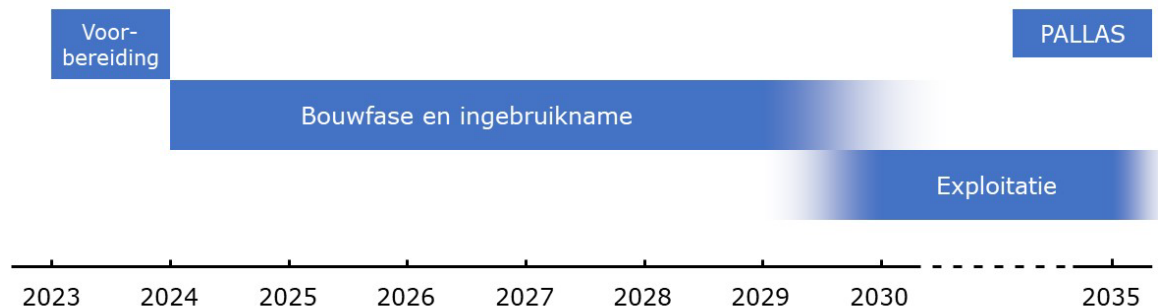
- Bouw van de nieuwe PALLAS-reactor voor (medische) isotopen die de verouderde Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten zal vervangen.
- Bouw van SHINE, een faciliteit voor medische isotopenproductie in Veendam.
- Voorbereidende stappen voor de bouw van 2 nieuwe grootschalige kerncentrales gebaseerd op type generatie-III+-reactoren, voorkeurslocatie Borssele.

- Bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale in Borssele, mits dat veilig kan.

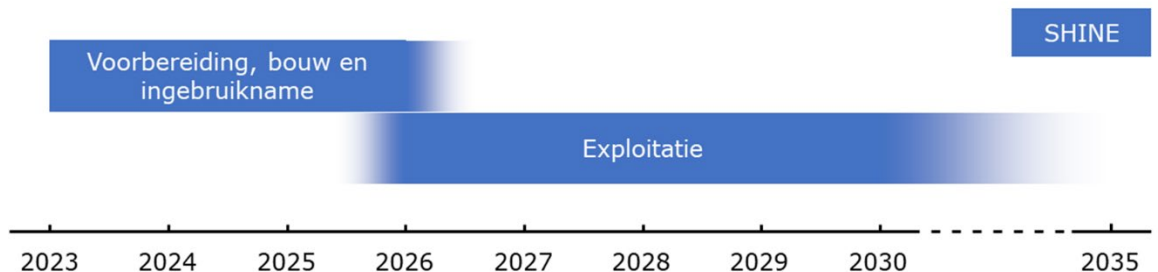
Het PALLAS-project voorziet in de vervanging van de HFR door de nieuwe PALLAS-reactor en de bouw van het *Nuclear Health Centre*, een faciliteit voor de verwerking van medische isotopen. De PALLAS-reactor gaat zich primair richten op de productie van een breed palet aan medische isotopen. In september 2022 is de Tweede Kamer geïnformeerd over het kabinetsbesluit om middelen te reserveren voor dit project. De oprichtingsvergunning voor het project is op 15 februari 2023 verleend. Naar verwachting zal de Tweede Kamer rond de zomer worden geïnformeerd over de voortzetting van dit project. NRG|PALLAS gaat er vanuit dat de PALLAS-reactor in 2029-2031 operationeel wordt.

Het Amerikaanse initiatief SHINE beoogt in Veendam een faciliteit te realiseren voor isotopenproductie met behulp van een deeltjesversneller. Naar verwachting van experts zal deze faciliteit primair isotopen voor medische diagnostiek gaan produceren. SHINE heeft zich ten doel gesteld om vanaf 2026 in Nederland te gaan produceren.

Figuren 1.1 en 1.2 geven schematisch de routekaarten voor respectievelijk de bouw van PALLAS en de bouw van de faciliteit van SHINE weer.



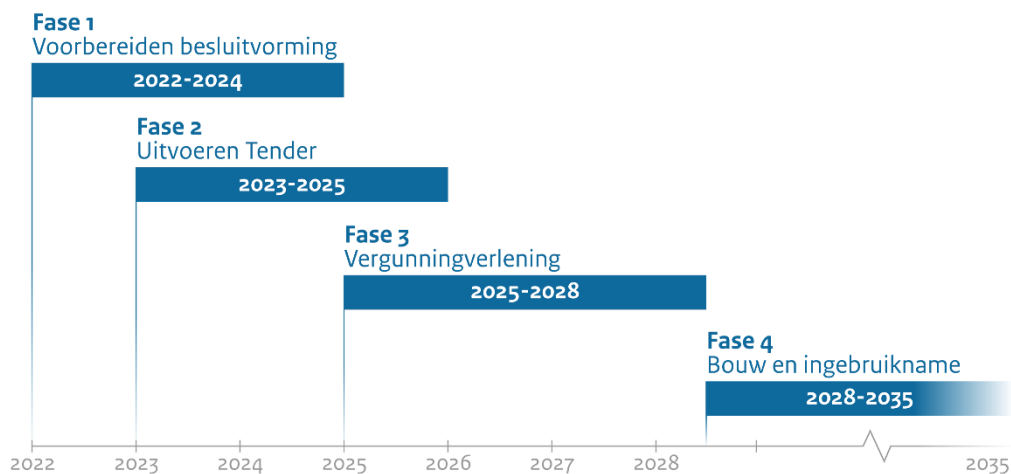
Figuur 1.1: Routekaart bouw en exploitatie PALLAS



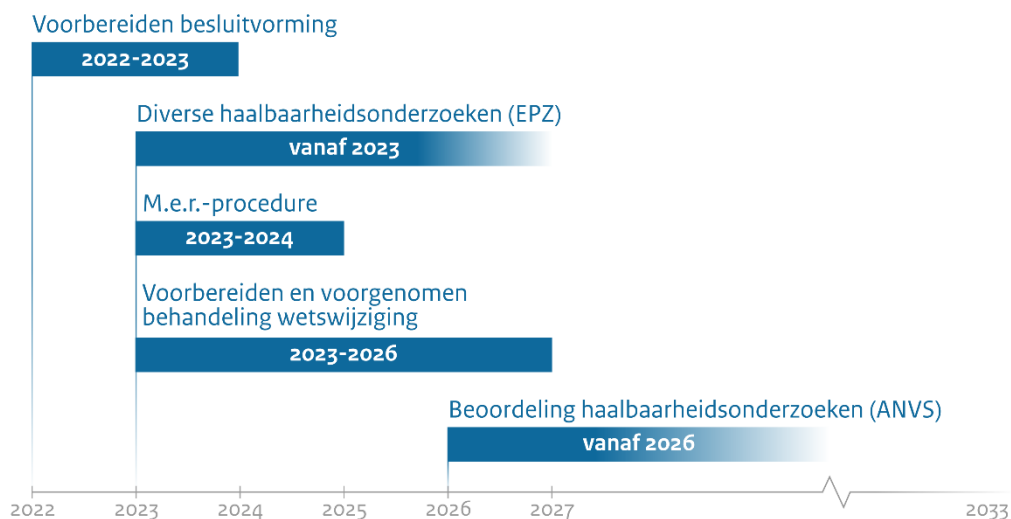
Figuur 1.2: Routekaart bouw en exploitatie SHINE

Als onderdeel van de ambitie om Nederland tegen 2050 klimaatneutraal te maken, streeft het kabinet naar CO₂-neutrale elektriciteitsproductie in 2040. Nederlandse kerncentrales kunnen daaraan een belangrijke bijdrage leveren. Daarom heeft het kabinet besloten in te zetten op de voorbereiding van twee kerncentrales met een gezamenlijk elektrisch vermogen van circa 3 GW met generatie-III+-reactoren, waarbij de locatie Borssele de voorkeur heeft. Verder is in het coalitieakkoord afgesproken de bedrijfsduur van de bestaande kerncentrale Borssele te verlengen tot na 2033, mits dit technisch mogelijk is en veilig kan. Om dit mogelijk te maken, is onder meer een aanpassing van de Kernenergiewet vereist.

Figuren 1.3 en 1.4 geven schematisch de routekaarten weer voor respectievelijk de nieuwbouw van de kerncentrales en bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale in Borssele.



Figuur 1.3: Routekaart nieuwbouw en ingebruikname kerncentrales



Figuur 1.4: Routekaart bedrijfsduurverlenging kerncentrale in Borssele

Tot slot maakt het kabinet middelen vrij uit het Klimaatfonds voor ondersteuning bij de realisatie van *Small Modular Reactors* (SMR's; kleine modulaire kernreactoren)². Het gaat om een bedrag van € 65 miljoen, onder voorbehoud van nadere uitwerking. Met die investering wordt een praktische koppeling tot stand gebracht tussen de Nederlandse maakindustrie en ontwikkelaars van SMR's gebaseerd op conventionele nucleaire concepten. Het doel is om kennis op te bouwen in de productieketen, controle en toezicht. De ervaring die wordt opgedaan is ook relevant voor de nieuwbouw van twee nieuwe kerncentrales.

Indien de genoemde ontwikkelingen doorgaan, dan heeft dat twee gevolgen. Ten eerste dat er duidelijk behoefte is aan meer nucleaire expertise dan in een krimpende sector, en ten tweede dat de sector behoefte heeft aan een forse instroom van technisch opgeleid personeel op alle niveaus (mbo, hbo en wo) met uiteenlopende, ook niet-nucleaire, achtergronden.

1.2.2 € 5 miljoen voor opzetten van kennis- en innovatieprogramma

De Tweede Kamer heeft in 2021 een amendement aangenomen dat de leden Erkens en Dassen tijdens de behandeling van de begrotingsstaten van het ministerie van EZK voor het jaar 2022 hadden ingediend. Het betrof het eenmalig vrijmaken van € 5 miljoen voor het opzetten van een kennis- en innovatieprogramma "om onze kennis en innovatie op het gebied van nucleaire technologie te versterken waar nodig". Zie Bijlage II voor de exacte tekst van het amendement.

² Bron: [Ontwerp Meerjarenprogramma Klimaatfonds 2024 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

Dit betekende dat het ministerie van EZK vooruitlopend op dit rapport van de werkgroep reeds initiatieven heeft moeten nemen om een kennis- en innovatieprogramma op te zetten. Minister Jetten (Klimaat en Energie) heeft eind 2022 de Tweede Kamer schriftelijk³ laten weten hoe hij invulling aan dit amendement heeft gegeven.

De acties die in dit kader zijn geïnitieerd, zijn in dit rapport opgenomen.

1.3 Aanpak verkenning

1.3.1 Kennisproblematiek stralingsbescherming en nucleaire technologie verschilt

Hoewel het vraagstuk van een eventuele kwetsbaarheid van de kennisbasis al ruim een decennium op de agenda staat, valt op dat daarbij in vrij algemene termen over kennis wordt gesproken. Ook het rapport van de Commissie Van der Zande is daar niet erg specifiek over. Welke specifieke (vak)kennis precies kwetsbaar is, is niet duidelijk.

Om te beginnen is het van belang om onderscheid te maken tussen enerzijds kennis over stralingsbescherming en anderzijds over nucleaire technologie, inclusief nucleaire veiligheid.

Bij stralingsbescherming spelen enerzijds zorgen over het *krimpemde aantal opleidingen* en anderzijds over het mogelijk *verdwijnen van leerstoelen* op dit terrein, waardoor het Nederlandse universitair wetenschappelijk onderzoek en de bijbehorende expertise dreigt te verschromen. De vraag naar praktijkgerichte opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige is het gevolg van de eis om gekwalificeerde werknemers in dienst te hebben voor het toepassen van technologie met ioniserende straling. Er is dus sprake van een *vraaggestuurde* markt.

Als het gaat om de kwetsbaarheid van nucleaire kennis, was in Nederland in ieder geval tot voor kort⁴ de *vraag* naar specifieke wetenschappelijke nucleaire opleidingen beperkt. Het aantal afgestudeerden en gepromoveerden met een nucleaire achtergrond is dan ook vrij klein. Dit heeft vervolgens zijn weerslag op het wetenschappelijke onderwijsaanbod op het gebied van nucleaire technologie en nucleaire veiligheid; ook hier zijn signalen dat binnen afzienbare tijd leerstoelen gaan verdwijnen. Naast deze specifiek 'nucleair' opgeleide kenniswerkers is ook behoefte aan kenniswerkers die een andere achtergrond hebben. Denk bijvoorbeeld aan materiaalkundigen, chemici of meet- en regeltechnici, al dan niet wetenschappelijk onderlegd.

Gegeven de verschillen in de problematiek rondom kennisbehoud en -ontwikkeling in geval van stralingsbescherming en nucleaire technologie, heeft de werkgroep besloten de kennisbasis en -infrastructuur op beide terreinen apart te verkennen.

1.3.2 Gevolgde werkwijze

De werkgroep heeft gekozen om te starten met een verdiepte probleemanalyse, waarbij het rapport van de Commissie Van der Zande het startpunt vormde. Daarvoor is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek (zie Bijlage X: Literatuurlijst), interviews met stakeholders en andere deskundigen (zie Bijlage IX: Lijst met geraadpleegde personen), rondetafelbijeenkomsten en kennis die binnen de werkgroep aanwezig was.

De werkgroep heeft ook zelf onderzoek uitgezet: Berenschot [4] [Rapport Analyse toekomstige vraag naar nucleaire experts in Nederland](#). Er is een rondetafelbijeenkomst georganiseerd met de leden van Nucleair Nederland en een vertegenwoordiger van de ANVS waarbij de resultaten van dit onderzoek centraal stonden. Daarbij zijn ook mogelijke oplossingsrichtingen geïnventariseerd hoe met de krapte op de arbeidsmarkt om te gaan.

³ Tweede Kamer, vergaderjaar 2022–2023, 32645, nr. 101

⁴ Uit afscheidsinterview met prof. Bert Wolterbeek, TU Delft: "Het vak reactorfysica trok voorheen vijf studenten, dat zijn er nu veertig. Er is meer vraag naar afstudeerplaatsen dan we aankunnen." Zie [RID-directeur: 'Eigenlijk jammer om nu weg te gaan' \(tudelft.nl\)](#), 3 februari 2023.

Daarnaast heeft de werkgroep dankbaar gebruikgemaakt van het onderzoek dat Nucleair Nederland⁵ heeft laten uitvoeren door Technopolis [5] [De arbeidsmarkt in de Nederlandse nucleaire sector](#). Hiermee is voor de eerste keer gepoogd een overzicht te maken van de Nederlandse nucleaire arbeidsmarkt. Het eerstgenoemde rapport richt zich specifiek op de behoefte aan nucleaire experts en het tweede rapport op de totale behoefte aan (technisch) personeel. Voor meer achtergrondinformatie zie aldaar.

Rondom stralingsbescherming is een schriftelijke enquête uitgezet onder leden van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS), opleiders en complexvergunninghouders. Het doel hiervan was om beter inzicht te krijgen in de zorgen die leven rondom stralingsbescherming. De enquêtes waren gericht op het krimpende aantal opleidingen tot (Algemeen) Coördinerend Stralingsbeschermingsdeskundige en het verdwijnen van wetenschappelijke expertise en leerstoelen op dit terrein. Daarnaast is een rondetafelbijeenkomst georganiseerd die zich richtte op stralingsbescherming waarbij deelnemers uit onderwijs, praktijk en onderzoek aanwezig waren. Hier stond de toetsing van de probleemanalyse en van mogelijke oplossingen centraal. Zie Bijlage IX: Lijst met geraadpleegde stakeholders.

Op basis van deze uitgevoerde acties zijn (potentieel) relevante oplossingsrichtingen verder verkend. De werkgroep was gevraagd om voor- en nadelen daarvan te schetsen. In de praktijk blijkt dat niet zo zinvol, aangezien de opties vaak beperkt zijn. De keuze is vaak niets doen dan wel de voorstelde oplossingsrichting volgen. Niets doen komt dan overeen met de huidige situatie. Voor oplossingsrichtingen waarbij het Rijk een rol speelt, zijn deze verder uitgewerkt in concrete acties (zie Bijlagen IV en V). Per actie is aangegeven wie aan zet zijn, wat de globale aanpak is en, indien aan de orde, een eerste indicatie van mogelijke kosten. De daadwerkelijke kosten hangen af van de verder te maken keuzes.

1.4 Terminologie: Kennisbasis versus kennisinfrastructuur

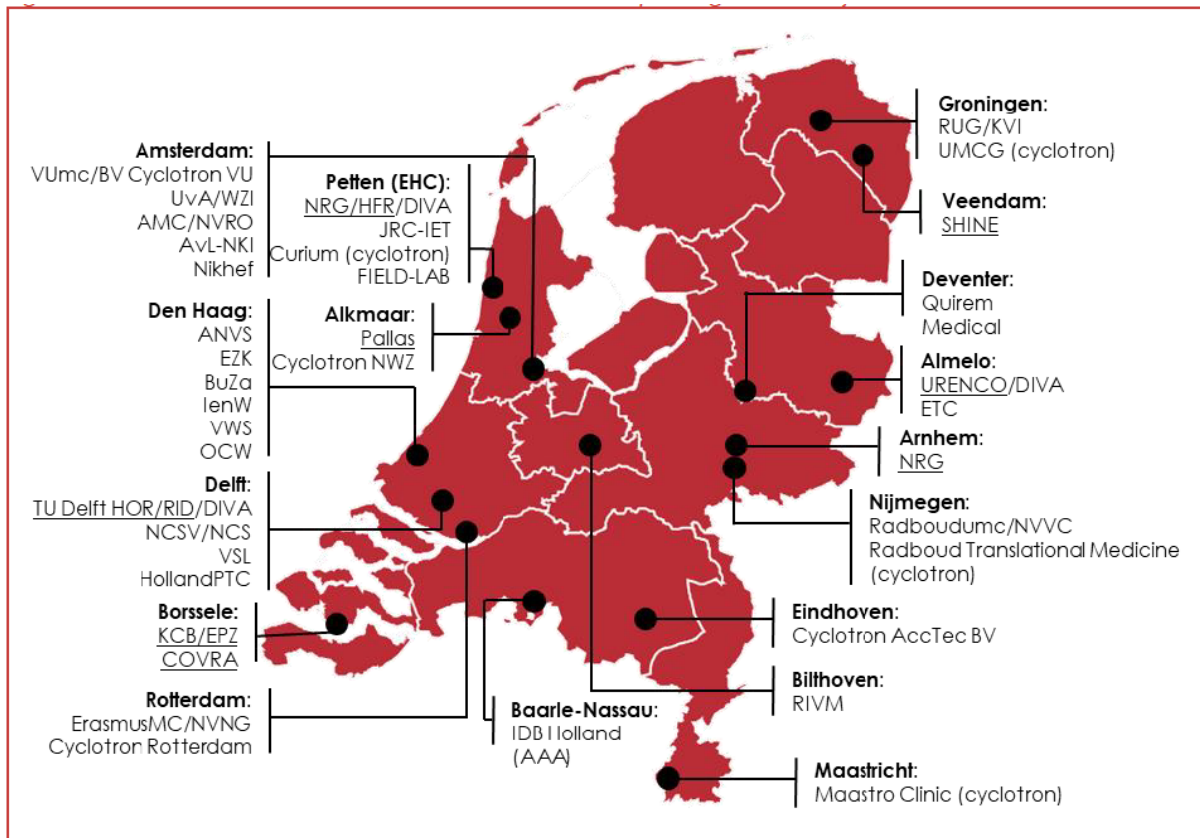
"Kennis is een persoonlijk vermogen dat gezien moet worden als het product van de informatie, de ervaring, de vaardigheid en de attitude waarover iemand op een bepaald moment beschikt." [6]

Onder *kennisbasis* verstaan we in dit rapport de kennis in hoofden van mensen zoals wetenschappelijk onderzoekers, docenten, consultants en werknemers die in de nucleaire keten en/of in de stralingsbescherming werkzaam zijn. Het versterken van de kennisbasis betreft dan zowel de toename van het aantal mensen dat hun kennis actief inzet voor de verdere ontwikkeling en toepassing van nucleaire technologie of stralingsbescherming, als de toename van kennis op individueel niveau.

Onder *kennisinfrastructuur* verstaan we hier: "Een samenwerkingsverband tussen expertisecentra, overheid, bedrijfsleven en onderwijsinstellingen, waarin kennisontwikkeling en kennisoverdracht centraal staat en waarbij sprake is van interactie tussen onderzoek, beleid en praktijk."⁶ De organisaties zoals die in Figuur 1.3 zijn weergegeven, maken deel uit van de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland. Het versterken van de kennisinfrastructuur kan dus enerzijds gaan over het versterken van de samenwerking en anderzijds over het toevoegen van nieuwe organisaties of faciliteiten aan de kennisinfrastructuur.

⁵ Vereniging die bestaat uit zeven Nederlandse nucleaire bedrijven en organisaties: COVRA, EPZ, NRG, PALLAS, Reactor Instituut Delft, Urenco en SHINE.

⁶ Bron: [Kennisinfrastructuur | www.bodyofknowledgesociaalwerk.nl](http://www.bodyofknowledgesociaalwerk.nl)



Figuur 1.3: Organisaties die deel uitmaken van de nucleaire kennisinfrastructuur in Nederland. De onderstreepte organisaties zijn lid van Nucleair Nederland. Bron: Technopolis [5].

1.5 Leeswijzer

Vanwege de hierboven beschreven verschillen tussen de situaties voor nucleaire technologie en stralingsbescherming, is er in dit rapport voor gekozen beide onderwerpen in twee aparte hoofdstukken (respectievelijk hoofdstuk 2 en 3) te behandelen. Hoofdstuk 2 richt zich op de kennisproblematiek rond nucleaire technologie en schetst mogelijke oplossingsrichtingen. Hoofdstuk 3 doet hetzelfde voor stralingsbescherming en geeft mogelijke oplossingsrichtingen. Tenslotte wordt in hoofdstuk 4 gereflecteerd op de overeenkomsten en verschillen tussen de in dit rapport voorgestelde acties en de aanbevelingen van de Commissie Van der Zande. In dat hoofdstuk schetst de werkgroep ook de verbeterde horizontale coördinatie van beleid gericht op het versterken van de kennisbasis- en infrastructuur voor nucleaire technologie en stralingsbescherming, één van de aandachtspunten van deze commissie.

2 Kennisproblematiek nucleaire technologie en oplossingen

2.1 Inleiding

Al ruim twintig jaar uit de internationale *Nuclear Energy Agency* (NEA) haar zorgen over het tekort aan nucleair opgeleide en getrainde werknemers. Tijdens de bijeenkomst op 28 februari 2023 van de Raad van Adviseurs van het Global Forum uitte de directeur-generaal van de NEA opnieuw deze zorgen: *“At present, the talent base in the nuclear field is extremely thin, making the threat of not having enough educated and trained professionals around to design and operate the future nuclear fleet a huge challenge.”*⁷

Ook binnen Europa staat het behoud van expertise hoog op de agenda. Frankrijk heeft tijdens haar voorzitterschap van de Europese Raad in 2022 deze kwestie via een presidentieel rapport⁸ op de Europese agenda gezet: *“The European Union faces a significant risk of losing expertise and skills in the nuclear field. [...] It is strategically very important for the coming decades to maintain a high level of knowledge and expertise in the nuclear field in Europe.”*

In Nederland speelt deze problematiek ook, temeer er diverse nieuwe initiatieven op stapel staan. Er is niet alleen sprake van een tekort aan nucleair experts maar ook aan een brede groep technici met verschillende achtergronden en opleidingsniveaus.

Leeswijzer

Paragraaf 2.2 schetst de huidige personeelsopbouw in de nucleaire sector. Paragraaf 2.3 beschrijft de huidige situatie op de nucleaire arbeidsmarkt en paragraaf 2.4 de toekomstige extra vraag die voortkomt uit de geplande acties en nieuwe initiatieven. Paragraaf 2.5 laat zien dat het (toekomstige) aanbod van personeel voor nucleaire sector een kritieke factor is, ondanks dat het aanbod niet goed gekwantificeerd kan worden. Tot slot biedt paragraaf 2.6 mogelijke oplossingsrichtingen om aan het benodigde personeel te komen.

2.2 Personeelsopbouw in nucleaire sector

Onder de Nederlandse nucleaire sector verstaan we in de context van dit rapport de ANVS en de leden van Nucleair Nederland - te weten de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA), de Elektriciteits Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ), NRG, PALLAS, het Reactorinstituut Delft (RID), SHINE en Urenco. Deze organisaties vormen samen wat in het Technopolis-rapport [5] de 'smalle' nucleaire sector wordt genoemd. De nucleaire sector is echter breder, zie bijvoorbeeld Figuur 1.3.

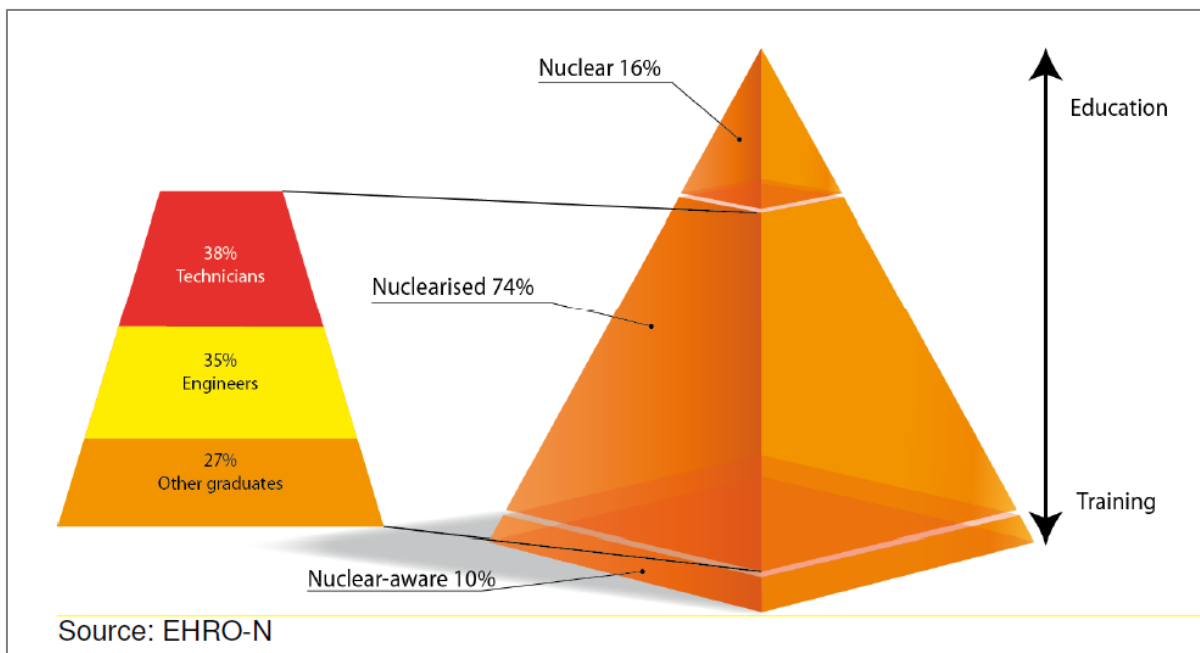
In de literatuur [7] wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende achtergronden van werknemers in de nucleaire sector (zie ook Figuur 2.1):

- 1) *Nuclear experts* zoals nucleair ingenieurs, reactorfysici, kernfysici, deeltjesfysici, nucleair chemici, radiochemici en stralingsbeschermingsdeskundigen;
- 2) *nuclearised* werknemers bestaande uit technici en ingenieurs met een niet-nucleaire opleiding zoals werktuigbouwkunde, elektrotechniek en civiele techniek;
- 3) werknemers in algemene ondersteunende functies, zij hoeven slechts *nuclear-aware* te zijn.

Zowel de *nuclearised* als de *nuclear-aware* werknemers hebben via training competenties en vaardigheden ontwikkeld om in de nucleaire sector actief te kunnen zijn.

⁷ [Nuclear Energy Agency \(NEA\) - Strengthening the future of the nuclear sector's workforce \(oecd-nea.org\)](https://www.oecd-nea.org/)

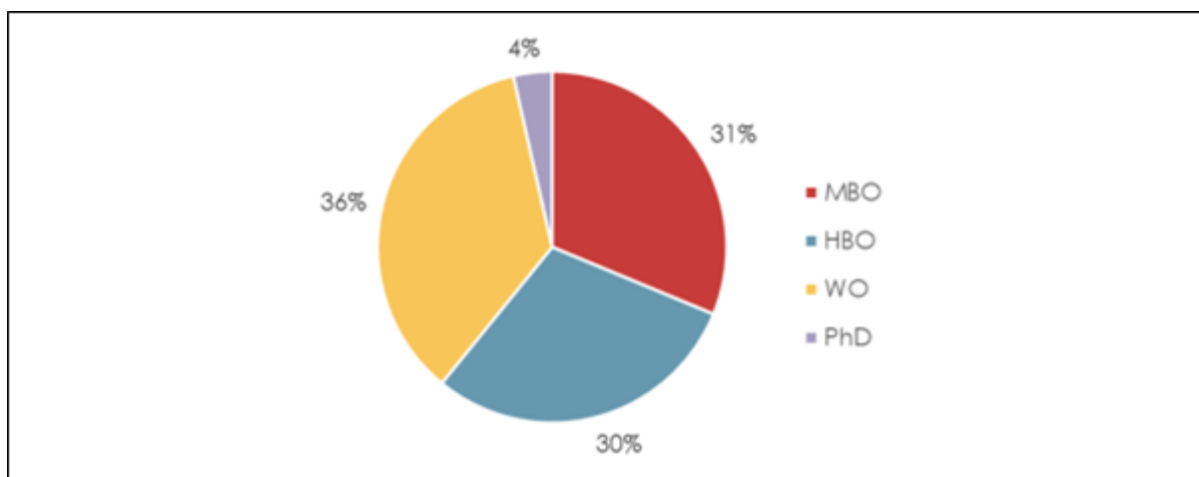
⁸ Zie: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9799-2022-INIT/fr/pdf>, Franse versie.



Figuur 2.1: Hypothetische verdeling van verschillende werknemers in de nucleaire sector. Bron: [7].

Technopolis [5] schat in dat de huidige verdeling tussen *nuclear experts*, *nuclearised* en *nuclear-aware* werknemers in Nederland respectievelijk 20%, 60% en 20% is. Daarbij worden stralingsbeschermingsdeskundigen als 'nuclearised' beschouwd. Uit de interviews van Berenschot [4] blijkt dat op dit moment van de circa 1800 werknemers in de nucleaire sector ongeveer 10% *nuclear expert* is, stralingsbeschermingsdeskundigen daargelaten. Het gaat dus om circa 180 werknemers. Wat men onder een *nuclear expert* verstaat, is trouwens niet heel scherp gedefinieerd.

Figuur 2.2 toont de gevraagde opleidingsniveaus voor werknemers in de nucleaire sector. In de toekomst wordt grofweg een vergelijkbare verdeling voorzien.



Figuur 2.2: Gevraagde opleidingsniveaus in huidige en naar verwachting toekomstige vacatures. Bron: Technopolis [5], op basis van data-uitvraag onder leden van Nucleair Nederland en de ANVS.

Het gevraagde opleidingsniveau is min of meer gelijkelijk verdeeld over mbo, hbo en wo. Over het geheel is er net iets meer vraag naar wo-opgeleid personeel. Het gemiddelde gevraagde

opleidingsniveau in de nucleaire sector verschilt echter per organisatie. Zo vragen EPZ en Urenco bijvoorbeeld vaker een lager opleidingsniveau dan de ANVS en de TU Delft [5].

In de nucleaire sector werkt zo'n 1.800 fte, voornamelijk man en in vaste dienst. Door de relatief hoge gemiddelde leeftijd van 46 jaar is er een grote vervangingsvraag door pensionering. Circa 30% van het personeel gaat naar verwachting binnen 12 jaar met pensioen [5].

2.3 Huidige situatie op de nucleaire arbeidsmarkt

De nucleaire sector heeft last van de algemene krapte op de Nederlandse arbeidsmarkt en in het bijzonder van de grote krapte op de arbeidsmarkt voor technici. Er wordt voornamelijk gezocht naar technisch personeel op mbo(4)- en hbo-niveau voor rollen als operator, operations manager en technicus. Voor deze rollen is een nucleaire achtergrond of opleiding geen vereiste. De concurrentie met andere sectoren, bijvoorbeeld de hightechsector, is hevig. Ook op de lange termijn worden structurele arbeidstekorten verwacht. Dit komt zowel door aangekondigde investeringen door het bedrijfsleven en overheid (hogere vraag) als door de demografische ontwikkeling van de Nederlandse bevolking (lager aanbod). Op zowel korte als lange termijn kan de krapte op de arbeidsmarkt dus impact hebben op het aantrekken van de juiste arbeidskrachten voor de nucleaire sector [5].

Daarnaast is er sprake van een sectorspecifieke krapte vanwege de hoge mate van vergrijzing in deze sector en de beperkte nieuwe aanwas. Dat laatste is toe te schrijven aan het negatieve imago van kernenergie en het beeld dat de carrièreperspectieven beperkt zijn. Wat betreft het negatieve imago lijkt er volgens de sector wel sprake te zijn van een kanteling, aangezien kernenergie een bijdrage levert aan de emissiereductie van broeikasgassen.

Volgens het Technopolis-rapport stonden er in de loop van 2020 ongeveer 180 vacatures open in de nucleaire sector. Ongeveer 30% van de vacatures bleek lastig te vervullen. Dit wil zeggen dat vacatures meerdere keren moeten worden geplaatst voordat een geschikte kandidaat is gevonden. Omdat de vacatures uiteindelijk wel werden vervuld, leidt dit nog niet tot grote problemen. Actief werven wordt daarbij steeds belangrijker. Dit gebeurt bijvoorbeeld door vacatures actief te delen via verschillende traditionele en sociale media en door eigen netwerken in te zetten. Ook wordt er vaker gebruik gemaakt van recruiters voor de lastigere vacatures en werven sommige organisaties in het buitenland. Zo is nu al 35% van de nucleair experts (exclusief stralingsbeschermingsdeskundigen) afkomstig uit het buitenland [4].

Er is voornamelijk een vraag naar mensen met werkervaring. Dat hoeft niet per se ervaring binnen de nucleaire sector te zijn; voor veel technische functies is werkervaring in een andere sector in hoge mate overdraagbaar naar de nucleaire sector. Denk bijvoorbeeld aan ervaring in de chemische procesindustrie of in de maritieme sector. De verdeling naar gevraagde ervaring bij huidige en toekomstige vacatures is naar verwachting ongeveer 40% junior (0-5 jaar ervaring), 40% medior (5-10 jaar ervaring) en 20% senior (10+ jaar ervaring) [5].

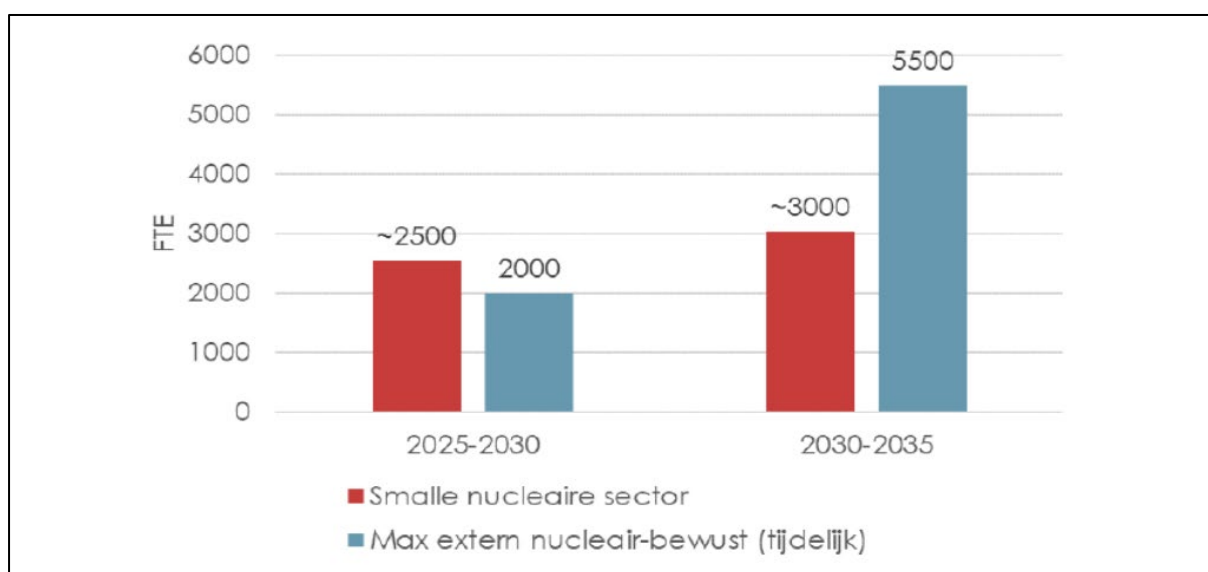
2.4 Toekomstige vraag naar personeel in de nucleaire sector

Technopolis [5] heeft de toekomstige vraag naar personeel in de nucleaire sector ingeschat uitgaande van de geplande acties en nieuwe initiatieven in de nucleaire sector (zie paragraaf 1.2.1), inclusief het buiten gebruik stellen van de HFR in Petten. Uitgangspunten daarbij zijn dat de bouw van PALLAS en SHINE in de periode 2025-2030 plaatsvindt, evenals het buiten gebruik stellen van de HFR en het langer in bedrijf houden van de kerncentrale Borssele. Technopolis gaat uit van de bouw van twee nieuwe kerncentrales, met een totaal elektrisch vermogen van 2 GW, in de periode 2030-2035. Uitgaande van 1.800 fte nu is op korte termijn (2025-2030) een toename van het aantal medewerkers van zo'n 40% nodig en op langere termijn (2030-2035) van zo'n 65%. Zie Figuur 2.3. Het aantal vacatures stijgt naar schatting van 180 vacatures nu naar bijna 400 per jaar op de lange termijn. Daarin is de vervangingsopgave meegenomen.

Technopolis baseert hun berekening op nieuwe kerncentrales met een gezamenlijk elektrisch vermogen van 2 GW. Mocht het totale elektrisch vermogen groter worden, dan neemt de vraag

naar personeel over de hele linie verder toe, zie figuur 18 in het Technopolis-rapport [5]. Het kabinet zet in op twee kerncentrales met een gezamenlijk elektrisch vermogen van circa 3 GW met generatie-III+-reactoren. Ter illustratie, op dit moment worden in het Verenigd Koninkrijk twee eenheden met generatie-III+-reactoren met een elektrisch vermogen van 1.630 GW per eenheid gebouwd, dus in totaal 3.260 GW (Hinkley Point C). Hiervoor zullen naar verwachting 900 werknemers (niet fte!) in de operationele fase nodig zijn.⁹

Daarnaast heeft Technopolis ook een schatting gemaakt van de behoefte aan externe, *nuclear-aware* werknemers voor de toeleverende bedrijven die bouwen en apparatuur aanleveren. Zie de blauwe staven in Figuur 2.3. De omvang van deze werkracht varieert gedurende de bouw. Ter illustratie, voor Hinkley Point C zijn gedurende die piek 8.600 van dit type werknemers nodig op locatie, 3.000 meer dan oorspronkelijk was ingeschat.¹⁰ Het is belangrijk om deze groep mensen zo nodig bij te scholen vóór de bouw van de nieuwe reactoren. Sommige bedrijven zullen bijvoorbeeld gecertificeerd moeten worden door de ANVS om de kwaliteit van hun veiligheidsrelevante componenten aan te tonen. Andere zullen bekend moeten raken met de nucleaire kwaliteitseisen. In dit rapport laten we deze groep werknemers verder buiten beschouwing.



Figuur 2.3: Benodigd aantal fte uitgaande van doorgang van geplande acties en voorgenomen initiatieven in de nucleaire sector (rood) (zie paragraaf 2.3.2). Ter vergelijking: het huidige aantal is circa 1.800 fte. Benodigd aantal fte bij toeleverende bedrijven (blauw). Bron: Technopolis [5].

2.5 Aanbod van personeel voor nucleaire sector

Niet-nucleair opgeleid personeel

Zoals te zien is in de piramide in Figuur 2.1, is de grootste groep benodigd personeel in eerste instantie niet-nucleair opgeleid. Het gaat hierbij om technisch geschoold personeel zoals ingenieurs en technici. Met name mensen met de volgende expertises worden als schaars ervaren [4]:

⁹ Geraadpleegd op 1 mei 2023: <https://somersejobs.co.uk/jobs-at-hinkley-point-c>

¹⁰ Geraadpleegd op 1 mei 2023: [Five years on, 22,000 are working in Britain on Hinkley Point C | EDF \(edfenergy.com\)](https://www.edfenergy.com), 29 september 2021.

- Meet- en regeltechnici
- Civiel ingenieurs
- Materiaalkundigen
- Chemici
- Deeltjesversnellerfysici (*accelerator physicists*)
- Veiligheidskundigen
- (Probabilistische) risico-analisten
- Stralingsbeschermingsdeskundigen
- Software engineers
- Hardware engineers
- Cybersecurity-experts
- Operators (hbo- en mbo-niveau)

Om deze groep mensen te laten landen in de sector is het nodig om ze *nuclearised* of *nuclear-aware* te maken door het volgen van (korte) opleidingen, al dan niet *in-house*, en het inwerken in de deels nieuwe nucleaire materie.

Nucleair opgeleid personeel

Voor de top van de piramide (zie Figuur 2.1.) kent het Nederlandse wetenschappelijk onderwijs momenteel één masterspecialisatie *Nuclear Science and Engineering* binnen de masteropleidingen *Applied Physics*, *Chemical Engineering* en *Sustainable Energy Technology* aan de TU Delft. Het mbo en hbo bieden op dit moment geen onderwijs aan op dit gebied.¹¹

De TU Delft richt zich op kernsplijting en is de grootste leverancier van nucleair opgeleiden in Nederland. In de periode 2011-2021 studeerden gemiddeld 13 masterstudenten per jaar af aan de TU Delft met een aantekening *Nuclear Science and Engineering* op hun diploma. Het aantal wetenschappelijke promoties op het gebied van nucleaire technologie aan de TU Delft was in deze periode gemiddeld 2 per jaar. Hierbij gaat het om experts (PhD's) op het gebied van nucleaire technologie, waarbij de expertise afhangt van de specifieke onderzoeksgroep waarbinnen het promotieonderzoek is uitgevoerd. Gemiddeld kwamen er in deze periode jaarlijks 15 kersverse nucleair experts vanuit de TU Delft op de arbeidsmarkt. Dit betekent trouwens niet automatisch dat ze voor een carrière in de nucleaire sector hebben gekozen.

Over het algemeen is er tevredenheid over de aansluiting van de universitaire opleiding aan de TU Delft [4]. Wel wordt deze opleiding als technisch-natuurwetenschappelijk gekarakteriseerd; er is minder aandacht voor *nuclear engineering*, waarbij de aandacht meer ligt op het ontwerpen, construeren en ontwikkelen van nucleaire installaties. Deze kennis is wel relevant voor de bouw van nieuwe nucleaire installaties in Nederland. Organisaties als PALLAS en SHINE halen daarom mensen met deze opleidingen uit het buitenland [5].

Daarnaast kennen enkele andere technische en niet technische universiteiten nucleaire specialisaties. Zo richt de TU Eindhoven zich op kernfusie. Daar kan men een *Master Science and Technology of Nuclear Fusion* behalen. In Groningen is het [Energy and Sustainability Research Institute Groningen](#) (ESRIG) verbonden aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hier wordt onder meer onderzoek verricht naar isotopen en nucleaire energie.

Personeel met mbo- en hbo-opleiding

Technopolis heeft specifiek naar het aantal afgestudeerden van relevante mbo- en hbo-opleidingen voor de nucleaire sector gekeken. Geconstateerd is dat het aantal afgestudeerden aan deze opleidingen de totale vraag naar medewerkers van de sector weliswaar overtreft, maar dat desondanks in de toekomst nog steeds sprake kan zijn van een kwantitatief en een kwalitatief tekort aan de aanbodzijde van de arbeidsmarkt. Voor dat tekort lijkt de concurrentie met andere sectoren de grootste verklarende factor. In tabel 2.1. is een overzicht van meerdere verklarende factoren opgenomen.

¹¹ In 2009 had de Hogeschool Zeeland al plannen voor een nieuwe afstudeerrichting nucleaire technologie.

Tabel 2.1. Mogelijke oorzaken voor krapte op nucleaire arbeidsmarkt. Bron: Technopolis [5].

Kwantitatief tekort door:	Kwalitatief tekort door:
Concurrerende vraag van andere sectoren	Ontbreken van relevante werkervaring
Ontbreken aanbod in regio en bereidheid tot reizen/verhuizen	Inhoudelijk onvoldoende match tussen vacature en opleiding
Onvoldoende aanbod voor specifieke/specialistische functie	Ontbreken van ervaring en kennis in specialistische niches, bijv. vergunningen in de nucleaire sector
Beperkingen in nationaliteiten die aangenomen kunnen worden (i.v.m. veiligheid/regelgeving)	Zeervaren personeel dat de sector verlaat/met pensioen gaat
Ontbreken tot bereidheid tot om- of bijscholing	Beperkte diversiteit in het aanbod

2.6 Probleemschets

Zowel de verkenning van Berenschot als van Technopolis laat zien dat, zonder additionele maatregelen, ook in de toekomst een mismatch tussen vraag en aanbod op de nucleaire arbeidsmarkt te verwachten is. Om de woorden uit het Technopolis-rapport te gebruiken, kan in ieder geval geconcludeerd worden dat het realiseren van de verwachte groei van de nucleaire sector "zeer uitdagend" te noemen is.

Om meer grip op de (toekomstige) arbeidsmarktsituatie te krijgen, heeft de Commissie Van der Zande aanbevolen om een 'Human Resources Observatorium voor Nucleaire Technologie en Straling' op te richten. Het betreft het verzamelen en analyseren van data van de huidige en verwachte in- en uitstroom van studenten en werknemers uit de nucleaire sector en stralingssector op de verschillende niveaus van opleiding en expertise.

Zowel de verkenning van Berenschot als van Technopolis laten zien hoe lastig het is om de toekomstige vraag en aanbod van personeel in te schatten. Daarbij is met name het inschatten van de toekomstige instroom van de niet-nucleair opgeleide werknemers vrijwel onmogelijk. Dat betreft zo'n 80-90% van de werknemers. Hoe moet je inschatten of mensen de keuze maken voor werk in de nucleaire sector? Dit neemt niet weg dat beide verkenningen, die een poging gedaan hebben om zaken te kwantificeren, hun meerwaarde hebben gehad. Ze hebben de noodzaak laten zien van een gericht arbeidsmarktbeleid voor de nucleaire sector.

Indien het de nucleaire sector niet lukt om voldoende gekwalificeerd personeel aan te trekken, dan staat dit de nieuwe nucleaire initiatieven in de weg. Een beperkte arbeidscapaciteit zou kunnen betekenen dat de realisatie van de initiatieven wordt vertraagd of dat de kosten hiervoor stijgen vanwege een stijging van de lonen. Een vergelijkbare problematiek speelt bijvoorbeeld in de (bredere) energiesector, waar in de komende vier jaar een tekort wordt verwacht van 17.500 technici, waarvan 13.000 bij de netbeheerders [8].

2.7 Oplossingsrichtingen

In deze paragraaf schetst de werkgroep mogelijke oplossingsrichtingen om aan het benodigde personeel te komen. Ze onderscheidt daarbij ten eerste oplossingsrichtingen die betrekking hebben op het interesseren respectievelijk werven van leerlingen, studenten en potentiële werknemers. Hiervoor staat primair de nucleaire sector zelf aan de lat. Ten tweede kan de kennisinfrastructuur aan de kant van de onderwijsinstellingen versterkt worden opdat meer studenten (wo, hbo en mbo) in aanraking komen met nucleaire technologie. De hoop is dan dat ze hierin geïnteresseerd raken en vervolgens in de nucleaire sector gaan werken. Aangezien onderwijs en onderzoek onlosmakelijk met elkaar verweven zijn, moeten beide versterkt worden (zie Kader 2.1). Het versterken van de kennisinfrastructuur is een gezamenlijke taak van de nucleaire sector, de onderwijsinstellingen en overheden (Rijk en/of decentrale overheden).

Kader 2.1: Relatie onderzoek en onderwijs en onderzoek

In het wetenschappelijk onderwijs zijn onderzoek en onderwijs onlosmakelijk met elkaar verbonden. Via het onderzoek sijpelt nieuwe kennis door naar het onderwijs. Promovendi begeleiden veelal studenten die onderzoek doen. Promovendi worden op hun beurt begeleid door postdocs of de vaste wetenschappelijke staf. De financiering van promovendi en postdocs vindt meestal plaats via tijdelijke onderzoeksprogramma's. Idealiter zijn de onderzoeksprogramma's gebaseerd op een actuele kennisagenda waarin de kennis- en onderzoekbehoefte is opgenomen. Soms wordt ook een innovatieagenda opgesteld.

Onderzoek voedt ook docenten in het hbo en mbo. Bovendien zijn er in het hbo en mbo ontwikkelingen om meer aan (praktijkgericht) onderzoek te doen. Door in samenwerking met bedrijven innovatief onderzoek te doen op nucleair terrein kan tevens de belangstelling voor de nucleaire sector gewekt worden.

Aangezien de verwachte krapte op de arbeidsmarkt voor de nucleaire sector niet los valt te zien van de algemene personeelstekorten in Nederland, benoemt de werkgroep ook relevante oplossingsrichtingen die door het kabinet zijn geïnitieerd. Zo zijn op 3 februari 2023 door het kabinet oplossingsrichtingen gedeeld voor zowel de arbeidsmarkt als geheel¹² als voor techniek en ICT in het bijzonder¹³. Ook het Aanvalsplan Arbeidsmarkttekorten Techniek, Bouw en Energie¹⁴ van de brede technieksector bevat veel waardevolle initiatieven. Het kabinet heeft een jaarlijkse investering van € 50 miljoen toegezegd om dit Aanvalsplan te realiseren. Waar relevant verwijst de werkgroep naar initiatieven die er al zijn of die het kabinet heeft aangekondigd.

Concreet zijn de volgende oplossingsrichtingen:

1. Aanstellen van speciale managers om leerlingen, studenten en potentiële werknemers te bereiken en te interesseren voor de nucleaire sector.
2. Bieden van aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden.
3. Eigentijds voorlichten en informeren van breed publiek over de rol van nucleaire technologieën en stralingstoepassingen.
4. Opstellen van nationale Kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid;
5. Versterken van nucleair onderwijs in het wo.
6. Versterken van nucleair onderwijs in het hbo en mbo.
7. (Co)financieren van nationaal onderzoek.
8. (Co)financieren van Europees onderzoek.

Zoals hiervoor beargumenteerd, zijn de oplossingsrichtingen 3, 4, 5, 6 en 7 onderling afhankelijk en moeten dus in gezamenlijkheid genomen worden. Het versterken van nucleair onderwijs is alleen zinvol als studenten ook daadwerkelijk meer belangstelling voor dit onderwerp gaan tonen. Hiervoor is werken aan oplossingsrichting 1 een belangrijke voorwaarde, maar ook oplossingsrichting 3 kan al van invloed zijn op de studiekeuze.

Van geen van deze oplossingsrichtingen is de doeltreffendheid verzekerd. Het doel is om (toekomstige) potentiële werknemers te interesseren en te enthousiasmeren om in de sector te gaan werken. Uiteindelijk maken ze zelf een keuze uit het brede arbeidsaanbod.

Hierna licht de werkgroep deze oplossingsrichtingen verder toe:

1. Aanstellen van speciale managers om leerlingen, studenten en potentiële werknemers te bereiken en te interesseren voor de nucleaire sector

Gegeven de sterke concurrentie op de arbeidsmarkt, is het zaak dat de werkgevers in de nucleaire sector vroegtijdig in beeld komen en zich positief weten te onderscheiden. Dit vergt ook een veel

¹² Aanvullende maatregelen arbeidsmarktcraptes, Tweede Kamer, vergaderjaar 2022–2023, 29544, nr. 1174

¹³ Actieplan Groene en Digitale Banen, Tweede Kamer, vergaderjaar 2022–2023, 29544, nr. 1173

¹⁴ [MKB NL Aanvalsplan arbeidstekorten \(vno-ncw.nl\)](#)

intensiever en gericht wervingsbeleid dan tot nu toe. Zo heeft het hightechbedrijf ASML een 'Manager Universiteitsrelaties & Talent Engagement' in dienst die zich uitsluitend richt op het interesseren respectievelijk werven van leerlingen, studenten en personeel voor ASML (zie Kader 2.2).

De organisaties die deel uitmaken van de nucleaire keten, inclusief ANVS, zullen afzonderlijk en wellicht ook gezamenlijk een vergelijkbare inspanning moeten leveren als zo'n 'Manager Universiteitsrelaties & Talent Engagement'. Daarbij is het van belang dat de nucleaire sector zich stevig positioneert: werknemers en studenten willen in toenemende mate een positieve maatschappelijke bijdrage leveren, bijvoorbeeld aan CO₂-vrije energieopwekking of medische diagnostiek en therapie in de geneeskunde. Verder onderscheidt de nucleaire sector zich door zijn hoogtechnologisch gehalte en de internationale carrièreperspectieven.

Kader 2.2: Manager Universiteitsrelaties & Talent Engagement bij ASML

In de uitzending van VPRO Tegenlicht 'Het geheim van ASML' is onder meer Arianne Bijma, Manager Universiteitsrelaties & Talent Engagement, aan het woord over het tekort aan technici op de arbeidsmarkt en de manier waarop ASML werft.

Zij is verantwoordelijk voor de relaties met universiteiten en talenten. Haar baan is wereldwijd de beste mensen vinden en binden aan ASML. Maandelijks is ze op zoek naar honderden nieuwe medewerkers.

Op dit moment zijn het hardst mensen in de fabriek nodig. "Het grootste knelpunt is dat onvoldoende mensen technisch worden opgeleid. Elke goede techneut heeft 5 aanbiedingen op zak tegen de tijd dat die zijn diploma haalt. Het maakt niet uit of dat nou een mbo-diploma, hbo-diploma of een universitair diploma is; dan kan je aan het werk."

"We hebben allerlei dingen, we hebben lesprogramma's, we doen mee aan allerlei evenementen zoals Night of Nerds, de Week van de Techniek, of Girls Night. Want ook het interesseren van meer meisjes en vrouwen voor de techniek is een grote opgave."

Bron: [VPRO Tegenlicht - Het geheim van ASML](#), 12 september 2022, vanaf minuut 9:31.

Idealiter zijn acties van zo'n manager gericht op uiteenlopende doelgroepen, te weten:

- Potentiële werknemers met een relevante afgeronde opleiding en eventueel relevante werkervaring;
- Potentiële werknemers die bereid zijn zich te laten om- of bijscholen;
- Studenten die gekozen hebben voor relevante studierichtingen;
- Leerlingen in het basis- en middelbaar onderwijs.

Kader 2.3 bevat een overzicht van mogelijke acties die de sector kan ontplooiën om deze doelgroepen te bereiken en te interesseren voor de nucleaire sector. Daarbij zijn ook acties opgenomen die aansluiten bij initiatieven van het kabinet om de problemen op de arbeidsmarkt aan te pakken.

Daarbij kan nog speciale aandacht uitgaan naar het werven in het buitenland en het interesseren van vrouwen en meisjes. Werken in Nederland is voor buitenlanders om verschillende redenen interessant: het is een stabiel land met een hoge levensstandaard en goede internationale verbindingen. Daarnaast zijn de flexibele arbeidvoorwaarden, minder strakke hiërarchische structuren en het feit dat de meeste Nederlanders Engels spreken pluspunten.¹⁵ Op dit moment zijn nucleair experts uit de volgende landen werkzaam in Nederland: Argentinië, België, Bulgarije, Duitsland, Italië, Groot-Brittannië, India, Italië, Verenigde Staten, Zuid-Afrika, Zweden. Sommige van deze landen hebben een overschot aan nucleaire kenniswerkers [4].

Tot slot loopt op dit moment onder het Euratom-programma het volgende ENEN2plus-project dat zich op verschillende doelgroepen richt: [Building European Nuclear Competence through continuous Advanced and Structured Education and Training Actions](#). Het is zinvol om dit project te

¹⁵ Interview met gespecialiseerde recruiter [Thomas Thor](#).

volgen en in een latere fase gebruik te maken van de producten. Dit project wordt eind mei 2026 afgerond.

Kader 2.3: Doelgroepgerichte acties om potentiële werknemers voor nucleaire sector te interesseren

Focus: potentiële werknemers met relevante afgeronde opleiding of werkervaring:

- (Gezamenlijk) werven van experts uit het buitenland, bv. door inzetten gespecialiseerde recruiter zoals [Thomas Thor](#) of meedoen aan Europees *online career events* van ENEN2plus (zie [voorbeeld](#)).
- Werven van werknemers uit andere sectoren die overeenkomsten vertonen met nucleaire sector, bv. chemische procesindustrie, maritieme sector.
- Aanbieden van traineeship, zie ter inspiratie [het nationaal watertraineeship](#).
- Gebruikmaken van de 'Gouden Poort', één van de hoofdpunten uit het Aanvalsplan Arbeidsmarkttekorten Techniek, Bouw en Energie. Dit expertisecentrum/matchingloket voor werkgevers, werknemers en werkzoekenden faciliteert een tienjarige werk- en opleidingsgarantie binnen de aangesloten sectoren. Volgens het Aanvalsplan zou in de zomer van 2023 de uitwerking voor de Gouden Poort "klaar moeten zijn voor implementatie".

Focus: potentiële werknemers die bereid zijn zich te laten om- of bijscholen:

- Aansluiten bij omscholingsplatform [Be an Engineer](#), dat werkzoekenden met een havo-, vwo of mbo niveau 4 diploma koppelt aan techniekbedrijven. De werkgever betaalt een twee- of vierjarige hbo-opleiding in deeltijd bij één van de aangesloten hogescholen, terwijl de werknemer fulltime betaald krijgt voor een werkweek van vier dagen.
- Contacten onderhouden met de diverse regionale mobiliteitsteams ([RMT's](#)), die werkzoekenden helpen met onder meer om- en bijscholing voor tekortsectoren en begeleiding naar nieuw werk.

Focus: studenten die gekozen hebben voor relevante studierichtingen:

- Deelnemen aan Open Dagen om aankomend studenten kennis te laten maken met nucleaire techniek en stralingstoepassingen.
- In vroeg stadium van de opleiding interesse wekken (o.a. gastcolleges, excursies bv. via relaties met studieverenigingen). Voor universitaire opleidingen geldt: "The challenge is to guide the best talent to nuclear specialties in this relatively short time frame that constitutes the first years at university"¹⁶
- Peers betrekken, bv. [Dutch Young Generation](#), het Nederlandse netwerk van jonge medewerkers uit de nucleaire sector. Daarbij inspiratie halen uit de watersector met hun [Waterambassadeurs](#), [Stroomversnellers](#),
- [Campus recruitment](#): werving van studenten voor stages en afstudeerstages.
- Zichtbaarheid op campus vergroten: sponsoren van challenges; stimuleren van deelname aan [Nuclear Olympiad](#) van World Nuclear University.
- Aanbieden van studiebeurzen voor relevante studies, al dan niet in het buitenland.
- Aansluiten bij [Night of the Nerds](#) (regio Eindhoven) of vergelijkbaar initiatief in andere regio's opzetten.

Focus: leerlingen in het basis- en middelbaar onderwijs:

- Aanhaken bij [Jet-Net](#), waarbinnen bedrijven en scholen samenwerken om leerlingen in basis- en voortgezet onderwijs te interesseren voor technische beroepen, onder meer via gastlessen en bedrijfsbezoeken. Jet-Net bestaat al sinds 2002 en heeft zowel een nationaal loket als regionale loketten.
- Een opdracht aanleveren voor [Vakkanjers](#), dat jaarlijks landelijke *challenges* opzet voor leerlingen in vier leeftijdscategorieën (van groep 7-8 van de basisschool tot 3-4 vmbo).
- Zorgen dat voor de nucleaire sector relevante opleidingen beter te vinden zijn op de website [Leeroverzicht](#). Het trefwoord nucleair levert nu slechts 1 hit op: hbo-opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken.
- Maatwerk leveren (bv. [\(praktijk\)opdrachten](#), workshops) voor leerlingen op Technasia in de regio.
- Laten inspireren door [Belgische initiatieven voor leerlingen](#).

¹⁶ [DESCRIPTION – ENEN+ project](#)

2. Bieden van aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden

In een krappe arbeidsmarkt zijn aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden een manier om onderscheidend te zijn. Aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden zijn zowel bedoeld voor het aantrekken van nieuwkomers in de sector als voor het behouden van werknemers voor de sector.

De werkgroep doet hiervoor enkele suggesties:

- Investeren in opleidingen voor starters: interne opleidingen en *traineeships*, studiebeurzen voor vervolgstudie voor (nieuwe) werknemers (bv. 1-jarige [master-after-master in Nuclear Engineering](#) in België).
- Investeren in talentontwikkeling: bv. deelname aan programma's van de World Nuclear Academy (bv. [Strategic Leadership Academy](#)), aan [ENEN PhD Event & Prize](#) of aan [mobility schemes for nuclear talents](#) van ENEN2plus.
- Bieden van optie om te werken als hybride docent, voor werknemers die dit interessant vinden (zie Bijlage VI).
- Aantrekkelijk maken om door te werken na de pensioengerechtigde leeftijd, bijvoorbeeld door werken in deeltijd mogelijk te maken of via incidentele inhuur (consultancy).
- Bieden van goed salaris en overige arbeidsvoorwaarden zoals bv. aangename werkomgeving, flexibele werktijden, thuiswerken of op meer centrale locatie (indien mogelijk), taalcursussen, ondersteuning sociale integratie van buitenlandse werknemers, aandacht voor vitaliteit op het werk, ondersteuning bij vinden van woonruimte, etc.

3. Eigentijds voorlichten en informeren van breed publiek over de rol van nucleaire technologieën en stralingstoepassingen

Onbekend maakt onbemind. Wil de nucleaire sector meer mensen aantrekken, dan is het primair van belang om meer bekendheid te geven aan de maatschappelijke rol van deze sector: hoe draagt die bij aan de maatschappelijke missies op het terrein van gezondheid en energie/klimaat? Hoe werken de technieken? Welke dilemma's doen zich voor? Welke veiligheidsaspecten spelen en hoe wordt veiligheid gewaarborgd? Waarop zijn werknemers in deze sector trots? Wat zijn relevante en interessante ontwikkelingen op dit terrein? etc.

De nucleaire sector zou hiervoor gezamenlijk een voorlichtingsplan kunnen ontwikkelen en uitvoeren. Behalve dat de voorlichting objectief en consistent hoort te zijn, moeten de vorm en de gebruikte media ook passen bij de tijdsgeest: sterke visuele component, persoonlijke verhalen, live ervaringen, events, simulatoren, games etc. Van belang is een balans te vinden tussen enerzijds aandacht trekken en vasthouden en anderzijds objectieve voorlichting geven.

In het kader van het amendement Erkens/Dassen (zie Bijlage II) heeft EZK inmiddels een eenmalige subsidie aan EPZ verleend voor een haalbaarheidsstudie naar een publiekscapitaal kernenergie. Zie Bijlage IV, Actie N.1.

4. Opstellen van nationale kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid

Een nationale kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid geeft richting aan het nationale onderzoek en dient daarmee als basis voor het opzetten van een nationaal onderzoeksprogramma. Het doel van zo'n onderzoeksprogramma is tweeledig: enerzijds richting geven aan het onderzoek ter versterking van de nationale kennisbasis en anderzijds financieren van onderzoekers (bv. postdocs, promovendi of lectoren) die studenten begeleiden, opdat die op termijn in de nucleaire sector kunnen instromen.

De kennisagenda dient primair aan te sluiten bij de behoeften van de betrokken departementen (incl. ANVS) en de nucleaire sector. Het voorstel is om één of meerdere kenniskamers¹⁷ te organiseren waarin de betrokken departementen, de nucleaire sector en wetenschappers zijn vertegenwoordigd. Gezamenlijk wordt nagegaan welke kennisvragen volgens hen op het terrein

¹⁷ De kenniskamer is een instrument van de overheid om een brug te slaan tussen wetenschap en beleid, met als doel om een beter begrip te krijgen van de problematiek in de volle breedte en op zoek te gaan naar de nieuwe beleidsuitdagingen, strategische kennisvragen en handelingsperspectieven.

van nucleaire technologie en veiligheid voor Nederland relevant zijn. De wetenschappers geven aan welke kennis reeds voorhanden is, welke nieuwe inzichten en ontwikkelingen er zijn en of ze – gegeven hun expertise – in staat zijn om de gevraagde nieuwe kennis te ontwikkelen. Zie verder Bijlage IV, Actie N.2.

Deze nationale kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid zal op regelmatige basis geactualiseerd moeten worden, bijvoorbeeld eens in de 4 jaar.

5. Versterken nucleair onderwijs in het wo

Op dit moment is er beperkt aandacht voor nucleaire technologie en stralingstoepassingen in het wetenschappelijk onderwijs (zie 2.5 Aanbod van personeel voor nucleaire sector, Nucleair opgeleid personeel). TU Delft is een van de grootste leveranciers van afgestudeerden en gepromoveerden op het terrein van 'reactorfysica & nucleaire materialen'; daarbij ligt het accent op kernsplijting. TU Eindhoven levert studenten en promovendi af op het gebied van kernfusie.

Het versterken van het nucleair wetenschappelijk onderwijs zou twee doelen moeten dienen: ten eerste het leveren van meer afgestudeerden en gepromoveerden op het terrein van nucleaire technologie (toekomstige *nuclear experts*) en ten tweede meer studenten in het wetenschappelijk onderwijs (bachelor en master) in aanraking laten komen met nucleaire technologie en hen daarvoor te interesseren. Wat dat laatste betreft gaat het om een brede groep studenten, gegeven de substantiële behoefte aan niet-nucleaire expertises (zie 2.5 Aanbod van personeel voor nucleaire sector, Niet-nucleair opgeleid personeel). Daarbij zou men zich niet alleen op studenten aan de TU Delft moeten richten, maar op ook studenten aan de TU Eindhoven, Universiteit Twente, en eventueel andere universiteiten met aandacht voor (toegepaste) natuurkunde of scheikunde zoals de Rijksuniversiteit Groningen, de Universiteit van Amsterdam etc. Daarvoor is het van belang cursussen of minors op het terrein nucleaire technologie en stralingstoepassingen aan een brede groep (technische) bachelor- en masterstudenten aan te bieden. Zie verder Bijlage IV, Acties N.3 en N.4.

6. Versterken nucleair onderwijs in het hbo en mbo

De nucleaire sector heeft een grote behoefte aan werknemers die een mbo- of hbo-diploma op zak hebben. Het gaat hierbij in eerste instantie *niet* om werknemers die al een achtergrond hebben in nucleaire techniek of stralingstoepassingen. De nucleaire sector heeft juist ook veel werknemers met andere achtergronden nodig, denk bijvoorbeeld aan operators, meet- en regeltechnici, chemici, veiligheidskundigen en cyberexperts (zie paragraaf 2.5, waarin de variëteit aan gevraagde niet-nucleair experts is geschetst).

Toch is het zinvol om in het mbo en hbo meer aandacht te besteden aan nucleaire techniek en stralingstoepassingen. Hiermee kan interesse worden gewekt voor het werken in de nucleaire sector. Als nucleaire werkgevers de banden aanhalen met onderwijsinstellingen, biedt dit tevens kansen voor campus recruitment en verdere profilering van de sector in het onderwijs.

Momenteel is er nauwelijks aandacht voor nucleaire technologie en stralingstoepassingen in het hbo. Een manier om hier verandering in te brengen is het instellen van lectoraten.

Een lectoraat is een eenheid bij een hogeschool waarbinnen praktijkgericht onderzoek wordt uitgevoerd. Een lectoraat bestaat doorgaans uit een lector en een kenniskring, waarin onderzoekers, docent-onderzoekers, studenten en het werkveld samenwerken. Lectoren zijn onderzoekers op het snijvlak van onderwijs, onderzoek en de beroepspraktijk. Het aanstellen van lectoren heeft vervolgens ook zijn doorwerking in het onderwijs.

Het is ook mogelijk dat een lector aan de slag gaat bij zowel een hogeschool als een onderzoeksinstituut. De lector verbindt zo het fundamenteel onderzoek van het instituut met het praktijkgericht onderzoek van de hogeschool. Deze verbinding versterkt de kennis- en innovatieketen door wetenschap, beleid en praktijk bij elkaar te brengen. Dit biedt kansen voor senior onderzoekers, lectoren en studenten en draagt bij aan een grotere beschikbaarheid van goed opgeleide professionals. Via de [regeling Lectorposities bij instituten](#) (L.INT) worden subsidies verleend voor dit type lectorposities. Regieorgaan SIA voert deze regeling uit. Middels het

amendement Erkens/Dassen zijn de eerste stappen gezet om een regeling in te stellen voor de aanstelling van drie lectorposities bij instituten. Zie verder Bijlage IV, Actie N.5.

Daarnaast bieden (nieuwe) regelingen mogelijkheden om het mbo en hbo op het gebied van nucleaire technologie en stralingstoepassingen te versterken, zie kader 2.4.

Kader 2.4: (Nieuwe) regelingen om beroepsonderwijs beter aan te sluiten bij praktijk

- Aansluiten bij het plan van de brede technieksector om hybride docenten (zie Bijlage VI) op te leiden. De technieksector wil vanaf 2023 duizend extra hybride docenten beschikbaar stellen voor alle onderwijsniveaus. Regionale Techniekcentra moeten binnen vijf jaar bijdragen aan volledig hybride beroepsonderwijs op mbo- en hbo-niveau.
- Beter laten aansluiten van beroepsonderwijs op behoeften van de nucleaire sector door gebruik te maken van het Regionaal Investeringsfonds MBO ([RIF MBO](#)) (subsidieregeling).
- Gebruikmaken van publiek-private samenwerking tussen onderwijs en sectorpartijen om beroepsopleidingen te laten aansluiten bij de sector. Het non-profit actienetwerk [Katapult](#) kan hierbij assisteren.

Tot slot is in het kader van het amendement Erkens/Dassen (zie Bijlage II) inmiddels een eenmalige subsidie aan NRG toegekend voor het oprichten van een Nuclear Academy. Doel hiervan is het nucleaire onderwijs in brede zin te stimuleren en te bevorderen, waarbij de focus ligt op mbo- en hbo-niveau. Daarnaast zullen trainingsmodules voor werknemers binnen de overheid worden ontwikkeld. Zie verder Bijlage IV, Actie N.6.

7. (Co)financieren van nationale onderzoeksprogramma's Nucleaire Technologie & Veiligheid

Het doen van onderzoek naar nucleaire technologie en veiligheid draagt enerzijds bij aan het versterken van de kennisbasis op dit terrein in Nederland en anderzijds aan het creëren van een basis voor het afleveren van toekomstige nucleair experts met kennis gebaseerd op toonaangevend onderzoek (studenten en promovendi) die in de nucleaire sector kunnen gaan werken.

Voor de financiering van onderzoek naar kernenergie zijn de onderzoeksinstituten deels afhankelijk van nationale financiering. Hoewel het Euratom [Research and Training Programme 2023-2025](#) van de EU (co)financiering biedt, is men terughoudend met het financieren van onderzoek naar kerncentrales. Dit heeft te maken met het feit dat niet alle Europese lidstaten kernenergie ondersteunen, wat institutionele samenwerking op dit gebied binnen het EU kader bemoeilijkt. Dit geldt trouwens niet voor onderzoek, innovatie, opleiding en training op het gebied van de veiligheid van Small Modular Reactors (SMRs)¹⁸.

Er zijn vier routes (zie Bijlage III) om via NWO nationale (co)financiering te krijgen voor nationale onderzoeksprogramma's op het gebied van nucleaire technologie & veiligheid. Zie voor te nemen stappen Bijlage IV, Actie N.7.

8. (Co)financieren van Europese onderzoeksprogramma's Nucleaire Technologie & Veiligheid

In aansluiting op Horizon Europe, het kaderprogramma van de Europese Unie voor onderzoek en innovatie, bestaat er een specifiek, complementair EU-programma van Euratom gericht op nucleaire technologie. Het Euratom [Research and Training Programme 2023-2025](#) is in maart 2023 gepubliceerd en strekt zich onder meer uit over de thema's nucleaire veiligheid, radioactief afval, stralingsbescherming, crisisvoorbereiding, kernfusie en de veiligheid van SMRs.

¹⁸ Zie: [Commission Declaration on 'EU Small Modular Reactors \(SMRs\) 2030: Research & Innovation, Education & Training' \(europa.eu\)](#)

Voor medische toepassingen van ioniserende straling is binnen het [EU4HEALTH programma 2023](#) subsidie beschikbaar voor verschillende joint actions. Een van deze joint actions is gericht op de kwaliteit en veiligheid van medische toepassingen met ioniserende straling.

Voor sommige (onderdelen) van deze programma's is (co)financiering vereist.

3 Kennisproblematiek stralingsbescherming en oplossingen

3.1 Inleiding

Wat betreft de kennisproblematiek rondom stralingsbescherming, spelen er twee zaken. Ten eerste de achteruitgang van de wetenschappelijke expertise en ten tweede de kwetsbaarheid van de opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige (SBD) die de Commissie Van der Zande signaleert.

In paragraaf 3.2 komt de achteruitgang van de wetenschappelijke expertise op het terrein van stralingsbescherming aan de orde en in paragraaf 3.3 de kwetsbaarheid van de opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige. Daarbij schetst de werkgroep voor beide kwesties allereerst de problematiek en vervolgens oplossingsrichtingen.

3.2 Achteruitgang wetenschappelijke expertise stralingsbescherming

3.2.1 Inleiding

In 2008 heeft de Gezondheidsraad [9] de achteruitgang van wetenschappelijke expertise op het terrein van stralingsbescherming geagendeerd. Op grond daarvan heeft de minister van SZW, mede namens zijn collega's van het ministerie van VWS en het toenmalige ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), in 2009 aangekondigd met de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS) de consequenties van deze achteruitgang te bespreken en te bekijken hoe deze ontwikkeling indien nodig kan worden gekeerd.¹⁹ Uiteindelijk leidde dit tot een opdracht aan het RIVM [10] om in nauwe samenwerking met de NVS een inventarisatie uit te voeren naar (de ontwikkelingen in) het wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in de stralingsbescherming in Nederland. Daarvoor is een enquête gehouden onder betrokkenen in het stralingsveld. De openingsvraag van de enquête luidde: "Bent u het eens met de stelling van de Gezondheidsraad dat de wetenschappelijke expertise op het gebied van de stralingsbescherming in Nederland afneemt?" Hierop antwoordde 71% bevestigend, 18% ontkennend en 11% had de vraag niet beantwoord. De respondenten die het eens waren met deze stelling, noemden als motivatie onder meer dat:

een aantal radiobiologiegroepen en fysicagroepen met versnellers is opgeheven, het aantal en het niveau van publicaties is gedaald, dat er onvoldoende aandacht is voor stralingsbescherming, dat de rol van radioactieve stoffen in het moleculair biologisch onderzoek afneemt, dat het ledenbestand van de NVS aan het vergrijzen is, dat er geen universitair curriculum is voor stralingshygiëne, dat wetenschappelijke kennis afneemt, maar praktische kennis niet, dat stralingsbeschermingsdiensten bij arbo- en milieudiensten zijn gevoegd en verder van de wetenschap zijn komen te staan, dat een leerstoel stralingsbescherming ontbreekt waardoor kennis versnipperd is geraakt, dat er minder aandacht is voor de bredere maatschappelijke en ethische aspecten van stralingsbescherming en dat er in Nederland weinig tijd, geld en capaciteit beschikbaar wordt gesteld voor wetenschappelijk onderzoek in de stralingshygiëne. [11]

Mede op grond van deze inventarisatie van het RIVM [9,10] heeft de minister van Economische Zaken in 2013 toegezegd om zich, "samen met partijen uit het veld, te oriënteren op mogelijkheden om de kennis ten aanzien van stralingsbescherming op peil te houden."²⁰ Hier is echter geen gevolg aan gegeven, noch door het ministerie van Economische Zaken, noch door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, dat vanaf 2015 de taken op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming heeft overgenomen (zie ook Bijlage VII). Er hebben ook geen autonome ontwikkelingen plaatsgevonden die het tij hebben gekeerd.

Rond de jaarwisseling 2017/2018 heeft een initiatiefgroep bestaande uit de TU Delft, het RIVM en het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) een 'Peiling nationale kennisbehoefte straling en

¹⁹ Tweede Kamer, vergaderjaar 2008–2009, 25 883, nr. 154

²⁰ Tweede Kamer, vergaderjaar 2012–2013, 32 645, nr. 52

nucleaire veiligheid' [14] gehouden onder een anders samengestelde groep betrokkenen. Toen onderschreef 89% van de respondenten de stelling dat de wetenschappelijke expertise op het gebied van de stralingshygiëne achteruitgaat.

Emeritus hoogleraar radiochemie Bert Wolterbeek vergelijkt het probleem van de achteruitgang van wetenschappelijke expertise met "een veenbrand: vooralsnog minder zichtbaar (en dus soms niet eens als zodanig herkend), maar op het onontkoombare moment dat de brand ook daadwerkelijk bovengronds uitbreekt is die heel moeilijk te blussen." [13]

Inmiddels heeft de Commissie Van de Zande met haar adviesrapport dit thema opnieuw op de agenda gezet. Overigens is deze achteruitgang in wetenschappelijke expertise een bredere trend, die zich wereldwijd manifesteert. Zo is de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) een "call for action to strengthen expertise in radiation protection worldwide" aan het voorbereiden²¹.

3.2.2 Probleemschets

De vraag is natuurlijk hoe erg het is dat de wetenschappelijke stralingsexpertise achteruitgaat. Deze vraag kwam ook aan orde tijdens een bijeenkomst (5 oktober 2018) met een select aantal deelnemers, die aan de eerdergenoemde peiling [11] hadden meegedaan:

Al snel kwam de vraag op: wat gaat er mis als we niets doen? Per slot van rekening speelt deze problematiek al 10 jaar zonder dat er structureel aan een oplossing gewerkt is, en er is nog steeds niets dramatisch gebeurd. Er werd opgemerkt dat veel van de mensen die nu in het vak zitten daar al erg lang werkzaam zijn. En de afgelopen jaren zijn al veel deskundigen met pensioen gegaan.

Het gaat er dus om hoeveel mensen uit een jongere generatie het vak nog serieus op academisch niveau beoefenen. Die groep lijkt erg klein te zijn. Serieuze problemen zullen zich pas manifesteren als het kennisniveau daadwerkelijk onder de rode streep zakt, maar op dat moment kun je er weinig meer aan doen. Wel is het zo dat je nu al effecten van kenniserosie ziet. Bijvoorbeeld: omdat je mensen mist die het werkelijke risico niet meer kunnen duiden of onderbouwde keuzes kunnen maken, zie je op veel terreinen een op angst gebaseerde hang om elke vorm van risico uit te sluiten. En op den duur loop je ook het risico om mensen te missen die op een verstandige manier beleid kunnen maken.

In de interviews die door de werkgroep zijn gehouden, werd op onderstaande gevolgen gewezen:

Risico dat opleidingen tot SBD niet kunnen voldoen aan de kwaliteitseisen, wat kan resulteren in onvoldoende bescherming tegen straling

Bedrijven, ziekenhuizen en andere zorgverleners die werken met ioniserende straling, zijn wettelijk verplicht om medewerkers op de werkvloer te hebben die speciaal zijn opgeleid in het werken met straling. Voor een gediplomeerd stralingsbeschermingsdeskundige van het hoogste niveau geldt de eis dat die in staat moet zijn om wetenschappelijke publicaties te vertalen naar voor de praktijk van de stralingsbescherming relevante informatie en daarmee verder kan bouwen aan dit vakgebied. Daarvoor is het van belang dat ook onderwijs gegeven wordt door wetenschappers die boven de stof staan en op de hoogte zijn van de recente ontwikkelingen in het stralingsbeschermingsvak. Die kennis moet doorsijpelen naar de SBD niveau ACD. Als deze wetenschappers er in de toekomst niet meer zijn en dus niet betrokken zijn bij de opleidingen, dan komt de kwaliteit van de ACD-opleiding in het geding. De opleiding van bekwame en competente deskundigen is juist een essentiële pijler van het stelsel dat de stralingsbescherming van personen waarborgt (zie hiervoor paragraaf 3.3.1).

Risico dat in Nederland onvoldoende expertise heeft om bepaalde vragen te beantwoorden

Kennis van stralingsbescherming, bij voorkeur gebaseerd op de laatste stand der techniek, is nodig om bepaalde vragen van de overheid (bijvoorbeeld contra-expertise voor vergunningsaanvragen) en uit het veld²² te beantwoorden en daarmee de stralingsbescherming in Nederland te borgen.

²¹ Parker Foundation Virtual Lecture Series: Dr. Werner Rühm: bit.ly/parkerlecture, 2 november 2022.

²² Bv. ziekenhuizen, leden van Nucleair Nederland, de olie- en gasindustrie, de geothermie-industrie en de procesindustrie.

Ook bij nieuwe initiatieven en nieuwe ontwikkelingen moet de stralingsbescherming geborgd zijn. Denk aan het omgaan met radioactief afval, circulair hergebruik van materialen, geothermie, en productie van medische radio-isotopen. Regelmatig blijkt dat niet altijd voldoende kennis aanwezig is. Zo moet de TU Delft nu al voor sommige fundamentele ad hoc-vragen een beroep doen op gepensioneerde experts.

Geen vertegenwoordiging in internationale wetenschappelijke gremia beperkt inspraak in regelgeving

Een aantal internationale wetenschappelijke gremia zoals het *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) en het *International Committee for Radiological Units* (ICRU) stellen adviesdocumenten, richtsnoeren en veiligheidsnormen op. Deze vinden via de Europese richtlijn basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (EU-BSS) hun weerslag in Europese wet- en regelgeving. Inspraak in voornoemde gremia heeft invloed op deze documenten en uiteindelijk op de EU-BSS. Als we als Nederland niet actief betrokken zijn bij o.a. UNSCEAR en ICRP, kunnen we geen (indirecte) invloed uitoefenen op de Europees gehanteerde normen.

Op dit moment heeft Nederland geen zitting in het UNSCEAR of de ICRP. Wel maken twee Nederlanders deel uit van de Belgische UNSCEAR-delegatie. Vanuit Nederland zit niemand in het ICRP of de bijbehorende werkgroepen. Voor zitting in de ICRP worden commissieleden voorgedragen op basis van hun wetenschappelijke expertise. Wel kijken RIVM en ANVS tijdens het consultatieproces mee naar de ICRP-rapporten.

Dat de opleiding tot SBD niveau ACD door de afname van wetenschappelijke expertise in het gedrang kan komen, wordt door de geraadpleegde personen als grootste probleem gezien. Daarnaast zal een verdere achteruitgang van wetenschappelijke expertise tot een groeiende afhankelijkheid van experts en expertise uit het buitenland leiden. Nuchter beschouwd vormt dat een beperkt risico, zolang andere landen wel in expertiseopbouw in het stralingsdomein investeren. Wetenschappelijke publicaties en zicht op nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen in andere landen vormen dan onze kennisbasis. Een aantal industrieën doet dat ook op die manier en dat werkt over het algemeen goed. In de medische sector zorgen de academische ziekenhuizen ervoor dat ze bijblijven.

3.2.3 Oplossingsrichtingen

Naar mening van de werkgroep is het van belang om in de wetenschappelijke expertise te blijven investeren. In eerste instantie is dat van belang om de kwaliteit en continuïteit van de SBD-opleidingen ook in de toekomst te kunnen blijven borgen, en dus ook de kwaliteit van de docenten en de stralingsbeschermingsdeskundigen. In tweede instantie is het billijk dat Nederland internationaal haar steentje bijdraagt aan het versterken van de internationale expertiseopbouw, temeer we internationaal een belangrijke rol vervullen in de nucleaire geneeskunde. Denk bijvoorbeeld aan isotopenproductie, radio-embolisatie met microsferen en patiëntdosimetrie.

De werkgroep stelt de volgende oplossingsrichtingen voor, die ze hierna verder toelicht:

1. Instellen van leerstoelen op het terrein van stralingsbescherming.
2. Opstellen van een nationale Kennisagenda Stralingsbescherming.
3. (Co)financieren van onderzoeksprogramma's stralingsbescherming.

Het gaat hier om een samenhangend pakket van acties. Het is dus èn-èn! Leerstoelen richten zich op onderwijs en onderzoek. Om onderzoek te kunnen doen, moet onderzoek ge(co)financierd worden.²³ Het is wijs om de focus van het onderzoek op de voor Nederland meest relevante

²³ NWO verzorgt van overheidswege de projectfinanciering van wetenschappelijk onderzoek. Een belangrijk criterium daarbij is de kwaliteit van het onderzoeksvoorstel. Het is niet de bedoeling om onderzoek van een specifieke groep (bv. de ingestelde leerstoelgroep Stralingsbescherming) te financieren. Wel kan gestuurd worden via eisen aan consortiumvorming.

kennisvragen te richten en dat vraagt om een actuele kennisagenda. Om deze acties in gang te zetten en de stand van de wetenschappelijke expertise te blijven monitoren is een actieve betrokkenheid van het Rijk vereist. Het enige alternatief is niets doen, waardoor de gesignaleerde problemen blijven bestaan.

De maatregelen lijken doeltreffend, aangezien ze verder onderzoek stimuleren en daarmee bijdragen aan expertiseopbouw en mogelijk ook aan de uitbreiding van het docentencorps (zie paragraaf 3.3).

Hierna licht de werkgroep deze oplossingsrichtingen verder toe:

1. Instellen van leerstoelen op het terrein van stralingsbescherming

De Commissie Van der Zande beveelt de instelling aan van een aantal leerstoelen: deze zouden met name 'horizontaal' gericht moeten zijn, dat wil zeggen ze het gehele stralingsdomein zouden moeten omvatten. Uit de interviews die de werkgroep heeft gehouden, komt naar voren dat één of meerdere leerstoelen 'Stralingsbescherming' van essentieel belang zijn om te zorgen voor:

- De instandhouding en verdere opbouw van wetenschappelijke stralingsbeschermingskennis in Nederland.
- De versterking van bestaande Nederlandse kennisnetwerken rondom het thema stralingsbescherming.
- Een Nederlandse vertegenwoordiging in de toonaangevende wetenschappelijke gremia.
- Het aantrekken van een generatie jonge onderzoekers op het gebied van stralingsbescherming.
- Een actieve kennisoverdracht, inclusief nieuwste inzichten, zowel richting het docentencorps dat opleidingen in de stralingsbescherming verzorgt als direct richting stralingsbeschermingsdeskundigen in opleiding.

Inmiddels is naar aanleiding van het amendement van Erkens/Dassen op de EZK-begroting 2022 (zie Bijlage II) het initiatief genomen tot het instellen van een leerstoel 'Stralingsdosimetrie en Biofysica' aan de TU Delft. Dit betreft een deelgebied van de stralingsbescherming. Zie Bijlage V, Actie S.2.

De geïnterviewden achten daarnaast het instellen van een leerstoel 'Stralingsbescherming', die het hele gebied van stralingsbescherming beslaat, van belang. Zo'n leerstoel zal (deels) door de vakdepartementen gefinancierd moeten worden, aangezien van de universiteiten op dit moment geen initiatieven worden verwacht. Universiteiten richten zich op dit moment op een select aantal deelgebieden van stralingsbescherming en dan met name op onderzoek naar medische toepassingen van ioniserende straling en op biologische effecten van ioniserende straling. Mogelijk willen universiteiten wel een deel meefinancieren en/of op termijn zo'n leerstoel zelf in stand houden. Zie verder Bijlage V, Actie S.1.

2. Opstellen van een nationale Kennisagenda Stralingsbescherming

Een nationale Kennisagenda Stralingsbescherming bevat de meest relevante en urgente onderzoeksvragen en vormt daarmee de basis voor het opzetten van een nationaal onderzoeksprogramma stralingsbescherming. Daarbij gaat het om kennisontwikkeling en onderzoek op het gebied van stralingsbescherming dat plaatsvindt bij universiteiten²⁴, academische ziekenhuizen en publieke kennisinstellingen.

De kennisagenda dient primair aan te sluiten bij de behoeften van de betrokken departementen en sectoren zoals de zorgsector en industriesector. Omdat Nederland en ook andere landen niet in staat zijn om het hele onderzoeksveld te bestrijken, is internationale c.q. Europese samenwerking van groot belang. Nederland zou daarom het accent enerzijds moeten leggen op onderzoeksvragen die specifiek zijn voor de Nederlandse situatie en anderzijds op vragen op terreinen waar

²⁴ Inclusief onderzoek dat verricht gaat worden door de in te stellen leerstoelen 'Stralingsbescherming' en 'Stralingsdosimetrie en Biofysica', zie Bijlage V, Acties S.1 en S.2.

Nederland internationaal sterk is. Met dit laatste kan Nederland haar bijdrage leveren aan de verdere ontwikkeling van de stralings(beschermings)expertise op internationaal niveau.

Om tot een nationale Kennisagenda te komen, kan het Rijk één of meerdere kenniskamers²⁵ (laten) organiseren waarin beleidsmakers, de zorgsector en de industriese sector, aangeven welke maatschappelijke opgaven zich volgens hen op het terrein van stralingsbescherming aandienen en welke onzekerheden zij daarbij onderkennen. De wetenschappers en eventueel andere relevante kenniswerkers geven aan welke kennis reeds voorhanden is, welke nieuwe inzichten en ontwikkelingen er zijn en bieden ondersteuning bij het formuleren en prioriteren van relevante kennis- en onderzoeksvragen. Dit mondt uit in een nationale Kennisagenda Stralingsbescherming. Daarbij moet scherp in de gaten gehouden worden wat al binnen Europese en internationale programma's gebeurt. Zie verder Bijlage V, Actie S.3.

De nationale Kennisagenda Stralingsbescherming zal op regelmatige basis geactualiseerd moeten worden, bijvoorbeeld eens in de 5 jaar. Daarbij kan aangesloten worden bij het ritme van de Europese onderzoeksprogramma's op dit gebied (zie Kader 3.2).

3. (Co)financieren van onderzoeksprogramma's stralingsbescherming

De Europese Unie co-financiert al jaren meerjarige onderzoeksprogramma's met betrekking tot stralingsbescherming. Zie kader 3.1 voor het lopende partnerschap Pianoforte. De nadruk ligt daarbij op coördinatie en integratie van nationale onderzoeks- en innovatieprogramma's: *"The co-funded European Partnership for research in radiation protection and detection of ionising radiation (HORIZON-EURATOM-2021-NRT-01-09) supports coordination and integration of national research and innovation programmes. It is appropriate that core participation in this action is focused on entities that can fully participate through their contribution from national and regional programmes."*²⁶ Met andere woorden: om mee te kunnen doen aan dit partnerschap is tevens een nationaal onderzoeksprogramma vereist.

²⁵ De kenniskamer is een instrument van de overheid om een brug te slaan tussen wetenschap en beleid, met als doel om een beter begrip te krijgen van de problematiek in de volle breedte en op zoek te gaan naar de nieuwe beleidsuitdagingen, strategische kennisvragen en handelingsperspectieven.

²⁶ Bron: *Participant Declaration relating to the co-funded European Partnership for research in radiation protection and detection of ionising radiation (HORIZON- EURATOM-2021-NRT-01-09) under the Euratom Work Programme 2021-2022.*

Kader 3.1: Platform Pianoforte – The European Partnership for Radiation Protection Research

[Pianoforte](#) is het huidige Europees partnerschap voor onderzoek naar stralingsbescherming. Doel is de bescherming tegen ioniserende straling te verbeteren door bij te dragen aan de ontwikkeling van nieuwe kennis, innovatieve methoden, technologieën en vaardigheden op het gebied van stralingsbescherming. Het gaat om het beantwoorden van openstaande kennisvragen, het inspelen op maatschappelijke vraagstukken en opkomende kwesties. De focus van onderzoek ligt daarbij op lagedosis-effecten, dosimetrie, radio-ecologie, medische toepassingen van ioniserende straling, sociaalwetenschappelijke aspecten van stralingsbescherming en *emergency preparedness* voor eventuele stralingsongevallen.

Dit partnerschap formuleert onder meer de strategische onderzoeksagenda's op grond waarvan calls voor onderzoek worden uitgezet. De financiering van het onderzoek komt voor 65% (M€ 30) uit het EURATOM-programma en voor de resterende 35% (M€ 16) uit de deelnemende landen.

Het platform is gestart in juni 2022 en loopt tot en met mei 2027 met een mogelijke verlenging van 2 jaar. Er zijn 3 call-rondes voorzien waarin projectvoorstellen door consortia kunnen worden ingediend: 2023, 2024 en 2025. Het partnerschap bestaat uit 58 partners, afkomstig uit 22 landen: Europese lidstaten, het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen. Vanuit Nederland is het RIVM partner. NRG is een *affiliated entity*.

De volgende [voorwaarden](#) gelden voor de *calls for proposals* die in 2023 zijn gepubliceerd:

- Een consortium is transnationaal en bestaat uit minimaal 3 onderling onafhankelijke organisaties afkomstig uit verschillende landen.
- Een consortium bevat minimaal een organisatie die geen partner of *affiliated entity* is.
- De deelnemende organisaties zorgen voor 37% cofinanciering.
- De projectduur is maximaal 4 jaar en duurt niet langer dan het Pianoforte Partnerschap.

Zoals aangegeven, vereist meedoen aan Pianoforte dat er ook sprake is van een nationaal onderzoeksprogramma. Het Rijk zou zowel in nationale als Europese onderzoeksprogramma's kunnen investeren. Deelname aan Europese programma's kan tegen relatief lage kosten en biedt toegang tot kennis en een breed netwerk. Zie verder Bijlage V, Actie S.4.

Buiten het Rijk is er in Nederland geen direct belanghebbende partij die een breed nationaal wetenschappelijk onderzoeksprogramma rondom het thema stralingsbescherming zal financieren. Het ligt daarom voor de hand dat het Rijk zo'n programma financiert. Daarvoor komt bijvoorbeeld [Programmalijn 2](#) van de Nationale Wetenschapsagenda (Thematische programmering) in aanmerking. Programmalijn 2 "biedt ministeries en andere overheden de mogelijkheid om onderzoek te stimuleren dat leidt tot gefundeerde antwoorden op maatschappelijke vragen die hoog op de beleidsagenda staan." Deze vragen worden met een financiële bijdrage (50%) vanuit de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) doorontwikkeld tot *calls for proposals*. Betrokken departementen financieren de overige 50%. Zie Bijlage III voor meer informatie over deze programmalijn.

Een andere optie is dat NWO en ZonMw op basis van een kennisagenda gezamenlijk een onderzoekprogramma stralingsbescherming opstellen. Echter moet dan wel 100% van de financiering hiervoor van de vakdepartementen komen. Desgewenst kunnen ze ook het opstellen van een kennisagenda verzorgen.

Actie S.5 in Bijlage V geeft aan welke stappen de vakdepartementen moeten nemen om tot een nationaal onderzoeksprogramma te komen.

3.3 Kwetsbaarheid opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige

3.3.1 Inleiding

Bedrijven, ziekenhuizen en andere zorgverleners die werken met ioniserende straling, zijn wettelijk verplicht om medewerkers op de werkvloer te hebben die speciaal zijn opgeleid in het werken met straling. Ze zijn opgeleid tot 'Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming' (TMS), 'Stralingsbeschermingsdeskundige' (SBD) of medisch deskundigen radiologische handelingen en hebben hun examen bij een erkende opleiding met goed gevolg afgelegd. Daarnaast is er een categorie werknemers die door een TMS of SBD goed zijn voorgelicht en geïnstrueerd om veilig met ioniserende straling te kunnen werken. Deskundigheid bij de ondernemer vormt een belangrijke pijler van het systeem van stralingsbescherming. Op organisaties die werken met ioniserende straling rust de primaire verantwoordelijkheid om stralingsbronnen onder deskundig intern toezicht veilig en verantwoord te gebruiken. Zie 'De Staat van de stralingsbescherming 2022' van de ANVS [14] en andere betrokken toezichthouders voor meer achtergrondinformatie.

Voor toezichthoudend medewerkers bieden opleidingen specifieke cursussen aan die zijn toegesneden op diverse toepassingen van straling, bijvoorbeeld in de tandartspraktijk of in de industriële radiografie. Stralingsbeschermingsdeskundigen daarentegen worden breed opgeleid tot stralingsbeschermingsdeskundige niveau coördinerend deskundige (SBD niveau CD) of stralingsbeschermingsdeskundige niveau algemeen coördinerend deskundige (SBD niveau ACD). Die laatste beschikt over het hoogste niveau van deskundigheid. Dit niveau is vereist voor risicovolle en omvangrijke toepassingen die een uitgebreide stralingsbescherming verlangen.

Voor ondernemers die zeer diverse of omvangrijke aantallen stralingsbronnen toepassen wordt een complexvergunning voorgeschreven. Zij zijn dan verplicht een SBD niveau ACD in dienst te hebben die verantwoordelijk is voor de stralingsbescherming in de stralingsbeschermingseenheid (SBE). Op dit moment zijn er vier opleidingsinstellingen die opleiden tot SBD niveau CD: TU Delft (opleidingslocaties Delft en Utrecht), Rijksuniversiteit Groningen/GARP, Radboud Universiteit en NRG in Petten. TU Delft verzorgt tevens de opleiding tot SBD niveau ACD. De opleidingen tot SBD niveau CD worden frequent verzorgd (jaarlijks of soms wel twee keer per jaar), de opleiding tot SBD niveau ACD wordt eens in de 5 jaar verzorgd. De volgende ACD-opleiding staat voor 2025 gepland.

3.3.2 Probleemschets

Afname aantal opleidingen voor stralingsbeschermingsdeskundigen

Recentelijk zijn er door de Commissie Van der Zande kwetsbaarheden gesignaleerd in het opleidingsstelsel tot stralingsbeschermingsdeskundige [2]. De opleidingsmarkt is vrij en niet gereguleerd. In de afgelopen jaren is het aantal instellingen dat deze opleidingen verzorgt afgenomen. In 2016 is de TU Eindhoven gestopt met de opleiding tot SBD niveau CD en in 2020 het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC-Boerhaave Nascholing). De opleidingsmarkt is in staat gebleken om het wegvallen van deze opleidingen te absorberen. Ook voor de cursisten zelf lijkt dit nog geen grote gevolgen te hebben aangezien de landelijke spreiding van SBD niveau CD-opleidingen nog redelijk is, Zuidoost-Nederland daargelaten. Sinds 2022 verzorgt LUMC-Boerhaave Nascholing ook niet langer de opleiding tot SBD niveau ACD in samenwerking met TU Delft. Dit betekent dat Nederland op dit moment voor de nieuwe aanwas van SBD niveau ACD geheel afhankelijk is van het voortzetten van deze opleiding door de TU Delft.

Deze ontwikkelingen hebben wel grote gevolgen.

Ten eerste is pijnlijk duidelijk dat het voortbestaan van aanbieders van de stralingsbeschermingsopleidingen in Nederland geen vanzelfsprekendheid is. Wat als nog meer opleidingen gaan stoppen? Voor alle aanbieders is het verzorgen van deze beroepsopleidingen geen kernactiviteit. Dit draagt het gevaar van afstoten van opleidingen in zich, zeker als ze niet langer financieel rendabel zijn. Wat betreft rendabiliteit is de afname van het aantal SBD niveau CD-opleidingen trouwens gunstig voor de resterende opleidingen, uitgaande van eenzelfde of hogere vraag naar deze opleidingen. Uit de interviews die de werkgroep heeft afgenomen, komt het beeld naar voren dat de inzet en betrokkenheid van individuen die deze opleidingen verzorgen,

een belangrijke factor is voor het (nog) overeind houden van deze opleidingen. Wat als deze individuen met pensioen gaan, of ander werk gaan doen? Dit risico is het grootst bij de opleiding tot SBD niveau ACD. TU Delft is op dit moment namelijk de enige aanbieder in Nederland die deze opleiding verzorgt.

Ten tweede heeft de afname van het aantal opleidingen geleid tot een hogere werkdruk van de docenten die gezamenlijke taken uitvoeren. Dat geldt met name voor de taken van de landelijke examencommissie voor de opleiding tot SBD niveau CD waarin alle opleidingen zijn vertegenwoordigd. Het gaat dan onder meer om het vaststellen van de onderwerpen voor de examens, het samenstellen van de examenopgaven en het vaststellen van de uitslag van het examen. Hetzelfde werk wordt nu met minder mensen gedaan.

Schaarste aan geschikte docenten voor opleidingen tot SBD

Uit interviews komt naar voren dat het moeilijk is om voldoende geschikte docenten te werven voor de opleidingen tot SBD. Dat geldt met name voor de opleiding tot SBD niveau ACD. Gegeven het vereiste ingangsniveau voor de deze opleiding (academisch werk- en denkniveau) en het hoge niveau van stralingsbeschermingsdeskundigheid dat met de opleiding wordt beoogd, is idealiter een gezonde mix van opleiders met academisch niveau en hbo-niveau wenselijk. Er bestaat enige bezorgdheid dat de opleiders in toenemende mate een hbo-niveau hebben terwijl de volgende eis geldt voor een gediplomeerd SBD niveau ACD: "dat hij [de SBD, red.] wetenschappelijke publicaties kan vertalen naar voor de praktijk van de stralingsbescherming relevante informatie en daarmee verder kan bouwen aan dit vakgebied"²⁷.

Vermoedelijk is de krapte op de arbeidsmarkt één van de verklarende factoren die het lastig maakt om docenten voor de opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige te werven. Maar ook andere factoren zijn door betrokkenen genoemd. Ten eerste is het geboden salaris voor docenten relatief laag in vergelijking met dat van wetenschappelijk medewerkers aan de universiteit. Ook docenten met een wetenschappelijke opleiding worden aan de universiteiten als hbo'er ingeschaald. Ten tweede lijken potentieel geschikte kandidaten zich niet door het onderwerp stralingsbescherming te voelen aangetrokken. Wel geven betrokkenen aan dat als docenten eenmaal in dit vak werken ze daar juist heel erg enthousiast over zijn.

Een eventueel tekort aan vaste docenten kan de volgende gevolgen hebben:

Ten eerste kan dit leiden tot een lagere kwaliteit van het stralingsbeschermingsonderwijs omdat deze functie met name voor academisch geschoolde docenten weinig aantrekkelijk is. Dat zou zich op de volgende manieren kunnen uiten: 1) toekomstige stralingsbeschermingsdeskundigen zijn onvoldoende in staat om nieuwe wetenschappelijke inzichten naar de praktijk te vertalen en/of 2) een devaluatie van de diploma's. Strikt genomen zou de landelijke examencommissie hierop moeten toezien.

Ten tweede zou een docententekort kunnen leiden tot een verdere verschraving van het opleidingslandschap doordat meer opleidingen stoppen met het geven van deze opleidingen. Bij de Radboud Universiteit bijvoorbeeld, komt deze vraag regelmatig ter tafel. De consequentie hiervan kan zijn dat niet langer aan de vraag naar deze opleidingen kan worden voldaan. De vraag naar de SBD-opleidingen komt trouwens niet alleen van cursisten die daadwerkelijk de formele functie van SBD gaan bekleden. Naast deze groep neemt ook een grote groep cursisten deel aan deze opleiding die in hun werk met stralingsvraagstukken te maken hebben en daarbij niet per se met ioniserende straling werken. Denk daarbij bijvoorbeeld aan medewerkers van het RIVM, NRG, de ANVS en andere inspecties, en aan geïnteresseerde studenten van de desbetreffende universiteiten.

Op dit moment zetten de opleidingen nog veelvuldig wetenschappers en wetenschappelijk opgeleiden in als gastdocenten. Maar die moeten er wel zijn en ook in de toekomst bereid zijn om regelmatig een bijdrage tegen een bescheiden vergoeding te leveren.

²⁷ [Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#), Bijlage 5.1.

Beperkte aansluiting van opleidingen bij wetenschappelijk onderzoek

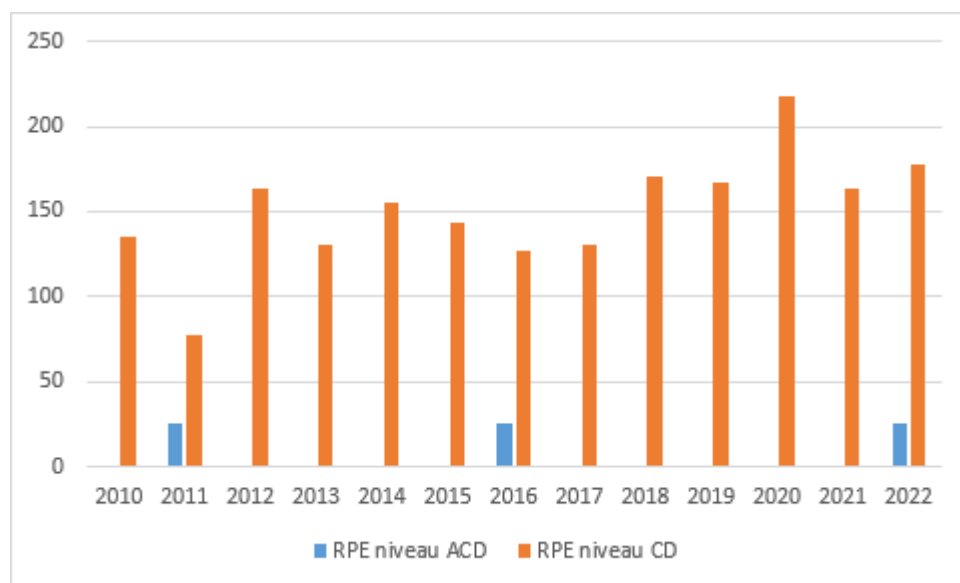
Idealiter krijgen de deelnemers die de opleiding tot SBD volgen (ook) les van docenten die tevens een onderzoektaak hebben. Hierdoor komt nieuwe kennis en het proces van wetenschappelijk onderzoek in de cursussen aan de orde. Naarmate minder docenten zelf ook onderzoek doen, neemt de aansluiting van de opleidingen bij wetenschappelijk onderzoek af. Zie ook paragraaf 3.2.

Beperkte capaciteit voor actualisatie en modernisering van het onderwijsmateriaal

Een actualisatie van het standaard- en naslagwerk 'Inleiding tot de stralingshygiëne' van A.J.J. Bos uit 2000 is dringend nodig. Auteursrechten staan echter een voortvarende aanpak in de weg. Het samenstellen van een nieuw standaardwerk dat door alle opleidingen kan worden gebruikt, verloopt moeizaam. Dat komt enerzijds doordat het bij voorkeur om een gezamenlijke actie van de betrokken opleidingsinstellingen vraagt en anderzijds vanwege de verhoogde werkdruk bij de ervaren docenten, mede doordat het aantal opleidingen is afgenomen (zie het eerdere punt over de afname van opleidingen). Inmiddels hebben sommige opleiders daarom hun eigen geactualiseerde cursussyllabus samengesteld.

Beperkte capaciteit om mogelijk groeiende vraag naar SBD niveau ACD aan te kunnen

In het afgelopen decennium was het aantal mensen dat een opleiding tot SBD niveau CD en ACD heeft afgerond relatief stabiel, zie Figuur 3.1. Naar verwachting zal de vraag naar deze cursussen op termijn gaan stijgen. Dat heeft verschillende oorzaken: 1) uitstroom vanwege vergrijzing, 2) een groeiend aantal ziekenhuizen dat over een complexvergunning zal moeten beschikken en 3) ontplooiing van nieuwe initiatieven²⁸. Nieuwe vergunninghouders hebben behoefte aan extra (A)CD maar ook organisaties die daar beleidsmatig mee te maken hebben, zoals de ANVS en het RIVM, die een uitbreiding voorzien van hun personeel vanwege deze nieuwe initiatieven.



Figuur 3.1: Aantal mensen dat jaarlijks een opleiding tot stralingsbeschermingsdeskundige niveau coördinerend deskundige (CD) en niveau algemeen coördinerend deskundige (ACD) heeft afgerond. RPE staat voor *Radiation Protection Expert* (=stralingsbeschermingsdeskundige).

De werkgroep heeft in september 2022 een enquête uitgezet onder grote vergunninghouders, waarin is gevraagd naar de behoefte aan SBD niveau CD en ACD. Er zijn 43 enquêtes verstuurd waarop 25 vergunninghouders hebben gereageerd. 16 van de respondenten ervaren schaarste op de arbeidsmarkt als het gaat om SBD niveau CD en ACD. Bijna de helft gaf aan op dat moment aan extra behoefte te hebben aan SBD niveau CD en één vergunninghouder had behoefte aan een SBD niveau ACD. Ook voor de komende 3 tot 15 jaar voorzien de respondenten een extra behoefte aan SBD niveau (A)CD. Samen verwachten de respondenten in de volgende SBD niveau ACD-cursus, die naar verwachting in 2025 plaatsvindt, 15 mensen te laten opleiden tot SBD niveau

²⁸ Onder andere twee nieuwe kerncentrales, PALLAS en SHINE.

ACD. Daarmee lijken nu reeds 15 plaatsen van de 25 plaatsen vergeven. Het risico bestaat dat TU Delft in 2025 onvoldoende capaciteit heeft om aan deze vraag te voldoen.

3.3.3 Toekomstscenario's voor opleidingsstelsel tot SBD

Er is een aantal toekomstscenario's denkbaar als het gaat om de toekomst van het Nederlandse opleidingsstelsel tot SBD, zie kader 3.2.

Kader 3.2: Scenario's voor verdere ontwikkeling SBD-opleidingen

1. Laissez faire

Op korte termijn verandert het opleidingslandschap niet. De aantallen studenten zijn al jaren redelijk stabiel en de opleidingsinstellingen krijgen de cursussen qua inzet docenten (net) rond. Echter, op termijn neemt het aantal in te zetten (gast)docenten af onder meer door pensionering. Omdat meer CD-opleidingen door dit soort ontwikkelingen gaan stoppen, springen commerciële partijen zoals NRG, ApplusRTD en Philips/Fontys in dat gat. Ze bieden ook hun diensten aan voor het verzorgen van onderdelen van de ACD-opleiding in Delft. De werkdruk in de examencommissie voor de CD-examens neemt verder toe omdat het totale aantal opleidingsinstellingen afneemt en hetzelfde werk met minder vertegenwoordigers van deze instellingen gedaan moet worden. Bovendien is het doceren van actuele wetenschappelijke inzichten beperkt omdat er minder universiteiten betrokken zijn bij de opleidingen.

2. Samenwerking 'light' van SBD-opleidingen

Alle bestaande opleidingsinstellingen voor SBD, zowel de opleidingen tot niveau CD als niveau ACD, versterken hun samenwerking en gaan de schaarse (vak)docenten met elkaar delen. Dit is met name bij inzet van gastdocenten een oplossing voor de voorziene tekorten. De instellingen gaan gezamenlijk nieuw lesmateriaal ontwikkelen en de nascholing van de docenten verzorgen. TU Delft blijft de opleiding tot SBD niveau ACD verzorgen. De werkdruk in de examencommissie voor de CD-examens blijft onverminderd hoog omdat het aantal opleidingsinstellingen gelijk blijft.

3. Samenwerking SBD-opleidingen met gezamenlijke verantwoordelijkheid voor ACD-opleiding

Net als in het tweede scenario, versterken onderwijsinstellingen hun samenwerking. Bovendien geven de instellingen gezamenlijk invulling aan de ACD-opleiding. NRG, Radboud en Rijksuniversiteit Groningen/GARP nemen dus samen de rol over van LUMC-Boerhaave Nascholing. De werkdruk in de examencommissie voor de CD-examens blijft ook hierbij onverminderd hoog omdat het aantal instellingen gelijk blijft.

4. Samenwerking SBD-opleidingen onder de vlag van één erkende onderwijsinstelling

De bestaande onderwijsinstellingen gaan hun samenwerking nog verder versterken en vormen één bij de ANVS erkende onderwijsinstelling met lokale dependances/instellingen. Ze verzorgen gezamenlijk alle ACD- en CD-opleidingen. Hiermee bereiken ze een efficiënte inzet van de beschikbare docenten. Er wordt gezamenlijk invulling gegeven aan de inhoud van de examens. De examencommissie doet daarbij vooral het redactiewerk en kan bij toerbeurt worden ingevuld. Omdat alle docenten een bijdrage leveren beperkt dit de werkdruk.

Niets doen kan de kwetsbaarheid van de opleidingen vergroten. Hoewel de overheid in haar stralingsbeschermingsbeleid veel verantwoordelijkheid heeft neergelegd bij de vergunninghouder, heeft zij toch een verantwoordelijkheid. De vergunninghouder moet daarvoor namelijk over voldoende gekwalificeerd personeel beschikken, dus toezichthoudend medewerkers en eventueel stralingsbeschermingsdeskundigen. Dit kan alleen als er ook de mogelijkheid bestaat de vereiste opleidingen te volgen. In die zin draagt de overheid een zekere systeemverantwoordelijkheid voor

het opleidingsstelsel [11]. Ook op basis van artikel 14 – ‘*General responsibilities for the education, training and provision of information*’ - van de richtlijn 2013/59/Euratom-‘*Basic Safety Standards*’ draagt de overheid een formele verantwoordelijkheid hiervoor²⁹. De overheid ziet toe op de kwaliteit van de opleiding en verleent de vereiste erkenningen. Ze beschikt echter niet over formele instrumenten om te sturen op het aantal en de aard van de opleidingen. Het is een vrije markt.

De overheid kan weliswaar niet formeel sturen, maar heeft alle belang bij een veerkrachtig en kwalitatief goed opleidingsstelsel. Dit vraagt om een actieve informele rol, waarbij de overheid vinger aan de pols houdt en samen met betrokkenen eventuele knelpunten probeert op te lossen. Tot nu toe heeft de ANVS deze rol deels gepakt. De ANVS levert de voorzitter van de CD-examencommissie en heeft een traject gestart om de kwaliteit van de SBD-opleidingen in beeld te brengen. Hiertoe heeft het RIVM samen met onderwijsbureau PLATO een onderzoek uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in het ontwikkelen van een toetsmatrijs voor de CD-examens en inmiddels is een RIVM’er bij de ANVS gedetacheerd om bij de examencommissie de kwaliteit van de examens te bewaken. Ook is de stichting KOS (kwaliteitstoezicht op de stralingsbeschermingsopleidingen) opgericht in opdracht van de ANVS om de kwaliteit van de SBD- en TMS-opleidingen te kunnen beoordelen en verbeteren, middels *self-assessment* en visitatie. Het is echter zaak dat de betrokken departementen de gezamenlijke verantwoordelijkheid nemen voor een goed functionerend opleidingsstelsel.

3.3.4 Oplossingsrichtingen

Gegeven de voorgaande analyse en het streven om de kwetsbaarheid van het opleidingsstelsel te verkleinen, stelt de werkgroep de volgende oplossingsrichtingen voor, die ze vervolgens verder toelicht:

1. Stimuleren van verdergaande samenwerking van de bestaande opleidingsinstellingen voor stralingsbescherming.
2. Zorgen voor nieuwe aanwas van docenten en efficiënter omgaan met docenten.
3. Vergroten inzicht in de toekomstige vraag naar cursussen SBD niveau (A)CD.

Het Rijk heeft vooral een stimulerende rol bij 1. De ANVS kan een bijdrage leveren aan 3. De doeltreffendheid hiervan is vooraf niet in te schatten. Niets doen zou tot het ‘*lasser faire*’-scenario kunnen leiden (zie Kader 3.2).

Hierna licht de werkgroep deze oplossingsrichtingen verder toe:

1. Stimuleren van verdergaande samenwerking van bestaande opleidingen voor stralingsbescherming

Om de kwetsbaarheid van de huidige opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige te verminderen, is verdergaande samenwerking van de opleidingen gewenst. De mate van samenwerking kan variëren van enerzijds het samen werken aan de actualisatie van onderwijsmateriaal, het opzetten van een gezamenlijke docentenpool en het bieden van nascholing aan docenten tot het gezamenlijk verzorgen van de ACD-opleiding (zie Kader 3.2 Scenario’s). Rijksuniversiteit Groningen/GARP, Radboud Universiteit en NRG hebben aangegeven samen met TU Delft de ACD-opleiding te willen verzorgen.

De mogelijkheden en bereidheid om samen te werken moeten verder worden onderzocht. Het Rijk zou het initiatief moeten nemen om het gesprek hierover op gang te brengen. Daarbij is expliciet aandacht voor de zakelijke en financiële kant van belang. De werkgroep krijgt de indruk dat de inzet die opleidingen plegen maar beperkt in de cursusprijs worden doorberekend. Zoals een van de geïnterviewden aangaf is er bij (sommige?) opleidingen sprake van “*liefdewerk oud papier*”. Zo is er een vrijwilliger die het cursusmateriaal redigeert en actualiseert. Zakelijk gezien zouden

²⁹ Dit is in het [Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#) (BBS) in de hoofdstukken 5 en 7 van de BBS.

kosten voor actualisering en modernisering van het onderwijsmateriaal in de cursusprijzen doorberekend moeten worden. Bij verdergaande samenwerking spelen verder zaken als het bepalen van reële financiële vergoedingen voor de inzet van eenieder en de wijze waarop de samenwerking geformaliseerd wordt. Mogelijke kartelvorming is daarbij ook een aandachtspunt.

Zie verder Bijlage V, Actie S.6.

2. Zorgen voor nieuwe aanwas van docenten en efficiënter omgaan met docenten

Hierna volgen een aantal concrete suggesties hiervoor:

- Aantrekkelijker maken van docentschap:
 - Bieden van beter salaris;
 - Bieden van in-house training docenten (meester-gezel);
 - Gemengde functies aanbieden: bv. onderzoeker/docent.
- Werven van bèta-leraren:
 - Werven bij eerstegraads lerarenopleidingen;
 - Werven van ervaren eerstegraads leraren die een switch willen maken.
- Leveren van docenten vanuit de nieuwe leerstoel stralingsbescherming:
 - Staf en promovendi die verbonden zijn aan leerstoel ook onderwijstaak geven;
 - Geschikte afstudeerders proberen te houden als docent.
- Efficiënter omgaan met docenten:
 - Vanuit de verschillende opleidingen een pool van docenten creëren;
 - Gebruikmaken van gezamenlijk te ontwikkelen video-colleges, Massive Open Online Courses (MOOC), Professional Online Courses (ProfEd) of virtuele practica.
- Vak stralingsbescherming in de picture zetten:
 - Zichtbaarheid geven aan leerstoel stralingsbescherming;
 - (Aankomende) studenten bereiken, meeliften met nucleaire wervingsacties (zie Kader 2.3);
 - Stralingsbescherming plek geven in curricula.

3. Vergroten inzicht in toekomstige vraag naar cursussen SBD niveau (A)CD

Hoewel Figuur 3.1 laat zien dat het aantal deelnemers de afgelopen jaren vrij stabiel is, zijn er ontwikkelingen (vergrijzing, toename ziekenhuizen met complexvergunningen, nieuwe initiatieven) die de vraag naar (A)CD-cursussen vermoedelijk doen stijgen. Dat maakt het op dit moment lastig voor de opleidingsinstellingen om tijdig in te schatten of de cursussen rendabel te verzorgen zijn en/of dat er voldoende opleidingscapaciteit is. Dat laatste geldt zeker bij de cursus SBD niveau ACD, die maar eens in de vijf jaar gegeven wordt. Meer zicht op de vraag naar de SBD-cursussen kan helpen om op dit soort situaties te anticiperen.

De ANVS beschikt over een serie gegevens die behulpzaam kunnen zijn bij het maken van prognoses (registratiegegevens van de SBD, gegevens van vergunninghouders, aantal deelnemers dat met goed gevolg de cursus heeft afgerond etc.). Mogelijk kunnen op basis van deze gegevens en eventuele aanvullende gegevens prognoses worden gemaakt van de ontwikkeling van de vraag naar SBD en cursussen SBD niveau (A)CD. De mogelijkheden hiertoe zouden verder onderzocht kunnen worden. Zie Bijlage V, Actie S.7.

4 Voorgestelde acties versus rapport Commissie Van der Zande

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geeft de werkgroep een korte reflectie op de aanbevelingen van de Commissie Van der Zande en de acties zoals die in het voorliggende rapport zijn opgenomen. Zie Bijlage I voor een samenvatting en de aanbevelingen van de commissie.

Het adviesrapport heeft terecht de urgentie onderstreept om de kennisbasis voor nucleaire technologie, nucleaire veiligheid en stralingsbescherming te versterken. Met de geplande nieuwe initiatieven en de krapte op de arbeidsmarkt is die urgentie alleen maar toegenomen.

Daar waar de Commissie Van der Zande zich vooral richtte op nucleair experts en stralingsbeschermingsdeskundigen, ziet de werkgroep dat dit niet volstaat in de huidige situatie. Er is een breed palet aan mensen met een technische achtergrond nodig, zowel qua opleiding, opleidingsniveau als ervaring. De uitstroom van de opleidingen lijkt onvoldoende te zijn voor de verwachte vraag naar nieuwe werknemers. Er zal een offensieve wervingsstrategie nodig zijn om succes te hebben. De commissie pleit dan ook terecht voor 'bewustwording' om mensen voor de sector te interesseren. In de ogen van de werkgroep zou dat zelfs verder moeten gaan: het is zaak om jongeren, studenten en potentiële werknemers actief te verleiden om in deze sector te gaan werken.

4.2 Impuls bewustwording, onderwijs en onderzoek

De werkgroep deelt de aanbevelingen uit het adviesrapport dat onderwijs en onderzoek versterkt moeten worden. Echter, onderwijs op alle niveaus is nodig. Daarbij is primair van belang dat vroeg in de opleiding interesse voor nucleaire en stralingstoepassingen wordt gewekt: het gaat uitdrukkelijk niet alleen om nucleaire studierichtingen. Dit neemt niet weg dat ook de nucleaire opleidingen verstevigd moeten worden. Zo leidt vooral de TU Delft op dit moment nucleair experts op het gebied van kernsplijting op. Tegelijkertijd is de opleiding klein van omvang en daarmee erg kwetsbaar. Willen relevante opleidingen meer nucleaire experts afleveren, dan zullen die versterkt moeten worden. In de praktijk dragen promovendi en postdocs substantieel bij aan onderwijs en begeleiding tijdens onderzoek. Deze worden gefinancierd uit onderzoeksprogramma's. Idealiter sluiten de onderzoeksprogramma's aan bij de nationale kennisbehoefte en/of specialismen. Dit vraagt om het opstellen van kennisagenda's, zowel voor nucleaire technologie en veiligheid als voor stralingsbescherming. Op dit punt sluit de werkgroep zich aan bij de aanbevelingen van de commissie. De werkgroep heeft dit verder geconcretiseerd in de paragrafen 2.4 respectievelijk 3.2.

4.3 Inrichten nationaal Platform Nucleaire Technologie en Straling

Uit het adviesrapport", pagina 11:

"Het kennisplatform is een netwerkorganisatie en staat onder leiding van een klein regieorgaan met een onafhankelijke voorzitter en bestuur. Het regieorgaan wordt qua rechtslichaam ondergebracht in een op te richten stichting. De stichting is de juridische ontvanger van publieke gelden en besteder van deze gelden bij winnende projecten/consortia/deelprogramma's. De taak van de stichting is om het Platform actief, vitaal, en levendig te houden met een stem in de samenleving. Het gaat bijvoorbeeld om het initiëren van nationale dialogen op relevante thema's. Het regieorgaan bestaat uit 5 à 7 personen, die tevens het bestuur van de stichting vormen. Vergelijk dat bijvoorbeeld met de topteams van de Topgebieden van EZK."

De werkgroep is niet overtuigd van de wenselijkheid van zo'n nationaal Platform Nucleaire Technologie en Straling. Daarbij spelen de volgende overwegingen:

- In de gesprekken die de werkgroep heeft gevoerd, is niemand op dit voorstel teruggekomen. Integendeel: tijdens het rondetafelgesprek over stralingsbescherming is aangegeven dat men geen nieuwe structuren wenste.

- De spelers in de nucleaire sector zijn veelal andere spelers dan in die in de stralingsbeschermingswereld. Het samenvoegen van deze werelden lijkt daarom niet zinvol.
- Nederland heeft gespecialiseerde organisaties voor het uitvoeren van subsidieregelingen voor onderzoeksprogramma's, bv. NWO en ZonMw. Vanuit het oogpunt van onafhankelijkheid en professionaliteit heeft werken langs deze lijnen de voorkeur van de werkgroep.
- Naar mening van de werkgroep kan een coördinerende rol, die onder meer via het opzetten van zo'n platform wordt nagestreefd, door de betrokken ministeries worden opgepakt. Zie hiervoor paragraaf 4.5.
- Voor nationale dialogen zijn er andere routes. Zie bijvoorbeeld het lopende '[Dossier Advies Besluitvormingsproces toekomst radioactief afval](#)' dat het Rathenau Instituut trekt.

4.4 Human Resources Observatorium voor Nucleaire Technologie en Straling

Het Europese *Human Resources Observatory for the Nuclear Energy Sector* (EHRO-N) heeft een methode ontwikkeld om de vraag naar en het potentiële aanbod van (nucleair opgeleid) personeel in kaart te brengen [15]. Het doel daarvan is het creëren van bewustwording rondom de schaarste aan geschikte arbeidskrachten en landen aan te zetten tot een efficiënte omgang met de beschikbare arbeidskrachten.

Landen met een groot aandeel kernenergie, zoals het Verenigd Koninkrijk en Finland, hebben, mede met het oog op de planning van de bouwactiviteiten dit soort exercities uitgevoerd [16,17]. Deze exercities zijn vrij data-intensief en gedetailleerd, bv. op het niveau van werknemers met bepaalde specifieke opleiding en ervaring.

De werkgroep heeft in 2022 met EHRO-N contact gehad over hun methode. Het blijkt dat het voor hen in de praktijk lastig is om de gewenste data vanuit de landen te krijgen. Zo variëren onder meer de labels van categorieën werknemers en opleidingen door de landen heen. EHRO-N zou graag voor Nederland hun methode willen uitproberen als een pilot. De vraag is echter hoeveel een dergelijke gedetailleerde exercitie gaat opleveren, gegeven de specifieke informatie die beschikbaar moet zijn. Het voornaamste probleem van dit soort exercities is dat een realistische inschatting van de toekomstige instroom van studenten uit uiteenlopende studierichtingen vrijwel niet te maken is. Hierdoor is het lastig om het daadwerkelijke tekort in te schatten.

In feite zijn de exercities die Berenschot [4] en Technopolis [5] hebben uitgevoerd een soort 'light'-versie van zo'n observatorium. Er is niet daarbij niet gedifferentieerd naar ervaringsjaren en specifieke categorieën werknemers. Ook is vrij grof naar ontwikkelingen in de tijd gekeken. Dit neemt niet weg dat deze exercitie een indicatie geeft van de schaarsteproblematiek en aanzet tot handelen.

Als de bouw van de nieuwe kerncentrales concreter wordt, inclusief bijbehorend tijdspad, dan zou overwogen kunnen worden om samen met de bouwer(s), opleidingsinstellingen en de nucleaire sector met EHRO-N vraag en aanbod meer gedetailleerd in kaart te brengen, mits alle partijen dat nuttig vinden en bereid en in staat zijn om data aan te leveren.

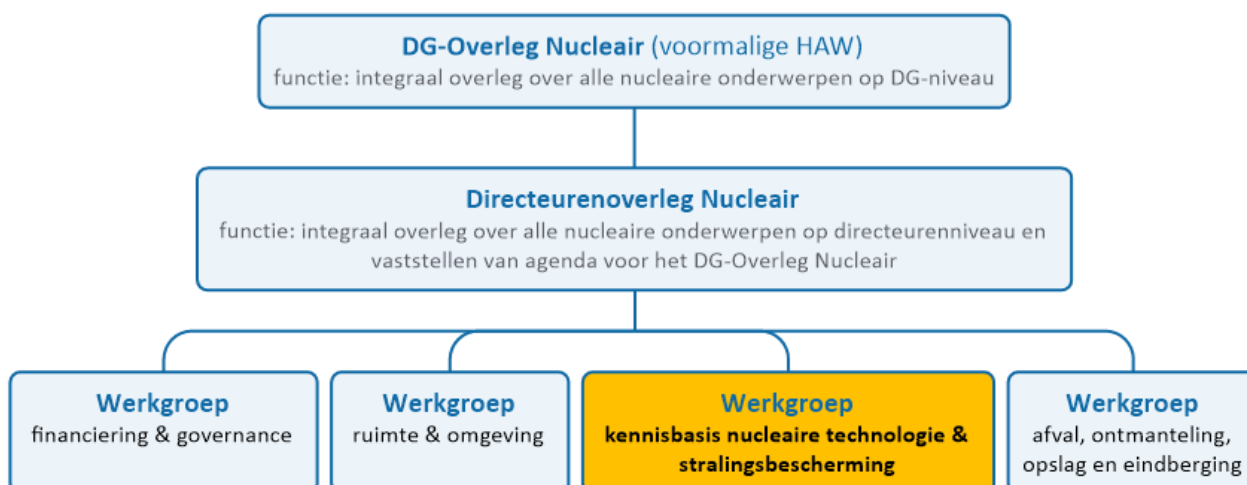
In ieder geval kan een exercitie zoals Technopolis recent heeft uitgevoerd, op regelmatige basis herhaald worden. Dit geeft vooral inzicht in de (veranderende) behoefte. Daarbij zou men zich kunnen beperken tot de 'smalle nucleaire' sector.

Voor stralingsbescherming stelt de werkgroep voor de vinger aan de pols te houden wat betreft het aantal geregistreerde stralingsdeskundigen en de verwachte instroom aan nieuwe cursisten in de komende paar jaar (zie Bijlage VI, Actie S.7).

4.5 Horizontale interdepartementale coördinatie

De Commissie Van der Zande stelde destijds dat er tussen de betrokken departementen sprake was van weinig samenwerking en van een gebrek aan coördinatie: "Op het gebied van de kennisagenda's en de kennisinfrastructuur is daar echter geen permanente horizontale coördinatie. EZK richt zich vooral op NRG, VWS op het RIVM en Pallas, IenW op ANVS, en OCW en NWO staan op afstand van de primaire programmering van het universitaire kennisveld nucleaire technologie en straling. Daarbij is de beschikbare ambtelijke capaciteit per betrokken ministerie minimaal, wat zorgt voor nog meer kwetsbaarheid." De commissie pleitte daarom voor een versterking van de horizontale interdepartementale coördinatie op (hoog)ambtelijk niveau. De op te stellen kennisagenda voor Nucleaire Technologie en Straling zou een bindend mechanisme kunnen zijn voor de interdepartementale samenwerking evenals de uitvoering van de door de commissie voorgestelde impulsprogramma's.

De werkgroep heeft geconstateerd dat de taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden rondom onderzoek en opleiding op het terrein van stralingsbescherming en nucleaire veiligheid zijn verdeeld over meerdere departementen (zie Bijlage VII). Inmiddels is de horizontale interdepartementale coördinatie versterkt en zijn er op diverse niveaus coördinatiestructuren geïmplementeerd (zie Figuur 4.1). Het is hierbij belangrijk dat de samenwerking de ministeriële verantwoordelijkheden (en daarmee de financieringsverantwoordelijkheden) onverlet laat.



Figuur 4.1: Interdepartementale overlegstructuren en werkgroepen op het terrein van nucleair en stralingsbescherming ten behoeve van horizontale interdepartementale coördinatie.

Het Directeurenoverleg Nucleair is opdrachtgever voor de werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming.

De werkgroep zal op basis van het voorliggende rapport een voorstel doen voor een werkprogramma dat zich richt op de uitvoering van concrete acties, rekening houdend met prioriteiten. Waar nodig zal de werkgroep verdere verkenningen in het programma opnemen. Het werkprogramma wordt ter goedkeuring voorgelegd aan zowel het interdepartementale Directeurenoverleg Nucleair als het interdepartementale DG-overleg Nucleair.

De werkgroep richt zich primair op de uitvoering van acties waarbij het Rijk een (aanjagende) rol heeft. Daarbij gaat het in ieder geval, maar niet uitsluitend, om:

- De totstandkoming van een eventuele actualisatie van kennisagenda's;
- De totstandkoming van onderzoeksprogramma's.
- Het vergroten van de wetenschappelijke expertise via de instelling van leerstoelen en lectoraten.

- Het bewaken van voortgang en evaluatie van de acties die in het kader van het amendement Erkens/Dassen in gang zijn gezet en de uitvoering van eventuele vervolgacties die daaruit voortvloeien.
- Het identificeren van verdere opties om de kennisbasis en -infrastructuur te versterken.
- Het signaleren van eventuele knelpunten met betrekking tot de kennisbasis en -infrastructuur.

Bijlage I: Samenvatting rapport Commissie Van der Zande

Naar een Agenda en Platform Nucleaire Technologie en Straling ('Advies Van der Zande')

In juni 2020 kwam een onafhankelijke, door de ANVS ingestelde commissie onder leiding van André van der Zande met een advies over hoe de Nederlandse kennisinfrastructuur voor nucleaire technologie en straling versterkt zou moeten worden.

De commissie constateert dat al sinds de eeuwwisseling zorgen bestaan over de kwetsbaarheid van de kennisinfrastructuur voor nucleaire technologie en straling. Dat komt tot uiting in een stroom rapporten van nationale en internationale organisaties, zoals de *Nuclear Energy Agency* (OECD/NEA) over de instroom van studenten, en de Gezondheidsraad over wetenschappelijke expertise over stralingsbescherming.

De commissie memoreert dat bij het laatste grote nucleaire incident dat Nederland in geringe mate trof, Fukushima in 2011, er al nauwelijks voldoende experts waren om de crisisorganisaties te bemensen. Daarnaast zijn in de voorbije jaren nog enkele opleidingen tot stralingsbeschermingsdeskundige weggevallen.

Vrijwel alle belanghebbenden die door de commissie zijn geconsulteerd bevestigden de zorgwekkende situatie. Bij sector en overheid ontbreekt centrale regie op het gebied van kennismanagement. Iedere stakeholder heeft eigen initiatieven waarin kennis wordt verkregen of gebruikt. Dat heeft geleid tot een bijzonder wankel kennisbasis, die ook door de vergrijzing en de tot dan toe slechte vooruitzichten op nieuwe nucleaire bedrijvigheid in Nederland verder wordt verzwakt.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van gesprekken met stakeholders kwam de commissie met vier hoofdaanbevelingen, die hieronder kort worden toegelicht.

- Stel vanuit het Rijk een kennis- en innovatieagenda Nucleaire Technologie en Straling op.
- Richt een nationaal Platform Nucleaire Technologie en Straling (PNUTS) op en initieer vanuit het Platform drie impulsprogramma's op het gebied van bewustwording, onderzoek en onderwijs.
- Richt een Human Resources Observatorium op voor Nucleaire Technologie en Straling.
- Versterk de horizontale interdepartementale coördinatie op (hoog)ambtelijk niveau.

1) Kennis- en innovatieagenda Nucleaire Technologie en Straling (NUTS)

De commissie constateert dat kennis over en innovatie van nucleaire- en stralingstoepassingen in Nederland versnipperd is. Daarnaast is er geen aansluiting bij het Topsectorenbeleid of de Nationale Wetenschapsagenda. Coördinatie op het gebied van kennis ontbreekt. Daarom stelt de commissie voor dat de meest betrokken ministeries (EZK, IenW en VWS) gezamenlijk een Nucleaire Technologie en Straling Agenda (NUTS-Agenda) (doen) opstellen.

2) Platform Nucleaire Technologie en Straling (PNUTS) en impulsprogramma's

De commissie stelt het Platform voor als een netwerkorganisatie voor overheidspartijen, kenniswereld en sector, onder leiding van een klein regieorgaan met een onafhankelijke voorzitter en bij voorkeur in de vorm van een onafhankelijke stichting met administratieve inbedding bij de TU Delft of het RIVM.

De drie impulsprogramma's op de thema's bewustwording, onderzoek en onderwijs worden vanuit PNUTS georganiseerd, waarbij de ministeries EZK, IenW en VWS elk in gelijke mate verantwoordelijkheid nemen voor de onderzoeksimpuls. In onderstaande tabel is de voorgestelde financiering weergegeven.

	Ministeries	Platformleden	Sector	NWO	Impuls per programma
Bewustwording	-	-	1,5	-	1,5
Onderzoek	3,0	5,5	-	2,5	11,0
Onderwijs	-	-	1,5	-	1,5
	3,0	5,5	3,0	2,5	
				Totale impuls voor 3 jaar	14,0

Tabel 1. Overzicht van 3-jarige investering (in € mln.) inclusief programma-allocatie en financier.

3) Human Resources Observatorium voor Nucleaire Technologie en Straling

Een HR-observatorium, ondergebracht bij de ANVS, zou systematisch de in- en uitstroom in kaart moeten brengen van studenten en werknemers in de nucleaire en stralingssector, op de verschillende niveaus van opleiding en expertise. De commissie beveelt aan actief de samenwerking te zoeken met het *Joint Research Centre* (JRC) van de Europese Commissie, waar ervaring bestaat vanwege het European Human Resources Observatory for the Nuclear Energy Sector (EHRO-N).

Ook raadt de commissie aan om in dit verband samenwerking te zoeken met het Capaciteitsorgaan voor de medisch-specialistische zorg en de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS).

4) Interdepartementale coördinatie op (hoog)ambtelijk niveau

Op het gebied van kennis zouden de departementen volgens de commissie nauwer moeten samenwerken. De NUTS-agenda en bijbehorende impulsprogramma's zouden daar een bindende rol in kunnen vervullen. De commissie stelt voor dat de Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap de aanbevelingen uit het adviesrapport bekrachtigt en dat de NUTS-agenda besproken wordt in het strategisch DG-overleg 'innovatie en wetenschap'.

Vergaderjaar 2021–2022

35 925 XIII

**Vaststelling van de begrotingsstaten van het
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
(XIII) voor het jaar 2022**

Nr. 14

AMENDEMENT VAN DE LEDEN ERKENS EN DASSEN

Ontvangen 4 november 2021

De ondergetekenden stellen het volgende amendement voor:

De begrotingsstaat wordt als volgt gewijzigd:

In **artikel 4 Een doelmatige energievoorziening en beperking van de klimaatverandering** worden het verplichtingenbedrag en het uitgavenbedrag **verhoogd** met **€ 5.000** (x € 1.000).

Toelichting

Nederland heeft decennialang een unieke kennispositie gehad op het gebied van nucleaire technologie. Deze kennis zit op het gebied van de energietransitie, afvalverwerking, stralingsmonitoring, medisch isotopen en op andere onderwerpen. De laatste jaren is de innovatie- en kennisinfrastructuur op het gebied van nucleaire technologie afgenomen. Dit is onwenselijk gezien het blijvende belang van deze innovatie en kennis, voor de energietransitie als ook voor andere doeleinden. Daarom is het noodzakelijk een kennis- en innovatieprogramma op te zetten om onze kennis en innovatie op het gebied van nucleaire technologie te versterken waar nodig.

Hiertoe wordt eenmalig een bedrag vrijgemaakt van € 5 miljoen. De dekking voor dit amendement wordt gevonden in de € 186 miljoen die bij de Miljoenennota is vrijgemaakt voor Klimaatmaatregelen, maar die nog op de Aanvullende Post van de Rijksbegroting staat.

Erkens
Dassen

Bijlage III: NWO-cofinanciering van nationale onderzoeksprogramma's

Er zijn vier routes om via NWO nationale (co)financiering te krijgen voor onderzoeksprogramma's. Deze routes kennen verschillende voorwaarden en mogelijkheden. Een belangrijk aandachtspunt is welke partijen of consortia de middelen mogen aanvragen. Hieronder worden de vier routes toegelicht:

1. Via het [Open Technologieprogramma](#) in het NWO-domein Toegepaste en Technische Wetenschappen (TTW).
NWO financiert per project maximaal € 850.000. Als de totale projectkosten hoger zijn dan € 600.000 euro is een bijdrage in de projectkosten (cofinanciering) door (een) gebruiker(s) verplicht en wel 25% van het meerdere boven de € 600.000. De looptijd is maximaal 6 jaar. Indien van financieringsaanvragen binnen het Open Technologieprogramma kan het hele jaar door.
2. Via de [Missiegedreven programma's](#) binnen de hoofdlijn van het Kennis- en innovatieconvenant.
Dit programma richt zich op missiegedreven thematische calls gericht op de prioriteiten van de zes Kennis- en Innovatieagenda's (KIA's). Voor kernenergieonderzoek dienen de onderzoeksvoorstellen aan te sluiten bij missie 'Energietransitie & duurzaamheid' en specifiek bij de opgestelde Integrale kennis- en innovatieagenda voor klimaat en energie (IKIA). Dit vereist wel dat kernenergie onderdeel uitmaakt van de Topsector Energie en dat kernenergie een plek heeft in de bijbehorende IKIA. Voor nucleaire medische toepassingen geldt dat kennis- en innovatievragen rondom dat thema een plek moeten hebben in de kennis- en innovatieagenda 'Gezondheid & zorg' van de Topsector Life Sciences & Health om voor financiering in aanmerking te komen.
Onderzoekers dienen voorstellen in voor samenwerkingsprojecten, met een budget van € 750.000 tot 4 miljoen per voorstel. Cofinanciering bedraagt 10 tot 30 procent, afhankelijk van de aard van het project. Indien innovatie centraal staat, is 30% cofinanciering vereist, indien kennisontwikkeling centraal staat, is 10% vereist. Een deel van de cofinanciering moet afkomstig zijn van private partijen.
3. Via de [KIC Vraaggedreven Partnerschappen voor Consortia](#)
Dit programma richt zich op de ontwikkeling van partnerschappen van kennisinstellingen, publieke en private partijen. Ze kunnen een onderzoeksvoorstel indienen ter beantwoording van een zelf gekozen kennis- en ontwikkelvraag die past binnen één of meerdere Kennis- en innovatieagenda's (KIA's) van de betreffende Topsector. Net als bij de missiegedreven programma's zijn de onderwerpen uit de KIA's leidend (zie hiervoor). Als onderzoeken niet daarbij aansluiten, is geen financiering langs deze route mogelijk.
Voor een aanvraag in deze *call for proposals* kan minimaal € 1.500.000 en maximaal € 5.000.000 worden aangevraagd aan NWO-financiering. Daarmee financiert NWO maximaal 50% van het totale cash-deel van het projectbudget; de rest van het cash-deel van het projectbudget wordt ingebracht via de verplichte cofinanciering. De maximale looptijd is 6 jaar.
4. Via [Programmaliijn 2](#) van de Nationale Wetenschapsagenda (Thematische programmering)
Programmaliijn 2 "biedt ministeries en andere overheden om gezamenlijk onderzoek te stimuleren op thema's die voor hen in het bijzonder relevant zijn. Zo kunnen zij gefundeerde antwoorden vinden op maatschappelijke vragen die hoog op hun agenda staan. Ministeries en andere overheden kunnen (half)jaarlijks thema's en/of beleidsvragen aandragen voor door hen medegefinancierde onderzoeksprogramma's. Afhankelijk van het beschikbare budget en passendheid worden deze thema's met een financiële bijdrage (50%) vanuit de Nationale Wetenschapsagenda doorontwikkeld tot calls for proposals." Een onafhankelijke, door NWO samengestelde werkgroep stelt een advies op richting Raad van Bestuur van NWO voor cofinanciering. De selectie van het voorstel is *niet gegarandeerd*, de selectie hangt af van de kwaliteit van het voorstel, het aantal aanvragen en het totaal beschikbare NWA-budget.

Voorwaarden om voor financiering uit Programmaliijn 2 in aanmerking te komen, zijn:

- De departementen dragen minimaal M€ 1,5 bij aan het onderzoeksprogramma, NWO matcht eenzelfde bedrag.
- Voor een matching van NWO boven M€ 2,5 moeten minimaal drie departementen financieel bijdragen, daaronder is dat geen harde voorwaarde (maar deelname van meerdere departementen maakt het voorstel wel sterker).
- De looptijd van het onderzoeksprogramma is minimaal 3 jaar.
- Het financieel commitment van de overheden berust op 'nieuwe' middelen (dit zijn middelen die nog niet zijn toegezegd aan NWO/ZonMw en die via overheden aan NWO moeten worden overgemaakt). De matching bestaat uit middelen van NWO die OCW uit de reguliere onderzoekfinanciering aan NWO verstrekt.

Los van deze 'standaard'-programma's is ook maatwerk mogelijk. Daar staat echter geen NWO-financiering tegenover. NWO heeft dan vooral de rol van uitvoerder van een subsidieregeling voor onderzoek.

De kans op subsidie via het Open Technologieprogramma is vrij klein. Er worden veel voorstellen ingediend en de kwaliteit van de meeste voorstellen is vrij hoog. Dat neemt niet weg dat deze route voor de universiteiten te overwegen is. Voor deelname aan de programma's binnen het kader van het Kennis- en Innovatieconvenant (missiegedreven of vraaggedreven) is van belang dat onderzoeksvoorstellen aansluiten bij de respectievelijke KIA's. Het is dus zaak dat nucleaire thema's zowel een plek krijgen in de Topsector Energie en/of Life Sciences & Health als in de KIA's. De KIA's worden in 2023 voor de komende periode 2024-2027 opgesteld.

Om een actieve betrokkenheid van de nucleaire sector te bewerkstelligen, verdient financiering via programma's binnen het kader van het Kennis- en Innovatieconvenant (missiegedreven of vraaggedreven) de voorkeur. Zolang nucleaire thema's niet in de Topsectoren en bijbehorende KIA's zijn opgenomen, blijft slechts financiering via het Open Technologieprogramma en via de NWA Programmalijn 2 over. De NWA Programmalijn 2 geeft de meefinancierende overheden de meeste ruimte om de call vorm te geven.

Bijlage IV: Acties m.b.t. nucleaire technologie en nucleaire veiligheid

In deze bijlage zijn de oplossingsrichtingen met betrekking tot nucleaire technologie en nucleaire veiligheid verder uitgewerkt in concrete acties. Deze acties dienen als opties, die verder kunnen worden onderzocht en uitgewerkt in een werkprogramma voor de werkgroep. Per actie is aangegeven wie aan zet zijn, wat de globale aanpak is en, indien aan de orde, een eerste indicatie van de mogelijke kosten. De daadwerkelijke kosten hangen af van de verder te maken keuzes. Onder kosten voor het Rijk bedoelen we hier de *additionele kosten* voor de betrokken departementen: EZK, VWS en/of IenW. Het gaat hier bijvoorbeeld niet om de reguliere onderzoekfinanciering die OCW op reguliere basis via NWO verstrekt.

Actie N.1 (reeds in uitvoering): Haalbaarheidsstudie naar een publiekscentrum kernenergie		
Wie is aan zet?	EPZ, Rijk (EZK) financiert	
Suggesties voor aanpak	In het kader van het amendement Erkens/Dassen (zie bijlage II) heeft EZK inmiddels een eenmalige subsidie aan EPZ verleend voor een haalbaarheidsstudie naar een publiekscentrum kernenergie. Deze studie moet eind 2023 gereed zijn. Inspiratie kan daarbij ook uit de opzet van het Belgische bezoekerscentrum Tabloo gehaald worden.	
Kosten Rijk [€]	Enmalige subsidie EZK voor haalbaarheidsonderzoek	140.000 excl. BTW

Actie N.2: Opstellen van nationale kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid		
Wie is aan zet?	Rijk (met ondersteuning van geschikte expert), sector, universiteiten, evt. hogescholen	
Aanpak	<p><u>Vorbereiden kenniskamers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Afbakening onderzoeksterrein Nucleaire Technologie & Veiligheid. • Overzicht maken van het Nederlandse nucleaire onderzoekslandschap: • Inventariseren van kennisvragen die leven bij departementen (incl. ANVS) en nucleaire sector. • Inventariseren van bestaande kennisagenda's onderzoeksinstituten. <p><u>Organiseren van een of meerdere kenniskamers:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bepalen van voorzitter en deelnemers. • Organiseren, houden van kenniskamer(s) om kennis- en onderzoeksvragen te inventariseren, selecteren en prioriteren. <p><u>Opstellen en publiceren van kennisagenda:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwerken resultaat van kenniskamer(s) tot agenda. • Publiceren van kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid. 	
Kosten Rijk [€]	Enmalig, vervolgens om de 4 jaar updaten*)	
	Schatting eenmalig voorbereiden, organiseren kenniskamer(s) en synthetiseren van resultaten in de vorm van een nationale kennisagenda door expert.	p.m.
	Begeleiding en ondersteuning vanuit Rijk	p.m.

*) Naar verwachting zijn kosten van actualisatie lager omdat onderzoeksveld afgebakend is, het onderzoekslandschap in beeld, en er ervaring is met de werkwijze is. Naar schatting kan het voor de 50% van de initiële kosten.

Actie N.3: Afleveren van meer wo- afgestudeerden en gepromoveerden op het terrein van nucleaire technologie & veiligheid

Wie is aan zet?	Sector, universiteiten en Rijk	
Suggesties voor aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • Verkenning opschalen en/of verbreden van de nucleaire opleidingen: <ul style="list-style-type: none"> - Sector brengt behoefte aan typen nucleair experts met een wo-achtergrond in beeld. Welke universiteiten kunnen nu al voorzien in die behoefte (los van capaciteit) en waar zijn er witte vlekken (genoemd zijn bv. <i>nuclear engineering</i>)? - Bij welke universiteiten/afstudeergroepen is opschaling gewenst opdat meer afgestudeerden en gepromoveerden worden geleverd? - Aan welke nieuwe leerstoelen/onderzoeksgroepen is er evt. behoefte (hierbij ook nationale kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid betrekken) en is er tevens voldoende vraag naar afstudeerders en promovendi uit deze groepen? Wat zijn de alternatieven (bv. 1-jarige master-after-master in Nuclear Engineering in België volgen)? • Opschaling kan worden gerealiseerd door corresponderende onderzoeksprogramma's, waardoor meer postdocs en promovendi aan het werk kunnen die op hun beurt weer studenten kunnen begeleiden (zie Actie N.7) • Verbreding kan worden gerealiseerd door nieuwe leerstoelen in te stellen (zie Actie N.5) met een corresponderende onderzoeksgroep en onderzoeksprogramma's. Om commitment te krijgen van zowel de sector als de betreffende universiteit(en) worden nieuwe leerstoelen bij voorkeur gezamenlijk bekostigd door de sector, de universiteit en het Rijk. 	
Kosten Rijk [€]	Nog onduidelijk, precieze behoefte hangt af van verkenning. Zie Bijlage V, S.1 voor indicatie kosten leerstoel.	p.m.

Actie N.4: Brede groep technische bachelor- en masterstudenten in aanraking laten komen met nucleaire technologie en stralingstoepassingen

Wie is aan zet?	Sector, Onderwijs en Rijk	
Suggesties voor aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • Verkennen in 4TU-verband en eventueel met RUG hoe technische bachelor- en masterstudenten in aanraking kunnen komen met nucleaire technologie en stralingstoepassingen. Bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> - 'joint minors' in <i>nuclear engineering</i> aanbieden voor bachelorstudenten werktuigbouw, elektrotechniek, chemie en civiele techniek; - nucleaire component inbouwen in bestaande minors rondom Energie of Medische Technologie. <p>Ook is denkbaar dat minors wordt ontwikkeld die zowel bruikbaar zijn voor hbo- als wo-bachelor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proberen nucleaire techniek & veiligheid een plek geven in volgende versie van Sectorplan Onderwijs Bètatechniek. 	
Kosten Rijk [€]	Nog onduidelijk.	p.m.

Actie N.5 (reeds in uitvoering): Aanstellen lectoren op gebied van nucleaire technologie en stralingsbescherming

Wie is aan zet?	Regieorgaan SIA, hogescholen, Rijk (EZK) financiert	
Aanpak	Via het amendement Erkens/Dassen zie Bijlage IV) is geld beschikbaar gesteld voor het aanstellen van lectoren: <ul style="list-style-type: none"> • EZK levert de inhoudelijke afbakening voor de 'call for proposals'. • Regieorgaan SIA formuleert in 2023 call for proposals en stelt die open. • Onafhankelijke beoordelingscommissie beoordeelt en selecteert voorstellen op basis van vooraf vastgestelde beoordelingscriteria. • Lectoren voeren gehonoreerde voorstellen uit. • Lectoren rapporteren na twee jaar tussentijds over voortgang en leveren na vier jaar eindrapportage op. Rapportages worden gedeeld met EZK. • Betreffende hogescholen nemen zelf besluit om lectoraat al dan niet voort te zetten. 	
Kosten Rijk [€]	In eerste instantie eenmalige subsidie van EZK voor vier jaar voor drie lectoren à € 400.000 per lector.	1.200.000

Actie N.6 (reeds in uitvoering): Nuclear Academy

Wie is aan zet?	TU Delft en NRG, Rijk (EZK) financiert	
Aanpak	Via het amendement Erkens/Dassen zie Bijlage IV) is geld beschikbaar gesteld voor het oprichten van een Nuclear Academy: <ul style="list-style-type: none"> • Stimuleren en bevorderen van onderwijs in brede zin, maar vooral op mbo- en hbo-niveau op het gebied van nucleaire technologie. De Nuclear Academy ondersteunt zoveel mogelijk bij de ontwikkeling van de nucleaire curricula voor het mbo en hbo. Daarnaast zal de Academy mbo- en hbo-docenten trainen/opleiden om nucleair onderwijs te verzorgen. Hiervoor worden verkennende gesprekken gevoerd met onderwijsinstellingen. • Ontwikkelen van trainingsmodules voor werknemers binnen de overheid. In de loop van 2023 zal de Nuclear Academy de eerste trainingen gaan verzorgen. • Aanschaffen van een reactorsimulator en ontwikkelen van de bijbehorende trainingsmodules voor het nucleair onderwijs. 	
Kosten Rijk [€]	Enmalige subsidie van EZK voor periode 1-1-2023 tot 31-12-2023	1.250.000 excl. BTW

Actie N.7: (Co)financieren van nationaal onderzoeksprogramma Nucleaire Technologie & Veiligheid

Wie is aan zet?	Sector, Rijk, NWO	
Aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • Bepalen van welke NWO-programma's gebruikgemaakt kan worden; kan voor verschillende (groepen) onderzoeksvragen anders zijn (zie Bijlage III). • Nagaan welke departementen en private partijen meedoen en co-financieren; financiële bijdrage mag verschillen. • Betrokken partijen bepalen totaal financieel commitment. • Betrokken partijen bepalen onderzoeksfocus/beleidsvragen en passende financieringsinstrumenten (zie bv. Bijlage III) mede op grond van de 'Kennisagenda Nucleaire Technologie & Veiligheid' of aan de Topsectoren verbonden KIA's en de duur van het programma. • Departementen dienen voorstel in conform de programma-eisen van NWO. • Als voorstel geselecteerd is, ontwikkelt NWO dit door tot calls for proposals. • Universiteiten en geselecteerde publieke kennisinstellingen (bv. RIVM of TNO) kunnen, eventueel in samenwerking met private partijen, vervolgens onderzoeksvoorstellen indienen. 	
Kosten Rijk [€/jaar]	Bij voorkeur doorlopend, door opeenvolgende programma's te initiëren.	
	Mede afhankelijk van programma en bijbehorende NWO-matching	p.m.*)

*) Minimale bijdrage departementen is €1.500.000 uitgaande van driejarig programma.

Bijlage V: Acties m.b.t. stralingsbescherming

In deze bijlage zijn de oplossingsrichtingen met betrekking tot stralingsbescherming verder uitgewerkt in concrete acties. Deze acties dienen als opties, die verder kunnen worden onderzocht en uitgewerkt in een werkprogramma voor de werkgroep. Per actie is aangegeven wie aan zet zijn, wat de globale aanpak is en, indien aan de orde, een eerste indicatie van mogelijke kosten. De daadwerkelijke kosten hangen af van de verder te maken keuzes. Onder kosten voor het Rijk bedoelen we hier de *additionele kosten* voor de betrokken departementen: EZK, VWS en/of IenW. Het gaat hier bijvoorbeeld niet om de reguliere onderzoekfinanciering die OCW op reguliere basis via NWO verstrekt.

Actie S.1: Instellen van leerstoel(en) op het terrein van stralingsbescherming				
Wie is aan zet?	Rijk, samen met NVS, ANVS en universiteiten			
Aanpak	<p><u>Verkenning:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Rijk stelt in samenspraak met bv. NVS en ANVS initiële taakomschrijving (o.a. actief betrokken bij onderwijs en opleidingen), profielschets en selectiecriteria op; eventueel voor meerdere leerstoelen in deeltijd. NVS en ANVS brengen mogelijke kandidaten en potentiële universiteiten voor zo'n leerstoel in beeld, bij voorkeur een universiteit met een meer biologisch/medisch accent aangezien bij TU Delft al een leerstoel 'Stralingsdosimetrie en Biofysica' ingesteld gaat worden (zie Actie S.3). Naar schatting komen in Nederland circa 10 gepromoveerde onderzoekers voor de leerstoel in aanmerking. Rijk sondeert, evt. samen met NVS, bij universiteiten belangstelling voor zo'n leerstoel en evt. (op termijn) wil (mee)financieren. <p><u>Selectie universiteiten en kandidaten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Rijk maakt samen met NVS een keuze voor 1 of evt. meerdere universiteiten, als het om deeltijdaanstellingen gaat. Rijk stelt samen met NVS en de universiteit(en) definitieve taakomschrijving, profielschets en selectiecriteria vast. Keuze maken tussen werven via open procedure of op voordracht. <p><u>Subsidiëring:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Rijk zorgt voor subsidiebeschikking voor bekostiging van (deel) van leerstoel en in latere fase de bijbehorende staf (4 fte). 			
Kosten Rijk [€/jaar]	Leerstoel(en) voor onbepaalde tijd nodig. Starten met bv. 5 of 10 jaar met mogelijkheid tot verlenging of nieuwe leerstoelhouder.			
			Min *)	Max *)
	Hoogleraar/leraren, schaal H2 (totaal 1 fte)	120.000		175.000
	Universitair hoofddocent, schaal 13/14 (1 fte)	110.000		145.000
	Universitair docent, schaal 11/12 (3 fte)	240.000		360.000
	Postdocs en promovendi (betaling via onderzoeksprogramma's)	0		0
	Totaal	470.000		680.000

*) Salarissen zijn gebaseerd op salaristabellen uit de [CAO Nederlandse Universiteiten 1 januari 2022 t/m 31 maart 2023](#). De hoogte van de te financieren personele kosten is bepaald met de systematiek van NWO. Deze bevat de directe salariskosten en een opslag voor de vakantietoeslag, eindejaarsuitkering en werkgeverslasten en overige personele kosten: [salaristabel_nfu_januari_2023.pdf \(nwo.nl\)](#) Er is hier geen rekening gehouden met indexatie. De einduitkering bij afloop van tijdelijke projecten is hier niet van toepassing. Mogelijk zijn universiteiten bereid zelf ook een deel van de kosten te dragen. Soms vragen universiteiten ook extra kostenvergoedingen voor zaken als huisvesting, personele ondersteuning etc.

Actie S.2 (reeds in uitvoering): Instellen van leerstoel 'Stralingsdosimetrie en Biofysica'

Wie is aan zet?	TU Delft, Rijk (EZK) financiert	
Aanpak	Via het amendement Erkens/Dassen zie Bijlage IV) is geld beschikbaar gesteld voor een leerstoel 'Stralingsdosimetrie en Biofysica' aan de TU Delft. De werving van de hoogleraar is inmiddels door TU Delft gestart. Voorts worden twee promovendi aangesteld om deze hoogleraar in zijn werkzaamheden te ondersteunen. Aanvullend is geld uitgetrokken voor de aanschaf van moderne laboratoriumapparatuur voor wetenschappelijk onderzoek. Gekoppeld aan deze subsidie heeft TU Delft toegezegd de opleidingen tot stralingsdeskundige in stand te houden.	
Kosten Rijk [€/jaar]	EZK financiert de eerste vijf jaar de hoogleraar. Hierna zal TU Delft de hoogleraar voor de volgende vijf jaar financieren.	
Kosten Rijk [€]	Hoogleraar, 2 promovendi en laboratoriumapparatuur	2.410.000

Actie S.3: Opstellen van nationale Kennisagenda Stralingsbescherming

Wie is aan zet?	Rijk (initiatief) met ondersteuning van RIVM, ANVS, NRG en COVRA	
Aanpak	<u>Vorbereiden kenniskamers, bv. door expert of ZonMw samen met NWO</u> <ul style="list-style-type: none"> • Afbakening van onderzoeksgebied stralingsbescherming. • Overzicht maken van Nederlandse onderzoekslandschap. • Inventariseren van kennisvragen, daarbij kunnen ook onderzoeksagenda's van Europese en internationale gremia betrokken worden (bv. ICRP). <u>Organiseren van een of meerdere kenniskamers:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Bepalen van voorzitter en deelnemers. • Organiseren, houden van kenniskamer(s) om kennis- en onderzoeksvragen te inventariseren, selecteren en prioriteren. <u>Opstellen en publiceren van kennisagenda:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Verwerken resultaat van kenniskamer(s) tot agenda. • Publiceren van Kennisagenda Stralingsbescherming. 	
Kosten Rijk [€]	Eenmalig voorbereiden, organiseren kenniskamer(s) en synthetiseren van resultaten in de vorm van een kennisagenda, vervolgens om de 5 jaar updaten*)	
	Door expert of ZonMw samen met NWO (schatting)	100.000 – 200.000
	Begeleiding en ondersteuning vanuit het Rijk	p.m.

*) Naar verwachting zijn kosten van actualisatie lager omdat onderzoeksveld afgebakend is, het onderzoekslandschap in beeld, en er ervaring is met de werkwijze. Naar schatting kan het voor de 50% van de initiële kosten.

Actie S.4: Cofinanciering deelname aan Europese onderzoeksprogramma

Wie is aan zet?	RIVM, Rijk cofinanciert als akkoord	
Aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • RIVM vraagt bij de voorbereiding van de calls – op basis van de Nederlandse Kennisagenda Straling – aandacht voor de Nederlandse kennisvragen. • Per call-ronde houdt RIVM als nationale partnerorganisatie de calls in de gaten en attendeert het netwerk (bv. via NVS) op deze calls. • Partijen die willen reageren nemen contact op met de werkgroep Kennisbasis Nucleaire Technologie en Stralingsbescherming voor eventuele cofinanciering. • Departementen besluiten over cofinanciering van projecten. 	
Kosten Rijk [€]	Inzet RIVM per call ronde (2024 en 2025)	p.m.
	Projectkosten per land uitgaande van een totaal budget per project van M€ 1,0-1,5 en 4 tot 5 deelnemende partijen (waarvan 1 Nederlandse), die allen 37% cofinancieren.*)	75.000-140.000 (per project)
	2 tot 5 projecten met Nederlandse inbreng gedurende de looptijd van Pianoforte (juni 2023 tot en met mei 2027) lijkt een realistische inschatting.	

*) Schatting is gebaseerd op presentatie over eerste call ronde tijdens Pianoforte General Assembly meeting, 17 januari 2023.

Actie S.5: (Co)financieren van nationaal onderzoeksprogramma Stralingsbescherming

Wie is aan zet?	Rijk (vakdepartementen) in samenwerking met NWO	
Aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • Besluiten cofinanciering via NWO Programmaliijn 2 aan te vragen (zie Bijlage IV). • Vakdepartementen bepalen onderzoeksfocus/beleidsvragen op grond van de kennisagenda en financieel commitment. • Vakdepartementen dienen voorstel in (maart of oktober) voor onderzoeksprogramma. • Als voorstel wordt geselecteerd, samen met NWO doorontwikkelen tot calls for proposals. • Universiteiten, hbo-instellingen en geselecteerde andere kennisinstellingen (bv. RIVM) kunnen vervolgens gezamenlijk onderzoeksvoorstellen indienen. NRG kan bijvoorbeeld als samenwerkingspartner betrokken zijn maar kan als commerciële partij geen subsidie ontvangen. 	
Kosten Rijk [€/jaar]	Bij voorkeur doorlopend, door opeenvolgende programma's te initiëren.	
	NWO matcht overige 50%	Minimaal 500.000*)

*) De minimale bijdrage van de vakdepartementen bedraagt € 1.500.000 uitgaande van driejarig programma.

Actie S.6: Stimuleren van verdergaande samenwerking van bestaande opleidingen voor stralingsbescherming

Wie is aan zet?	Rijk (initiatief), samen met opleidingen	
Aanpak	<ul style="list-style-type: none"> • Met de vier opleiders (Rijksuniversiteit Groningen/GARP, Radboud Universiteit, NRG in Petten en TU Delft) individueel en gezamenlijk in gesprek gaan over concrete vormen van samenwerking en kijken waar draagvlak voor te vinden is en waar eventuele knelpunten zitten. • Als er draagvlak voor is: Uitwerken van 1 of meer samenwerkingsmodellen, met aandacht voor financiële en juridische dimensies. Hierbij een organisatieadviseur betrekken. • Als er draagvlak is voor bepaald model: samenwerking formaliseren. 	
Rijk [€]	Schatting kosten organisatieadviseur, incl. BTW	75.000

Actie S.7: Vergroten inzicht in toekomstige vraag naar cursussen SBD niveau (A)CD

Wie is aan zet?	Rijk (initiatief), samen met opleidingen en vergunninghouders	
Aanpak	<p>Gegevens verzamelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ANVS en opleidingen verzamelen gezamenlijk, binnen de wettelijke mogelijkheden, gegevens die het mogelijk maken om betere prognoses van het verwachte aantal cursisten voor opleidingen tot SBD te maken. Denk bijvoorbeeld aan gegevens als leeftijd, opleidingsniveau en motivatie voor deelname aan opleiding. <p>Gegevens analyseren en delen met opleidingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nagaan of op basis van dit soort prognoses zijn te maken. 	
Rijk [€]	Onderdeel ANVS opdracht	p.m.

Bijlage VI: Hybride docenten

Hybride docenten combineren lesgeven met een andere baan in loondienst of als zelfstandige. In deze context gaat het met name om werknemers uit de technieksector die door hun werkgevers worden vrijgesteld om (praktijk)onderwijs te verzorgen.

In het [Aanvalsplan Arbeidsmarkttekorten Techniek, Bouw en Energie](#) stelt de sector duizend van dit soort hybride docenten te willen opleiden, die via nieuwe regionale Techniekcentra gekoppeld kunnen worden aan beroepsopleidingen op mbo- en hbo-niveau.

Bij een [pilot](#) (gestart in 2020) van de Brainport-regio geven werknemers van hightechbedrijven al maximaal een dag in de week les aan de [TU Eindhoven](#) of Fontys Hogescholen. De bedrijven krijgen daarvoor een vergoeding van de onderwijsinstellingen.

De motivatie voor de inzet van hybride docenten is dat studenten onderwijs krijgen van goed ingevoerde docenten in een 'contextrijke omgeving', met veel opdrachten uit de praktijk. Voor de hybride docenten zelf is het een verrijkende ervaring en de werkgevers komen in beeld bij potentiële nieuwe werknemers. Voor de betrokken onderwijsinstellingen verlicht de inzet van hybride docenten bovendien de heersende personeelstekorten.

Bijlage VII: Departementale taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden

Stralingsbescherming

De taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden op het terrein van stralingsbescherming zijn verdeeld over vijf departementen, de ANVS en de betrokken inspecties. In de 'Samenwerkingsovereenkomst Stralingsbescherming 2017'³⁰ hebben de betrokken departementen, inspecties en de ANVS, allen met een taak onder de Kernenergiewet, afgesproken om onder andere op de volgende onderwerpen samen te werken:

- 2.4 Het plannen en afstemmen van werkzaamheden, waaronder de periodieke meerjarenplannen, *onderzoeksprogramma's* [nadruk toegevoegd], deelname en vertegenwoordiging bij internationale overleggen, en de beantwoording van Kamervragen en verzoeken op grond van de Wet openbaarheid van bestuur.
- 2.6 *Onderzoek en opleiding* [nadruk toegevoegd] op het gebied van stralingsbescherming, waaronder het borgen van voldoende kennis en deskundigheid bij zowel stralingsdeskundigen in dienst van de ondertoezichtgestelden als van de overheid.

Wat betreft verantwoordelijkheden met betrekking tot opleidingen en deskundigheid is het volgende opgenomen:

12. De ministers van IenM [nu IenW, red.], van SZW en van VWS zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor het beleid en de wet- en regelgeving omtrent stralingsdeskundigheid, voor zover het de erkenning van instellingen en opleidingen betreft en de wijze waarop de deskundigen worden geregistreerd.
13. De ministers van IenM [nu IenW, red.] en van SZW zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor het beleid en de wet- en regelgeving omtrent stralingsdeskundigheid, voor zover het de kennis, vaardigheden en bekwaamheden betreft waaraan een deskundige moet voldoen om geregistreerd te kunnen worden, dan wel zijn of haar werkzaamheden uit te kunnen voeren.

Nucleaire veiligheid

Als het gaat om nucleaire veiligheid, zijn de taken³¹ met betrekking tot onderzoek verdeeld tussen EZK en OCW: "De Ministers van Economische Zaken en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap blijven verantwoordelijk voor de ondersteuning van onderzoek van nucleaire veiligheid, bijvoorbeeld subsidie aan NRG of wetenschappelijk onderzoek bij de TU Delft, tenzij het onderzoek betreft dat de Autoriteit nodig heeft voor het uitoefenen van haar taken."

³⁰ Staatscourant (20 oktober 2017) 'Samenwerkingsovereenkomst Stralingsbescherming 2017'

³¹ Memorie van Toelichting bij de 'Wijziging van de Kernenergiewet in verband met de instelling van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming', TK stuk 34219 nr. 3, vergaderjaar 2014-2015

Bijlage VIII: Lijst met afkortingen

ACD	Algemeen Coördinerend Deskundige
ANVS	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming
AZ	Ministerie van Algemene Zaken
BBS	Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming
BZ	Ministerie van Buitenlandse Zaken
CD	Coördinerend Deskundige
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
ECTS	European Credit Transfer System
EHRO-N	European Human Resources Observatory for the Nuclear Energy Sector
EPZ	Elektriciteits Produktiemaatschappij Zuid-Nederland
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
FIN	Ministerie van Financiën
fte	fulltime-equivalent
GW	gigawatt
HAW	Hoogambtelijke Werkgroep Nucleair Landschap
HFR	Hoge Flux Reactor
IAEA	Internationaal Atoomenergie Agentschap
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICRU	International Committee for Radiological Units
IKIA	Integrale Kennis- en Innovatieagenda
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
ESRIG	Energy and Sustainability Research Institute Groningen
GARP	Groningen Academy for Radiation Protection
JRC	Joint Research Centre
KIA	Kennis- en Innovatieagenda
KIC	Kennis- en Innovatieconvenant
LUMC	Leids Universitair Medisch Centrum
MOOC	Massive Open Online Course
NEA	Nuclear Energy Agency
NFI	Nederlands Forensisch Instituut
NN	Nucleair Nederland
NRG	Nuclear Research and Consultancy Group
NVS	Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne

NWA	Nationale Wetenschapsagenda
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OCW	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
p.m.	pro memorie
PNUTS	Platform Nucleaire Technologie en Straling
RID	Reactor Instituut Delft
RIF	Regionaal Investeringsfonds
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMT	Regionaal Mobiliteitsteam
RuG	Rijksuniversiteit Groningen
SBD	Stralingsbeschermingsdeskundige
SBE	Stralingsbeschermingseenheid
SMR	Small Modular Reactor
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
TMS	Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
TSO	Technical support organisation
TTW	Toegepaste en Technische Wetenschappen
TU	Technische Universiteit
UMC	Universitair Medisch Centrum
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
ZonMw	Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie

Bijlage IX: Lijst met geraadpleegde stakeholders

Nucleaire technologie

ANVS

EPZ

NRG

IAEA

JRC-EHRO-N³²

KPMG

PALLAS

RID TU-Delft

RIVM

SHINE

Technopolis

URENCO

Stralingsbescherming

ANVS

Groep grote vergunninghouders (enquête)

NRG

NVS bestuur

NVS leden (enquête)

Radboud UMC

RID TU-Delft

RIVM

RUG/GARP

Simon van Dullemen voormalig opleider stralingsbescherming LUMC en ACD'er bij zowel LUMC als Leiden Universiteit

Overig

Thomas Thor

NWO

ZonMw

³² Joint Research Centre - European Human Resources Observatory for the Nuclear Sector

Bijlage X: Literatuurlijst

- [1] Raad van Advies van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming, 'Veiligheid in een krimpende sector', 2019.
- [2] Commissie Van der Zande, 'Naar een Agenda en Platform Nucleaire Technologie en Straling', 2020.
- [3] VVD, D66, CDA en ChristenUnie Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst Coalitieakkoord 2021 – 2025, 15 december 2021.
- [4] Berenschot, 'Analyse toekomstige vraag naar nucleaire kennis(werkers) in Nederland', 2022.
- [5] Technopolis, 'De arbeidsmarkt in de Nederlandse nucleaire sector', 2022.
- [6] Weggeman, M., 'Kennismangement: inrichting en besturing van kennisintensieve organisaties', 1997.
- [7] Simonovska V. en U. von Estorff, 'Putting into Perspective the Supply of and Demand for Nuclear Experts by 2020 within the EU-27 Nuclear Energy Sector'. Report EUR 25291 EN, Petten, Netherlands, 2012.
- [8] Netbeheer Nederland, 'Quickscan coalitieakkoordenergiesysteem', 2022.
- [9] Gezondheidsraad, 'Opleiden van deskundigen op het gebied van stralingsbescherming', 2008.
- [10] Bijwaard H. en H. Slaper, 'Inventarisatie van wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in de stralingsbescherming', RIVM Rapport 610890002, 2013.
- [11] Slaper, H. Bijwaard, A.G.J. Sedee en T. Vermeulen (zomer 2013), 'Gaat expertise stralingsbescherming achteruit?', Nederlands Tijdschrift voor Stralingsbescherming, jaargang 4, nummer 1, p. 18-21.
- [12] Smetsers, R., B. Wolterbeek, P. van Gelder, K. Huitema en E. van Zalen, 'Peiling nationale kennisbehoefte straling en nucleaire veiligheid', 2018.
- [13] Wolterbeek, B., Notitie 'Stralingsveiligheid in Nederland: de afbrokkelende kennis-competentie piramide', 9 oktober 2020.
- [14] ANVS, 'De Staat van de stralingsbescherming 2022,' 2022, p. 25 e.v.
- [15] EHRO-N, 'Results of surveys of the Supply of and Demand for Nuclear Experts within the EU-28 Civil Nuclear Energy Sector', 2019.
- [16] UK Department of Energy & Climate Change, 'Sustaining Our Nuclear Skills', 2015.
- [17] Finnish Ministry of Economic Affairs and Employment & Energy, 'Survey of Competence in the Nuclear Energy Sector 2017–2018 in Finland', 2019.