Rathenau Instituut

Een kwestie van tijd

Besluitvorming over radioactief afval in Nederland van 1945 tot 2016

Rapport

Auteurs
Eric Berkers, Vincent Lagendijk, Romy Dekker, Dhoya Snijders, Rinie van Est

Foto omslag
Een van de opslaggebouwen voor radioactief afval van COVRA in de gemeente Borsele (Koen Suyk/ANP).

Bij voorkeur citeren als:
Rathenau Instituut (2023). *Een kwestie van tijd – Besluitvorming over radioactief afval in Nederland van 1945 tot 2016*. Den Haag. Auteurs: Berkers E., V. Lagendijk, R. Dekker, D. Snijders en R. van Est

Voorwoord

Het is niet meer voor te stellen, maar begin jaren vijftig schreven Nederlandse kranten over de ongekende mogelijkheden van de restproducten van de nucleaire technologie die zich op dat moment ontwikkelde. Wat we nu radioactief afval noemen, zouden we voor zoveel toepassingen kunnen gebruiken dat er zelfs een tekort dreigde. Die roze bril was al verdwenen toen Nederland in de jaren zestig zelf radioactief afval ging produceren. Via onder andere nucleaire centrales voor onderwijs, onderzoek en later ook energie, kregen we meer afval dat zo beheerd moest worden dat het geen gevaar oplevert voor mens en milieu. Een deel daarvan blijft dagen radioactief, een ander deel honderdduizenden jaren.

Deze studie laat zien hoe tussen 1945 en 2016 het Nederlandse beleid voor radioactief afval zich ontwikkelde. Een deel daarvan stopten we aanvankelijk in vaten om te dumpen in de oceaan. Sinds begin jaren negentig slaan we ons afval bovengronds op in Zeeland, niet ver van de kerncentrale in Borssele. Die locatie is zowel langdurig als tijdelijk. In 2130 moet een definitieve berging in gebruik zijn.

De staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat heeft ons gevraagd om te adviseren hoe Nederland over dat langetermijnbeheer van radioactief afval kan beslissen. Dit rapport is een van de producten die we maken om dat advies in 2024 te kunnen uitbrengen. Het is een verhaal over technische ontwikkelingen en de mensen die daar de mogelijkheden van inzagen en later ook de gevaren. Maar het gaat ook over richtlijnen, ambtelijke werkgroepen, wetten, rechterlijke uitspraken en onderzoeksprogramma's. Allemaal zijn ze onderdeel van wat wij het *governance-ecosysteem* noemen.

Door dit governance-ecosysteem voor radioactief afval in beeld te brengen, willen we zicht krijgen op de sterke en zwakke kanten ervan. Daarvoor zullen we later dit jaar ook studies publiceren naar de wettelijke regels op dit terrein, de kennis die Nederland heeft over radioactief afval en hoe andere Europese landen besluiten over hun langetermijnbeheer.

Dit rapport maakten we samen met de Stichting Historie der Techniek. Een conceptversie gebruikten we als input voor dialoog met deskundigen en belanghebbenden. Meer over die dialoog kunt u lezen in het verslag *Geschiedenis als gesprekspartner,* dat we gelijktijdig met dit rapport publiceren.

Prof. dr. ir. Eefje Cuppen
Directeur Rathenau Instituut

Samenvatting

Radioactief afval ontstaat bij verschillende processen, zoals de productie van kernenergie en medische isotopen en het delven van grondstoffen. Dit afval moet beheerd worden zodat het geen gevaar oplevert voor mens en milieu. Een deel ervan kan honderdduizenden jaren radioactief blijven. Het Nederlandse beleid voor radioactief afval staat beschreven in het Nationale programma uit 2016. Dit gaat uit van een tijdelijke langdurige bovengrondse opslag, gevolgd door een geologische eindberging, die rond het jaar 2130 in gebruik moet zijn.

Deze studie beschrijft de ontwikkeling van het Nederlandse beleid voor het beheer van radioactief afval. Door die geschiedenis in kaart te brengen, kan het huidige beleid beter begrepen worden. Ook komt er een beter zicht op de rollen, posities en belangen van actoren in het actuele debat en op de opties voor het toekomstige beheer.

In dit rapport beschrijven we de geschiedenis vanuit het raamwerk van het zogenoemde governance-ecosysteem. Dit raamwerk heeft het Rathenau Instituut enkele jaren geleden ontwikkeld voor het inzichtelijk maken van de omgang met maatschappelijke en ethische aspecten rond wetenschap en technologie (zie figuur op pagina 22). Het vestigt de aandacht op wat er gebeurt binnen vier domeinen en de interacties daartussen. Die domeinen zijn: politiek en bestuur, wet- en regelgeving, wetenschap en technologie, en maatschappij.

Deze studie is opgedeeld in vijf periodes die elk een afzonderlijk hoofdstuk hebben gekregen. De opdeling in periodes is gebaseerd op belangrijke verschuivingen in het bredere besluitvormingsproces over het beheer van radioactief afval. Dat zijn bijvoorbeeld verschuivingen in beleid, wetgeving, technische beheeropties en maatschappelijke betrokkenheid. Onze studie begint net na de Tweede Wereldoorlog, waarin radioactief afval internationaal en nationaal op de wetenschappelijke en beleidsagenda wordt geplaatst.

1945-1958: radioactief afval komt op de wetenschappelijke en politieke agenda

Dat radioactief afval op de agenda komt, heeft te maken met de opkomst van nucleaire technologie. Tijdens de wederopbouwjaren na de Tweede Wereldoorlog zag de Nederlandse overheid nucleaire technologie als een pijler voor industriële ontwikkeling en welvaart. Mede ingegeven door het Amerikaanse programma *Atoms for Peace* stond vanaf 1953 nucleaire technologie op de Nederlandse politieke agenda. In deze periode was er geen wetenschappelijke consensus over

de omgang met radioactief afval en de risico's van lage doses ioniserende straling. Internationale conferenties over de vreedzame toepassingen van atoomenergie in 1955 en 1958 hielpen om de omgang met radioactief afval internationaal en nationaal op de wetenschappelijke en beleidsagenda te zetten.

1958-1972: vormgeving van de Kernenergiewet en radioactief-afvalpraktijken
In de vroege jaren zestig nam Nederland de eerste kernreactoren voor onderzoek in gebruik. In respectievelijk 1969 en 1973 volgden de kerncentrales in Dodewaard en Borssele. Er was nog geen sprake van een expliciet en integraal radioactief afvalbeleid. Wel ontstond een afvalpraktijk die zich kenmerkte door een nationale ophaaldienst en een tijdelijke bovengrondse opslag bij het Reactorcentrum Nederland in Petten. Een deel van het laag- en middelactief afval werd in zee gestort, vanaf 1967 onder internationaal toezicht. Gebruikt splijtingsmateriaal uit de kerncentrales ging naar de opwerkingsfabriek Eurochemic in België, waarvan de Nederlandse overheid mede-aandeelhouder was. Het hoogradioactieve afval dat na het opwerkingsproces resteerde, bleef in België.

In de loop van de jaren vijftig en zestig kwam de bescherming tegen de ioniserende straling van radioactieve stoffen op de beleidsagenda. Nieuwe internationale organisaties zoals het Internationaal Atoomagentschap (1957), het *European Nuclear Energy Agency* (1958) en de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (1957) stelden richtlijnen vast die Nederland implementeerde. De wet- en regelgeving die zo ontstond, culmineerde in de Kernenergiewet van 1963, die de omgang met radioactieve stoffen regelde. De verantwoordelijkheid voor de Kernenergiewet lag bij het ministerie van Economische Zaken, dat de verantwoordelijkheid voor stralingsveiligheid deelde met het ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid.

1972-1980: protest tegen dumping in zee en proefboringen in zoutlagen
De Nederlandse omgang met radioactief afval kwam onder maatschappelijke en politieke druk te staan. In 1972 werd de *London Dumping Convention* afgesloten, een internationaal verdrag tegen verontreiniging van de zee. Mede door toenemend maatschappelijk protest werden de zeedumpingen van onder meer radioactief afval beperkt, en vanaf 1983 verboden. In Nederland spraken groepen burgers en wetenschappers zich uit tegen kernenergie. Dit raakte ook de discussie over radioactief afval. Tegen de regeringsplannen om meer kerncentrales te bouwen, kwam verzet van maatschappelijke en wetenschappelijke actoren. Aan de uitbreiding van kernenergie stelde de regering in 1974 de voorwaarde dat er een aanvaardbare oplossing voor het radioactief afval moest zijn. In datzelfde jaar sloot Eurochemic de deuren. Nieuwe opwerkingscontracten met Engeland en Frankrijk, voor respectievelijk de centrales van Dodewaard en Borssele, schreven voor dat opwerkingsafval voortaan terug naar Nederland kwam.

Hierop startte een zoektocht naar alternatieve oplossingen voor het radioactief afval. In de vroege jaren zeventig adviseerden zowel de Wetenschappelijke Raad voor Kernenergie (WRK) als het Reactorcentrum Nederland (RCN) om opslag in ondergrondse zoutkoepels te onderzoeken. Dat was in lijn met internationale wetenschappelijke inzichten. In 1976 kondigde de regering aan deze optie te willen onderzoeken in Noordoost-Nederland. Na protesten van burgers, maatschappelijke organisaties, bedrijven en bestuurders uit de betreffende regio's werden de voorgenomen proefboringen afgeblazen. Ook daarna heeft er in Nederland geen onderzoek op locatie plaatsgevonden.

1980-1993: vorming van radioactief afvalbeleid en een integraal onderzoeksprogramma

In 1981 stelde de regering de Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval (CHVRA) in. In het licht van de groeiende maatschappelijke weerstand en het verwachte verbod op zeedumping, keek die naar alternatieven voor het beheer van laag- en middelactief radioactief afval. In 1983 sprak ze een voorkeur uit voor opslag in zoutlagen.

Over het energiebeleid, en in het bijzonder kernenergie, organiseerde de regering van 1981 tot 1984 de Brede Maatschappelijke Discussie (BMD). De BMD, die ook over het beheer van radioactief afval ging, was als vorm van publieksparticipatie vernieuwend in zowel opzet als uitvoering. Veel deelnemers hadden echter geen vertrouwen in het proces en de bedoelingen van de regering ermee. De doelstellingen werden niet gerealiseerd. Het lukte niet om vanuit informatievoorziening en de uitwisseling van gedachten en ideeën meer begrip voor elkaars standpunten te krijgen, partijen nader tot elkaar te brengen, en besluitvormingsprocessen over (kern)energiebeleid en radioactief afval een groter draagvlak te geven.

In de periode 1980-1993 kwam ook nieuw onderzoek tot stand. Vrijwel tegelijk met de BMD startte het Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval waarbinnen diverse opties voor het beheer van hoogradioactief afval werden bekeken: tijdelijke bovengrondse opslag van verbruikte splijtstof en kernsplijtingsafval, berging bovengronds en ondergronds op land, geologische berging in zoutkoepels onder de Noordzee, en berging in geologische lagen onder de oceaan. Die laatste twee opties werden al snel te duur geacht. De beide opties op land bleven wel op de agenda.

In 1984 zette de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) voor de eerste keer een expliciet radioactief afvalbeleid uiteen in de Nota Radioactief Afval. Onderdeel daarvan was de bouw van een bovengrondse opslag voor het tijdelijke beheer van alle categorieën radioactief

afval (laag, middel en hoog). De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) kreeg de opdracht het afval te beheren. Dit was aanvankelijk voor een termijn van 50 tot 100 jaar, en werd later ten minste 100 jaar. Deze interim-oplossing gaf tijd om definitieve berging verder te onderzoeken. Hierbij dacht de regering aan geologische berging in Nederland of in samenwerking met andere landen elders; de zogenoemde duale strategie.

Ingegeven door toenemende politieke en maatschappelijke aandacht voor duurzaamheid, formuleerde de overheid in 1993 aanvullend beleid als onderdeel van het Nationaal Milieubeleidsplan. Ze introduceerde terugneembaarheid en omkeerbaarheid als nieuwe principes waaraan het beheer van radioactief afval moest voldoen. Terugneembaar wil zeggen dat het afval gedurende de periode van actief beheer altijd uit een opslag- en eindbergingsfaciliteit moet kunnen worden teruggehaald, zodat toekomstig hergebruik mogelijk is, net als ingrijpen bij problemen. Omkeerbaar betekent dat het mogelijk moet zijn om genomen beslissingen in het stapsgewijs implementeren van een beheermethode terug te draaien, als nieuwe politiek-maatschappelijke of wetenschappelijke inzichten daarom vragen. Toekomstige generaties krijgen zo meer ruimte om eigen keuzes te maken.

1993-2016: naar een Nationaal programma radioactief afval

Naast berging in zout, onderzocht de Commissie Opberging Radioactief Afval (1996-2001) de optie berging in klei. Daarnaast hield de commissie rekening met de nieuwe eis van terugneembaarheid van het afval tijdens het gebruik van de eindberging, zoals opgenomen in het Nationaal Milieubeleidsplan van 1993. Doordat proefboringen in Nederland door het maatschappelijke verzet ertegen niet mogelijk waren, maakte de commissie gebruik van onderzoeksfaciliteiten in Duitsland en België. De commissie keek niet alleen naar technisch-wetenschappelijk onderzoek, maar ook naar de ethische en sociale aspecten van het beheer van radioactief afval. In 2011 startte het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (OPERA). In 2020 startte een nieuw onderzoeksprogramma, geïnitieerd door COVRA, dat doorloopt tot 2025.

Dit gebeurde in een veranderende institutionele context waardoor beleidsverantwoordelijkheden verschoven. Zo werd in 1999 het ministerie van VROM verantwoordelijk voor de vergunningverlening in het kader van de Kernenergiewet. Twee jaar later nam het ook de verantwoordelijkheid voor het onderzoek naar geologische berging over van het ministerie van Economische Zaken. In 2015 werd de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) opgericht om de overheidstaken en kennis op deze terreinen onder te brengen in één organisatie. Zo wilde Nederland voldoen aan de verplichtingen van het Internationaal Atoomagentschap en de Europese Unie om te beschikken over

een zelfstandige autoriteit op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. In 2020 ging de beleidsverantwoordelijkheid voor deze taken over naar het huidige ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, dat daarmee ook beleidsverantwoordelijk werd voor radioactief afval en de eindberging daarvan.

Internationale richtlijnen zoals de Aarhus Conventie en Euratom-richtlijn 2011/70 stelden dat burgers de mogelijkheid moesten krijgen om in de besluitvorming over dit beheer te participeren. Daarnaast presenteerde de regering in 2016 haar *Nationale programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen*. Dit Nationale programma is gebaseerd op vier principes:

1. minimalisatie van het ontstaan van radioactief afval;
2. veilig beheer van radioactief afval;
3. geen onredelijke lasten op de schouders van latere generaties; en
4. de veroorzakers van radioactief afval dragen de kosten van het beheer ervan.

Het Nationale programma gaat uit van berging in de diepe ondergrond. Het voorziet in een definitief besluit over eindberging rond het jaar 2100. Een eindberging moet rond het jaar 2130 operationeel zijn. Op basis van ervaringen in het buitenland stelt het Nationale programma dat een breed maatschappelijk draagvlak essentieel is voor het realiseren van een eindberging. In het kader hiervan kreeg het Rathenau Instituut het verzoek om in 2024 te adviseren over het te volgen besluitvormingsproces rondom het langetermijnbeheer van radioactief afval.

Inzichten en aandachtspunten voor beleid

Op basis van onze historische studie komen we in hoofdstuk 6 tot tien inzichten die we hieronder weergeven. Op basis van deze inzichten formuleren we aandachtspunten voor het huidige en toekomstige beleid.

Inzicht 1: verschillende beleidsvelden droegen bij aan de besluitvorming over het beheer van radioactief afval.

Verschillende beleidsvelden waren betrokken bij de besluitvorming over het beheer van radioactief afval, zoals volksgezondheid en milieu, energie, klimaat, ruimtelijke ordening, industrie, wetenschap en technologie. De ontwikkelingen binnen die beleidsvelden gingen niet per se over radioactief afval, maar hadden er wel invloed op. Ook in de toekomst zullen verschillende beleidsvelden bij het beheer van radioactief afval betrokken zijn. Dit beheer vraagt namelijk om een brede mix van kennis en kunde. Om belangenverstrengeling te voorkomen, is het cruciaal om diverse institutionele verantwoordelijkheden helder gescheiden te houden. Zo zijn in 2015 de verantwoordelijkheden van het ministerie van Economische Zaken voor het energiebeleid en het beleid voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, verdeeld over verschillende overheidsinstanties.

Inzicht 2: besluitvorming over het beheer van radioactief afval en kernenergie beïnvloedden elkaar sterk.
In het publieke debat over het beheer van radioactief afval speelden voor- en tegenstanders van kernenergie een belangrijke rol. Daarnaast was het beheer van radioactief afval een belangrijk thema in de discussie over kernenergie. Zo gaf de regering in 1974 aan dat de uitbreiding van kernenergie alleen mogelijk was als er een aanvaardbare oplossing voor het radioactief afval zou komen. In de toekomst is het te verwachten dat ontwikkelingen op het gebied van kernenergie de besluitvorming over radioactief afval beïnvloeden. In de eerste plaats omdat meer of minder kernreactoren leidt tot meer of minder afval. Dit kan gevolgen hebben voor de urgentie en de financiële middelen om een eindberging te realiseren. Ook kunnen politieke en maatschappelijke partijen bij de besluitvorming over kernenergie voorwaarden stellen aan het beheer van radioactief afval. Dit gebeurde bijvoorbeeld in de jaren zeventig, toen tegenstanders van kernenergie zich tegen de uitbreiding van het aantal kerncentrales verzetten omdat er nog geen oplossing was voor het afval.

Inzicht 3: internationale gebeurtenissen hadden grote invloed op de Nederlandse besluitvorming.
Geopolitieke spanningen, internationale protesten en ongelukken laten zich moeilijk voorspellen. Maar ze kunnen veel invloed hebben op de manier waarop mensen naar kernenergie, milieubeleid en nucleaire installaties kijken. In de besluitvorming over het beheer van radioactief afval kan dit tot andere afwegingen leiden.

Inzicht 4: internationale samenwerking stimuleerde in Nederland de ontwikkeling van kennis, beleid en wet- en regelgeving.
De Nederlandse besluitvorming over het beheer van radioactief afval is gebonden aan internationale afspraken. Nederland draagt bij aan de totstandkoming van deze afspraken en Europese wet- en regelgeving. Tegelijkertijd kunnen aanpassingen van internationale richtlijnen en ontwikkelingen in internationale onderzoeksprogramma’s gevolgen hebben voor de planning en voorwaarden van de Nederlandse besluitvorming.

Inzicht 5: regionaal en lokaal draagvlak waren belangrijk voor de besluitvorming.
Voor toekomstige besluitvorming over radioactief afval zijn regionaal en lokaal politiek en maatschappelijk draagvlak van groot belang. Dit geldt ook voor het nationale niveau. Dit draagvlak is niet alleen nodig voor het realiseren van een eindberging voor radioactief afval, maar ook voor het uitvoeren van onderzoek op locatie. Door het ontbreken van draagvlak kunnen bepaalde locaties en beheermethoden voor een eindberging afvallen.

Inzicht 6: de Nederlandse overheid worstelde met de vormgeving van maatschappelijke participatie bij de besluitvorming.
Nederland is verplicht om burgers bij de besluitvorming over radioactief afval te betrekken. De regering benoemde het belang van participatie ook in het Nationale programma voor radioactief afval en verwerkte splijtstoffen (2016). Participatie kan verschillende vormen hebben, van informerend tot meebeslissend. Experts concludeerden naar aanleiding van de Brede Maatschappelijke Discussie dat het belangrijk is om van tevoren de te bespreken onderwerpen duidelijk af te bakenen, maatschappelijke groepen te voorzien van gelijke informatie en kennis, en publieksparticipatie te verankeren in het gehele besluitvormingsproces.

Inzicht 7: Nederland zet in op tijdelijke bovengrondse opslag en geologische berging op de lange termijn.
Nederland heeft een tijdelijke centrale bovengrondse opslag technisch en maatschappelijk succesvol geïmplementeerd. Daarnaast wordt in het Nationale Programma uit 2016 uitgegaan van een operationele eindberging rond 2130. Voordat er in 2100 een besluit genomen kan worden, moeten er volgens het huidige beleid nog stappen gezet worden met betrekking tot het concretiseren van participatie, het definiëren van het principe van terugneembaarheid en het borgen van kennis.

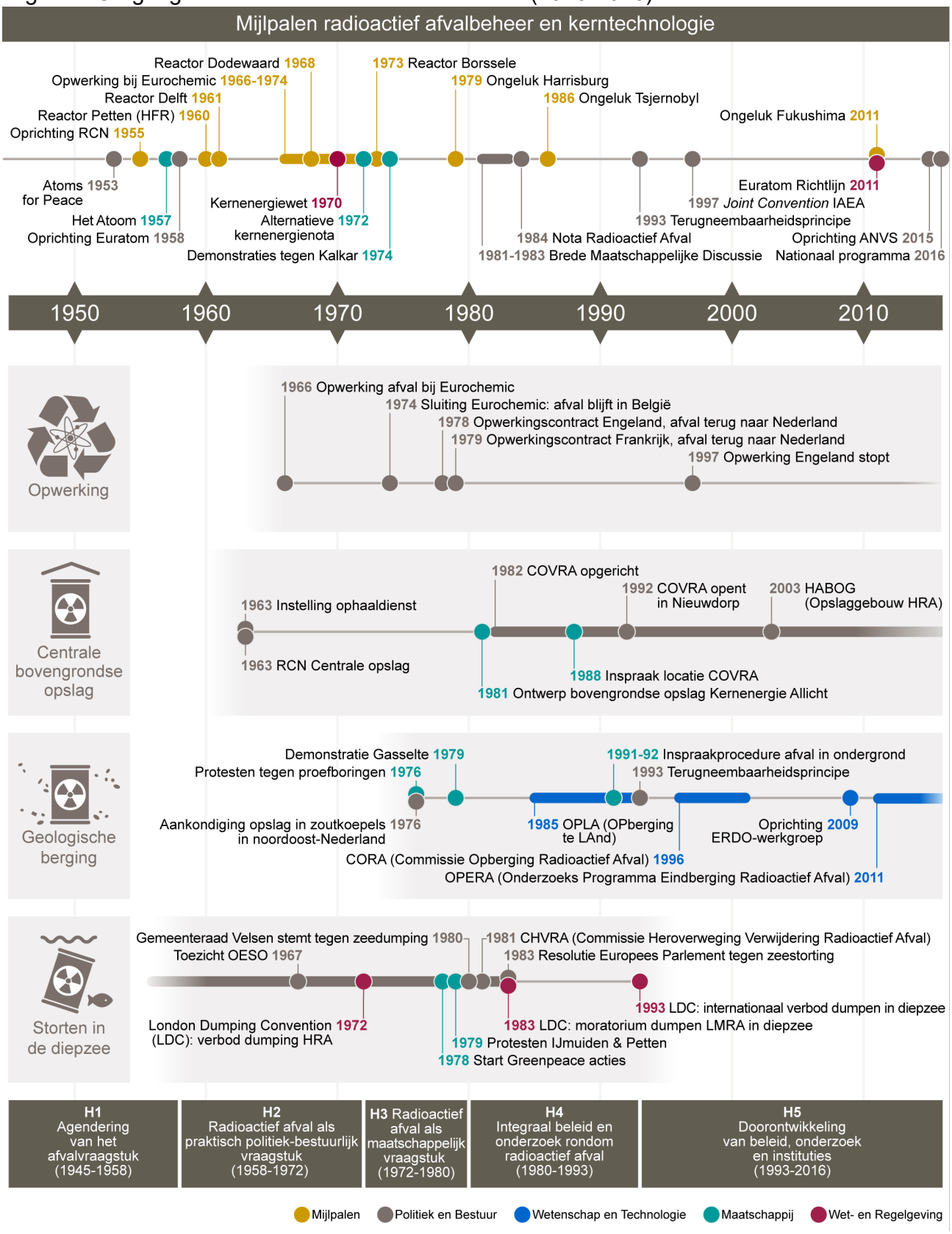
Inzicht 8: het technologisch concept van geologische berging heeft zich sterk ontwikkeld.
Sinds de jaren zeventig onderzoekt Nederland de optie om radioactief afval te bergen in de diepe ondergrond. In het begin was er vooral aandacht voor de rol van natuurlijke barrières tussen het te bergen radioactief afval en de biosfeer. Daarbij ging het met name om zout. Later zijn daar technische barrières bijgekomen. Het concept van geologische berging heeft de afgelopen decennia nader invulling gekregen. Wel wordt additioneel onderzoek gedaan en is er nog meer nodig, onder andere naar de betekenis voor de beheeroptie van beleidsprincipes zoals terugneembaarheid en passieve veiligheid.

Inzicht 9: in Nederland heeft geen onderzoek op locatie plaatsgevonden.
Om een besluit te kunnen nemen over een eindberging zal Nederland op enig moment onderzoek op locatie(s) moeten doen. Dit is een essentiële stap die tot nu toe nog niet is gezet. Dit onderzoek kan alleen plaatsvinden bij voldoende regionaal en lokaal draagvlak, zowel bij bewoners en bedrijven als bij politici en bestuurders. De keuze voor een of meerdere onderzoekslocaties is dus naast een technische, vooral een maatschappelijke afweging.

Inzicht 10: binnen het onderzoek naar het beheer van radioactief afval speelde het sociaalwetenschappelijk onderzoek een beperkte rol.
Het langetermijnbeheer van radioactief afval vereist een stabiel, interdisciplinair langetermijn-onderzoeksprogramma. Het onderzoek zal zich moeten richten op technische aspecten, maar ook op sociaalwetenschappelijke kennis en maatschappelijke participatie. Dit kan ook zorgen voor meer interactie tussen het onderzoek en het publieke debat. Dat kan helpen het principe van terugneembaarheid verder in te vullen en na te denken over veiligheidscriteria.

Hoe Nederland in de periode tussen 1945 en 2016 omging met radioactief afval, staat weergegeven in de figuur op de volgende pagina.

Figuur 1 Omgang met radioactief afval in Nederland (1945-2016)



Illustratie: René Rikkers

Inhoud

Voorwoord 3

Samenvatting 4

Lijst met afkortingen 15

Inleiding 18
- Nucleaire technologie en radioactief afval 18
- Besluitvorming over radioactief afval 21
- Onderzoeksaanpak 22
- Leeswijzer 24

1 Agendering van het afvalvraagstuk (1945-1958) 26
- 1.1 De fundamenten gelegd (1939-1950) 26
- 1.2 'Het meest schijnt men te voelen voor de diepe zee' 28
- 1.3 Toenemende media-aandacht midden jaren vijftig 30
- 1.4 De Geneefse atoomconferentie van 1955 34
- 1.5 Genève, radioactief afval en de Nederlandse pers 39
- 1.6 Beleid en regelgeving voor radioactief afval 41
- *Intermezzo 1*: De tentoonstelling Het Atoom (1957) 43

2 Radioactief afval als praktisch politiek-bestuurlijk vraagstuk (1958-1972) 47
- 2.1 'Niet afwachten en lijdelijk toezien' 47
- 2.2 Een groeiende noodzaak tot regelgeving 49
- 2.3 De vroege praktijk 50
- 2.4 Opwerking van gebruikte splijtstof bij Eurochemic 54
- 2.5 Maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen 57
- *Intermezzo 2:* Toezicht op Dodewaard en de media begin jaren zeventig 60

3 Radioactief afval als maatschappelijk vraagstuk (1972-1980) 63
- 3.1 Radioactief afval en de Nederlandse beleidsagenda 63
- 3.2 Een gewijzigde maatschappelijke context 65
- 3.3 Maatschappelijk betrokkenen gehoord 66
- 3.4 Kernenergie en hoogactief afval politiek geproblematiseerd 68
- 3.5 Berging in zoutkoepels; onderzoek en tegengeluiden 74
- 3.6 Maatschappelijk verzet 80

3.7 De burger een stem in de besluitvorming 87

4 Integraal beleid en onderzoek rondom radioactief afval (1980-1993).... 91
4.1 Radioactief afval breed maatschappelijk bediscussieerd 91
4.2 Heroverweging en onderzoek..... 95
4.3 COVRA en de locatiekeuze voor bovengrondse opslag..... 98
4.4 Onderzoek naar berging in steenzout..... 105
4.5 Onderzoek naar levensduurverkorting van afval 106
4.6 Radioactief afval in de context van milieubeleid..... 107
4.7 Terugneembaarheidsbeginsel 110
Intermezzo 3: Velsen en de loods voor laag- en middelactief afval..... 111

5 Doorontwikkeling van beleid, onderzoek en instituties (1993-2016) ... 114
5.1 Technische mogelijkheden van terugneembaarheid 114
5.2 Maatschappelijke acceptatie van terugneembaarheid..... 119
5.3 Beleid en onderzoek na de CORA 121
5.4 Veranderingen in het nucleaire landschap 123
5.5 Internationale stimulansen, richtlijnen en regels 125
5.6 Institutionele veranderingen..... 128
5.7 Het Nationale programma radioactief afval 131

6 Inzichten en aandachtspunten voor beleid 139
6.1 Historie technische omgang met radioactief afval 139
6.2 Historische ontwikkeling besluitvorming rondom radioactief afval 142
6.3 Inzichten voor besluitvorming over langdurig beheer van radioactief afval 148

Bijlage 1: classificatie en herkomst radioactief afval door de jaren heen.... 158

Bijlage 2: het veranderende denken over stralingsbescherming 169

Literatuur en bronnen 177

Lijst met afkortingen

AAP	Alarmgroep Atoomplannen
AEC	Atomic Energy Commission
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ANVS	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming
ARIUS	Association for Regional and International Underground Storage
BMD	Brede Maatschappelijke Discussie
BWA	Bond van Wetenschappelijke Arbeiders
CC	*Contain and confine*
CHVRA	Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval
CORA	Commissie Opberging Radioactief Afval
COVRA	Centrale Organisatie voor Radioactief Afval
CRK	Centrale Raad voor de Kernenergie
DD	*Dilute and disperse*
EC	Europese Commissie
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EGD	Electriciteitsbedrijf van Groningen en Drenthe
ENEA	European Nuclear Energy Agency
EPZ	Elektriciteits Produktiemaatschappij Zuid-Nederland
ERDO	*European Repository Development Organisation*
Euratom	Europese Gemeenschap voor Atoomenergie
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FOM	Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
GBq	Gigabecquerel
HABOG	Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw
HAVA	Hoogactief vast afval
HFR	Hoge Flux Reactor
IAEA	Internationaal Atoomagentschap
IBC	Isoleren, beheersen en controleren
ICK	Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie
ICRP	*International Commission on Radiological Protection*
IKO	Instituut voor Kernfysisch Onderzoek
ILONA	Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
INSARR	*Integrated Safety Assessment of Research Reactors*
IRAN	Interimopslag Radioactief Afval Nederland
JEEP	*Joint Establishment Experimental Pile*
JENER	*Joint Establishment for Nuclear Energy Research*

KEMA	NV Keuring van Elektrotechnische Materialen Arnhem
KFD	Kernfysische Dienst
KIVI	Koninklijk Instituut van Ingenieurs
LAVA	Laagactief vast afval
LNT	*Linear non threshold*
LRA	Laagradioactief afval
MRA	Middelradioactief afval
HRA	Hoogradioactief afval
LSEO	Landelijke Stuurgroep Energieonderzoek
MAVA	Middelactief vast afval
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NEA	*Nuclear Energy Agency*
NORM	*Natural Occurring Radioactive Material*
NRG	*Nuclear Research and Consultancy Group*
NSS	Nederlandse Stichting voor Statistiek
NVS	Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne
OEES	Organisatie voor Europese Economische Samenwerking
OPERA	Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval
PGEM	Provinciale Gelderse Electriciteits-Maatschappij
PKB	Planologische Kernbeslissing
RAS	Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen
RCN	Reactorcentrum Nederland
RGD	Rijks Geologische Dienst
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SAPIERR	*Strategic Action Plan for Implementation of European Regional Repository*
SCK-CEN	Studiecentrum voor de Toepassingen van Kernenergie
SEP	Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven
SHT	Stichting Historie der Techniek
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
UNCLOS	*United Nations Conference on the Law of the Sea*
UNSCEAR	*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*
VDEN	Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VWO	Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
WAR	Wetenschappelijke Advies Raad

WRK	Wetenschappelijke Raad voor Kernenergie
ZWO	Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek

Inleiding

De staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat heeft het Rathenau Instituut gevraagd om in 2024 te adviseren over het besluitvormingsproces omtrent het langdurig beheer van radioactief afval in Nederland. Om dat advies te maken, doen we onderzoek en organiseren we dialoog. Zo brengen we in publicaties die later nog zullen verschijnen onder meer het juridische kader in kaart en de manier waarop het besluitvormingsproces in andere Europese landen vorm krijgt.[1]

Deze studie, die we samen met de Stichting Historie der Techniek (SHT) hebben geschreven, gaat over de geschiedenis van de besluitvorming over radioactief afval in Nederland. Hiermee willen we inzicht bieden in hoe dat besluitvormingsproces zich de afgelopen zeventig jaar heeft ontwikkeld. Daarbij kijken we naar maatschappelijke, politieke, juridische, technologische en institutionele keuzes en ontwikkelingen. Door de geschiedenis van de besluitvorming in kaart te brengen, kunnen rollen, posities en belangen van verschillende actoren in het actuele debat beter worden begrepen, evenals de beheeropties en het huidige beleid.

Nucleaire technologie en radioactief afval

De ontdekking van atoomsplijting markeert de aanvang van het zogenoemde atoomtijdperk. Vlak voor de Tweede Wereldoorlog publiceerden wetenschappers over de eerste experimenten met uraniumsplijting, waarbij zeer veel energie vrijkwam. De publicatie bracht veel teweeg. Wereldwijd werden talloze nieuwe onderzoekslijnen opgezet om te komen tot praktische toepassingen. Met name de hoofdrolspelers uit de Tweede Wereldoorlog werkten heimelijk aan de inzet van nucleaire technologie op militair terrein. Op 6 en 9 augustus 1945 lieten de Amerikaanse atoombommen op de Japanse steden Hiroshima en Nagasaki de vernietigende kracht van militaire nucleaire technologie zien. Na de oorlog legden de Verenigde Staten en vele westerse landen de nadruk op de vreedzame toepassing van nucleaire technologie.

Bij de inzet van nucleaire technologie wordt radioactief afval geproduceerd. Ook bij niet-nucleaire toepassingen kan radioactief afval ontstaan. Dat zijn radioactieve stoffen waarvoor geen gebruik of hergebruik is voorzien (zie kader 1). Radioactief

[1] Deze laatste studie zal in 2023 als Engelstalige bundel verschijnen bij uitgeverij Springer als M. Arentsen & R. van Est (eds.) (2023). *The future of radioactive waste governance: Lessons from Europe*. Wiesbaden, Springer Nature.

afval ontstaat bijvoorbeeld bij de productie van kernenergie en medische isotopen. Het dient zodanig beheerd te worden dat het geen gevaar oplevert voor mens en milieu. De duur van dat beheer varieert afhankelijk van de samenstelling van het afval van enkele dagen tot honderdduizenden jaren (Goemans et al. 2018). De toepassing van nucleaire technologie en/of het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling leiden dus tot de vraag hoe we moeten omgaan met radioactief afval, en hoe we het besluitvormingsproces over het beheer van dat afval op een effectieve en democratische manier kunnen vormgeven.

Omgang met radioactief afval

In deze studie analyseren we de geschiedenis van de Nederlandse omgang met en de besluitvorming over radioactief afval. We brengen in kaart hoe onze omgang met radioactief afval door de jaren heen veranderde. Om te bepalen hoe dit afval kan worden beheerd, wordt er een onderscheid gemaakt tussen verschillende categorieën. Er is geen sprake van een internationaal overeengekomen classificatie. In dit rapport sluiten we aan bij de huidige Nederlandse categorisering, die een onderscheid maakt tussen laag- en middelradioactief afval en hoogradioactief afval (ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Deze categorieën zijn gebaseerd op een combinatie van het stralingsniveau en de halfwaardetijd, oftewel de snelheid van het radioactief verval (zie kader 1).

De categorie waarin het afval valt, bepaalt welke verwerkings- en verwijderingsroutes geschikt zijn voor het beheer ervan. De belangrijkste opties zijn: minimalisatie (door opwerking, hergebruik en volumereductie, en preventie en rechtvaardiging van het gebruik van radioactieve stoffen,), interim-opslag en verwijdering (door eindberging en storten). Deze opties komen in dit rapport in meer of mindere mate aan bod. De meeste aandacht gaat daarbij uit naar de vier opties die historisch gezien het belangrijkste zijn: opwerking, storten in de diepzee, centrale bovengrondse opslag en geologische berging. Vanwege de centrale plek van hoogradioactief afval in de wetenschappelijke en publieke discussies en de beleidsvoering, krijgt de omgang hiermee de meeste aandacht.

Kader 1 Radioactief afval en verbruikte splijtstoffen

Radioactiviteit houdt in dat een materiaal spontaan ioniserende straling uitzendt. Handelingen met ioniserende straling, zoals in kernenergiecentrales en ziekenhuizen, kunnen radioactief afval produceren. Afval is daarbij de stof waarvoor geen gebruik of hergebruik is voorzien.[2] Wat precies radioactief afval is, valt niet altijd eenduidig af te bakenen. Toezichthouders, ondernemers en maatschappelijke actoren kunnen dit soms verschillend interpreteren. Een voorbeeld zijn gebruikte splijtstofstaven uit kernreactoren. Die kunnen in een opwerkingsfabriek worden opgewerkt, waarbij stoffen kunnen worden teruggewonnen. Maar wanneer opwerking niet plaatsvindt, kunnen diezelfde splijtstofstaven gezien worden als afval.[3]

Er bestaat geen wereldwijd geen standaard classificatiesysteem, hoewel de classificatie van het IAEA in het algemeen geldt als de basis voor de meeste systemen. Er wordt er in het algemeen onderscheid gemaakt tussen hoog-, laag- en middelradioactief afval, en tussen lang- en kortlevend afval (zie ook bijlage 1). Hierbinnen gebruiken internationale organisaties en landen ook nog meer specifieke indelingen op basis van de stralingsactiviteit. Niet alleen de stralingsactiviteit is bepalend voor de omgang met het afval. Belangrijk zijn ook de snelheid van het radioactief verval (halveringstijd) en chemische eigenschappen, zoals verspreidbaarheid, oplosbaarheid en reactiviteitomvang. Afhankelijk van de samenstelling van het afval varieert de periode waarin het veilig moet worden beheerd (Goemans et al., 2018). Die loopt uiteen van dagen tot jaren en zelfs honderdduizenden jaren. De Nederlandse overheid hanteert verschillende vrijgavegrenzen om aan te geven tot welk niveau een radioactieve stof schadelijk is voor mens en milieu.[4] Onder die vrijgavegrens zijn er geen speciale maatregelen meer nodig en spreken we van vrijgesteld of vrijgegeven materiaal.

2 https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01.
3 http://www.autoriteitnvs.nl/onderwerpen/radioactief-afval.
4 In het Besluit Stralingsbescherming staat een overzicht van vrijgavegrenzen, zie: https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01.

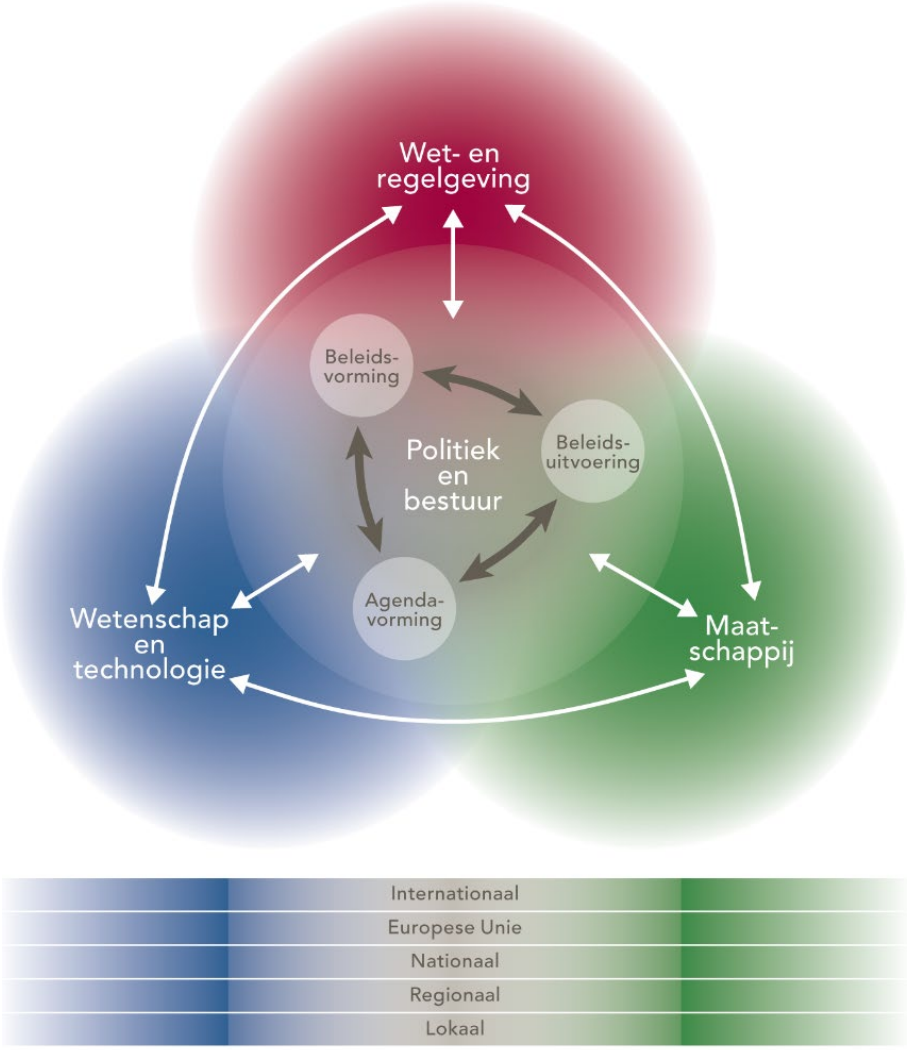
Besluitvorming over radioactief afval

Zoals gezegd, onderzoeken we met deze historische analyse hoe het proces van besluitvorming over het beheer van radioactief afval zich de afgelopen zeventig jaar heeft ontwikkeld. Bij het in kaart brengen daarvan kijken we niet alleen naar het politiek-bestuurlijke proces, maar ook naar het bredere proces waarbinnen democratische besluitvorming tot stand komt. Daarbij zijn naast overheden tal van experts, maatschappelijke organisaties, bedrijven en burgers betrokken. Om dergelijke processen van besluitvorming te karakteriseren, wordt het woord governance gebruikt. We zullen zien dat naast de nationale overheid, ook regionale en lokale overheden, internationale gremia en organisaties een bepalende rol spelen in de besluitvorming. Beleid komt tot stand in interactie tussen verschillende bestuurslagen. Er is zogezegd sprake van *multi-level* governance.

Om zicht te krijgen op het besluitvormingsproces over het langetermijnbeheer van radioactief afval, maken we gebruik van het raamwerk van het multi-level governance-ecosysteem (zie figuur 1). Dit raamwerk is door het Rathenau Instituut ontwikkeld om zicht te krijgen op de omgang met maatschappelijke en ethische aspecten rond wetenschap en technologie (Kool et al., 2017). Centraal in dit raamwerk staan vier domeinen en hun onderlinge interacties: politiek en bestuur, wetenschap en technologie, wet- en regelgeving en het maatschappelijke domein.

Binnen de verschillende domeinen gaan we op meerdere deelvragen in.

- Wetenschap en technologie. Welke technische opties werden in welke periode ingezet? Welke opties zijn onderzocht en ontwikkeld? Welke onderzoeksprogramma's zijn opgezet?
- Politiek en bestuur. Welk beleid voor de omgang met radioactief afval is in welke periode gevoerd? Welke principes stonden hierin centraal? Welke ministeries waren betrokken? Welke rol speelden internationale, regionale en lokale politiek-bestuurlijke gremia?
- Wet- en regelgeving. Hoe was de omgang met radioactief afval gereguleerd? Hoe heeft wet- en regelgeving zich door de tijd heen ontwikkeld?
- Maatschappij. Op welke momenten vond op welke wijze maatschappelijke participatie en interactie plaats? Welke opties ondervonden maatschappelijke acceptatie of juist weerstand?



Figuur 2 Het raamwerk van het multi-level governance-ecosysteem (gebaseerd op Kool et al., 2017).

Onderzoeksaanpak

We hebben verschillende typen bronnen gebruikt om te beschrijven hoe de domeinen van het governance-ecosysteem en hun interacties zich hebben ontwikkeld. Om inzicht te krijgen in het handelen van het politiek en bestuurlijk domein, zijn overheidsarchieven gebruikt. De meeste informatie hebben we gehaald uit de Handelingen van de Staten-Generaal en de bijbehorende Kamerstukken, in combinatie met gepubliceerde rapporten en onderzoek in overheidsarchieven.

Voor het domein van wetenschap en technologie lag de nadruk op het duiden van de betekenis van wetenschappelijke ontwikkelingen en bevindingen, die blijkens de literatuur of verwijzingen in beleidsstukken een rol speelden in het Nederlandse besluitvormingsproces. Onze studie biedt dus geen volledige analyse van zeventig jaar wetenschappelijke onderzoek naar de omgang met radioactief afval. Daarom waren keuzes noodzakelijk. Eenzelfde aanpak hebben we gevolgd bij het wet- en regelgevingsdomein. We beperkten ons tot de internationale verdragen en afspraken, nationale en internationale regels en rechterlijke beslissingen die belangrijk waren voor het Nederlandse besluitvormingsproces rond radioactief afval.

Het in kaart brengen van de rol van maatschappelijke actoren (individuele burgers, belangengroepen, bedrijven, protestbewegingen en dergelijke) binnen het governance-ecosysteem bleek lastig. De samenstelling van deze groep is divers en archiefvorming heeft niet altijd plaatsgevonden. Op het kernenergiedossier voorziet Stichting Laka voor een deel in deze lacune. Sinds eind jaren tachtig verzamelt en ontsluit ze materiaal rond kernenergie en het maatschappelijk verzet daartegen. Verder zijn landelijke en regionale kranten hier een belangrijke bron. Mediabronnen helpen om een gevoel te krijgen voor de maatschappelijke aandacht voor radioactief afval en de sentimenten die daarbij spelen. Ingezonden brieven, nieuwsberichten en de journalistieke duiding daarvan, achtergrondartikelen en interviews met betrokkenen geven daar een beeld van.

De geschiedenis laat zien dat het beheer van radioactief afval een gevoelig maatschappelijk onderwerp is. Daarom zijn we bij het maken van deze studie niet over een nacht ijs gegaan. Een eerste conceptversie hebben we voor de zomer van 2021 naar een diverse groep van zo’n twintig experts en belanghebbenden gestuurd voor commentaar. Dat eerste concept werd door sommigen goed ontvangen, maar kreeg van anderen veel commentaar. We hebben persoonlijk contact gezocht met de tegenlezers om een beter inzicht te krijgen in hun kritiek. Daarnaast organiseerden we in mei 2021 vier onlinebijeenkomsten met 22 mensen uit de wetenschap, het bedrijfsleven, de overheid en de samenleving over de lessen die uit de geschiedenis te halen zijn, en wat die mogelijk betekenen voor de besluitvorming over een langetermijnoplossing voor het Nederlandse radioactief afval (Rathenau Instituut 2023). Op basis van de individuele commentaren en de opbrengsten van de bijeenkomsten hebben we de historische studie verder aangescherpt. Daarvoor hebben we het afgelopen jaar aanzienlijk additioneel onderzoek verricht. Dat leverde een tweede conceptversie die voor de zomer van 2022 wederom voor commentaar is rondgestuurd. Op basis daarvan is deze studie afgerond.

Het commentaar op de eerste conceptversie maakte helder hoe belangrijk woordkeuze is. Daarom hebben we getracht woorden, begrippen en formuleringen te vermijden die door connotaties een onbedoelde kleuring aan de tekst zouden geven. Tegelijkertijd hebben we zoveel mogelijk de historische termen gebruikt. Aangezien connotaties van woorden in de loop der tijd kunnen veranderen, zullen we dat waar nodig aangeven. Waar veel historische actoren en bronnen spreken over ‘kernafval’, hebben wij ervoor gekozen om de term ‘radioactief afval’ te gebruiken. Radioactief afval omvat immers meer dan alleen de restproducten van kernenergiecentrales.

De inhoud van dit rapport is de verantwoordelijkheid van het Rathenau Instituut en weerspiegelt niet noodzakelijkerwijs de mening van anderen, die in welke vorm dan ook bij de totstandkoming ervan betrokken zijn geweest.

Leeswijzer

Deze studie beschrijft hoe Nederland van 1945 tot 2016 is omgegaan met radioactief afval en hoe het besluitvormingsproces daarover is georganiseerd. De studie is opgedeeld in vijf periodes, die elk een eigen hoofdstuk hebben. Hoofdstuk 6 is samenvattend en concluderend. De opdeling in periodes is gebaseerd op belangrijke verschuivingen in het bredere besluitvormingsproces over het beheer van radioactief afval. Verschuivingen hebben bijvoorbeeld plaatsgevonden op het gebied van beleid, wetgeving, technische beheeropties en maatschappelijke betrokken.

In de periode 1945-1958 (hoofdstuk 1) werd de vreedzame en veilige inzet van kernenergie internationaal en ook in Nederland gepromoot. Radioactief afval werd door wetenschappers op de wetenschappelijke en politieke agenda gezet.

In het tijdvak 1958-1972 (hoofdstuk 2) nam Nederland de eerste kernreactoren in gebruik. Daarmee werd de omgang met radioactief afval een praktische opgave. In deze periode kreeg ook de Kernenergiewet vorm. Laag- en middelradioactief afval werd deels in zee gestort en verbruikte splijtstof werd deels opgewerkt.

In de periode 1972-1980 (hoofdstuk 3) ging het maatschappelijk domein een centrale rol spelen. Een coalitie van wetenschappers en burgers protesteerde tegen het kernenergiebeleid van de regering en bood alternatieve visies. Het beheer van radioactief afval werd een belangrijk element in de kernenergiediscussie. Plannen van de regering om de berging van radioactief afval in zoutkoepels in Noordoost-Nederland te onderzoeken via proefboringen, leidden tot sterk regionaal en lokaal politiek-bestuurlijk en maatschappelijk verzet.

In de periode 1980-1993 (hoofdstuk 4) werd een begin gemaakt met zowel integraal radioactief afvalbeleid, als een integraal onderzoeksprogramma. De nota Radioactief Afval uit 1984 zette in op tijdelijke bovengrondse opslag en geologische berging op de lange termijn. De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) werd opgericht om centrale bovengrondse opslag mogelijk te maken, en realiseerde in Borsele een locatie. Aan het einde van deze periode deden de principes van omkeerbaarheid van besluitvorming en terugneembaarheid van radioactief afval hun intrede in het beleid.

In de periode 1993-2016 (hoofdstuk 5) kwam de focus te liggen op onderzoek naar, en agendavorming op het gebied van, terugneembare geologische berging. Een Europese richtlijn uit 2011 verplichtte lidstaten om een nationaal programma te ontwerpen, en burgers te betrekken bij de besluitvorming over het beheer van splijtstof en radioactief afval. Dit leidde in 2016 tot de presentatie van het Nationale Programma, met daarin het voornemen om rond het jaar 2100 een definitief besluit te nemen over eindberging, die in 2130 operationeel moet zijn.

Aan de hand van de vijf perioden blikken we in hoofdstuk 6 terug. We kijken eerst naar de technische opties die Nederland tussen 1945 en 2016 inzette voor de omgang met radioactief afval. Vervolgens kijken we via het raamwerk van het governance-ecosysteem hoe Nederland bestuurlijk omging met radioactief afval. Tenslotte identificeren we elf historische inzichten over de ontwikkeling van de omgang met radioactief afval, die deels met elkaar samenhangen.

Naast deze hoofdstukken kent deze studie drie intermezzo’s en twee bijlagen. De intermezzo’s lichten specifieke gebeurtenissen, actoren en ontwikkelingen toe. Als casussen tonen ze de rijke geschiedenis van het radioactief afvalbeleid in Nederland. Twee bijlagen gaan in op de historie van de classificatie en herkomst van radioactief afval, en de historische ontwikkeling van stralingsbescherming in Nederland.

1 Agendering van het afvalvraagstuk (1945-1958)

Op de voorkant van een van de eerste populairwetenschappelijke boekjes over kerntechniek in Nederland schetste G.J. Sizoo, hoogleraar fysica aan de Vrije Universiteit, de richting waarin deze techniek zich volgens hem bewoog.

> *'Gisteren: een belangwekkend onderwerp uit de theoretische natuurkunde. Vandaag: het schrikbeeld van de atoombom. Morgen: het uitgangspunt van een ongekende industriële en maatschappelijke omwenteling'. (Sizoo, 1946)*

De atoombommen op de Japanse steden Hiroshima en Nagasaki in de zomer van 1945 hadden de militair-destructieve mogelijkheden van nucleaire technologie laten zien (Verhees 2012, pp. 92-112). Na de Tweede Wereldoorlog overtuigden Nederlandse natuurwetenschappers, waaronder Sizoo, de regering ervan om te investeren in het wetenschappelijk onderzoek naar de civiele toepassingen van nucleaire technologie. Dit leidde in 1957 tot de Nota inzake de Kernenergie, die tot doel had 'tot een spoedig mogelijke toepassing van deze energiebron te geraken' (Kamerstukken II 1957/1957, 4727, nr. 2).

Zowel over de mogelijkheden als de gevaren van kernsplijting waren nog veel onduidelijkheden. Onduidelijkheid bestond er ook over de vraag hoeveel radioactief afval er zou ontstaan bij het onderzoek en de mogelijke civiele toepassingen, en wat daar dan mee te doen. Enkele internationale wetenschappers zetten dit vraagstuk op de wetenschappelijke en politieke agenda. In de tweede helft van de jaren vijftig opgerichte internationale organisaties rond nucleaire technologie speelden daarbij een centrale rol, zoals het Internationaal Atoomenergieagentschap van de Verenigde Naties (IAEA, 1957), de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom, 1958) en het Europees Kernenergieagentschap (ENEA, 1958).

1.1 De fundamenten gelegd (1939-1950)

De geschiedenis van de nucleaire technologie begint voor de Tweede Wereldoorlog. Eind jaren dertig vond een aantal wetenschappelijke doorbraken plaats. In Duitsland deden de wetenschappers Otto Hahn, Lise Meitner en Fritz

Strassman baanbrekende experimenten. Die leidden tot een aanwijzing en later een theoretische verklaring voor kernsplijting.[5]

De ontdekking dat er bij kernsplijting een grote hoeveelheid energie vrijkomt, bracht veel teweeg in de wetenschappelijke en politiek-militaire wereld. Het leidde wereldwijd tot vervolgonderzoek. De hoofdrolspelers in de Tweede Wereldoorlog – Duitsland, Japan, het Verenigd Koninkrijk, de Sovjet-Unie, Frankrijk en de Verenigde Staten – zochten naar toepassingen ervan op het militaire vlak. Met het oog op deze ontwikkelingen scheef een groep verontruste Nederlandse wetenschappers in 1939 een brief aan minister-president Colijn. Ze adviseerden de overheid om zo snel mogelijk enkele tonnen uranium aan te schaffen. Via een dekmantel, de Delftse Glasfabrieken, kocht het ministerie van Defensie zo'n 10.000 kilo uraniumoxide uit Belgisch Congo. Dit werd tijdens de oorlog verborgen gehouden voor de bezetter, en later ook voor de bevrijder. Ook Philips kocht eind jaren dertig uranium. Het bedrijf had onder meer de octrooien van Enrico Fermi verworven (waaronder die voor de productie van radioactieve isotopen via een neutronenbombardement) en werkte in het Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven aan de ontwikkeling van een deeltjesversneller (Lagaaij en Verbong 1998, p. 15).

In Nederland werd vlak na de bevrijding de Commissie voor Atoomphysica gevormd. Zij moest een wetenschappelijke infrastructuur op het domein van de nucleaire technologie opbouwen. In april 1946 zag de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) het licht. FOM kreeg de taak en middelen om zelf onderzoek naar kernfysica te doen en overig Nederlands onderzoek te coördineren. Nog in datzelfde jaar riepen FOM, Philips en de gemeente Amsterdam het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek (IKO) in het leven. Een andere grote speler op dit domein werd de elektriciteitssector, waarvan het gezamenlijke onderzoeksbedrijf, de NV Keuring van Elektrotechnische Materialen Arnhem (KEMA), in 1948 een onderzoekstraject naar kernenergie startte (Lagaaij en Verbong 1998, pp. 15-19).

FOM besloot in 1950 om voor de bouw van een experimentele reactor samen te werken met Noorwegen. Dit ondanks bezwaren van KEMA, die voldoende mogelijkheden zag om met Nederlandse industriële partners een eigen kernenergiereactor te ontwikkelen en te bouwen. FOM koos voor Noorwegen omdat dat land al ver ontwikkelde plannen had en bovendien over een voldoende hoeveelheid 'zwaar water' beschikte, een belangrijke grondstof in het productieproces. Waar het de Noren echter aan ontbrak, was uranium voor de

[5] Hoewel de rol van de Joods-Duitse Meitner – die voor de nazi's naar Denemarken vluchtte – in deze wetenschappelijke doorbraak erg groot was, kregen Hahn en Strassmann destijds de eer hiervoor. Op 16 januari 1939 publiceerden zij onder hun naam in het tijdschrift Naturwissenschaften over de eerste experimenten met uraniumsplijting. In 1944 kreeg Hahn de Nobelprijs voor Scheikunde voor het onderzoek.

kernsplijting. Daarover beschikte Nederland wel en in 1950 ging de Noors-Nederlandse coöperatie *Joint Establishment for Nuclear Energy Research* (JENER) van start. Er werd een onderzoeksreactor in het Noorse Kjeller gebouwd, genaamd *Joint Establishment Experimental Pile* (JEEP), die eind 1951 officieel werd geopend.

Het was de eerste stap in het driestappenplan dat FOM in november 1950 presenteerde. De kennis die men opbouwde met de JEEP moest leiden tot de bouw van een kleine (5 MW) kernreactor in Nederland (stap 2), waarna een industriële reactor van 100 MW zou worden gebouwd (stap 3). Er kwam een reactorcommissie die zich over keuzes en tijdschema's moest buigen. De Nederlandse overheid ging op hoofdlijnen akkoord met dit stappenplan. Daarmee legden de regering en de wetenschap in de eerste naoorlogse jaren de fundamenten voor de op- en uitbouw van een samenleving en economie waarin nucleaire technologie een rol moest spelen. De keuze voor de toepassing van nucleaire technologie op eigen bodem betekende ook dat Nederland radioactief afval ging produceren.

1.2 'Het meest schijnt men te voelen voor de diepe zee'

'Geleerden zoeken goede plaats voor radioactief afval', stond boven een bericht in dagblad *Het Vrije Volk* in september 1953. De journalisten verwezen naar het Amerikaanse maandblad *Nucleonics* waarin ingenieurs van het Amerikaanse atoomlaboratorium van Oak Ridge in Tennessee opties bespraken voor de omgang met het vloeibaar radioactief afval dat ontstond bij de opwerking van brandstofstaven. De opties om dit volgens de krant 'hoogst gevaarlijke spul' op te ruimen, varieerden van het storten in droge oliebronnen en het oplossen in glas (wat vrij kostbaar was), tot het vermengen met cement en vervolgens begraven, bij voorkeur op een droge plaats zoals in Death Valley in Californië. Maar het meest, zo stelde *Het Vrije Volk*: 'schijnt men echter te voelen voor de diepe zee. Wanneer men projectielen met radioactieve vloeistof laat zakken op een plek waar geen diepliggende stromingen zijn en waar de bodem een behoorlijke laag slib heeft, kan de radioactieve materie waarschijnlijk dáár blijven liggen tot het einde van de wereld' ('Geleerden zoeken', 1953).

Sinds 1946 dumpten de Verenigde Staten laagactief afval uit Oak Ridge en andere nucleaire faciliteiten in de Stille Oceaan voor de kust van Californië, en sinds 1949 eveneens in de Atlantische Oceaan. Vanaf 1948 gebruikte ook het Verenigd Koninkrijk de zee om zijn radioactief afval te storten en te lozen (IAEA, 1999). De kerncentrale in Windscale loosde sinds eind jaren '40 laagradioactief afval via

pijpleidingen in de Ierse zee (Hamblin, 2008, pp. 27–28). De omgang met radioactief afval, door met name de VS en het Verenigd Koninkrijk, trok vanaf eind jaren veertig voorzichtig de Nederlandse publieke aandacht. In april 1949 berichtte *Het Vrije Volk* over het transport van Brits radioactief afval per torpedobootjager naar een locatie op de Atlantische Oceaan ('Radio-actief afval', 1949, 3). In april 1955 legde de Nederlandse pers een verband tussen de stortingen in de oceaan van radioactief afval uit de experimentele kerncentrale Harwell in het Verenigd Koninkrijk, en de maatschappelijke protesten tegen de voorgenomen opslag van dat afval in oude steenkoolmijnen. De stortingen in de oceaan noemde de krant een noodsprong (Edelman, 1955, 4).

Het in zee storten en lozen van radioactief afval door de VS en het VK, paste bij hoe toen in het algemeen met afval werd omgegaan. Het dumpen in zee, zoals het genoemd werd, van allerlei soorten afval kwam veel voor en stond niet of nauwelijks ter discussie.[6] Daarnaast speelde onvolledige kennis over het gevaar van vrijkomende radioactieve stoffen mee. Goed inzicht daarin zou pas in de loop van de jaren vijftig groeien en politiek worden geagendeerd (zie bijlage 2).

Het debat over veiligheid en de omgang met radioactief afval bleef in de eerste jaren na de oorlog beperkt tot het domein van de wetenschap. In beperkte mate bereikten geluiden daarover het grote publiek. Een vroeg voorbeeld hiervan was een kort bericht in het *Gereformeerd Gezinsblad* in 1950 over Amerikaanse deskundigen die kritisch waren over de zee-dumpingen. Zij twijfelden aan de verwachting dat 'mens noch vis er verder last van zullen hebben'.[7] Tegelijkertijd verschenen er optimistische berichten, die suggereerden dat er in de nabije toekomst helemaal geen sprake zou zijn van radioactief afval. Dankzij technologische ontwikkelingen zouden de restproducten van nucleaire technologie hergebruikt kunnen worden. Naar aanleiding van onderzoek aan de universiteit van Stanford schreef het *Algemeen Dagblad* in december 1951 dat het afval zal veranderen in: 'een winst afwerpend en goed verkoopbaar produkt' ('Afval van atoombom', 1951). Een artikel in *Tubantia* in dezelfde maand constateerde dat radioactieve afvalstoffen, die lange tijd als probleem werden gezien, juist voordelen konden bieden: 'Het afval kan onder meer gebruikt worden voor sterilisatie van medicijnen en blikgroenten, maar ook voor lichtgevende instrumentenborden en fluorescerende lampen […] Men gelooft de prijs laag genoeg te kunnen houden om een afzet te garanderen' ('Radio-actieve afval', 1951).

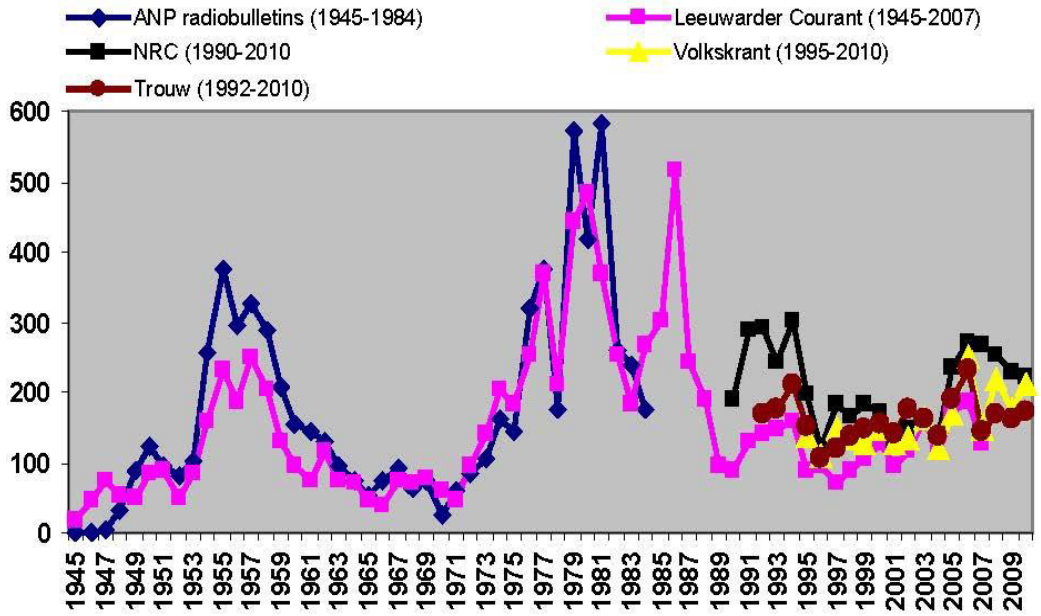
---

[6] Het woord dumpen heeft in de huidige context van het afvalbeleid een sterk negatieve connotatie gekregen. Lange tijd was die connotatie echter minder negatief. We hebben er daarom voor gekozen om de term voor de praktijken in de jaren zestig en zeventig te blijven gebruiken (naast en als synoniem voor storten). Overigens werd ook in overheidsdocumenten (zoals in de VROM-nota *Radioactief Afval* uit 1984), diverse rapporten en kamerstukken ook de term dumpen gebruikt.

[7] Zie een mededeling in het *Gereformeerd Gezinsblad*, 25 april 1950, 3. Dit bericht was gebaseerd op een artikel uit het tijdschrift *Natuur en Techniek* over nucleair afval.

Rond 1950 werd radioactief afval in de Nederlandse media niet geproblematiseerd. Een belangrijk reden hiervoor was de status die wetenschap en technologie in die jaren hadden in het creëren van welvaart en welzijn. Kernenergie werd vooral gezien als een nieuwe, ongekende bron van welvaart, waarvoor wetenschappers de weg konden en moesten banen. Radioactief afval werd, zoals andere afvalstromen, gezien als een bijkomend gevolg van industrialisatie en economische ontwikkeling, waar wetenschappers goede oplossingen voor hadden of zouden vinden. De aandacht die nucleaire technologie in de media kreeg, betrof voornamelijk militaire toepassingen en de angst voor het uitbreken van een derde wereldoorlog, waarin het gebruik van atoombommen de totale vernietiging van de mensheid bewerkstelligden (Van Lente 2008, pp. 139-140). In de relatief beperkte mediaberichten over radioactief afval overheerste een technologisch optimisme.

Grafiek 1 Media-aandacht voor kernenergie (1945-2010)



Bron: Verhees (2012). Verhees baseert zich op een langetermijnanalyse van vijf nieuwsbronnen en hanteert daarbij de zoektermen: atoomenergie, kernenergie, atoomcentrale en kerncentrale.

1.3 Toenemende media-aandacht midden jaren vijftig

Tegen het midden van de jaren vijftig nam de media-aandacht voor nucleaire technologie sterk toe (zie grafiek 1). Dat had te maken met nieuwe stappen die de Nederlandse regering, samen met wetenschappers en de elektriciteitssector, zette in het onderzoek naar en de toepassingen van nucleaire technologie (zie kader 2 op pagina 35). Nederland wilde voorkomen dat het internationaal achteropraakte bij het verwerven van fundamentele kennis over de technologie. Tevens werd

kernenergie belangrijk geacht voor de wederopbouw, industrialisatie en modernisering van het land. De Nota inzake de Kernenergie, die minister Zijlstra van Economische Zaken in de zomer van 1957 publiceerde, was daar duidelijk over.

Die Nederlandse ambities met kernenergie werden gesteund door de Verenigde Staten, die er vanuit mondiale machtspolitieke verhoudingen – de opbouw van een militair en economisch blok tegenover de Sovjet-Unie en haar satellietstaten – belang bij had dat bevriende naties het atoomtijdperk betraden. In december 1953 kondigde de Amerikaanse president Eisenhower het *Atoms for Peace*-programma aan. Dat maakte het voor westerse landen mogelijk om Amerikaanse kennis en middelen te gebruiken voor hun atoomprogramma's. Een voorlichtings- en promotiecampagne was hier onderdeel van. De *US Information Service* maakte ook in Nederland vertoonde films en diavoorstellingen met titels als *Mens en Atoom* en *Weldaden van het Atoom*. De Amerikaanse verwachtingen over kernenergie waren zo optimistisch dat voorzitter Lewis Strauss van de *Atomic Energy Commission* in 1954 verklaarde: *'It is not too much to expect that our children will enjoy in their homes electrical energy too cheap to meter'* (Strauss, 1954). In Nederland deed in 1955 een internationaal rondreizende tentoonstelling over de vreedzame toepassingen van atoomenergie zes steden aan (zie intermezzo 1 op pagina 43). Dergelijke activiteiten droegen bij aan een breed gevoelde overtuiging in de samenleving van het nut en de noodzaak van nucleaire technologie voor de wederopbouw en modernisering van Nederland (Verhees 2012, pp. 92-115).

Het regeringsbeleid, de publiekspromotieactiviteiten en internationale ontwikkelingen zoals de oprichting van Euratom voor Europese nucleaire samenwerking (1958) en de eerste Internationale Conferentie over Vreedzame Toepassingen van Atoomenergie in Genève (1955), zorgden ervoor dat de media-aandacht voor kernenergie piekte in de jaren 1954-1958. Vooral toen in 1954 de FOM-plannen voor een Nederlands nucleair reactorcentrum bekend werden, namen de beschouwingen in de Nederlandse pers toe. Onderdeel van de veelal beschrijvend-informerende en optimistische verhalen die het brede publiek bereikten, waren de mogelijke gevaren en nadelen van nucleaire technologie, zoals het afval dat vrijkomt bij de productie van radioactieve stoffen. De rol van de media bleef in deze jaren voornamelijk beperkt tot informeren en voorzichtig maatschappelijk agenderen.

In de Verenigde Staten bereikte de discussie over de mogelijke schadelijke gevolgen voor het menselijk lichaam van blootstelling aan geringe hoeveelheden ioniserende straling, begin jaren vijftig het maatschappelijke domein. Een belangrijke rol hierbij speelde de Amerikaanse scheikundige Linus Pauling. De vredesactivist en tweevoudig Nobelprijswinnaar (in 1954 voor scheikunde en in

1962 voor de vrede) ageerde tegen kernwapens en bovengrondse kernproeven, wat hem in deze jaren van Koude Oorlog een positie opleverde op ‘de rode lijst’ van communistenjager McCarthy. In het kielzog van berichten over de gevolgen die Pauling ondervond van zijn opvattingen – met name de reisbeperkingen die hij kreeg opgelegd – haalde ook de discussie over schadelijkheid van ioniserende straling de Nederlandse pers.

Zo berichtte in 1954 de *Leeuwarder Courant* over Amerikaanse kernproeven, die radioactieve regens tot gevolg hadden en Japanse vissers en hun vis besmetten. De krant vergeleek de problematiek rond radioactiviteit met die van ‘vliegende schotels en dergelijke’, en beaamde dat lezers de informatie hierover moeilijk konden beoordelen: ‘men vraagt zich dus af of de berichten uit de krant werkelijk betrekking hebben op feiten uit de moderne techniek, dan wel op verkeerde waarnemingen berusten’ (‘Radio-activiteit’, 1954, p.3). Het artikel stond uitgebreid stil bij het afval dat bij kernenergie werd geproduceerd. Dat de schoorstenen van de Windscale-kernreactoren in Engeland maar liefst 120 meter hoog waren, bewees volgens de (niet met naam genoemde) journalist: ‘dat men er geenszins zeker van is dat de genomen voorzorgen afdoende zijn om de gassen van hun radio-actieve bestanddelen te ontdoen’. Deze concludeerde: ‘wanneer over enige decennia honderden centrales de wereldenergievoorziening voor een klein deel zullen hebben overgenomen, dan reeds zullen jaarlijks ontstellend grote hoeveelheden radio-actieve stoffen gevormd worden, waarvan de veilige verwijdering een zeer gecompliceerd vraagstuk vormt’. Voor het natte, laaggelegen Nederland kwam daar volgens hem nog het risico op grondwaterbesmetting bij. De auteur toonde echter vertrouwen in de overheid en wetenschap, aangezien ‘dit probleem […] van regeringswege door deskundigen […] in studie [is] genomen in verband met de plannen ook in Nederland met de toepassing van kernenergie een aanvang te maken’ (‘Radio-activiteit’, 1954, p.3).

Een kritischer toon sprak uit een reeks artikelen van journalist Louis Velleman in de zomer van 1954 in het sociaaldemocratisch dagblad *Het Vrije Volk.* ‘Wegwerken van radio-actief afval’, was volgens hem: ‘een der grootste problemen van het atoomtijdperk […] Men weet op het ogenblik niets anders te doen dan dit zeer gevaarlijke radio-actieve afvalmateriaal voor onbepaalde tijd in ondergrondse tanks te stoppen’ (Velleman, 1954, p.3). Hij vestigde er zijn hoop op dat men in de toekomst het volume van dit afval, bijvoorbeeld door verdroging, kon verkleinen, zodat men de wereldwijd toenemende hoeveelheid kon blijven opslaan. Over het door kilometerslange leidingen in zee laten weglopen van afval dat minder radioactief was, zoals in Engeland gebeurde, toonde hij zich bezorgd. ‘Het klinkt misschien ietwat belachelijk, maar uiterste consequentie van toenemende radio-activering van de zee zou zijn: een Geigerteller in elke keuken en op elke gedekte tafel […] Voorlopig kan de gewone man – zonder Geigerteller – weinig anders doen

dan vertrouwen op de deskundigheid en het verantwoordelijkheidsbesef van hen, die de atoomindustrie beheren.' Nucleaire projecten moesten volgens Velleman onder de verantwoordelijkheid van de overheid vallen. Industriële partners met bedrijfseconomische belangen mocht niet de vrije hand worden gelaten. Ook hij vertrouwde op wetenschap en overheid waar het om de veiligheid en het afval van de nieuwe technologie ging.

Wetenschapsjournalist Hendrik Edelman schreef in april 1955 voor het katholieke dagblad *De Tijd* een uitgebreid artikel over radioactief afval. Dat was volgens hem bezig 'een zwarte plek te worden op het schone, stralende schilderij dat van de in aantocht zijnde atoom-eeuw wordt opgehangen' (Edelman, 1955). Na uitvoerig op de gevaren van slechts de geringste hoeveelheid radioactief materiaal te hebben gewezen, besprak hij het afval van de atoomindustrie. In de Verenigde Staten, zo berichtte Edelman, hanteerde men hiervoor twee systemen. Sterk radioactief afval werd in stalen tanks opgeslagen volgens het *contain and confine*-systeem (CC). Bij afval dat minder radioactief was en een kortere halveringstijd had, werd de *dilute and disperse*-methode (DD) toegepast: het werd verdund en verspreid. Bij het CC-systeem speelde de vraag: waarheen met de tanks met radioactief afval? Storten in de oceaan en lozen in zee, zoals de VS en het Verenigd Koninkrijk deden, noemde Edelman: 'een beetje een noodsprong […]. Alles bij elkaar zijn dit onprettige methoden, waarvan niet te overzien is, welke de gevaren er van zijn'. Hij was dan ook blij dat atoomgeleerden op zoek waren naar betere oplossingen voor het radioactief afval. Veelbelovend achtte hij het traject waarbij het bruikbaar werd gemaakt voor toepassingen zoals voedselconservering. Levensmiddelen konden dan zonder verhitting maar door bestraling langer houdbaar worden gemaakt. Het was mogelijk, aldus Edelman, dat de atoomconserven een grote toekomst tegemoet gingen (Edelman, 1955). Ook hij signaleerde en benoemde het radioactief afval als probleem, bracht het onder de aandacht van het publiek en toonde vertrouwen in technologische oplossingen.

Met aanmerkelijk minder context berichtte rond dezelfde tijd het dagblad *Trouw* over lozingen van radioactief afvalwater op de Theems en het storten in de oceaan van vast radioactief afval uit de laboratoria te Harwell. Onder de kop '*Atoomvuilnisvat' in Atlantische Oceaan* kwalificeerde de krant de praktijk van storten als ongevaarlijk. Ook met de 1.500 afgezonken grote corrosievrije trommels verwachtte men geen problemen. Die lagen, zo schreef de krant, 'tenminste dertig jaar lang op de bodem van de oceaan […]. Na verloop van die periode zal het, naar men meent, ongevaarlijk zijn' ('Atoomvuilnisvat', 1955). Hoewel de kop boven het artikel wellicht anders doet vermoeden, was ook dit bericht bovenal informerend bedoeld en niet alarmerend.

Deze selectie uit Nederlandse kranten laat zien dat de pers in de eerste helft van de jaren vijftig aandacht had voor het thema radioactief afval. Ze informeerde het publiek over dit aspect van de toepassingen van nucleaire technologie. De teneur van de artikelen was veelal signalerend met een technisch-optimistische ondertoon en vertrouwen in de rol van de overheid. Dit paste bij het tijdsgewricht, waarin de maatschappij in het algemeen hoge verwachtingen had van wetenschap en technologie bij het aangaan van maatschappelijke uitdagingen. De journalistieke artikelen leidden niet tot kritische maatschappelijke geluiden over de politieke koers inzake nucleaire technologie.

1.4 De Geneefse atoomconferentie van 1955

De discussie over radioactief afval was midden jaren vijftig vooral een aangelegenheid van wetenschappers. Op de internationale atoomconferentie die de Verenigde Naties in de zomer van 1955 in Genève organiseerden, waren aparte sessies aan radioactief afval gewijd. Wetenschappers wisselden er bevindingen en ideeën uit en gingen met elkaar in debat. De conferentie had onmiskenbaar een politieke lading, vanwege de Koude Oorlog en de deelname van ruim 60 landen, waaronder de Sovjet-Unie. Hoe het wetenschappelijke en politieke domein hier interacteerden, tonen de voorbereiding en de samenstelling van de Nederlandse delegatie voor deze conferentie, die minister Luns van Buitenlandse Zaken omschreef als: ‘een technische conferentie van regeringen’ (Luns, 1955). De regering bepaalde welke wetenschappers Nederland vertegenwoordigden.

De Nederlandse delegatie werd geleid door de Leidse hoogleraar fysica C.J. Gorter, tevens directeur van het Kamerlingh Onnes Laboratorium en FOM-voorzitter (Directie Internationale Organisaties, 1955). De officiële delegatie bestond verder uit drie wetenschappers en de directeur-generaal Politieke Zaken op het ministerie van Buitenlandse Zaken, H. F. Eschauzier.[8] Vanwege de politieke aspecten kreeg de delegatie de nodige instructies mee (Luns, 1955).

Lees verder na kader 2 op pagina 37.

[8] De wetenschappers waren de Delftse hoogleraar en wetenschappelijk adviseur van de Staatsmijnen J.H. de Boer, de Utrechtse hoogleraar J.M.W. Milatz en professor B.G. Ziedses des Plantes van de Universiteit van Amsterdam. Minister Luns beargumenteerde in zijn installatiereden de aanwezigheid van Eschauzier als officieel delegatielid aldus: ‘Al gaat u naar een wetenschappelijke conferentie, ik acht het niet uitgesloten doch zelfs zeer waarschijnlijk, dat zich daar politieke aspecten zullen voordoen.’

Kader 2 Kernenergie krijgt vorm (1952-1959)

De stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) en het onderzoeksbureau van de gezamenlijke elektriciteitssector (KEMA) stemden vanaf eind 1952 hun nucleaire onderzoek meer op elkaar af, met als doel het ontwikkelen van een Nederlandse kernreactor. De ministers van Economische Zaken en Financiën stelden in maart 1953 een commissie in om te adviseren over de toekomstige organisatie van de reactorbouw, en de rol daarbij van deze organisaties, de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) en het bedrijfsleven.

Nadat plannen voor samenwerking met Frankrijk en Noorwegen waren stukgelopen (Lagaaij en Verbong 1998, pp. 30), presenteerde FOM een plan voor de bouw van een nationaal reactorcentrum met een kernreactor van 10 MW (Goedkoop, 1995, p. 36). De voornaamste argumenten daarvoor waren: de toekomstige energiebehoefte, de eindigheid van de fossiele brandstoffen, de toenemende afhankelijkheid van buitenlandse steenkool en de economische impuls die nucleaire industrie Nederland kon geven. De regering ging akkoord op voorwaarde dat de industrie zou meebetalen.

Terwijl de onderhandelingen daarover werden gevoerd, spraken de betrokken ministeries, FOM, KEMA en het bedrijfsleven over het oprichten van een afzonderlijk nationaal reactorcentrum voor het niet-militair gebruik van kernenergie. In april 1955 besloot de ministerraad dat er een Stichting Reactor Centrum Nederland (RCN) zou komen. Minister Cals van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en minister Zijlstra van Economische Zaken presenteerden de Kamer daarop de *Nota inzake het in Nederland te verrichten onderzoek op het gebied van kernreactoren en hun toepassingen*. In de zomer van dat jaar werd RCN opgericht, dat na een zoektocht waarbij 30 mogelijke locaties bekeken werden, uiteindelijk in de duinen bij Petten gevestigd werd. Aan RCN werd een Wetenschappelijke Advies Raad verbonden. Met de oprichting van RCN raakte FOM haar spilfunctie bij het ontwerp van een Nederlandse kernreactor kwijt.

Bouw Reactorcentrum Nederland te Petten, met op de achtergrond de Hoge Flux Reactor in aanbouw. Fotograaf: Harry Pot/Nationaal Archief, collectie Anefo.

Hoewel het een Nederlands reactorcentrum betrof, waren er belangrijke internationale invloeden. RCN schafte een onderzoeksreactor aan in de Verenigde Staten, naar model van de *Oak Ridge Research Reactor*, die de naam Hoge Flux Reactor (HFR) zou krijgen. In 1958 stemde het ministerie van Economische Zaken ermee in dat het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek van Euratom zich op het terrein van RCN vestigde en gebruik mocht maken van de Hoge Flux Reactor. In 1961 werd de HFR eigendom van Euratom (Goedkoop, 1995, pp. 60, 97). Waar de HFR aanvankelijk gebruikt werd voor onderzoek naar materialen en splijtstoffen voor de bouw van kerncentrales, werd later ook onderzoek gedaan naar veiligheidstests, het recyclen van radioactief afval en materialen voor kernfusie (‘Vijftig jaar HFR’, 2011). Het Franse *Commissariat à l'Énergie Atomique* was een van de grootste opdrachtgevers. Totdat de Fransen in 1969 een eigen hogefluxreactor kregen, gebruikten ze de Pettense HFR bij het ontwerp van hun reactoren (Andriesse, 2000, pp. 31–33). In 1962 opende elektronicabedrijf Philips samen met de farmaceut Duphar een laboratorium voor medische preparaten in Petten(Verbong et al., 2005, p.

134). Vanaf de jaren negentig zou de productie van medische isotopen een belangrijke rol gaan spelen.

De kernenergienota die het ministerie van Economische Zaken in juli 1957 publiceerde, bevestigde de politiek-bestuurlijke ambities van Nederland met kernenergie. Hierin was sprake van een snelle kernenergietransitie, met begin jaren zestig al een werkende reactor van 100 MW. In 1975 moest ruim een derde van de totale elektriciteitsproductie door Nederlandse kerncentrales worden geproduceerd.

In het licht van dit politiek-bestuurlijke klimaat besloot een aantal grote Nederlandse bedrijven samen te werken op het gebied van nucleaire technologie. Nadat een eerste poging daartoe in 1956 nog mislukte, zag in het voorjaar van 1959 Neratoom het licht. Daarin participeerden Philips, Werkspoor, Stork, ingenieursbureau Comprimo en grote scheepsbouwers. Door deze krachtenbundeling wilden ze sterker staan in de onderhandelingen met gevestigde partners binnen de overheid, de wetenschap en de elektriciteitssector.

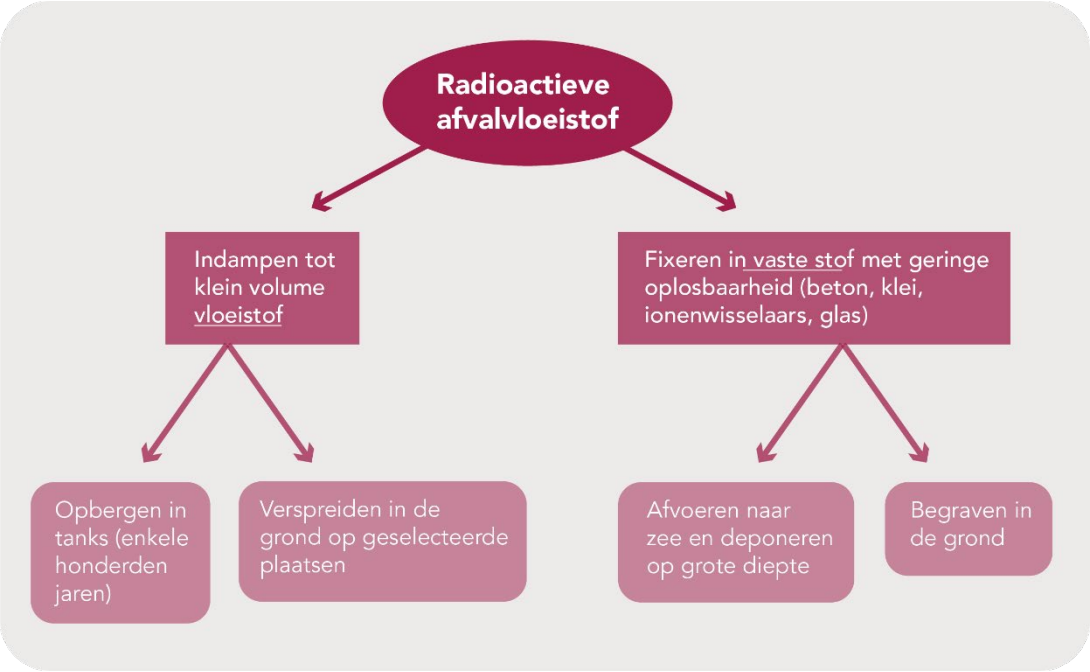
Het Nederlandse verslag van de Geneefse atoomconferentie liet zien dat de wetenschappers in Genève fors van mening verschilden over tal van kwesties, zoals de veiligheid van kerncentrales en normeringen. Verschil van mening was er ook over de termijn waarop kernfusie – dat werd gezien als een veelbelovende, schone en veilige technologie om energie op te wekken door samensmelting van atoomkernen – mogelijk zou worden (‘tussen 20 jaar en een eeuw’). Naast de veiligheid van kernreactoren leverde ook de omgang met radioactieve afvalstoffen een potentieel risico op voor de volksgezondheid, aldus de rapporteurs. Zij maakten melding van een verdeling van die afvalstoffen in drie categorieën: materiaal met hoge activiteit, matig actieve vloeistoffen en zwak actieve vloeistoffen. Tot die laatste behoorden ook ‘de afvalstoffen, die na gebruik van radioactieve isotopen in ziekenhuizen, laboratoria en in de industrie vrijkomen.’ Hoogradioactieve vloeibare materialen ontstonden door opwerking van gebruikte splijtstof uit een reactor. Overigens werd de term ‘opwerking’ in het verslag niet gebruikt. Hier sprak men van het proces van scheiden van ongebruikte en gebruikte brandstof (Van Haaren en Hopmans, 1955).

Op de conferentie sprak men over de mogelijke gevaren bij het transport, de verwerking en de afvoer van radioactieve afvalproducten. ‘Over de beste wijze van definitieve lozing bestond op de conferentie nog veel verschil van mening’, aldus de rapporteurs: ‘dit onderdeel van de ontwikkeling van kernenergie is nog volop in het experimentele stadium’ (Van Haaren en Hopmans, 1955). Vier mogelijkheden om met radioactieve vloeistof om te gaan, werden op de conferentie serieus bekeken, ieder met zijn eigen voor- en nadelen, ook met betrekking tot de kosten. Deze opties, die weergeven zijn in figuur 3, waren:

1. na indamping opbergen in tanks,
2. verspreiden op geselecteerde plekken in de grond,
3. na fixatie in een vaste stof storten op zee, en
4. begraven in de grond.

Voor welke optie ook werd gekozen, ‘gevaar voor radioactieve besmetting van de omgeving (in de ruimste zin genomen) zal altijd aanwezig zijn’, was een van de conclusies van het Nederlandse rapport. Een andere was de verwachting dat op termijn twee opties de voorkeur zouden krijgen: het verspreiden van de nucleaire vloeistof in de grond en het begraven van de nucleaire vaste stof in de grond (Van Haaren en Hopmans, 1955).

Figuur 3 Belangrijkste opties op de atoomconferentie van Genève voor lozing van vloeibaar hoogradioactief afval



Bron: Van Haaren en Hopmans, 1955 (bewerking: Rathenau Instituut).

Met name Amerikaanse onderzoekers deden in Genève verslag van hun testen en methoden van lozen en storten van radioactief afval. Vooral Britse wetenschappers presenteerden er hun onderzoeken naar het verkleinen van de hoeveelheid afval, door het afscheiden van isotopen. Tevens werd gezocht naar mogelijkheden voor valorisatie van het afval, aldus de Nederlandse rapporteurs (Van Haaren en Hopmans, 1955). Het gaat hier dus om het hergebruik van radioactieve materialen.

1.5 Genève, radioactief afval en de Nederlandse pers

De Nederlandse pers had het Britse onderzoek naar de valorisatie van radioactief afval al voor de Geneefse conferentie opgepikt. Twee maanden voor de conferentie meldde *de Volkskrant* al dat er door de vele gevonden toepassingen binnenkort zelfs een tekort dreigde aan radioactief afval. Op basis van een verslag over Brits onderzoek in de *Daily Telegraph*, stelde de krant in juni 1955 dat: ‘wanneer alle “atoomafval”, dat de Britse reactoren de komende tien jaren zullen leveren, nu beschikbaar zou zijn, zou het nog in 1955 verkocht kunnen worden’. Immers: ‘de atoomgeleerden hebben talrijke nieuwe toepassingen van radioactiviteit gevonden voor vredesdoeleinden. De Britse commissie voor atoomenergie zou grote hoeveelheden “afvalproducten” van atoomreactors en radioactieve bronnen ter beschikking stellen van de industrie’ (‘Britten verduurzamen’, 1955). Niet alleen de voedingsmiddelenindustrie (houdbaarheid) en de medische sector (sterilisatie) hadden hieraan behoefte. In de plasticsindustrie kon radioactief afval dienen voor het hittebestendig maken van polyetheen, waardoor het bijvoorbeeld gebruikt kon worden voor hoogspanningskabels en als bekleding voor supersonische vliegtuigen. Ook voor het bestrijden van insectenplagen in de land- en tuinbouw kon het radioactief afval dienst doen (‘Britten verduurzamen’, 1955). *Het Vrije Volk* rapporteerde eveneens dat: ‘pas nu blijkt, dat het atoomafval van de laatste tien jaar, dat met zoveel zorg en kosten vernietigd werd, thans vlot verkocht zal kunnen worden’ (‘Radio-isotopen zijn ook beste’, 1955, p.13). Dergelijke berichten bevestigden de eerder geuite verwachtingen dat de wetenschap afdoende antwoorden zou vinden voor de omgang met radioactief afval.

Ook *de Volkskrant* concludeerde naar aanleiding van de Geneefse conferentie dat radioactief afval geen probleem meer was. Na eerder gewezen te hebben op de verschillende mogelijkheden van (her)gebruik, baseerde de krant zich op de prominente Britse atoomgeleerde Christopher Hinton, die op de conferentie had verkondigd ‘dat het probleem van radio-actieve afvalproducten van atoomreactors thans geen zorgen meer oplevert. Afval met een betrekkelijk geringe activiteit wordt

in zee geworpen en producten die sterk en langdurig radio-actief zijn, worden op doelmatig afgeschermde plaatsen opgeslagen' ('Russen bouwen', 1955, p.3).[9]

Maar er klonken ook andere geluiden in de Nederlandse kranten. Vooral toen bevindingen uit de medisch-biologische sessies op de conferentie naar buiten kwamen, benoemden sommige kranten de onzekerheden die er nog waren. Het *Algemeen Handelsblad* bijvoorbeeld benadrukte de onenigheid tussen de wetenschappers over de gevaren van radioactiviteit en het hieraan gerelateerde radioactief afval. Grofweg stonden hierbij de Britten tegenover de Amerikanen. De Britten stelden dat er door valorisatie steeds minder afval zou overblijven, dat ook nog eens minder radioactief was, en dat zonder problemen (en door internationale normen begrensd) in zee gestort kon worden. Amerikaanse wetenschappers waarschuwden echter dat er nog te weinig kennis over de schadelijkheid van ioniserende straling was om dergelijke positieve conclusies te trekken, aldus de krant ('Men is het niet eens', 1955, p.4).

Ook *Het Vrije Volk* had oog voor de twijfels over het lozen van radioactief afval in zee: 'Als Engeland op het ogenblik radio-actief afval in zee laat lopen, neemt het land een risico, dat bijvoorbeeld de Amerikanen uitdrukkelijk nog niet durven nemen' ('In aller persoonlijk', 1955). Dat risico had vooral betrekking op de opname van radioactiviteit door micro-organismen, die op hun beurt weer voedsel waren voor vissen die door mensen geconsumeerd werden. Engelse wetenschappers mochten dan wel beweren dat het deponeren van afval in de Noordzee absoluut geen kwaad kon, dit gebeurde, aldus de krant, niet meer en niet minder dan 'in het licht der huidige kennis', waarmee ze impliciet de conclusies van de Britten relativeerde en vraagtekens plaatste bij hun handelen ('In aller persoonlijk', 1955).

In *de Volkskrant* verschenen naar aanleiding van de medisch-biologische zittingen eveneens minder positieve berichten. Net als *Het Vrije Volk* verwees de krant naar het Amerikaanse 8/P/280-rapport, dat op basis van jarenlange metingen in de Columbia-rivier wees op het mogelijke gezondheidsgevaar van het lozen van radioactief afval in openbare wateren. De krant waarschuwde dat 'wil men vloeibaar radio-actief afval in publieke wateren lozen, men terdege de mogelijke gevaren onder ogen dient te zien' ('Gevaar van radio-activiteit', 1955, p.3). Daarbij doelde *de Volkskrant* op de mogelijke consumptie van radioactief besmette vis uit de Noordzee. In het artikel werd niet aangegeven op wat voor radioactief afval men doelde (hoog-, middel-, of laagradioactief). De krant wees naar Engeland, dat 'regelmatig radio-actief afval in de Noordzee loost', maar voegde daaraan toe:

---

[9] Christofer Hinton was een Britse atoomgeleerde. Hij was verantwoordelijk voor de bouw van Calder Hall te Windscale (later Sellafield), de eerste grootschalige commerciële kerncentrale ter wereld, die in 1956 in gebruik werd genomen. Hij was sinds 1954 werkzaam bij de Britse *Atomic Energy Authority*, die verantwoordelijk was voor het ontwerp en de bouw van de meeste Britse kerncentrales, waaronder die van Windscale, Capenhurst, Springfields en Dounreay.

‘Nederland zal binnen afzienbare tijd ook een kernreactor krijgen en de gedachten zijn uitgegaan naar een vestiging aan zee, juist om de afvalstoffen te kunnen lozen’ (‘Gevaar van radio-activiteit’, 1955, p.3).

De mogelijkheid tot lozen van afvalstoffen werd door de regering niet aangevoerd als argument voor de vestiging van RCN in het duingebied bij Petten. Wel noemde ze – naast andere redenen – de ‘optimale gelegenheid tot opslag, behandeling en afvoer van afvalstoffen’. Dat laatste waarschijnlijk vanwege de nabijheid van een haven. De regering wees de volksvertegenwoordiging erop dat de opslag, behandeling en afvoer van het radioactieve afval onderwerp is ‘van uitvoerige studies, waarvan de resultaten door de competente gezondheidsautoriteiten zullen worden beoordeeld. Voor zover hierbij sprake is van lozing van radioactieve stoffen, zal het ministerie van Verkeer en Waterstaat aan deze beoordeling deelnemen. Aan de gezondheidsaspecten wordt door RCN voortdurend grote zorg besteed’ (Kamerstukken II 1958/1959, 4727, nr. 4, p.6).

Het verslag van de Nederlandse afvaardiging over het thema radioactief afval op de Geneefse atoomconferentie en de berichtgeving erover in Nederlandse kranten, tonen een genuanceerd beeld. Enerzijds waren er optimistische verwachtingen over technologische vooruitgang, mede gevoed door (vooral Brits) onderzoek naar de valorisatie van afval. Er was groot vertrouwen dat wetenschappers oplossingen voor het afval zouden vinden, die ook nog eens economisch profijtelijk waren. Daarnaast hadden zowel de Nederlandse afgevaardigden als de Nederlandse media oog voor de onzekerheden en de meningsverschillen onder wetenschappers over het gevaar van ioniserende straling, ook in relatie tot afvalverwerking. Met name in berichten over de medisch-biologische sessie op de conferentie werden die geopenbaard. De media signaleerden de onzekerheden, informeerden het maatschappelijk domein hierover en brachten ze in verband met de Nederlandse plannen voor de bouw van een kernreactor.

1.6 Beleid en regelgeving voor radioactief afval

Terwijl Nederland zich in het eerste decennium na de Tweede Wereldoorlog in een aantal stappen voorbereidde op een toekomst met kerntechnologische toepassingen, was er nog nauwelijks sprake van radioactief afval. Midden jaren vijftig bestond daarover geen specifieke regelgeving. Wel waren er algemene regels voor radioactief materiaal. Al sinds 1931 bestond de *Wet houdende regelen betreffende het hebben van röntgentoestellen en het in voorraad houden van radioactieve stoffen* (Röntgenstralenwet). Die bepaalde onder meer dat er een vergunning nodig was voor het bezit van een röntgentoestel. Een elektrotechnisch ingenieur van de Arbeidsinspectie publiceerde twee jaar later een handleiding voor

beschermingsmaatregelen bij het gebruik daarvan. Nederland was hiermee een van de eerste landen met wettelijke maatregelen op dit terrein, al werd de vergunningverlening nooit effectief uitgevoerd. Er was weerstand van artsen die vreesden dat zij niet langer van röntgenapparatuur gebruik mochten maken (Clarke en Valentin, 2009; Houwaart, 2001, p.225).

In 1947 had de Nederlandse regering de Isotopencommissie van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen gevraagd om toezicht te houden op de invoer van radioactieve isotopen vanuit de VS. Ook de monitoring van radioactief afval viel hieronder. De VS stelde namelijk als exportvoorwaarde dat de afnemers van radioactieve stoffen deskundig waren en die stoffen niet aan andere partijen leverden. Non-proliferatie van kernwapens vanuit Amerikaanse geopolitieke belangen was de gedachte hierachter. Toen de VS in het kader van het *Atoms for Peace*-programma de uitvoer van radioactief materiaal in 1956 vrijgaf, en de Isotopencommissie haar controletaak verloor, ontstond volgens de Nederlandse regering ‘een toestand van regelloosheid, waarin zoo spoedig mogelijk behoort te worden voorzien’ (‘Nota van toelichting’, 1958). Omdat Nederland bezig was het kerntechnologiebeleid te formuleren rond nucleaire technologie, ontstond behoefte aan veiligheidsregels. Internationale ontwikkelingen rondom stralingsbescherming die in het midden van de jaren vijftig plaatsvonden, stimuleerden ook de Nederlandse regelgeving voor de veiligheid van nucleaire technologie. Daarbij ging het met name om nieuwe veiligheidsaanbevelingen van de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) en de oprichting en het werk van het *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) (zie bijlage 2) (Baas, 1986, pp.55-56).

De Kernenergienota van juli 1957 stelde dat radioactief afval moest ‘worden afgevoerd of opgeslagen op zodanige wijze dat de radioactieve straling geen schade meer kan berokkenen’ (Handelingen II 1956/1957, 4727, nr. 2, p.11). Wat dit inhield, en hoe zich dit bijvoorbeeld verhield tot het storten in zee, werd niet duidelijk gemaakt. In de discussie met de Kamer over de effecten op de volksgezondheid, reageerde de regering ‘dat men moeilijk kan uitgaan van de veronderstelling, dat “elke lozing naar buiten” wordt voorkomen. Uiteraard zal men zo ver mogelijk gaan met het aanbrengen van constructies, waardoor elke vorm van afval zoveel mogelijk gevaarloos wordt opgevangen. Met vast en vloeibaar afval is zulks vanzelfsprekend gemakkelijker dan met gasvormig afval’. Dit vloeibare afval moest ‘voor zoveel nodig geconcentreerd’ worden, vervolgens ‘liefst naar een centraal punt’ vervoerd, en ‘ergens ter wereld worden “bijgezet”’ (Kamerstukken II 1958/1959, 4727, nr. 4, p.26).

Daarnaast ging de Rijksoverheid in de tweede helft van de jaren vijftig bestaande wetgeving – Hinderwet, Veiligheidswet en Warenwet – gebruiken om de

randvoorwaarden te scheppen voor bescherming tegen ioniserende straling, zowel voor werkers met nucleaire technologie als voor de bevolking. Zo trad als onderdeel van de Warenwet op 21 juni 1958 het Radioactieve stoffenbesluit in werking (Antheunissen, 1961, p.182). Kern van het besluit was een vergunnings- en meldingsplicht voor de import en het gebruik van radioactieve stoffen. De Farmaceutische Hoofdinspectie en de Keuringsdienst van Waren werden verantwoordelijk voor de uitvoering van dit besluit, dat eisen stelde aan bijvoorbeeld de verpakking en het transport van radioactieve materialen.

Een jaar eerder waren in het Veiligheidsbesluit Ioniserende Stralen (Veiligheidswet, 20 maart 1957) regels opgesteld voor transport en opslag van radioactieve stoffen. Waar het Radioactieve Stoffenbesluit beoogde de algemene volksgezondheid te beschermen, richtte het veiligheidsbesluit zich op de bescherming van arbeiders die met radioactieve stoffen werkten. Dit betekende dat zowel de Inspectie van de Volksgezondheid als de Arbeidsinspectie een rol kreeg. Daartoe was coördinatie vereist. Artikel 18 van hoofdstuk II van het veiligheidsbesluit bepaalde dat radioactief afval ‘op veilige wijze’ moest worden gedeponeerd en afgevoerd. Artikel 19 stelde dat het hoofd van een onderneming verplicht was een registratie van het radioactieve afval te maken via een formulier waarvan het model door de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid was vastgesteld. Een duplicaat van deze bewijsstukken moest hij uiterlijk na een week opzenden aan het districtshoofd van de Arbeidsinspectie. Deze diende dat op zijn beurt ‘onverwijld’ mee te delen aan de betrokken inspecteur van het Staatstoezicht op de Volksgezondheid (Antheunissen, 1961, pp.179-181). Op deze manier werd vastgelegd waar radioactieve afvalstoffen zich bevonden. De Gezondheidsraad maakte ondertussen afspraken met RCN over de wijze van opslag en afvoer van hun afval (Kamerstukken II 1958/1959, 4727, nr. 4, p.25).

Door ondertekening van het Euratom Verdrag in 1957 moest Nederland bovendien gaan voldoen aan gezamenlijke Europese veiligheidsafspraken over nucleaire technologie. De bij het verdrag aangesloten landen (Nederland, België, Luxemburg, West-Duitsland, Frankrijk en Italië) moesten veiligheidscriteria formuleren en beschermende maatregelen nemen tegen ioniserende straling.

Intermezzo 1: **De tentoonstelling Het Atoom (1957)**

In de zomer van 1953 sprak de journalist Ger Knap met de voorzitter van de Amsterdamse Kamer van Koophandel over zijn plan voor een internationale tentoonstelling over atoomenergie. Hiermee zou de hoofdstad zich kunnen positioneren als een moderne stad en een belangrijk economisch centrum. Atoomtechnologie stond volop in de belangstelling, ademde het naoorlogse vooruitgangsdenken en sprak tot de verbeelding. Knap wist de Kamer van

Koophandel en de gemeente te overtuigen, waarna het Amsterdamse bedrijfsleven en Nederlandse nucleaire wetenschappers werden benaderd om mee te werken aan een tentoonstelling onder de naam: Het Atoom Amsterdam (Van Lente 2008, pp. 150).

Het Amsterdamse initiatief kreeg al snel een nationaal karakter. Na Eisenhowers *Atoms for Peace*-toespraak in 1953, wilde de Nederlandse regering de bevolking kennis laten maken met de vreedzame toepassingen van nucleaire technologie, die belangrijk zouden zijn voor de industriële ontwikkeling van Nederland en de toekomstige welvaart. Om de Nederlanders te overtuigen van een toekomst met nucleaire technologie, was het belangrijk dat de connotatie met de atoombom verdween en nucleaire technologie in een positief daglicht kwam (Verhees 2012, pp.96). Bij die voorlichting over en de promotie van nucleaire technologie werd de Nederlandse overheid ondersteund door de Amerikaanse voorlichtingsdienst *US Information Services*. De Amerikanen maakten een tentoonstelling die op vijf grote trailers door Europa reisde en een breed scala aan vreedzame toepassingen van atoomenergie liet zien. De Nederlandse regering faciliteerde deze tentoonstelling die onder de titel *Atoom, hoop voor de toekomst*, tussen 19 januari en eind maart 1955 te zien was in Den Haag, Enschede, Eindhoven, Amsterdam, Rotterdam en Utrecht ('Vreedzame atoomexpositie', 1955, p.3).

Een paar maanden na deze reizende tentoonstelling vond de eerste internationale Geneefse Atoomconferentie plaats. Die genereerde veel, over het algemeen positieve, publiciteit in de Nederlandse pers. Ondertussen had de regering de Amsterdamse plannen voor een tentoonstelling omarmd als een nieuwe, en grotere stap om in Nederland nucleaire technologie voor vreedzame doeleinden te promoten. Zeker als het mogelijk zou blijken om in Amsterdam een werkende kernreactor te tonen, konden sceptici worden weersproken die niet geloofden in (een nabije toepassing van) de technologie. Nederland onderhandelde daarom met de Amerikaanse regering over een kleine kernreactor, die op de tentoonstelling getoond zou kunnen worden.

Ook voor het wetenschappelijke domein was de tentoonstelling belangrijk. Dat bleek wel toen de steeds concreter worden plannen ervoor publiekelijk werden aangekondigd op een persconferentie bij de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen. De tentoonstelling moest een breed publiek aanspreken en zou, zo was het idee, in mei 1957 in de nieuwe Amsterdamse uitbreidingswijk Slotermeer worden geopend. Behalve met de Verenigde Staten, waren inmiddels ook contacten gelegd met Engeland, Frankrijk, Canada, België en Noorwegen om bijdragen te leveren en samen te werken.

De Nederlandse regering zag het laten zien van een werkende kernreactor op Nederlandse bodem als een belangrijke volgende stap in de maatschappelijke legitimering voor de omvangrijke investeringen in kernenergie die al waren gedaan, en die nog zouden komen. Het diende ook nog een ander doel. Zoals in veel Europese landen was de behoefte groot aan kennis en deskundigen op het gebied van de kernfysica. De minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen had een commissie in het leven geroepen om te onderzoeken welke maatregelen nodig waren om in ons land voldoende deskundigen op te leiden. Op advies van deze commissie bestelde de minister in de VS de opleidings- en onderzoeksreactor: 'welke na te zijn gedemonstreerd op de tentoonstelling *Het Atoom* te Amsterdam in gewijzigde vorm te Delft bij de T.H. (Technische Hogeschool, nu Technische Universiteit, aut.) zal worden geplaatst ten behoeve van het gehele universitaire onderwijs' (Kamerstukken II 1956/1957, 4727, nr. 2, p.3). Er werden voor de tentoonstelling acht onderwerpen geselecteerd. Het mogelijke gevaar van langdurige blootstelling aan lage doses radioactieve straling en het radioactief afval, kwamen niet of nauwelijks aan bod.[10]

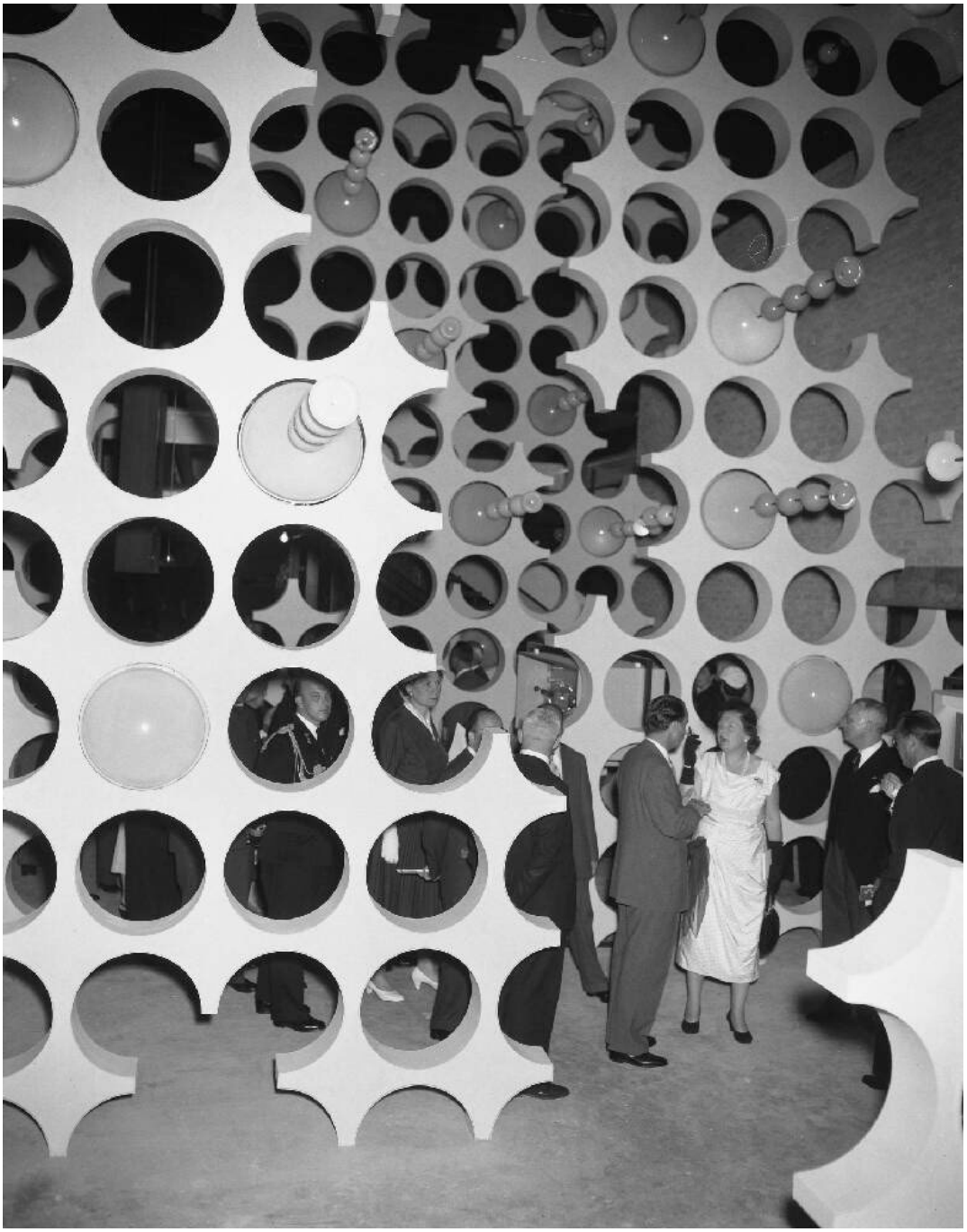
Op 28 juni 1957 opende prins Bernhard de tentoonstelling in aanwezigheid van onder meer koningin Juliana. De locatie was verplaatst naar een nieuwgebouwde hangar op Schiphol. Door die keuze sneed het mes aan twee kanten. Omdat Schiphol in de zomermaanden al van zichzelf een toeristische attractie was, hoopte men meer bezoekers te trekken, en na de tentoonstelling kon de hangar dienst doen voor het parkeren van vliegtuigen. In zijn openingstoespraak stelde de Amsterdamse wethouder A. de Roos dat 'atoomtechniek' zeer belangrijk was voor de toekomst van de wereld, maar alleen kans van slagen had 'wanneer de grote massa een positief gerichte belangstelling heeft gekregen voor de problemen die de atoomenergie oproept en voor de vraagstukken welke met behulp van deze nieuwe energiebron kunnen worden opgelost' ('Toverstaf', 1957).

Circa 750.000 mensen kwamen op de tentoonstelling af. Tegelijk met de tentoonstelling verscheen het boek *Leven met atomen, de atoomkracht in dienst van welvaart en vrede* (1957). Vol van vertrouwen in experts en technologische oplossingen, sprak de auteur Hendrik Edelman daarin over radioactief afval. Een oplossing daarvoor kon volgens hem aan de deskundigen worden overgelaten. Die waren al ver gevorderd in hun onderzoek naar het omzetten van afval in een waardevol bijproduct met tal van economische en maatschappelijke toepassingen. Het betreffende hoofdstuk had dan ook de veelzeggende titel *Problemen en*

[10] De geselecteerde onderwerpen waren: 1. Kernsplitsing; 2. Opwekking en gebruik van kernenergie; 3. De 'moderne alchemie', d.w.z. het omzetten van elementen in andere elementen; 4. Het winnen van radioactieve isotopen en het uitgebreid gebruik daarvan in industrie, geneeskunde en landbouw; 5. De rol van het atoom in de chemische nijverheid; 6. Onderzoek naar kosmische straling; 7. Wezen en gebruik van het electron in de electronische industrie; 8. Ruimtevaart en de vele daarmede onmiddellijk samenhangende moderne industriële toepassingen van de huidige physica ('Het Atoom Amsterdam', 1955, p. 3).

wonderen. Het boek ademde beduidend meer optimisme dan Edelmans artikel in *De Tijd* van ruim twee jaar daarvoor (zie hoofdstuk 1).

Een week na de opening van de tentoonstelling bood de minister van Economische Zaken de Tweede Kamer zijn *Nota inzake de kernenergie* aan. Daarin ontvouwde de regering haar plannen voor de bouw van kernenergiecentrales in Nederland.



Koningin Juliana en prins Bernhard zijn op 28 juni 1957 aanwezig bij de opening van de tentoonstelling Het Atoom. Fotograaf: Harry Pot/Nationaal Archief, fotocollectie Anefo.

2 Radioactief afval als praktisch politiek-bestuurlijk vraagstuk (1958-1972)

In de periode 1958-1972 kwamen er kernreactoren voor onderzoek en onderwijs in Petten (1960 en 1961), Delft (1963), Wageningen (1963) en Eindhoven (1969). In 1968 ging de kerncentrale van Dodewaard in bedrijf. Hierdoor werd radioactief afval een praktisch vraagstuk voor politici en bestuurders. De overheid maakte de Kernenergiewet om zowel de inzet van nucleaire technologie te stimuleren, als ook de veiligheid te waarborgen van mens en milieu bij het vervoer, de voortbrenging en de verwerking van radioactieve stoffen. Vanaf 1963 werd het laag- en middelactief afval opgehaald en tijdelijk bovengronds opgeslagen bij RCN in Petten. Een deel hiervan werd in zee gestort. Gebruikte splijtstofstaven gingen voor opwerking naar Eurochemic in België.

2.1 ‘Niet afwachten en lijdelijk toezien’

Eind jaren vijftig koppelde de Nederlandse regering nucleaire technologie direct aan de grote industrialisatieopgave die na de Tweede Wereldoorlog was ingezet. Men wilde de technologie ‘zo spoedig mogelijk’ inzetten, zo vermeldde de *Nota inzake de kernenergie* uit 1957 (Kamerstukken II 1956/1957, 4727, nr. 2, p.4). In een aanvullende nota uit 1960 benadrukte minister van Economische Zaken De Pous deze noodzaak nog eens met het argument ‘dat de kernenergetische ontwikkeling van een land in belangrijke mate de waardemeter is geworden voor zijn industriële standing. Een land dat qua nucleaire productie niet mee kan spelen, laadt het odium op zich een minder ontwikkeld gebied te zijn. Ook uit dien hoofde zal Nederland dus niet mogen afwachten en lijdelijk toezien maar zoveel mogelijk tegelijk met de anderen moeten optrekken’ (Kamerstukken II 1959/1960, 4727, nr. 5).

Over de omgang met radioactief afval bestonden nog veel vragen. Daarop wees ingenieur Joseph Lieberman op de tweede Internationale Atoomconferentie in Genève in september 1958. Lieberman vertegenwoordigde er de *Atomic Energy Commission* (AEC), een Amerikaanse overheidsinstantie die na de Tweede Wereldoorlog was opgericht om de ontwikkeling van atoomwetenschap en -technologie in vredestijd te bevorderen en te controleren. Hij presenteerde een van de in totaal 29 papers op de conferentie over de omgang met radioactief afval en

stelde dat er 'veel [is] gespeculeerd over de impact, of het gebrek daaraan, van radioactief afval op de ontwikkeling van nucleaire technologie. Enerzijds is betoogd dat dit aspect verwaarloosbare consequenties heeft. Anderen oordelen dat veilig en adequaat afvalbeheer het belangrijkste obstakel is dat een ordelijke economische groei van de toepassingen van de voordelen van kernsplijting voor gezondheidszorg, landbouw en industrie belemmert. Helaas is er, afgezien van een relatief beperkte wetenschappelijke en technische behandeling van het onderwerp door een relatief kleine groep specialisten, een aanzienlijk gebrek aan informatie, wat resulteert in verwarring' (Lieberman 1958, pp. 3).

Ook twee onderzoekers van het vooraanstaande Amerikaanse *Oak Ridge National Laboratory* concludeerden op de conferentie, dat 'de studie van het algemene complex van brandstofopwerking, afvalverwerking en uiteindelijke berging […] niet de mate van eenheid en verfijning [heeft] bereikt die vereist is. Veel van het ontwikkelingswerk heeft betrekking op de opwerking van brandstof, veel minder op de uiteindelijke verwijdering van radioactief afval en heel weinig op de behandeling daarvan' (Struxness & Blomeke 1958, pp.43).[11] Net als Lieberman pleitten zij voor een hogere prioritering van de omgang met radioactief afval op de wetenschappelijke agenda.

In 1958 werd de natuur- en scheikundige Jan Hendrik de Boer benoemd tot voorzitter van de Nederlandse delegatie bij die tweede Geneefse atoomconferentie. Vanaf midden jaren vijftig tot 1970 was De Boer betrokken bij nagenoeg alle belangrijke beslissingen over kernenergie in Nederland. Hij werkte bovendien nauw samen met de onderzoeksleiders van veel bedrijven die betrokken waren bij de ontwikkeling van kernenergie in Nederland, waaronder Shell, Philips en Werkspoor (Homburg 2007, pp. 314-315).[12] Ook hij oordeelde dat er nog veel wetenschappelijk onbeantwoorde vragen rond radioactief afval bestonden. In zijn speech bij de aanvaarding van dat voorzitterschap in 1958 vroeg hij de regering niet overhaast te werk te gaan bij de toepassing van nucleaire technologie in ons land. De Boer stelde dat er wel een heel positief beeld over nucleaire technologie bij velen was ontstaan, en sprak van 'een ietwat verwrongen' beeld. De nog te overwinnen wetenschappelijke, technische en economische moeilijkheden en de potentiële veiligheidsrisico's 'werden licht geteld tegenover de te verwachten zegeningen'. De Boer wees hierbij ook expliciet op 'de radioactieve bijproducten, of laten we liever

[11] Het *Oak Ridge National Laboratory* werd in 1943 opgericht ten behoeve van het Manhattan Project, de geheime operatie (van 1942 tot 1946) waarmee de Verenigde Staten tijdens de Tweede Wereldoorlog de atoombom ontwikkelde. Na de Tweede Wereldoorlog werd het *Oak Ridge National Laboratory* overgenomen door Union Carbide, dat er medische isotopen produceerde en onderzoek deed naar kernreactoren voor energieproductie en kernonderzeeërs.

[12] Jan Hendrik de Boer was fysisch chemicus. Hij had bij Philips, Unilever en de Staatmijnen gewerkt, was hoogleraar in Delft (waar de kernreactor na de tentoonstelling Het Atoom in 1957 naartoe verhuisde), een van de vijf Nederlandse delegatieleden bij de eerste Geneefse atoomconferentie in 1955 en voorzitter van die delegatie bij de tweede in 1958. Hij was betrokken bij het nucleair onderzoek van KEMA en sinds 1955 voorzitter van de Wetenschappelijke Advies Raad van RCN (tot 1967).

zeggen afval' (De Boer, 1958). Hij wilde dat politici en beleidsmakers het tempo van de beleidsstappen wat naar beneden bijstelden. Veel vragen, zoals over radioactief afval, moesten wetenschappers immers nog beantwoorden. Beleidsmakers moesten hiervoor ruimte maken, vond De Boer.

2.2 Een groeiende noodzaak tot regelgeving

De noodzaak voor regelgeving rond afval groeide toen de *Nota inzake de kernenenergie* uit 1957 sprak van de volgende fase in het kernenergiebeleid. Het *Radioactieve stoffenbesluit* signaleerde dat er steeds meer toepassingen kwamen voor radioactieve stoffen op medisch, biologisch, industrieel en landbouwkundig gebied (Radioactieve Stoffenbesluit, 1958, p.7). Bovendien hadden de deelnemende landen aan het Euratom-verdrag, dat in 1958 in werking was getreden, gemeenschappelijk normen afgesproken voor de wet- en regelgeving rond ioniserende straling (Richtlijnen tot vaststelling van de basisnormen, 1959). [13] Dit betekende dat Nederland het *Veiligheidsbesluit Ioniserende Stralen* en het *Radioactieve stoffenbesluit*, moest aanpassen aan de Euratom-normen. Dit bleek niet eenvoudig. Een jurist op het bureau Kernenergie en Stralenbescherming op het ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid schreef daarover in het najaar van 1960: 'Deze aanpassing is een uitermate lastige en gecompliceerde aangelegenheid, aangezien Euratom-richtlijnen nieuwe begrippen, geboden en verboden hebben geïntroduceerd, welke de Nederlandse wetgeving niet kende en die zonder meer niet in het systeem in te passen zijn. Moge volstaan worden met de opmerking, dat de aanpassingsprocedure in volle gang is' (Antheunissen, 1961, pp.188-189).

Het Euratom-verdrag en de Euratom-basisnormen speelden een belangrijke rol bij het ontwerp van de Kernenergiewet, waaraan de regering omstreeks 1960 werkte. Vanwege de ambities met kernenergie was er snelheid geboden met wet- en regelgeving. Daarom besloot de regering drie adviesraden in te stellen: een Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie (WRK, 1963-1975), een Industriële Raad voor de Kernenergie (IRK, 1963-1982), en een overkoepelende en coördinerende Centrale Raad voor de Kernenergie (CRK, 1966-1970). Terwijl de eerste onder het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen viel, waren de laatste twee bij Economische Zaken ondergebracht. De CRK bestond uit negen leden. IRK, WRK en de Gezondheidsraad leverden ieder twee leden, RCN, TNO en ZWO (Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek; voorloper van NWO) ieder een. Voorzitter van de WRK en van de CRK, en daarmee de

[13] Een richtlijn houdt in dat het te bereiken doel bindend is maar dat nationale instanties vrij zijn en in het kiezen van vorm en middelen om dat doel te bereiken.

belangrijkste adviseur van de regering op het gebied van kernenergie, werd de eerdergenoemde Jan Hendrik de Boer. De WRK publiceerde tussen 1962 en 1969 135 adviesrapporten over nucleaire aangelegenheden, waaronder de omgang met radioactief afval (Homburg 2007, 315).

De Kernenergiewet die in 1963 werd aangenomen, was een bijzondere raamwet (*lex specialis*) (*Staatsblad* 1963, no. 82). Ze had twee doelstellingen, namelijk 'de bevordering van een goede ontwikkeling op het gebied van het vrijmaken van kernenergie en de aanwending van radioactieve stoffen en straling uitzendende toestellen', en 'de bescherming van mens en milieu tegen de hieraan verbonden gevaren' (Uylenburg et al, 2007, p.14; Baas, 1986, p.56). Die tweede doelstelling was bij de parlementaire behandeling van de ontwerp-Kernenergiewet aan de orde geweest. Voor het regelen van de veiligheidsaspecten kwamen er afzonderlijke uitvoeringsbesluiten en -beschikkingen. Zo werd de veiligheid van het transport van radioactief materiaal, inclusief het afval, tussen 1966 en 1971 geregeld in afzonderlijke reglementen voor het vervoer per spoor (*Staatsblad* 1966 no. 556, bijlage 1), over de weg (*Staatsblad* 1968, no. 207, bijlage 1) en over de binnenwateren (*Staatsblad* 1971, no. 778, bijlage 11). Er kwamen regels voor onder andere de hoeveelheid materiaal, de maximaal toegestane activiteit per verzonden stuk, de verpakking, en de wijze van laden. Deze regels waren afgeleid van de *Regulations for the safe transport of radioactive materials*, die het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) sinds begin jaren zestig had opgesteld (ICK, 1975, p.10). De bescherming tegen ioniserende straling werd nu als onderdeel van de Kernenergiewet geregeld, zoals in het Radioactieve stoffenbesluit Kernenergiewet en het Toestellenbesluit Kernenergiewet. Het Besluit Kerninstallaties Kernenergiewet regelde de stralingsbescherming in relatie tot kernenergie. De Kernenergiewet trad 1 januari 1970 in zijn geheel in werking.

2.3 De vroege praktijk

Nederland produceerde al radioactief afval voordat eind 1968 de eerste Nederlandse kerncentrale in Dodewaard werd opgestart. Dat gebeurde door onderzoeksinstituten als RCN, KEMA en het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek (IKO), en door ziekenhuizen en universiteiten. KEMA begroef sinds 1956 zijn afval op het eigen terrein in Arnhem. Omstreeks 1980 werd met het opgraven ervan begonnen. Een enkele keer haalde in die beginjaren het Nederlandse radioactief afval de media. In 1957 werd de vondst van een aantal gemuteerde kikkers in een sloot op enkele tientallen meters van het IKO in Amsterdam door de pers in verband gebracht met het lozen van vloeibaar radioactief materiaal door het instituut. Dat het IKO afval loosde op de sloot, werd door niemand ontkend, ook niet door de directie van het IKO. 'We hebben hier geen riolering, en er zijn nu eenmaal

bepaalde dingen die je kwijt moet, van tijd tot tijd', aldus kernfysicus A.H.W. van Aten, in *Vrij Nederland*. Hij beargumenteerde dat het afval niet gevaarlijk was. 'We werken hier strikt volgens de regels van een Amerikaanse commissie, die allerlei limieten heeft vastgesteld voor de radioactiviteit van water en bodem. We zijn nog nooit boven die limieten uitgekomen. Sterker nog: het water in de sloot waar die gekke kikkertjes gevonden zijn is niet méér radioactief dan het drinkwater dat uit uw kraan komt'. IKO-directeur Gugelot geloofde evenmin in de relatie tussen het radioactief afval en de gemuteerde kikkers. Hij stelde dat men niet moest vergeten 'dat dat beetje radioactief jodium en goud dat wij in de sloot gooien, eenvoudig niets is vergeleken bij andere stoffen, die we erin kwijtraken. Die andere stoffen zijn soms erg giftig. Ook dat kan wel een rol gespeeld hebben' ('Wanstaltige kikkers', 1957, p.3). Of de ioniserende straling van het afval hier tot mutaties had geleid, of dat er andere oorzaken waren, bleef onopgehelderd. De argumentatie van Gugelot laat wel zien dat eind jaren vijftig het lozen van soms erg giftig vloeibaar afval op het oppervlaktewater in het algemeen niet als een probleem werd gezien.

Lozen en storten in zee van industrieel chemisch en militair afval, en verontreinigde baggerspecie, was internationaal een gebruikelijke praktijk. We zagen al dat de VS en het VK dat in de tweede helft van de jaren veertig deden met radioactief afval. Eind jaren vijftig groeiden internationaal de zorgen over de verontreiniging van het mariene milieu. Dit betrof overigens niet alleen radioactief afval, maar ook organochloorverbindingen en ander chemisch afval dat gestort werd in de Atlantische Oceaan en de Noordzee (Suman, 1991, pp. 561–562). Hiertegen kwam steeds vaker maatschappelijke verzet. Zo leidde in 1971 de voorgenomen lozing van 600 ton dichloorethaan door het Nederlandse schip de *Stella Maris* in internationale wateren voor de Noorse kust tot onrust in Noorwegen ('Nederland slaat', 1971, p.1). In 1972 zou het Verdrag van Oslo tot voorkoming van de verontreiniging van de zee worden getekend, dat dergelijke praktijken inperkte. Het Verdrag stelde geen regels voor radioactief afval.

De *United Nations Conference on the Law of the Sea* (UNCLOS, 1958) riep het IAEA op om wetenschappelijke studies naar de veiligheid voor mens en milieu van radioactief-afvalstortingen in zee te verrichten en internationaal geldende regels voor dumpingen op te stellen. Het IAEA was een jaar eerder op initiatief van de VS opgericht, en viel onder de vlag van de Verenigde Naties. Het had tot taak om het *Atoms for Peace*-programma voor de vreedzame toepassingen van nucleaire technologie te stimuleren en te controleren. Naar aanleiding van de oproep van UNCLOS richtte het IAEA een ad-hoc panel op dat concludeerde dat het bij het dumpen met name ging om vast radioactief afval met lage en middelhoge activiteit. Dit mocht alleen onder gecontroleerde omstandigheden gedumpt worden. Hoogradioactief afval werd vooral opgeslagen in tanks, en in het geval van

verbruikte splijtstof gezien als onderdeel van een opwerkingscyclus (IAEA, 1961, p. 58).

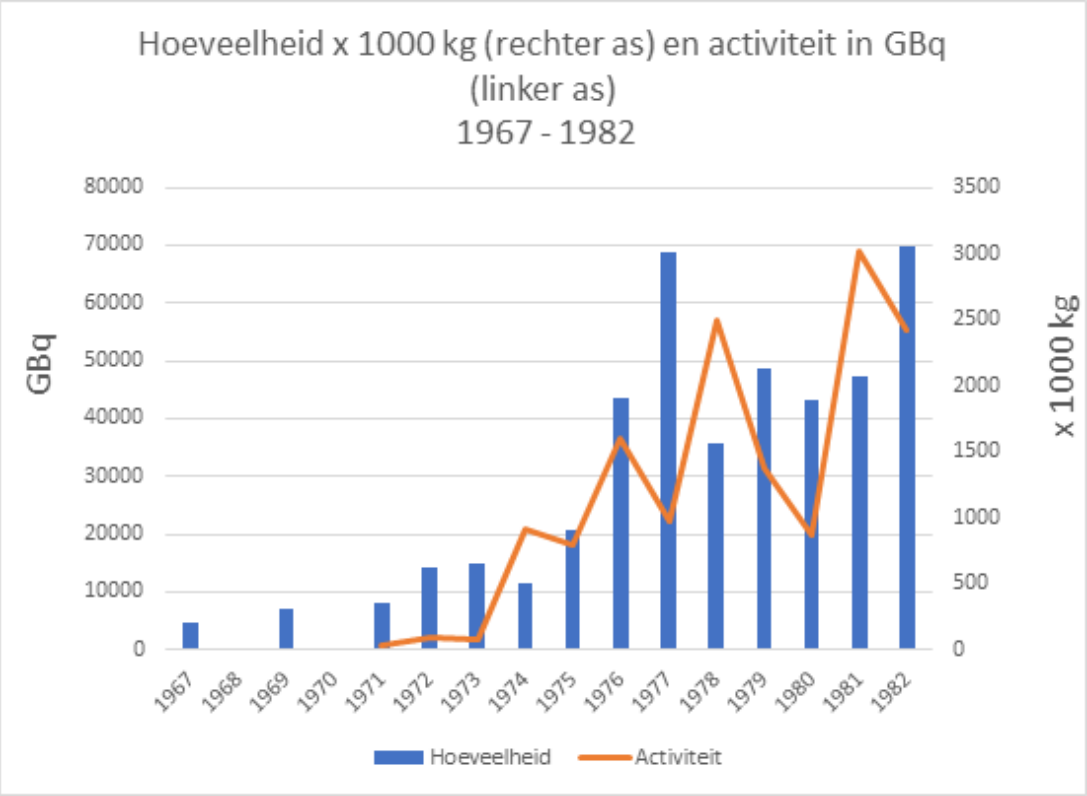
In ieder geval sinds 1960 loosde ook Nederland incidenteel laag- en middelradioactief afval in zee, terwijl sommigen ook spreken over dumpingen van radioactief afval die al in de jaren vijftig plaatsvonden (Damveld 2016, bijlage 1). Over die eerste stortingen is niet veel bekend. Het vaste afval werd in de beginjaren meegegeven met lijndienstschepen naar bijvoorbeeld Zuid-Amerika, en aan marineschepen. RCN te Petten loosde sinds de jaren zestig laagactief afvalwater via een pijpleiding in zee. In mei 1962 berichtte dagblad *De Tijd* over de aanleg van een plastic leiding van 4,5 kilometer lengte in de Noordzee ten behoeve van lozingen ('Kernafval bij Petten', 1962, p.2). RCN kreeg een vergunning om per etmaal maximaal 0,015 Curie (0,56 GBq) in zee te lozen. De chef van de dienst Afvalbehandeling van RCN stelde in 1968: 'De lozing gaat gepaard met een grondig en gedetailleerd onderzoek over de eventuele biologische gevolgen van lozing van zwak radioactief afvalwater in zee. Tot nu toe is geen enkel effect geconstateerd' (Smeets 1968, pp. 580-582).

In de loop van de jaren zestig werd de praktijk van lozen en dumpen ingebed in een stelsel van (deels internationale) regels en afspraken. De praktijken werden onderworpen aan (inter)nationale bepalingen en normeringen, waarop ook toezicht werd gehouden. Het Euratom-verdrag regelde dat de aangesloten leden de Euratom-organisatie op de hoogte stelden van 'elk plan voor de lozing van radioactieve afvalstoffen, in welke vorm ook, om vast te kunnen stellen of de uitvoering van dat plan een radioactieve besmetting van het water, de bodem of het luchtruim van een andere lidstaat ten gevolge zou kunnen hebben' (artikel 37). Ook het Europees Kernenergieagentschap (ENEA) ging een rol vervullen in de Europese regelgeving rond nucleaire veiligheid en radioactief afval. Het ENEA was in 1958 opgericht door de Organisatie voor Europese Economische Samenwerking (OEES, 1947), om samenwerking op nucleair gebied in Europa te bevorderen. Sinds begin 1957 kende de OEES – de voorloper van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), die in 1961 werd opgericht – twee werkgroepen op dat terrein. De eerste onderzocht de harmonisatie van wetgeving bij lidstaten op het gebied van aansprakelijkheid voor schade door nucleaire activiteiten. De tweede hield zich bezig met volksgezondheid en veiligheid. Die twee OEES-werkgroepen gingen in 1958 op in het ENEA.

In 1963 stelde de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid een speciale ophaaldienst in voor radioactief afval. Dit gebeurde op aanraden van de Gezondheidsraad en werd ondersteund door het ministerie van Verkeer en Waterstaat. Hiertoe werd op het terrein van RCN te Petten een ruimte ingericht als opslagplaats voor het laag- en middelactief afval uit ziekenhuizen en laboratoria, en

later ook kerncentrales (Kamerstukken II 1961/1962, 5861, nr. 47a, p.9; 'Radioactief afval verdwijnt', 1962, p.6). Een speciale ophaaldienst haalde het afval op bij zo'n 200 verschillende adressen door heel Nederland. Het hoofd van de stralingscontroledienst van RCN zei in een interview in 1999 dat de ophaaldienst 'tegen onze zin was' en niet paste bij een onderzoeksinstelling. Daarnaast raakte de noordwesthoek van het terrein, waar het afval verzameld werd, snel vol. Dat was een belangrijke reden om tot zeedumping over te gaan (Andriesse, 2000, p. 149). Dit radioactief afval werd vervolgens vanuit Petten naar IJmuiden vervoerd, waar het aan boord werd gebracht van een schip, dat het op een afgesproken locatie overboord zette. In 1965 besloot Nederland officieel tot 'verwijdering door dumping in zee' onder supervisie van het ENEA. Het agentschap wees een 4.000 meter diepe trog op 750 kilometer ten noordwesten van Spanje aan als dumpplek voor laag- en middelradioactief afval van een aantal Europese landen, waaronder Nederland. Vanaf 1967 stortten deze landen hier hun afval onder toezicht van het ENEA, dat in 1972 zijn naam veranderde in NEA (*Nuclear Energy Agency)*. Aanvankelijk vonden de Nederlandse stortingen tweejaarlijks plaats, maar vanaf 1971 voer ieder jaar een schip met radioactief afval de oceaan op (zie grafiek 2).

Grafiek 2 Door Nederland tussen 1967 en 1982 onder supervisie van het NEA in de Atlantische Oceaan gestort gecementeerd radioactief afval



Bron: grafiek gemaakt op basis van IAEA-gegevens (IAEA, 1999).

2.4 Opwerking van gebruikte splijtstof bij Eurochemic

Nederland koos ervoor om gebruikte brandstofstaven van kernreactoren op te laten werken en dus te hergebruiken. Deze techniek was en is niet onomstreden omdat er bij opwerking plutonium wordt afgescheiden, dat als grondstof voor kernwapens kan worden gebruikt, als de kwaliteit goed genoeg is. Omdat het opwerkingsproces grote investeringen vergt, is het voor kleinere kernenergielanden aantrekkelijk om opwerking in samenwerking met andere landen te organiseren, of dit te laten doen door landen die over opwerkingsfaciliteiten beschikken. Naast gebruikte splijtstof had Nederland ook ander hoogradioactief afval, bijvoorbeeld staalmonsters en vervangingsonderdelen uit de HFR in Petten. Deze werden aanvankelijk opgeslagen in een betonnen bunker op het RCN-terrein (Goedkoop, 1995, p. 139).

In 1956 besloot een aantal Europese landen – waaronder Nederland – gezamenlijk een opwerkingsfabriek voor gebruikte brandstofstaven op te richten. Dit gebeurde in het kader van de OEEC, in samenwerking met industriële partners. Het in december 1957 opgerichte bedrijf Eurochemic had twaalf landen als aandeelhouder (Nederland tot 1974). In 1958 zou ook Spanje als aandeelhouder toetreden. Het Verenigd Koninkrijk deed niet mee en ontwikkelde zelf een opwerkingsfabriek.

Als locatie werd gekozen voor het Belgische Dessel, vlak over de Nederlandse grens. De Nederlander Teun J. Barendregt, eerder betrokken bij JENER, werd er technisch directeur. Het naastgelegen Studiecentrum voor de Toepassingen van Kernenergie (SCK-CEN) kreeg de zorg voor het afval dat Eurochemic produceerde (Wolff, 1996, pp. 89–93, 101–103, 108). Over dat afval vertelde Barendregt in het Algemeen Handelsblad dat dit eerst in afgeschermde tanks werd opgeslagen en daarna in glas verwerkt. Zodoende kon er controle op gehouden worden. Volgens hem was het ‘véél beter als men precies weet waar men zijn actieve stoffen heeft opgeslagen en dat men ook weet hoe groot de voorraad is. Het is veel riskanter het ‘ergens in zee te storten of in een verlaten mijn te deponeren, omdat men er dan geen oog meer op heeft’ (Leeflang, 1963, p.4). Verder werd er een overeenkomst gesloten om te verhinderen dat grondstoffen en diensten van Eurochemic voor militaire doeleinden gebruikt konden worden. In 1966, tien jaar na het besluit tot samenwerking, stelde de Belgische koning Boudewijn Eurochemic in gebruik. Het bedrijf kon niet concurreren met nationale opwerkingsfabrieken en zou in 1974 de deuren sluiten.

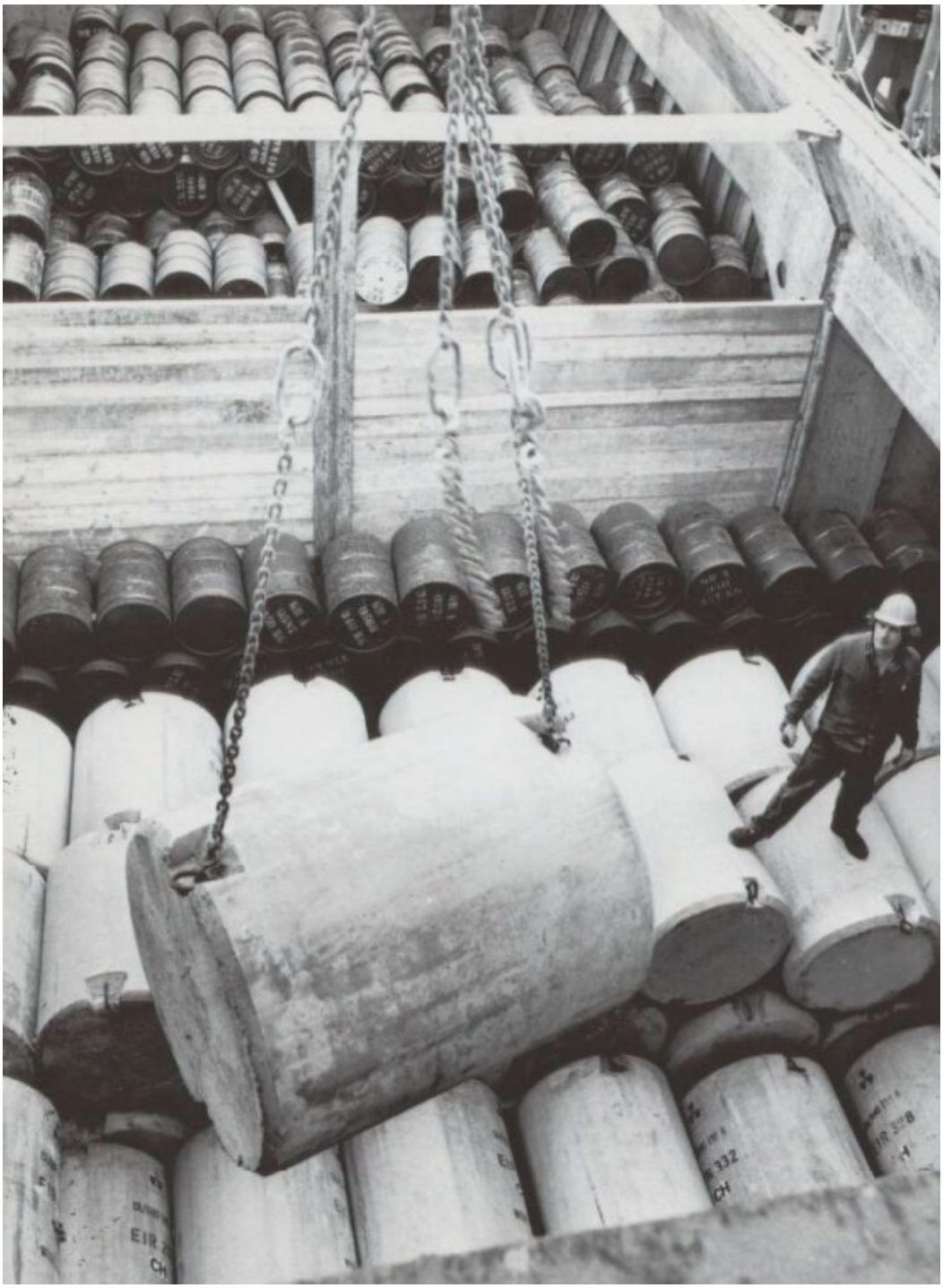
Nog voordat de bouwwerkzaamheden gereed waren, en de fabriek een vergunning had van de Belgische overheid, bracht eigenaar Euratom van de Hoge Flux Reactor in Petten in februari 1965 een eerste lading gebruikte brandstof naar Eurochemic. Het werd er opgeslagen in een tijdelijk waterbassin (Wolff, 1966, pp.204, 207-208). Uiteindelijk zou Eurochemic in de tweede helft van 1966 beginnen met de

opwerking van in totaal zo'n 4.000 kilo uranium (Kamerstukken II 1996/1997, 25422, nr. 1). Contractueel was afgesproken dat het bij de opwerking geproduceerde afval in België zou blijven. Naast brandstof van de HFR in Petten, werkte Eurochemic ook Nederlandse brandstofstaven op van de Athene-onderzoeksreactor van de Technische Universiteit Eindhoven en van de kernenergiereactor in Dodewaard.

Met de aanbieders van de op te werken brandstof was afgesproken dat ze die zouden aanleveren in hun eigen, door Eurochemic goedgekeurde containers. De opwerkingsfabriek verzorgde de teruglevering van de opgewerkte brandstof en bleef eigenaar van de bij de opwerking geproduceerde nevenproducten (al dan niet aangemerkt als afval). Hieraan werd midden jaren zestig waarde toegedicht omdat er elementen in zaten die eruit gewonnen en gevaloriseerd konden worden.

Van het afval dat Eurochemic produceerde, werd het gasvormig laagradioactief afval na filtering in de lucht uitgestoten. Het laag- en een deel van het middelradioactief vloeibare en vaste afval werd volgens afspraak overgebracht naar het Belgisch nucleair onderzoekscentrum SCK-CEN, dat het bewerkte en deels in het riviertje de Nete loosde (waarschijnlijk het laagradioactief afvalwater). Een ander deel werd gestort in vaten, die het Britse schip Topaz vanuit de haven van Zeebrugge dumpte in de Atlantische Oceaan, als onderdeel van het door ENEA (later NEA) gecoördineerde internationale dumpingprogramma. Eurochemic-afval maakte in 1969 voor het eerst deel uit van deze gecontroleerde dumpingen (Wolff, 1996, pp. 337–345).

Het meeste middelactief afval en al het hoogactief afval werd opgeslagen op het terrein van Eurochemic. Toen begin jaren zeventig de beslissing was genomen om de opwerkingsactiviteiten van Eurochemic te beëindigen, besloot Nederland om uit het consortium te stappen en zijn aandeel in de daaropvolgende jarenlange ontmantelingsperiode af te kopen met 180 miljoen Belgische franken (zo'n 4,5 miljoen euro). Alle overige aandeelhoudende landen bleven wel in het consortium totdat het bedrijf was ontmanteld. Toen het bedrijf in 1974 zijn opwerkingsactiviteiten stopte, zat er 20 m^3 aan hoogradioactief vast afval in de tanks van de in 1968 gereedgekomen onderwateropslagfaciliteit. Ook was er circa 865 m^3 vloeibaar hoogradioactief afval. Daarnaast lag er begin 1975 circa 2.000 m^3 vloeibaar middelactief afval opgeslagen (Wolff, 1996, p. 362).



500 ton Zwitsers radioactief afval wordt geladen op de Topaz, juli 1975. Foto: Nationaal archief, fotocollectie Spaarnestad.

2.5 Maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen

Tien jaar nadat Jan Hendrik de Boer de Nederlandse regering had gewezen op belangrijke nog onbeantwoorde vragen rond nucleaire technologie (waaronder de kwestie van het afval), en had gevraagd daarmee rekening te houden in het beleid, klonken vanuit de wetenschappelijke wereld meer en ook anders getoonzette geluiden. Er was in de jaren zestig veel veranderd. Nederland had nu radioactief afval uit onderzoeksreactoren en een werkende kerncentrale. Tegelijkertijd was de maatschappij fundamenteel veranderd. In de tweede helft van de jaren zestig ontstond een tegenbeweging die zich keerde tegen traditionele vormen van besluitvorming, die bevoogdend, regentesk en autoritair zouden zijn. De positie, rol en macht van traditionele autoriteiten – bestuurlijk, religieus en wetenschappelijk – werden betwist. Ook het vertrouwen in hen nam af.

Die tegenbeweging zou zich gaan manifesteren op tal van maatschappelijke domeinen. Zo kreeg het onderwijs onder meer te maken met de Maagdenhuisbezetting (mei 1969), ontstond in de gezondheidszorg de zogenoemde antipsychiatrie en verzetten het Witte Fietsenplan (1965) en ‘Stop de Kindermoord’ (1973) zich tegen de autogerichte planning van steden. Bij het watermanagement kwam verzet tegen de Oosterscheldedam, bij defensie tegen het NAVO-lidmaatschap en de dienstplicht. Groepen burgers emancipeerden, demonstreerden en eisten meer inspraak in de besluitvorming. Het begrip vooruitgang kreeg een nieuwe invulling. Democratisering op alle niveaus werd een doel, zelfontplooiing en een kritische houding tegen autoriteit en macht werden nastrevenswaardig.

Deze veranderingen waren ook van grote invloed op het maatschappelijke debat over kernenergie, en in het kielzog daarvan ook op de discussie over radioactief afval. Voor de tegenbeweging van zogenoemde kabouters en andere groepen van autoriteit- en maatschappijkritische burgers zou nucleaire technologie symptomatisch worden voor bijna alles wat fout was met de wereld: het megalomane en het gebrek aan menselijke maat, het vergroten van de verschillen tussen oost en west en tussen arm en rijk, het veronachtzamen van de natuur en het milieu, en het doorschuiven van de negatieve effecten ervan naar volgende generaties. In hoofdstuk 3 zullen we zien hoe begin jaren zeventig een deel van de maatschappij zich heftig ging verzetten tegen kernenergie, wat het debat over radioactief afval sterk zou beïnvloeden. Hier bezien we kort hoe eind jaren zestig ook binnen het wetenschappelijk domein de discussie over kernenergie en stralingsveiligheid toenam.

Een belangrijke rol in die discussie speelden de ontwikkelingen in de VS in de jaren zestig, en met name het debat rond de veiligheid van lage doses ioniserende straling en de geldigheid van het *linear non-threshold dose-response model* (LNT) (zie bijlage 2). Nieuwe berekeningen over blootstelling aan straling die vrijkwam bij bovengrondse kernproeven, verontrustten sommige Amerikaanse wetenschappers omstreeks 1960. De centrale stem van die wetenschappers die twijfel hadden bij de onschuld van lage doses straling, werd de biochemicus John Gofman. Gofman was in de jaren veertig als pas gepromoveerde nucleaire en fysische chemicus betrokken geweest bij het Manhattan-project, het geheime Amerikaanse project tijdens de Tweede Wereldoorlog om een atoombom te produceren. In 1963 werd hij hoofd van de biomedische onderzoeksafdeling van het *Lawrence Livermore National Laboratory*, dat hij mede op verzoek van de Atomic Energy Commission (AEC) had opgericht. Op een symposium voor nucleaire wetenschappers in 1964 wees Gofman op een gebrek aan gegevens over de invloed op de gezondheid van blootstelling aan lage niveaus van ioniserende straling. Hier moest meer onderzoek naar gedaan worden, aldus Gofman. Samen met zijn collega Arthur Tamplin analyseerde hij de gevolgen van straling bij de overlevenden van de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki. Op basis van hun onderzoek stelden ze in 1969 een sterke verlaging voor van de federale normen voor blootstellingen aan lage radioactiviteit. Hiermee kwamen ze in botsing met de AEC, die deze bevindingen in eerste instantie bestreed. Omdat ze bij de AEC geen gehoor vonden, besloten Gofman en Tamplin hun zorgen in 1971 publiek te maken met het boek *Poisened Power: The Case Against Nuclear Power Plants*. Dit werd een van de kiemen van de Amerikaanse antinucleaire beweging (Peace 2007) en lag tevens aan de basis van de anti-kernenergiebeweging in Nederland (Molenaar 1994, pp. 446).

Voordat in Nederland die anti-kernenergiebeweging van de grond kwam, hadden ook hier een aantal wetenschappers zich publiekelijk kritisch uitgelaten over kernenergie. Een voortrekkersrol hierbij vervulde het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers (VWO), dat in 1946 was opgericht naar aanleiding van de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki. De oprichters van het VWO vonden dat de wetenschap een maatschappelijke verantwoordelijkheid had en een taak in het voorkomen van politiek misbruik van wetenschappelijke kennis en verworvenheden. In de jaren vijftig en zestig had het VWO over het algemeen positief gestaan ten aanzien van nucleaire technologie voor civiele doeleinden. Eind jaren zestig echter veranderde een nieuwe generatie de koers van het VWO: ‘Het idealisme ten aanzien van de zegenrijke rol van de wetenschap kon niet langer het bindmiddel zijn. […] De nieuwe doelstellingen waren een progressief wetenschapsbeleid en een moreel verantwoorde beroepspraktijk die anticipeerden op een democratisering van de sturing van technologie en onderzoek.’ Deze jonge wetenschappers keken anders aan tegen ‘de risico's van op wetenschap gebaseerde innovaties zoals kernenergiecentrales’ (Molenaar, 1994, Hoofdstuk 6,

p.8). Een deel van hen wilde bovendien dat wetenschappers zich actiever met politiek en beleid bemoeiden dan het VWO van oudsher deed. Zij richtten in 1969 de Bond van Wetenschappelijke Arbeiders (BWA) op, die zich in de jaren zeventig ook zou gaan roeren in de kernenergiediscussie. In 1980 fuseerden VWO en BWA.

Een eerste zichtbare activiteit vanuit het VWO tegen nucleaire technologie was de oprichting in 1969 van de VWO-werkgroep Ultracentrifuge. Als reactie op plannen voor de uraniumverrijkingsfabriek UCN (later Urenco) in Almelo, publiceerde de werkgroep in 1970 de brochure *De Ultracentrifuge (UC): een goudmijntje of een gevaar voor de vrede?.*

UCN kwam voort uit een samenwerking tussen Nederland, West-Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Alle drie hadden interesse in het op industriële schaal verrijken van uranium. De samenwerking werd op 4 maart 1970 officieel bekrachtigd in het Verdrag van Almelo. In het Verenigd Koninkrijk werd de *Uranium Enrichment Company ltd.* (URENCO) gevestigd en voor het Nederlandse deel zag UCN het licht. Een *Joint Committee*, met vertegenwoordigers van de regeringen van de drie landen, hield toezicht op aspecten van veiligheid, beveiliging, export van technologie en producten, non-proliferatie en aanverwante zaken. UCN begon eind 1973 met de productie van verrijkt uranium en leverde de eerste hoeveelheden hiervan aan de kerncentrale in Dodewaard in hetzelfde jaar.

Bij het proces van verrijking blijft verarmd uranium over. Dat werd deels op eigen terrein opgeslagen, deels in Frankrijk omgezet in uraniumoxide, dat na terugkeer bij COVRA wordt opgeslagen. In het verleden werd een deel van het verarmd uranium ook naar Rusland geëxporteerd, waar het bedrijf Tenex het verrijkte tot het gehalte van natuurlijk uraniumerts, zodat het op termijn als splijtstof voor bepaalde kernreactoren kon dienen. Critici vonden dit echter een vorm van afvaldumping en Greenpeace vroeg de Raad van State in 2007 om deze export naar Rusland te verbieden. De Raad ging niet mee in die eis. Ze oordeelde dat verarmd uranium geen afval is.

De ultracentrifugewerkgroep van het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers wees op de nauwe verwevenheid van civiele toepassingen (kernenergie) en militaire toepassingen (kernwapens) bij de ultracentrifuge-techniek voor uraniumverrijking. Ze hekelde de besluitvorming rond ultracentrifuge en UCN, waarbij een beperkte groep wetenschappers, hoge ambtenaren en politici de beslissingen nam. De rol van het parlement was in de ogen van de werkgroep te beperkt geweest, en de bevolking had geen enkele kans gehad zich erover uit te spreken. De VWO-werkgroep, die had samengewerkt met de Tweede Kamerfactie van de Pacifistisch Socialistische Partij (PSP) en de UC-werkgroep Hengelo, kreeg aandacht van de VPRO. Ook een in februari 1971 door het VWO georganiseerd

symposium over ultracentrifuge (met voor- en tegenstanders als sprekers) trok de nodige media-aandacht. De pers vervulde hier een rol als intermediair tussen wetenschappers en maatschappij en zorgde, samen met kleine linkse politieke partijen, voor het politiek-maatschappelijk agenderen van het thema.

Geïnspireerd door de werkgroep Ultracentrifuge, richtte de Groningse VWO-afdeling in de zomer van 1970 de VWO-werkgroep Kernenergie op. Dit gebeurde op de jaarlijkse Vosbergen-conferentie van theoretisch fysici (Molenaar 1994, pp 246, 446 noot 16). Deze en andere kernenergie-kritische wetenschappers gingen samenwerken met een groeiende groep bezorgde burgers, die geïnspireerd raakten door het in 1971 verschenen boek van Gofman en Tamplin.

Intermezzo 2: **Toezicht op Dodewaard en de media begin jaren zeventig**

Vlak voor de officiële ingebruikname van de kerncentrale in Dodewaard in maart 1969, besloot de regering dat er een overheidsorgaan moest komen dat bij het werken met radioactieve stoffen toezicht zou houden op de veiligheid van werknemers en het grote publiek. De Kernfysische Dienst (KFD), die op 1 november 1968 met zijn werk begon, viel onder het ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid. De KFD bestond uit een aantal jonge HTS-ingenieurs, die in de herinnering van een oud-medewerker uit de beginfase, hun werk deden in goede verstandhouding met de organisaties ‘maar daarom niet minder verantwoordelijk’ (VROM 2008, pp. 11-12). Aanvankelijk was de rol van de KFD beperkt tot adviseren over nucleaire apparatuur en installaties, maar zonder duidelijke toezichthoudende en controlerende functies. Dat veranderde in 1970 toen de dienst daadwerkelijk ging toezichthouden en controleren (VROM 2008, pp. 12-15).

Begin 1972, toen de maatschappelijke context rond kernenergie aan het veranderen was, kwam de KFD volop in het nieuws. Journalisten maakten onder meer melding van een lekkage in het koelsysteem van de centrale in Dodewaard (‘Kerncentrale heeft lekkage’, 1972, p.3). Tussen 1969 en 1971 zou de stralingsdosis waaraan het personeel was blootgesteld verdrievoudigd zijn, en zelfs vervijfvoudigd als ook het externe onderhoudspersoneel werd meegerekend. In zijn weerwoord benadrukte de directeur van de KFD dat er geen aanleiding was gevonden voor een speciaal onderzoek naar de veiligheid in Dodewaard, aangezien men door reguliere controle ‘volledig op de hoogte was van de situatie’ (‘Geen onderzoek naar’, 1972, p.3; ‘Geen onderzoek Kernfysische Dienst’, 1972, p.4).

De media-aandacht leidde tot Kamervragen. De minister antwoordde dat de stralingswaarden in de centrale ruim onder de toelaatbare norm lagen. Ook het

vervoer van radioactief afval van Dodewaard naar de centrale opslagplek bij het Reactor Centrum Nederland (RCN) te Petten gebeurde volgens zorgvuldig opgestelde regels, aldus de minister. Het afval bevond zich in een gesloten bodewagen van de bodedienst *Stad Alkmaar*, in 'stalen vaten, voorzien van een deksel met knevelsluiting'. Elke rit werd bovendien begeleid door een gekwalificeerde stralingsbeschermingsdeskundige van RCN met meetapparatuur (Aanhangsel Handelingen I 1971/1972, nr. 1279). Desondanks werd, op aandringen van de Arbeidsinspectie, de kerncentrale Dodewaard in mei 1972 tijdelijk stilgelegd voor extra onderzoek. Er was opnieuw een scheurtje ontdekt in een leiding bij het reactorvat. Voor een deel van de pers was dit opnieuw aanleiding om zorgen te uiten over de veiligheid van de centrale en de toezichthoudende taak van de KFD (Gaanderse, 1972, p.5; 'Veiligheid kerncentrale', 1972, p.4).

De media speelden zo in de eerste helft van 1972 een rol in het agenderen van maatschappelijke zorgen over de veiligheid van kernenergie op de politiek-bestuurlijke agenda. Zorgen over de veiligheid van de hele keten, inclusief het radioactief afval, het transport daarvan en het toezicht erop door de KFD, werden door sommige media breed uitgemeten. De veiligheid van nucleaire technologie kwam onder een vergrootglas te liggen. Het hing ervan af aan welke kant je in de kernenergiediscussie stond of je vond dat het vergrootglas zorgelijke praktijken liet zien die anders onzichtbaar waren gebleven, óf dat het vergrootglas die werkelijkheid vertekende en het juiste perspectief wegnam. Mede als gevolg van de media-aandacht werd radioactief afval politiek-maatschappelijk geproblematiseerd. 'Hoe ging Nederland om met het geproduceerde radioactief afval als er in de toekomst meer kerncentrales gingen komen?', vroeg *Trouw* zich in maart 1972 af ('Radio-actief afval wordt', 1972, p.9).

Dat een deel van de samenleving de omgang met radioactief afval inmiddels als een probleem zag, bleek in 1974. Toen protesteerde de Stroomgroep Dodewaard tegen de in haar ogen onveilige opslag van radioactief afval op het terrein van de kerncentrale. Het aantal afvalvaten groeide er snel, mede omdat de ophaaldienst van RCN in Petten een flink deel daarvan niet wilde meenemen. De vaten voldeden niet aan de internationale normen voor afmetingen en gewicht, waardoor ze niet in aanmerking kwamen voor storting in de Atlantische Oceaan onder auspiciën van het Nucleaire Energieagentschap (NEA).

De KFD sommeerde de kerncentrale om het afval voor 1 december 1975 van het terrein te verwijderen, of het op te slaan in een daarvoor geschikte loods. Omdat het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne weigerde om de centrale een vergunning voor afvalopslag op het eigen terrein te verlenen, ontstond er een patstelling. In een spoedoverleg werd in november 1975 afgesproken dat van de 550 vaten op het terrein van Dodewaard er 350 naar RCN in Petten gingen. 150

werden er gereedgemaakt voor dumping in zee en 50 werden opgeslagen in een nieuw te bouwen loods op het terrein van Dodewaard. De kerncentrale trok 10 miljoen gulden uit voor de uitbreiding van de eigen afvalopslagcapaciteit (‘Dodewaard breidt’, 1976, p.11).

In 1983 werd het storten van laag- en middelactief afval in zee internationaal verboden. De KFD ging in 2015 op in de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS).

3 Radioactief afval als maatschappelijk vraagstuk (1972-1980)

In de jaren zeventig richtte de regering zich op uitbreiding van kernenergie in Nederland. Hieraan verbond zij de voorwaarde van een aanvaardbare oplossing voor het radioactief-afvalvraagstuk. Door de opkomst van de anti-kernenergiebeweging kreeg het kernenergiedebat een nieuwe dynamiek. Ook radioactief afval kwam volop op de maatschappelijke agenda te staan. In binnen- en buitenland groeide de maatschappelijke weerstand tegen het dumpen van radioactief afval op zee. Dat leidde tot een internationaal verbod op zeedumpingen van hoogradioactief afval. De aankondiging van de regering om via proefboringen de mogelijkheden te verkennen van het opbergen van radioactief afval in ondergrondse zoutlagen in Groningen en Drenthe, stuitte op lokaal en regionaal verzet, zowel maatschappelijk als politiek. Proefboringen en de resultaten ervan zouden geen deel gaan uitmaken van de Brede Maatschappelijke Discussie (BMD) over het Nederlandse energiebeleid, die eind jaren zeventig werd voorbereid.

3.1 Radioactief afval en de Nederlandse beleidsagenda

Een belangrijk moment in de internationale milieupolitiek was de *Conference on the Human Environment* die de Verenigde Naties in juni 1972 in Stockholm organiseerden. Daar werd opgeroepen om via internationale wetgeving het dumpen van afval in oceanen te voorkomen. Dat leidde hetzelfde jaar nog tot de *London Dumping Convention* (30 oktober tot 13 november) waar 92 landen, waaronder Nederland, afspraken dat er onder meer geen hoogactief afval in de oceanen gestort zou worden.[14] Nederland stortte overigens geen hoogactief afval in zee. Laag- en middelactief afval dumpen mocht volgens de conventie wel, maar alleen met een vergunning van de nationale overheid (zie grafiek 2 op pagina 53). Informatie over de hoeveelheid en de aard van het te dumpen materiaal moest worden doorgegeven aan het secretariaat van de *International Maritime Organization* in Londen. Deze organisatie van de Verenigde Naties stelde vervolgens de andere deelnemende landen van de dumping op de hoogte. Het Internationaal Atoomagentschap (IAEA) stelde de normen vast om te bepalen welk

[14] Voluit: *Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter*.

radioactief afval in aanmerking kwam voor een vergunning voor dumping in de oceaan. Deze conventie trad in 1975 in werking (Ringius 2001, pp.28-29).

Radioactief afval kwam in 1972 ook anderszins op de Nederlandse beleidsagenda. In dat jaar presenteerde het kabinet een nieuwe nota voor het kernenergiebeleid, die bekend werd onder de naam van de minister van Economische Zaken die hem indiende (nota-Langman). In lijn met de raming van Euratom ging deze nota uit van een groei van het percentage kernenergie in de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. Tegen 2000 zou het aandeel van kernenergie de helft van de Nederlandse elektriciteitsproductie moeten bedragen (Kamerstukken II 1971/1972, 11761, nr. 2, p.2). Ook de productie van radio-isotopen voor industriële en technische toepassingen, en de nucleaire geneeskunde zou volgens de nota verder toenemen.

In de nota-Langman erkende de regering de noodzaak om een oplossing te vinden voor het radioactief afval. Daarbij koppelde ze de afvalkwestie niet alleen aan kernenergie, maar ook aan andere toepassingen van nucleaire technologie. De regering concludeerde dat ‘het toenemend gebruik van radioactieve stoffen in laboratoria, ziekenhuizen en bij de industrie leidt tot een toenemend aanbod van radioactieve afvalstoffen, terwijl bij uitbreiding van het aantal kerncentrales een verdere toeneming te verwachten is’ (Kamerstukken II 1971/1972, 11761, nr. 2, p.10). Na de constatering dat de toename van radioactief afval een realiteit was, meldde de regering dat ‘ter bestudering van de daaraan verbonden problemen […] een werkgroep [is] gevormd, bestaande uit vertegenwoordigers van het RCN, de overheid en de elektriciteitsbedrijven’. Ze merkte op dat Nederland niet rechtstreeks te maken had met hoogradioactieve stoffen afkomstig uit de splijtstofcyclus, vanwege het contract met Eurochemic (Kamerstukken II 1971/1972, 11761, nr. 2, p.10). Naast de RCN-werkgroep, bestudeerde ook de Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie (WRK) de toekomstige omgang met radioactief afval in Nederland. Deze publiceerde in de zomer van 1972 het rapport *Vestigingsplaatsen van energiereactoren en de opslag van radioactief afval*. Zowel de RCN-werkgroep als de WRK pleitten in hun adviezen voor de opslag van radioactief afval in ondergrondse zoutkoepels.

De regering, met de minister van Economische Zaken voorop, presenteerde haar plannen met kernenergie in een nota, onderbouwde die met adviezen van wetenschappers, consulteerde de industrie (inclusief de elektriciteitssector), hield rekening met internationale afspraken over grensoverschrijdende kwesties en normstellingen, en kwam vervolgens na debatten met de volksvertegenwoordiging met een besluit. Deze gebruikelijke werkwijze had nu echter te maken met een sterk veranderde sociale context. Maatschappelijke actoren gingen zich in toenemende mate uitlaten over de besluitvorming rond kernenergie. Niet lang

voordat de nota-Langman verscheen, had een groep burgers samen met een aantal wetenschappers de Werkgroep Atoom opgericht. Een deel van de nationale pers bood hen een platform waarmee kernenergie en in het kielzog daarvan radioactief afval, breed maatschappelijk werden geagendeerd.

3.2 Een gewijzigde maatschappelijke context

Twee weken voor de presentatie van de nota-Langman, opende *de Volkskrant* met een aantal artikelen met een negatieve teneur over kernenergie. De journalisten hekelden met name de veiligheidssituatie bij de kerncentrale in Dodewaard (zie ook intermezzo 2). Onder de kop 'Gevaar dreigt in kerncentrale. Dodewaard raakt radio-actief vervuild' bekritiseerde het artikel de praktijk van en het beleid ten aanzien van kernenergie in Nederland. Het deels op informatie van klokkenluiders gebaseerde openingsartikel ging onder meer over het slechte onderhoud van Dodewaard, gebrekkige veiligheidseisen, angst onder het personeel, gevaarlijke transporten van radioactief materiaal en het 'ernstige probleem' van het afval: 'dat nog groter wordt als er steeds meer kerncentrales komen' ('Gevaar dreigt', 1972, p.1). Daags erna stond op de voorpagina een uitgelekte kopie van een opdrachtbrief voor transport van vaten met radioactief afval van Dodewaard naar RCN in Petten, met de zin: 'Vaten met hoge straling! […] Deze in het midden plaatsen' ('Giftiger splijtstof', 1972, p.1). Dit in het midden plaatsen van afvalpakketten met een hoog stralingsniveau is vandaag de dag nog steeds de meest gangbare praktijk bij het opslaan van radioactief afval.

Deze handelswijze – de objecten met de meeste straling omgeven door minder stralende objecten – was conform de regelgeving, die gebaseerd was op het zogenaamde ALARA-principe voor stralingsbescherming (*As Low As Reasonably Achievable*) Dit werd sinds 1973 aanbevolen door de ICRP (zie paragraaf 4.2 en bijlage 1). Het *Volkskrant*-artikel vermeldde dit echter niet. Door het weglaten van die reguleringscontext riep het artikel het beeld op van onveilige situaties. Zo suggereerde de krant dat de overheid niet genoeg deed om de volksgezondheid te bewaken. Of *de Volkskrant* hier een punt had en er inderdaad iets schortte aan de veiligheid van het afvaltransport (of het toezicht erop), is moeilijk te beoordelen. De directeur van kerncentrale Dodewaard diende een klacht in over de berichtgeving in de krant, maar die werd ongegrond verklaard (Raad voor de journalistiek, 1973).

De Volkskrant gaf een stem aan de beginnende Nederlandse anti-kernenergiebeweging door koppen te gebruiken als: 'Radio-actieve straling belast personeel zwaar. Controle Dodewaard onvoldoende', 'Borssele even fout als Dodewaard', 'Riskant transport van reactorafval', 'Kerncentrales ook probleem in buitenland', en 'Ook Philips in Petten vervuild' (zie *de Volkskrant*, 16 maart 1972,

11). De krant publiceerde ook een interview met de eerdergenoemde Amerikaanse wetenschapper John Gofman, auteur van het boek *Poisoned Power* en oprichter van het *Committee for Nuclear Responsibility*. Volgens Gofman trok radioactief afval een te grote wissel op de toekomst: 'Radio-actieve afvalstoffen zijn nu al een probleem. We zitten ermee opgescheept. We dumpen ze in zee en zoeken andere mogelijkheden, zonder te weten wat de consequenties zijn voor de verder gelegen toekomst. Bij radioactiviteit moet je niet praten over dertig of honderd jaar. Je mag gerust tientallen eeuwen nemen. Ik vraag me af, of wij het recht hebben de toekomstige generaties op te zadelen met onze rommel' (Rodenburg, 1972, p.9). Het podium dat Gofman en zijn boek kregen in *de Volkskrant* gaf voeding aan een aantal Nederlandse wetenschappers en burgers die bezorgd waren over kernenergie. De berichtgeving in *de Volkskrant* leidde tevens tot Kamervragen.

3.3 Maatschappelijk betrokkenen gehoord

In de zomer van 1972 schreven de werktuigbouwkundig ingenieur Eric-Jan Tuininga en de natuurkundige Wim Turkenburg een alternatieve kernenergienota van 72 pagina's. Ze deden dit namens de werkgroep kernenergie van de Raad voor Milieudefensie en samen met de Groningse VWO-werkgroep Kernenergie (ondertekenaars: Wim Smit en Peter Boskma). Een van de onderwerpen die in de nota aan de orde kwamen, was 'lozingen en afval'. De alternatieve nota diende als discussiestuk voor de openbare hoorzitting van de vaste commissie voor Kernenergie van de Tweede Kamer in september van dat jaar. 'Met deze nota proberen wij de eenzijdige informatiestroom naar het parlement te doorbreken', betoogde Tuininga in *de Volkskrant*. 'Wij willen aantonen dat er zelfs bij insiders een groeiend onbehagen en twijfel is waar te nemen over de consequenties van de huidige ontwikkelingen in de kernenergie' ('Plannen kerncentrales opnieuw', 1972).

Tuininga en Turkenburg waren twee van de zeven vertegenwoordigers van de Raad voor Milieudefensie op de openbare hoorzitting die de Tweede Kamer op 14 september 1972 organiseerde naar aanleiding van de nota-Langman.[15] Daarnaast hadden nog zeven andere organisaties er belangstelling voor getoond: de Arnhemse instellingen van de elektriciteitsbedrijven (waaronder KEMA),[16] de Landelijke Vereniging tot behoud van de Waddenzee, de Vereniging milieuhygiëne Zeeland, de Nijmeegse biologenvereniging, het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI), de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS), en de Maatschappij Kritische Klub van medewerkers van RCN. De hoorzitting ging over

[15] De overige vertegenwoordigers waren: M. Chamelaun, C. Daey Ouwens (Milieudefensie), W.A. Smit (ook VWO-werkgroep kernenergie), Th. van Waas en J. Möller.

[16] Tot de Arnhemse instellingen behoorden behalve KEMA ook de Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (SEP) en de Vereniging van Directeuren van Electriciteitsbedrijven in Nederland (VDEN).

het toekomstige Nederlandse kernenergiebeleid. Er kwam tijdens de zitting dan ook veel meer ter sprake dan alleen radioactief afval. Wel werd duidelijk dat de besluitvorming over kernenergie inmiddels sterk gekoppeld was geraakt aan de kwestie van het hoogactief afval. Vertegenwoordiger H.A. van Dijk van de Maatschappij Kritische Klub van RCN was bijvoorbeeld niet tegen kernenergie, maar vond wel dat 'de bouw van kerncentrales dient te worden gestopt, totdat er voor het hoogactief afval een definitieve oplossing is gevonden' (Kamerstukken II 1972, 11761, nr. 3, p.4).

Ook de meeste andere deelnemers gingen tijdens de hoorzitting in op radioactief afval. KEMA-directeur Went verklaarde 'dat de problemen van de afvalbehandeling in het verleden te licht zijn opgenomen. De oplossingen zijn in principe wel bekend, maar de toepassingen moeten nog verder ontwikkeld worden. Allen die iets met kernenergie te maken hebben, besteden daar nu grote aandacht aan.' Op de vraag van de vaste Kamercommissie of het mogelijk was om de ontwikkeling van kernenergie met een jaar of tien te vertragen om in de tussentijd een oplossing te vinden voor het afvalprobleem, antwoordde Went dat dat niet nodig was. Er werd in Nederland in de komende decennia zo weinig afval geproduceerd dat tijdelijke opslag verantwoord was: 'Ondertussen kan aan definitieve opslagmogelijkheden gewerkt worden' (Kamerstukken II 1972, 11761, nr. 3, pp.1-2).

Het probleem van definitieve opslag werd volgens KEMA vooral veroorzaakt door de transuranen in het afval van de splijtstofopwerkingsfabrieken.[17] Dat afval zou slechts 100 tot 300 jaar hoeven te worden opgeslagen ('bijvoorbeeld in een zoutformatie') als het zou lukken om de transuranen volledig van dit afval te scheiden: 'een oplossing moet worden gevonden in de richting van "uitbranden" door een neutronenbombardement in de kern van een snelle reactor' (Kamerstukken II 1972, 11761, nr. 3, p.2). Ook het KIVI, Nederlands grootste ingenieursvereniging, zag geen grote problemen rond het radioactief afval. Niet alleen werd dit in Euratom-verband 'met hoge urgentie onderzocht', ook zou de uitvoering van de Nederlandse kernenergieambities tot het jaar 2000 niet veel afval opleveren. Voor de opslag daarvan waren 'tien opslagtanks met een diameter van 18 meter […] voor die dertig jaar voldoende' Kamerstukken II 1972, 11761, nr. 3, p.4).

De hoorzitting maakte helder dat het debat rond kernenergie maatschappelijk verbreed was. Bezorgde burgers en wetenschappers namen er nu aan deel, via pamfletten, demonstraties en een tegennota, en werden ook gehoord. Daarnaast was duidelijk dat radioactief afval een belangrijke rol ging spelen in de discussie over de mate en de snelheid van de uitbouw van kernenergie in Nederland. De

[17] Transuranen zijn chemische elementen met een atoomnummer groter dan 92 die in het Periodiek systeem na of voorbij (trans) uranium staan. Deze elementen komen van nature niet op aarde voor.

hoorzitting liet een scheidslijn zien tussen zij die geloofden in technologische oplossingen voor het afval binnen afzienbare termijn en zij met minder vertrouwen daarin. Volgens die eerste groep kon kernenergie in Nederland verder uitgerold worden, zoals de vertegenwoordigers van KEMA en het KIVI benadrukten. Die tweede groep wilde de besluitvorming rond kernenergie juist stilleggen of op zijn minst vertragen totdat er oplossingen waren. Radioactief afval en kernenergie waren onder een maatschappelijk vergrootglas komen te liggen. Beide onderwerpen hadden twee decennia geen harde scheidslijn tussen de politieke partijen getrokken, nu gingen ze polariserend werken in de politiek en in de samenleving.

3.4 Kernenergie en hoogactief afval politiek geproblematiseerd

Het onderwerp radioactief afval kwam ook naar voren in 1973 bij de behandeling van het wetsontwerp *Financiering ontwikkeling snellekweekreactor*. Nederland participeerde samen met Duitsland en België in de bouw van een snellekweekreactor, net over de Duitse grens bij Kalkar. Dit was een natrium-gekoelde snellekweekreactor, die naast elektriciteit ook nieuw splijtmateriaal (met name plutonium-239) produceerde in een zogenoemd broedproces. Ons land wilde de investeringskosten mede-financieren met een extra heffing op de energierekening, de zogenoemde Kalkarheffing. Bij de behandeling van die wet vroegen Kamerleden van PvdA en PPR aandacht voor het radioactief afval. Ze wezen op een recente OESO-publicatie waarin sprake was van vijf belangrijke en onopgeloste vraagstukken met betrekking tot kernenergie. Twee hiervan hadden betrekking op het afval, namelijk de omgang met hoogradioactief afval en ‘de hantering van alpha-afval met name transurane elementen’ (OESO/ENEA 1972). Ze wilden dat er in het beleid, bij vergelijkingen met andere energievormen, rekening gehouden werd met de kosten van de berging van het radioactief afval. Daarnaast riepen ze de minister op om objectieve informatie aan burgers te geven: ‘naast de positieve effecten van de kernenergie dienen daarbij ook de negatieve kanten uitvoerig aan de orde te komen evenals de lacunes die nu nog in onze kennis omtrent de toepassing van kernenergie bestaan’ (Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr.4, pp.2-3).

Ook de fracties van de confessionele regeringspartijen KVP, ARP en CHU toonden zich in het debat over de Kalkarheffing bezorgd over de verwijdering en opslag van, met name het hoogradioactieve, afval. Ze wilden van de minister weten welke onderzoeken de regering in nationaal of internationaal verband ondernam om dit vraagstuk op te lossen, en of er al een besluit was genomen over de berging van het afval (Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr. 4, p.3). D’66 riep de minister

eveneens op om te kijken naar het 'steeds dringender wordend probleem van de opslag en verwijdering van zwaar radioactief afval […] Vindt de regering niet dat met name dit probleem langzamerhand veel grotere aandacht moet krijgen dan het thans geniet?' (Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr. 4, p.8). Veel fracties vroegen daarom de gelden uit het te vormen fonds niet alleen te gebruiken voor de bouw van de snellekweekreactor, maar bijvoorbeeld ook voor onderzoek naar de opslag van radioactief afval. De regering ging hier niet op in. In relatie tot het onderzoek naar opslag van radioactief afval, wees ze erop dat ze in november 1972 de Europese Commissie had verzocht dit op te nemen in het onderzoeksprogramma van Euratom. De Commissie was hiermee akkoord gegaan en ook de Raad van Ministers van de Europese Gemeenschap had dit inmiddels aanvaard (Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr. 5, p.13).[18]

Omstreeks dezelfde tijd kwam radioactief afval in de Kamers ook aan de orde bij de bespreking van de nota-Langman. Oppositiepartijen PvdA, D'66 en PPR waren zeer kritisch over de nota en vonden vooral de aandacht voor milieu- en veiligheidsaspecten ondermaats. De partijen vroegen de regering om een overzicht van het radioactief afval (vast, vloeibaar en gasvormig) dat tot nu toe in de biosfeer was gebracht, en een overzicht van de hoeveelheden die tot het jaar 2000 te verwachten waren, als de kernenergie-intenties uit de nota werden verwezenlijkt (Kamerstukken II 1972/1973, 11761, nr. 4, p.13). Bovendien vroeg men de bewindslieden om een reactie op het in het Verenigd Koninkrijk verschenen *Ashby-report*, dat ook gepresenteerd was op de VN-milieuconferentie in Stockholm (UK Department of Environment, 1972; Telegen, 2010, pp.59-62). In dit rapport deed een commissie, op basis van onderzoek naar de publieke opinie, aanbevelingen aan het Britse ministerie van Milieu over maatregelen tegen milieuvervuiling. Een van die aanbevelingen was, in de woorden van de oppositie, dat 'verdere uitbouw van de energieopwekking met behulp van kernenergie vooreerst krachtig dient te worden afgeremd, zolang een aantal afval- en veiligheidsproblemen niet op bevredigende wijze zijn opgelost' (Kamerstukken II 1972/1973, 11761, nr. 4, p.8).

Ook andere partijen stelden vragen of uitten zorgen. Regeringspartij VVD stelde in zijn algemeenheid te geloven in de mogelijkheden van technologische ontwikkelingen voor het oplossen van 'de kwalijke gevolgen ook ten opzichte van het milieu'. De minister werd gevraagd of er al 'afdoende methodes zonder schade aan het milieu gevonden en in ontwikkeling [waren] voor het probleem van de opslag van het kernafval'. De fractie vroeg zich bovendien af of bij de eventuele opslag in zoutlagen niet meer mijnbouwkundig inzicht nodig was 'dat niet aanwezig is bij de deskundigen op het gebied van kerncentrales' (Kamerstukken II

[18] Uiteindelijk nam de Tweede Kamer de 3% Kalkarheffing op de energienota aan met 66 tegen 54 stemmen (4 april 1973). De beginnende anti-kernenergiebeweging reageerde hier fel op door protesten te organiseren en te weigeren de heffing te betalen.

1972/1973, 11761, nr. 4, p.7). De fractie van DS'70, stelde de vraag of 'de bewindslieden het aanvaardbaar [achten] de bouw van kerncentrales aan te vangen, terwijl nog geen afdoende oplossingen zijn gevonden voor de afbraak van centrales en het veilig verwijderen van de resterende afvalstoffen?' Ook de kleinere linkse en rechtse fracties toonden hun zorgen. De Staatkundig Gereformeerde Partij (SGP) was vanwege het afvalprobleem weinig optimistisch over kernenergie: 'indien men bedenkt dat radioactief afval moet worden opgeslagen gedurende een periode gelijk aan tienmaal de halfwaardetijd, zodat het grootste deel van het afval afkomstig van de splijtstofopwerkingsinstallaties een opslagtijd geeft van 100 tot 300 jaar, en het feit dat er nog aan definitieve opslagmogelijkheden gewerkt wordt'. De fractie bracht tevens in dat 'de transuranen immers dwingen tot een opslag van 100.000 jaar. In hoeverre wordt er reeds gewerkt aan de oplossing in de richting van uitbranden door een neutronenbombardement in de kern van een snelle reactor?' (Kamerstukken II 1972/1973, 11761, nr. 4, p.7).

Aan de linkerzijde van het politieke spectrum vond de Pacifistisch Socialistische Partij (PSP, later opgegaan in GroenLinks) het onverantwoord om aan te nemen 'dat voor het verwijderen van radioactief afval – met name zwaar radioactief afval – wel een oplossing gevonden zal worden, terwijl alle tot nu toe voorgestelde oplossingen nog in studie zijn en van geen daarvan vaststaat dat hij aan redelijke eisen van veiligheid en uitvoerbaarheid voldoet' (Kamerstukken II 1972/1973, 11761, nr. 4, p.8). Duidelijk bleek hierbij de invloed van de bezorgde wetenschappers van de werkgroep Kernenergie van het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers (VWO). De PSP verwees naar een onderzoek dat twijfelde aan de geschiktheid van zoutlagen voor de opslag van radioactief afval, waarover het VWO-tijdschrift *Wetenschap & Samenleving* in januari 1973 berichtte (Turkenburg 1973, pp.20 e.v.). Centraal in dit nummer, dat als thema energie had, stond het artikel *Bezwaren van de kernenergie* van de VWO-werkgroep Kernenergie.

Het in mei 1973 aangetreden centrumlinkse kabinet-Den Uyl (PvdA, KVP, ARP, PPR en D'66) kreeg later dat jaar te maken met een olieboycot van enkele Arabische landen vanwege de Nederlandse steun aan Israël in de Oktoberoorlog tegen onder andere Syrië en Egypte. De nieuwe regering, waarvan drie partijen zich tegen de Nota inzake het Kernenergiebeleid van de vorige regering hadden gekeerd, moest nu zelf energiebeleid ontwikkelen in een land waar de energievraag onstuimig groeide en het energieaanbod door buitenlandse ontwikkelingen werd bedreigd. Daar kwam bovenop dat een deel van de bevolking (en met name een deel van de achterban van de linkse partijen) kritisch stond tegenover kernenergie.

Met de autoloze zondagen (4 november 1973 – 6 januari 1974) als een van de reacties op de olieboycot nog vers in het geheugen, bood minister van

Economische Zaken Ruud Lubbers (KVP) in maart 1974 zijn memorie van antwoord op de Nota inzake het Kernenergiebeleid aan, in september 1974 gevolgd door een integrale Energienota. Die nota poogde de gehele problematiek van de energievoorziening van Nederland in onderlinge samenhang te behandelen. Naast de oliecrisis noemde de minister het rapport *De grenzen aan de groei* van de Club van Rome een belangrijke aanleiding voor de nota. Mede onder invloed hiervan waren de belangrijkste uitgangspunten voor het energiebeleid voor de komende tien jaren: het afremmen van de energiebehoefte, beteugeling van de milieuverontreiniging door productie, transport en gebruik van energie, en een goede ruimtelijke inpassing van energieproductie en -transport. Met de meer dan 200 pagina's tellende nota wilde de minister een basis bieden voor verdere discussies over het (kern)energiebeleid.

De centrumlinkse regering stond welwillend ten opzichte van kernenergie. Ze zag een aantal nadelige aspecten, maar achtte de voordelen zo evident dat Nederland het aandeel kernenergie in de totale elektriciteitsproductie de komende tien jaar zou moeten opschroeven tot zo'n 25% in 1985 (Kamerstukken II 1974/195, 13122, nr. 2, p.132). Daartoe was het allereerst nodig de bestaande Kernenergiewet aan te passen. De regering wilde namelijk een 'gecentraliseerde besluitvorming en een eerste verantwoordelijkheid van de centrale overheid voor alle belangrijke beleidsaspecten betreffende kernenergie'. Door kernenergie een staatsmonopolie te maken, werd de regering op het belangrijke energiedossier minder afhankelijk van andere partijen, zoals de industrie. Ook dacht ze met die centralisatie maatschappelijk draagvlak voor kernenergie te kunnen creëren, en het ontstane maatschappelijk debat beter te kunnen sturen. Doordat kernenergie in de woorden van minister Lubbers een 'politiek probleem' was geworden, belandde ook het besluitvormingsproces rond radioactief afval in een nieuwe dynamiek (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.126).

De minister van Economische Zaken gaf aan dat technische deskundigen verdeeld waren over de aanvaardbaarheid van de toepassing van kernenergie, en soms tegenstrijdige of schijnbaar tegenstrijdige uitspraken deden. Tegelijkertijd stelde hij dat die verdeeldheid onder wetenschappers niet de belangrijkste oorzaak was van de maatschappelijke onzekerheid over kernenergie. Het grootste probleem was volgens hem dat 'voor- en tegenstanders van kernenergie de veiligheidsdiscussie politiseren en deze voeren of willen voeren in een publieke discussie' (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.129). Die discussie kon niet voor iedereen bevredigend worden beëindigd door 'technisch woord en wederwoord […]. De onzekerheid met betrekking tot de veiligheidsaspecten is behalve door kennis, door overtuiging weg te nemen; deze overtuiging kan slechts in de praktijk groeien. Dit stelt grenzen aan de snelheid van de uitbouw van kernenergie. Hier ligt een politieke verantwoordelijkheid' (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.176).

Om die reden besloot de regering tot ‘een gematigde uitbouw van het kernenergiepotentieel in ons land’. De politieke vertrouwensbasis voor kernenergie in Nederland zou volgens de minister groeien door tot 1985 te kiezen voor maximaal drie kerncentrales van samen 3.000 MW, in plaats van de door de Europese Commissie aanbevolen 8.000 MW (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.130).

De minister legitimeerde zijn keuze voor een uitbreiding van kernenergie door te wijzen op het belang van diversificatie van de energiebronnen en op financieel-economische voordelen. Jaarlijks zou tussen 310 en 430 miljoen gulden bespaard worden als gekozen werd voor kernenergie in plaats van conventionele (oliegestookte) centrales. Hij erkende dat in de kosten-batenanalyse een aantal kosten niet was meegerekend, zoals de opslagkosten van radioactief afval. Maar volgens hem zou het om relatief ‘lage bedragen’ gaan (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.132).

Dit was niet de eerste keer dat de kosten van radioactief afval aan bod kwamen in de politieke discussie over kernenergie. De nota Milieuhygiëne, die de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne in de zomer van 1972 aan de Kamer had aangeboden, stelde dat voorlopige onderzoeksresultaten van RCN naar radioactief afval uitwezen ‘dat een aantal kostbare voorzieningen getroffen zal moeten worden om deze problemen op te kunnen lossen’, die ‘in principe moeten worden betaald door de producent van de afvalstoffen’ (Kamerstukken II 1971/1972, 11906, nr. 2, 1972. Dit lijkt op wat later het principe van ‘de vervuiler betaalt’ zou gaan heten. Als beleidsprincipe werd dit voor het eerst vastgelegd in 1972 door de OECD (OECD, 1972).

De regering stelde een aantal voorwaarden aan de bouw van de 3.000 MW aan kernenergiecentrales. Zo moesten de belanghebbenden een risicoanalyse maken van alle fasen van de splijtstofcyclus die in Nederland plaatsvonden: ‘waaronder uitdrukkelijk ook begrepen de behandeling van radioactief afval’. ‘In deze analyse zal voor elke fase een aanvaardbare oplossing moeten worden gevonden. Uiteraard zal bij deze studie onder andere gebruik kunnen worden gemaakt van het zogenaamde Rasmussen-rapport’, aldus de minister (Kamerstukken II 1975/1976, 13122, nr. 2, p.131).[19] Daarnaast werden nog twee onderzoeken ingesteld. De commissie Reactorveiligheid (vallend onder de minister van Sociale Zaken) moest samen met twee subcommissies van de Interdepartementale Commissie voor de

[19] Het zogenoemde Rasmussen-rapport van de U.S. Nuclear Regulatory Commission was geschreven in opdracht van en gefinancierd door de US Atomic Energy Commission met het doel: ‘to estimate the public risks that could be involved in potential accidents in commercial nuclear power plants of the type now in use’ (US Nuclear Regulatory Commission, 1975, p. 1). Het onderzoek werd uitgevoerd onder leiding van professor Norman C. Rasmussen van het Massachusetts Institute of Technology (MIT), die in oktober 1975 concludeerde dat: ‘[t]he results from this study suggest that the risks to the public from potential accidents in nuclear power plants are comparatively small’ (idem).

Kernenergie (Radioactieve Afvalstoffen en Externe Veiligheid) onderzoek doen naar de veiligheidsaspecten van de splijtstofcyclus, inclusief de opslag en het transport. De Gezondheidsraad werd gevraagd voor het in kaart brengen van de invloed van kernenergie op de volksgezondheid en het milieu. Op basis van de risicoanalyse en de beide rapporten zou de regering een besluit kunnen nemen over de vervolgstappen.

In augustus 1975 presenteerde de subcommissie Radioactieve Afvalstoffen (RAS) een rapport met onder meer berekeningen van de verwerkingskosten van radioactief afval. Bij uitbreiding van de kernenergieproductie naar 3.500 MW zou de helft van het volume van het laagactief vast afval afkomstig zijn uit laboratoria, ziekenhuizen en onderzoeksinstellingen. De kosten van het storten van laag- en middelactief afval in de oceaan werden geraamd op 300.000 tot 500.000 gulden per jaar, exclusief het klaarmaken voor transport (ICK, 1975, p.5). Het maken van een stortholte op 500 meter diepte in een zoutkoepel die geschikt zou zijn voor al het laag- en middelactief vast afval tot het jaar 2000, zou rond de vijf miljoen gulden liggen. Het aanleggen van een zoutmijn op 800 meter diepte zou minimaal 80 miljoen gulden kosten. Die laatste optie achtte de subcommissie alleen rendabel als er voldoende aanbod van kernsplijtingsafval was. De jaarlijkse exploitatiekosten van een dergelijke mijn werden op 2 à 3 miljoen gulden geraamd. De subcommissie adviseerde dat de kosten voor de behandeling en de opslag van het radioactief afval gedragen moesten worden door degenen die het afval veroorzaakten, zoals eerder Rectorcentrum Nederland (RCN) ook al stelde (ICK, 1975, p.36).

In een bijlage bij de Energienota ging de regering dieper in op een aantal veiligheidsaspecten in verband met kernenergie. Ook de verwerking en berging van radioactief afval kwam hier aan bod. De drie nieuw te bouwen kerncentrales van 1.000 MW produceerden tezamen jaarlijks 900 m^3 laagactief vast afval, 45 m^3 middelactief afval en 30 m^3 hoogactief vast afval. Daarnaast kwam bij de opwerking 2,5 m^3 actiniden-bevattend afval vrij, het zogenoemde kernsplijtingsafval (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.230). De regering concludeerde ‘dat het in vaste vorm brengen van dit afval en de opberging daarvan in daartoe geschikte geologische formaties de mogelijkheid bieden om voor de eerstkomende decennia dit probleem op te lossen’ (Kamerstukken II 1974/1975, 13122, nr. 2, p.224). Dit concludeerde ze op basis van publicaties, waarbij ze verwees naar de memorie van antwoord inzake de Kernenergienota en artikelen in het RCN-tijdschrift *Atoomenergie en haar toepassingen* (zie paragraaf 3.5). Onderzoek moest uitwijzen wat de opties in Nederland waren, en de centrale overheid nam zich voor een actieve rol te spelen.

3.5 Berging in zoutkoepels; onderzoek en tegengeluiden

In 1957 had de *National Academy of Sciences* in de VS een zoektocht geïnitieerd naar mogelijkheden om radioactief afval op te slaan in ondergrondse bergingen, zowel op land als op zee (National Academy of Sciences, 1957). In Euratom-verband was midden jaren zestig onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van permanente opslag van radioactief afval in zoutkoepels. Het internationale en het Europese atoomagentschap (IAEA en ENEA) hadden in 1967 een symposium georganiseerd waarin internationale ervaringen gepresenteerd werden (IAEA, 1967). In 1966 kwamen in het Nederlandse parlement de proefboringen ter sprake die het West-Duitse Genootschap voor Stralingsonderzoek op verzoek van Euratom wilde uitvoeren in zoutgesteente bij de plaats Bunde, vlak over de grens bij Groningen. Minister Luns van Buitenlandse Zaken verkondigde dat hierover geen overleg was geweest met de Nederlandse regering. Wel was ‘van de Euratomcommissie […] de uitdrukkelijke verzekering verkregen, dat aan een eventuele opslag van radioactief afval op een dergelijke wijze en plaats geen gevaar is verbonden. Het zou hier de opslag betreffen van afval in vaste vorm, gestort in blokken beton of asfalt. Indien genoemde onderzoekingen doorgang zouden vinden, mag worden verwacht, dat Nederlandse deskundigen als waarnemers daarbij zullen worden toegelaten’ (Aanhangsel Handelingen II 1965/1966, nr. 885). Ruim vijf jaar later ging ook Nederland de optie van ondergrondse berging van radioactief afval verkennen.

Rond 1972 oordeelden veel wetenschappers, beleidsmakers en mensen uit het bedrijfsleven dat berging van radioactief afval in ondergrondse zoutkoepels mogelijk was en verkend moest worden. De Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie betoogde dat in zijn rapport *Vestigingsplaatsen* (WRK 1972). Ook een in 1971 ingestelde werkgroep van RCN, die onderzoek deed naar de toekomstige hoeveelheid radioactief afval uit kerncentrales en de omgang daarmee, concludeerde dat. In het RCN-tijdschrift *Atoomenergie en haar toepassingen* dat in september 1972 verscheen, noemde de werkgroep die mogelijkheid reëel en attractief (pp. 235- 248). In diezelfde maand had ook KEMA-directeur Went berging in zoutkoepels genoemd tijdens de openbare hoorzitting in de Tweede Kamer over kernenergie. Op advies van de RCN-werkgroep besloot de RCN-directie een onderzoek hiernaar te starten. Werkgroep-leden Hamstra en Wervers schreven in het RCN-tijdschrift van 1974 drie artikelen over mogelijkheden, veiligheidsaspecten en risico’s van berging van radioactief afval in steenzoutformaties. Op het gebied van veiligheid was er destijds met name aandacht voor de rol van natuurlijke barrières tussen het te bergen radioactief afval en de biosfeer.

Ondertussen deed de Rijks Geologische Dienst (RGD) op verzoek van RCN onderzoek naar geschikte Nederlandse ‘zoutvoorkomens’ voor radioactief afval. Uit dit onderzoek kwamen in 1973 elf potentiële bergingslocaties in steenzoutformaties in Noordoost-Nederland naar voren (Harsveldt 1973). De regering maakte dit rapport in eerste instantie niet openbaar vanwege de bedrijfseconomische belangen van bedrijven die bij mijnbouw betrokken waren, zoals AKZO en NAM. Bij deze terughoudendheid speelde mogelijk ook de veranderende maatschappelijke context rond kernenergie en radioactief afval een rol (Damveld 2016, bijlage 2). De kans op verzet van bewoners en lokale en regionale bestuurders op de mogelijke bergingslocaties was reëel. Dit zou verder onderzoek en de uitvoering van de bergingsplannen kunnen bemoeilijken.

De veranderende context rond kernenergie en radioactief afval was in mei 1974 duidelijk geworden op een congres van Reactorcentrum Nederland (RCN) over ondergrondse berging. Politici en beleidsmakers werden er geconfronteerd met wetenschappers die fundamenteel van mening verschilden over kernenergie en de berging van radioactief afval. Wim Smit van de Groningse werkgroep Kernenergie van het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers (VWO) en Bert de Vries van de Rijksuniversiteit Groningen trokken er de stelling in twijfel dat het technisch mogelijk was radioactief afval zonder risico’s voor nu en later op te bergen in steenzoutformaties. Omdat het wetenschappelijke debat hier direct aansloot op beleidsvoorbereiding, besloot de regering de tegengeluiden in het proces van politieke besluitvorming te incorporeren. Zo werd VWO-voorzitter Peter Boskma, medeoprichter van de werkgroep Kernenergie en ondertekenaar van de alternatieve kernenergienota, begin 1974 benoemd in de Landelijke Stuurgroep Energieonderzoek. Deze LSEO had als taak om meer duidelijk te scheppen over energieonderzoek binnen de diverse overheidsinstellingen.

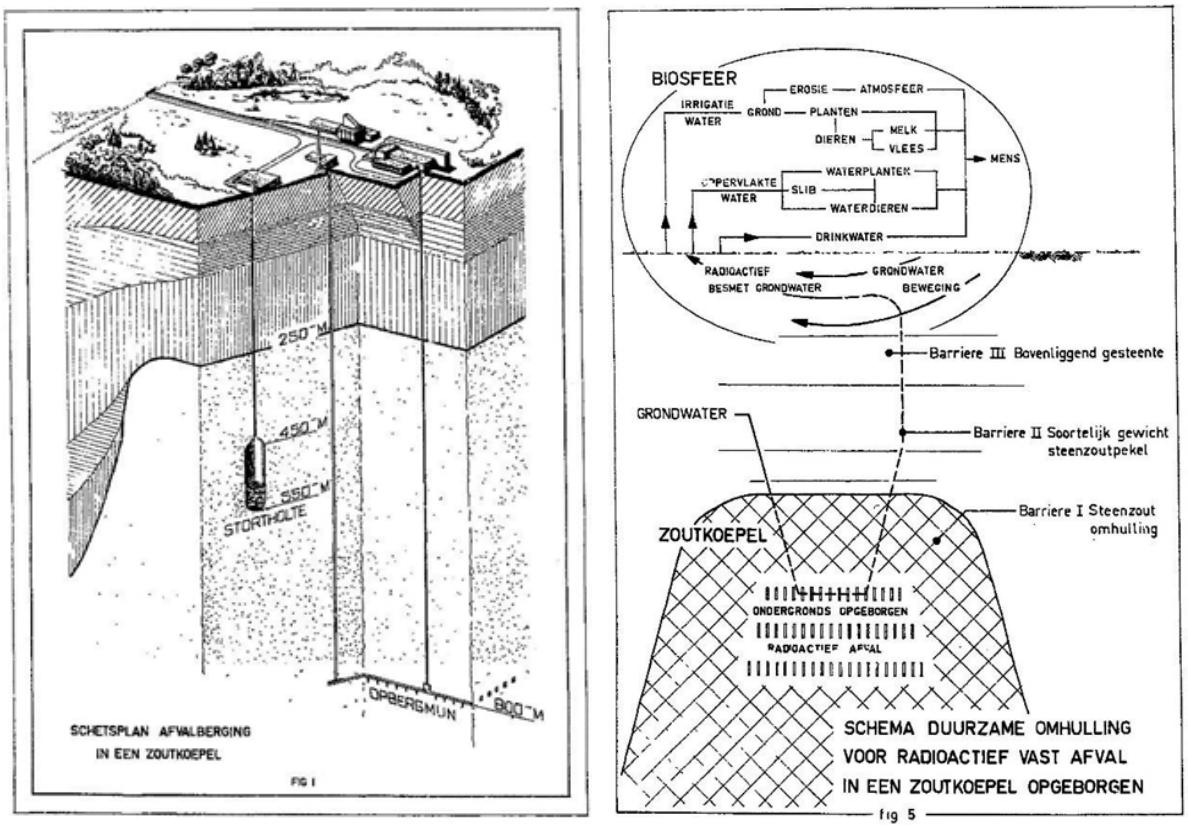
Daarnaast werd (deels) gehoor gegeven aan het verzoek van enkele kernenergie-kritische wetenschappers om meer tijd te nemen voor het besluitvormingsproces. Een deel hoopte dat van uitstel afstel zou komen, een ander deel wenste met name meer tijd voor onderzoek naar onopgeloste kwesties, zoals de omgang met afval. Voorstanders van vertragen lieten op 7 september 1974 van zich horen op het drukbezochte VWO-symposium *Problemen van kernenergie*. In diezelfde maand verscheen de Bezinningsnota Kernenergie die pleitte voor een moratorium van vijf jaar op het bouwen van kerncentrales. Dit initiatief van Tuininga en Van Dieren werd aanvankelijk ondertekend door 23 wetenschappers (veel VWO- en BWA-leden), politici (van PPR, ARP en D’66), en Unileverdirecteur Beek. Korte tijd later volgden nog tientallen anderen (Molenaar, 1994, pp.295-296, 447, n.26). Zover ging minister Lubbers van Economische Zaken niet toen hij twee weken later zijn Energienota aan de Kamer aanbood. Zoals we zagen, wilde hij wel het tempo van de kernenergie-uitbreiding verlagen om maatschappelijk vertrouwen te winnen. Ook

wilde hij strikte voorwaarden hanteren. Dit impliceerde dat er meer onderzoek nodig was, zoals naar de afvalopslag in zoutkoepels. Door nieuw onderzoek te instigeren, wilde de regering tegemoetkomen aan de zorgen van sommige wetenschappers.

In het voorjaar en de zomer van 1975 verschenen de resultaten van de in gang gezette onderzoeken naar radioactief afval in zoutkoepels. Het RCN-rapport keek naar de gevolgen van vijf natuurlijke fenomenen op de veiligheid daarvan: tektonische bewegingen, seismische activiteiten, extreme klimaatveranderingen (zoals een nieuwe ijstijd), warmteontwikkeling door afvalnucliden en de inslag van een zware meteoriet. De veiligheidsanalyse van Jan Hamstra van RCN concludeerde dat het mogelijk was om radioactief afval veilig voor een lange periode in zoutkoepels in Noordoost-Nederland op te bergen. Technetium kon er minimaal 20.000 jaar in worden opgeborgen, de transuranen en de dochternucliden daarvan (zoals plutonium en radium) tenminste 150.000 jaar. Als bijvoorbeeld breukvorming de ondergrond zou aantasten, kon de straling van het radioactief afval de biosfeer niet voor de genoemde termijn bereiken dankzij drie natuurlijke barrières: de omhulling van steenzout, door water verzadigd steenzoutpekel en kleimineralen (zie figuur 4). De RCN-studie stelde voor om LAVA, MAVA en een deel van het HAVA op te bergen in een aangelegde holte in een zoutkoepel. Voor de aanleg van de opbergholtes verwees de studie naar ervaringen in de Verenigde Staten en West-Duitsland bij de aanleg van ondergrondse olieopslag. Hiervoor moest een boorgat gemaakt worden tot zo’n 62,5 centimeter breed en 1.200 meter diep, die uitkwam in een stortholte. Voor kernsplijtingsafval werd gedacht aan een opbergmijn, voortbordurend op technieken uit de mijnbouw met mijn- en ventilatieschachten en mijngangen (Hamstra, 1975, pp.9-12).

Het rapport uit 1975 van de ICK-subcommissie voor radioactieve afvalstoffen baseerde zich mede op Hamstra’s veiligheidsanalyse, die vooral uitging van berging in de ondergrond in een type gesteente dat een natuurlijke barrière vormt tussen het afval en de biosfeer (ICK, 1975, p.27). Het rapport wees erop dat niet alleen technische en wetenschappelijke argumenten een rol spelen bij de berging van radioactief afval, maar ook economische, emotionele en politieke, die moeilijk meet- en weegbaar zijn (ICK, 1975, p.25). De subcommissie benadrukte dat de dumpingen van laag- en middelactief afval in de diepzee nog steeds toegestaan waren, mits ze verliepen volgens de regels van de NEA. Nederland zou tot en met 1982 radioactief afval in zee storten, waarvan het grootse volume afkomstig was uit industriële en ziekenhuislaboratoria, en wetenschappelijk onderzoek. In de meeste jaren was meer dan de helft van de straling van het gestorte afval echter afkomstig van afval uit kerncentrales (Kamerstukken II, 17600, XVII, nr. 36, 1982).

Figuur 4 Schematische weergaven van de ondergrondse opslag van radioactief afval in zoutkoepels, behorende bij de veiligheidsanalyse van Reactorcentrum Nederland (1975).



Bron: Hamstra, 1975 (pp.60 en 64).

Hoogactief afval en kernsplijtingsafval kwamen sowieso niet in aanmerking voor storten in zee. Na de sluiting van Eurochemic in het Belgische Dessel, verplaatste de opwerking van Nederlandse splijtstofstaven zich naar fabrieken in Frankrijk en Engeland. In 1978 tekende Dodewaard een contract met de opwerkingsfabriek in het Engelse Sellafield. Een bilateraal verdrag over het terugnemen van restafval dat Nederland in 1979 sloot met Frankrijk, maakte opwerking van splijtstofstaven uit Borssele mogelijk in het Franse La Hague (Briefwisseling, 1979). De verbruikte splijtstof van de Hoge Flux Reactor te Petten en de onderzoeksreactor in Delft, die voorheen ook bij Eurochemic werd opgewerkt, ging vanaf december 1977 naar de *Savannah River Plant* in de Amerikaanse staat South Carolina, dat geen overblijvend radioactief afval naar Nederland terugzond. (Aanhangsel II 1980/1981, nr. 861). Voor het resterende hoogactief afval dat na opwerking uit Engeland en Frankrijk terugkwam, diende een oplossing gevonden te worden.

De subcommissie die zich binnen de Interdepartementale Commissie voor Kernenergie bezighield met radioactieve afvalstoffen (RAS) concludeerde dat in Nederland alleen opslag in zoutafzettingen in aanmerking kwam als bergingsoptie:

‘Van de in Nederland op bereikbare diepte voorkomende klei-, schalie-, kalksteen-, en dolomitische kalksteenlagen moet gesteld worden dat deze niet voldoen aan de eisen te stellen aan definitieve opslag van radioactief afval’ (ICK, 1975, p.36). Ondiepe berging in de grond werd onverstandig geacht omdat er in Nederland vrijwel geen barrières bestaan tussen het mogelijke afval en het grondwater. In navolging van het RCN-rapport adviseerde de subcommissie om met spoed onderzoek in te stellen naar Nederlandse zoutformaties, waarin ofwel een holte kon worden geboord, groot genoeg voor vaten, of een mijn kon worden aangelegd, compleet met schacht en gangstelsel (ICK, 1975, p.28). Als hieruit zou blijken dat er geschikte locaties waren, moest vervolgens een project starten voor de afvalberging. Op basis van Hamstra’s studie stelde de ICK dat opslag in steenzout ‘een acceptabele wijze’ van berging van radioactieve (vaste) afvalstoffen zou zijn, mits voldaan werd aan diverse geologische, economische, juridische en planologische voorwaarden.

Volgens de ICK moest er niet alleen worden nagedacht over de definitieve opslag van radioactief afval (volgens het rapport via zeestorting of berging in zout), maar ook over de tijdelijke opslag, die op dat moment de taak was van het Reactorcentrum Nederland (RCN) in Petten. De ICK adviseerde de regering de taken van RCN als ophaaldienst en centrale opslagplaats te heroverwegen. Gelet op de toenemende hoeveelheid radioactief afval zou RCN’s corebusiness (onderzoek) mogelijk onder druk komen te staan. De ICK stelde voor een nieuwe rechtspersoon op te richten, bij voorkeur onder de centrale overheid. Tevens lag het volgens de ICK ‘voor de hand om de instantie die belast is met de zorg voor de definitieve opslag te belasten met de uitvoering van de voorbereiding daarvan’ (ICK, 1975, pp.21 & 20). De regering zou deze aanbeveling overnemen. Bovengrondse tijdelijke opslag in deugdelijke loodsen zou volgens het ICK in Nederland het meest voor de hand liggen. Tijdelijke opslag in ondergrondse silo’s, zoals in landen als de VS, lag hier minder voor de hand vanwege de hoge grondwaterstanden.

Tabel 1: Geschatte en berekende kubieke meters radioactief afval die kerncentrales in Nederland jaarlijks produceren

Bron	**Totaal geïnstalleerd vermogen (MW)**	**Aantal kubieke meters radioactief afval per jaar**			
		LAVA	***MAVA***	***HAVA***	***KSA***
Memorie van antwoord nota-Langman (1974)	9.000			84	20
Energienota (1974)	3.500	900	45	30	2,5
ICK-rapport (1975)	3.500	200-300	50-75	30-50	9

Toelichting: het betreft hier laagactief (LAVA), middelactief (MAVA) en hoogactief (HAVA) vast radioactief afval van kerncentrales en kernsplijtingsafval (KSA) dat overblijft na opwerking van verbruikte brandstofstaven. Dit is dus een deel van de totale hoeveelheid radioactief afval die in Nederland geproduceerd wordt. De centrale in Borssele heeft een geïnstalleerd vermogen van 486 MW.

Terwijl onderzoeken naar berging van radioactief afval voortgezet werden, kondigde de regering begin 1976 een nieuwe fase aan in de besluitvorming die moest leiden tot een uitbreiding van het aandeel kernenergie in de Nederlandse elektriciteitsvoorziening, zoals was voorgenomen in de Energienota. Radioactief afval speelde nu wel een rol in het besluitvormingsproces. Minister Lubbers van Economische Zaken ging niet zover om een beslissing over uitbreiding van het aantal kerncentrales afhankelijk te stellen van een definitieve oplossing voor het afval. Wel besloot de regering tot een integraal onderzoek ‘naar alle fasen van de verwerking van radio-actief afval. Daarbij zal ook het onderzoek naar de mogelijkheden tot definitieve verwijdering van radio-actief afval met kracht worden voortgezet’. In lijn met de OESO-aanbeveling gaf Lubbers aan dat de kosten ‘direct of indirect ten laste komen van degenen die dit afval zouden produceren’ (Kamerstukken II 1975/1976, 13122, nr. 12, p.2).

Er kwam een interdepartementale werkgroep die met deskundigen van de Rijksgeologische Dienst en het RCN onderzoek moest (laten) doen naar de mogelijkheid en aanvaardbaarheid van opslag in steenzoutformaties. Proefboringen zouden daar onderdeel van zijn. ‘Daartoe zal terzake nauw contact worden onderhouden met de betrokken provinciale en gemeentelijke autoriteiten’

(Kamerstukken II 1975/1976, 13122, nr. 12, pp.1-2).[20] In 1977 bracht de ICK-subcommissie RAS haar eerste interim-rapport over opberging in zoutlagen uit.

3.6 Maatschappelijk verzet

Nadat het rapport uit 1975 van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie had geconcludeerd dat opslag in zoutkoepels mogelijk was, vroeg de regering aan de instanties die tot deze conclusie waren gekomen (ICK, Rijks Geologische Dienst en RCN) om plannen te maken en aanbevelingen te doen over mogelijke locaties hiervoor. Omdat proefboringen daarvoor noodzakelijk waren, moesten de nationale beleidsmakers meer openheid geven over de beoogde locaties in Noordoost-Nederland. Minister Lubbers schreef in juni 1976 aan Gedeputeerde Staten van Groningen en Drenthe dat men onderzoek en proefboringen kon verwachten in de toenmalige Drentse gemeenten Borger, Gasselte, Schoonlo en Anlo, en de Groningse gemeenten Stadskanaal (Onstwedde) en Eenrum (Pieterburen). Het was de bedoeling, aldus de minister ‘dat dit onderzoek zal plaatshebben in nauw contact met de betrokken provinciale en gemeentelijke autoriteiten, welke intensief betrokken zullen worden bij de plaatskeuze van de proefboringen’. Verder benadrukte hij dat het onderzoek geenszins tot een automatische beslissing over opslag van radioactief afval zou leiden. Dat zou pas kunnen ‘uitsluitend na overleg met de volksvertegenwoordiging en met de direct betrokken provinciale en gemeentelijke besturen’ ('Brief van minister Lubbers van EZ', 1976).[21]

Terwijl de regering met de proefboringen uitsluitsel wilde krijgen over de hardheid en stabiliteit, en daarmee de geschiktheid van de voorgeselecteerde zoutkoepels voor de opslag van radioactief afval, veranderde midden jaren zeventig het maatschappelijk speelveld rond kernenergie snel. De maatschappelijke steun voor en het vertrouwen in de technologie verminderde. Het verzet ertegen werd gerichter en feller en trok veel media-aandacht. De eerste pijlen waren gericht op de bouw van een snellekweekreactor in de Duitse plaats Kalkar en de door de regering ingevoerde Kalkarheffing op de energierekening. Er waren meerdere *Stroomgroepen Stop Kalkar* opgericht. Verschillende burgers weigerden de

[20] De brief vermeldde ook: ‘Daarnaast zal een werkgroep worden ingesteld waarin deelnemen RCN, Kema e.a..Het doel van deze werkgroep is te inventariseren de stand van zaken van het internationale onderzoek met betrekking tot de vraag of het mogelijk en wenselijk is radio-actieve afvalprodukten met lange halfwaardetijd in produkten met een korte halfwaardetijd om te zetten. De resultaten van bovengenoemd onderzoek zullen openbaar worden gemaakt.’

[21] Het locatie-onderzoek werd gedaan door werkgroep 2 van de subcommissie voor radioactieve afvalstoffen van de ICK. Deze werkgroep stond onder voorzitterschap van H.M. Harsveldt, hoofd van de hoofdafdeling delfstoffen van de Rijks Geologische Dienst. Hij was tevens geologisch adviseur van RCN. Daarnaast werden nog drie andere werkgroepen ingesteld, die onderzoek deden naar andere aspecten rond opslag in zoutmijnen, te weten: financiële, organisatorische en juridische problemen (werkgroep 1), mijnbouwtechnische vraagstukken (werkgroep 3), en risico-analyses (werkgroep 4).

Kalkarheffing te betalen. Als gevolg daarvan werden tientallen mensen afgesloten van het elektriciteitsnet. Dit leidde tot ophef in de pers. Er werden demonstraties in Kalkar georganiseerd en in oktober 1974 ondertekenden 155.000 burgers een petitie aan het parlement met de oproep om met het Kalkarproject te stoppen (Van den Bosch 2006, pp. 124-137). Daarnaast startte in 1976 het proces van de planologische kernbeslissing (PKB) over de vestigingsplaatsen van de drie nieuwe kerncentrales. Hiervoor had het kabinet twaalf mogelijke locaties aangegeven. Tijdens het PKB-proces bleek dat zowel de gemeentebesturen als de bevolking niet alleen wilden praten over mogelijke locaties van nieuwe centrales, maar ook over de vraag of kernenergie überhaupt wenselijk was (Hajer en Houterman 1985, 21).

Opiniepeilingen lieten zien dat tussen 1973 en 1977 kernenergie in de breedte aan steun verloor onder de Nederlandse bevolking. Bij een opiniepeiling van de Nederlandse Stichting voor Statistiek (NSS) in 1973 vond een meerderheid van 56% kernenergie onmisbaar voor de Nederlandse energievoorziening op de lange termijn, terwijl 16% vond dat het zonder kernenergie kon. Drie jaar later waren die percentages naar elkaar toegegroeid: 44% vond kernenergie onmisbaar en 35% dacht dat het zonder kernenergie kon. Daarnaast vond 42% van de bevolking in 1973 dat de technologie rond kernenergie nog onvoldoende was ontwikkeld om politici in staat te stellen verantwoordelijke beslissingen te nemen over de bouw van kerncentrales. In 1976 was dat een meerderheid van 57%. Ook werd gepeild of een toename van het aantal kerncentrales bij Nederlanders gepaard ging met een persoonlijk gevoel van vertrouwen of van angst. Dat laatste aantal steeg van 36% in 1973 naar 52% in 1976. Het aandeel mensen dat vertrouwen had in de veiligheid van kernenergie nam af van 46% naar 34% (De Boer 1977, pp. 410). Uit een peiling van de NOS in april 1977 bleek dat 38% tegen het grootschalig gebruik van kernenergie was, 27% was voorstander, 16% stelde voorwaarden en 19% had geen mening. Bovendien vond 80% dat er gevaren verbonden waren aan kernenergie. Van die 80% zag 37% de opslag van radioactief afval als een gevaar. Daarmee nam het een derde plaats in na straling (54%) en explosies of ongelukken (40%). 10% vreesde de productie van kernwapens, 9% thermische vervuiling van oppervlaktewater, 7% terrorisme en opstanden en 9% zag andere gevaren (Ibid.).

Hoewel de peilingen momentopnames zijn, laten ze zien dat kernenergie midden jaren zeventig een belangrijk maatschappelijke thema was geworden, waarover de meningen sterk uiteenliepen. Daarbij speelden diverse aspecten een rol, waaronder het radioactief afval. Sommige mensen waren bang voor incidenten, ook met afval.

Ook het ongeluk in de kerncentrale *Three Mile Island* in het Amerikaanse Harrisburg op 28 maart 1979 had invloed. In de Verenigde Staten daalde het publieke en politieke vertrouwen in kernenergie (Dekker et al 2010, 36). In Duitsland kwamen vier dagen later tussen de 35.000 en 40.000 mensen bijeen om

te protesteren tegen atoomenergie en het voornemen een opslagplaats voor afval te bouwen in Gorleben (‘Massaal protest in West-Duitsland’, 1979). Ook in Nederland waren er protesten, zoals op 9 april bij de centrale in Borssele (‘Betogingen tegen kerncentrale’, 1979). De Tweede Kamer besprak begin mei 1979 een nota over het ongeluk in Harrisburg (Kamerstukken II 1978/1979, 15580, nr. 2).

Ook zorgen om het milieu, met name over de stortingen van radioactief afval in de Atlantische Oceaan, brachten sommigen in verzet. In juli 1974 demonstreerde de Stroomgroep Haarlem in IJmuiden bij het laden van het schip Topaz, dat Nederlands en Zwitsers radioactief afval ging dumpen op de oceaan. In de jaren daarna zouden die acties toenemen en massaler worden, ook internationaal. Vanaf 1978 zouden schepen met radioactief afval uit Europese landen worden gevolgd door boten van Greenpeace. Die organisatie was in 1971 in Canada opgericht en kreeg in 1979 een Nederlandse tak. Greenpeace organiseerde in verschillende Europese landen protesten tegen zeedumpingen en bracht hiertoe een internationale coalitie van organisaties op de been. Dit zorgde voor meer aandacht voor de stortingen in de media en vervolgens ook bij het publiek. De roep om strengere internationale regelgeving nam toe (Parmentier 1999, pp. 435-436). Met name Scandinavische landen en Spanje, waar inwoners aan de Atlantische kust in toenemende mate bezorgd waren, spraken zich scherp uit tegen het dumpen van radioactief afval in zee (Ringius 2000, 139). Uiteindelijk zou het Europees Parlement in 1983 een resolutie aannemen die het lozen van radioactief afval in de oceaan veroordeelde (Resolutie over lozing van kernafval, 1982). De resolutie verwees naar ‘enkele groeperingen die bij deze lozing betrokken schepen proberen tegen te houden’, maar ook naar de ongerustheid bij inwoners van de Europese Gemeenschap.

Ander verzet richtte zich tegen ondergrondse berging van radioactief afval. Deze protesten kregen een belangrijke lokale en regionale component, vooral toen in 1976 bekend werd waar de overheid proefboringen voor de afvalberging wilde verrichten. Bezorgde bewoners en lokale en regionale politici en bestuurders verenigden zich in dat verzet. Daarbij hielp het dat deskundigen uit de regio zelf de bevindingen uit (nationale) onderzoeken ter discussie stelden. Zo spraken H.M. Klouwen en F.L. Humbert van de Inspectie voor de Volksgezondheid in het noorden, in *NRC-Handelsblad* hun twijfels uit over de stabiliteit van de bodem als gevolg van de aardgaswinning. Ook vroegen ze zich af of het gebied niet te dichtbevolkt was voor een ondergrondse opslag van radioactief afval, ook in verband met de bovengrondse aanvoer ervan. (De Ruiter, 1976a, p.2).

In de zomer van 1976 verzamelde een initiatiefgroep in het Drentse Borger circa 1.300 handtekeningen tegen de proefboringen. Hiermee overtuigde ze de

gemeenteraad om tegen de boringen te stemmen. Ook de gemeentebesturen van Gasselte, Annen en Rolde verzetten zich. Het provinciebestuur van Drenthe liet minister Lubbers intussen weten in de hele provincie niet te zullen meewerken aan de onderzoekingen en de eventuele opslag van radioactief afval. De communistische krant *De Waarheid* had de hand gelegd op een brief van de Drentse provinciale waterleidingmaatschappij aan de minister van Economische Zaken. Daarin stond dat de gevaren van de opslag van radioactief afval ernstig onderschat werden en dat de bewijslast ten aanzien van deze gevaren voor een belangrijk deel werd afgewenteld op de tegenstanders van de lozingen ('Van Drente', 1976, p.4). Dergelijke beweringen lieten zien hoe moeilijk het voor de Rijksoverheid zou worden om bestuurders en bevolking van Groningen en Drenthe te bewegen om aan de proefboringen mee te werken.

Het aantal tegenstanders groeide snel in de Groningse en Drentse grensregio. Bovendien organiseerden ze zich samen met de actieve Noordwest-Duitse anti-kernenergiebeweging. Deze verzette zich al een tijd tegen de mogelijke bouw van een opwerkingsfabriek bij Aschendorf, dat vlak over de grens in hetzelfde zoutlagengebied ligt. Op 16 oktober 1976 verzamelden zich in Vlagtwedde 'alle denkbare personen en groepen die zich in Groningen, Drenthe en het aangrenzende deel van Duitsland teweerstelden tegen de dumping en verwerking van kernafval in hun gebied' (Van der Hoek, 1976, p.23). Ze stelden een verzetsstrategie vast voor de korte en lange termijn en richtten (grensoverschrijdende) werkgroepen op met onder andere juristen en planologen. Daarbij hielp het dat Groningen al een belangrijke rol had vervuld in het nationale kernenergiedebat, met de goed georganiseerde Waddenvereniging en een betrokken wetenschappelijke gemeenschap, die actief en zichtbaar was in de kernenergiewerkgroep van het VWO. Die werkgroep kreeg een spilfunctie in het regionale verzet tegen de opslag van radioactief afval in zoutkoepels. Het grensoverschrijdende karakter van het protest was overigens niet uniek. Een deel van het verzet tegen het storten van afval in zee was internationaal georganiseerd, en ook het protest tegen Kalkar kende verbindingen over grenzen heen. Ook het verzet tegen de bouw van een kerncentrale in Wyhl am Kaiserstuhl, in het Duitse Baden-Württemberg langs de Rijn, kende een sterk internationaal karakter, met 28.000 deelnemers uit Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Zwitserland (Milder 2014, p. 192).

De plannen voor de ondergrondse opslag van het radioactief afval waren in 1976 de aanleiding voor de heroprichting van de werkgroep Kernenergie van het VWO, die een jaar eerder was opgeheven na de aanbieding aan de Tweede Kamer van het rapport *Kernenergie in discussie*. Net als begin jaren zeventig liet een coalitie van bezorgde wetenschappers en maatschappelijke actoren van zich horen, nu met het meer specifieke doel de besluitvorming rond de opslag van radioactief afval te

beïnvloeden. De nieuwe werkgroep, die bestond uit medewerkers van de Rijksuniversiteit Groningen, ondersteunde niet alleen de acties, maar wilde ook het debat over opslag van radioactief afval bevorderen. Daarom had ze begin oktober 1976 hoogleraar D.N. Dietz van de afdeling Mijnbouwkunde van de TH Delft naar Groningen gehaald voor een lezing met discussie. Dietz was als lid van de ICK betrokken bij het onderzoek naar de opslag in zoutlagen. Hij erkende (volgens een verslag van de lezing in *de Volkskrant*) dat er nog veel vraagpunten waren, maar ook dat 'het [zich] laat […] aanzien dat er oplossingen zijn' (Van der Hoek, 1976, p.23).

Arts-docent Hans Wouters, lid van de Waddenvereniging en inspirator van de grensoverschrijdende Duits-Nederlandse-Anti-Atoom-Aktie, vond die houding kenmerkend voor hen die, op basis van een sterk geloof in technologische oplossingen besluiten namen. Maar, aldus Wouters, 'dat is niet voldoende als je het hebt over zaken die geologische tijdperken omvatten. Hoe is de stabiliteit van de zoutkoepels en hoe zal die zijn over honderdduizend jaar?' Naar de mening van Wouters en anderen was het onmogelijk om goede besluiten te nemen over ontwikkelingen die een periode van vele duizenden jaren bestrijken. Volgens *Volkskrant*-journalist Sietze van der Hoek zou de tegenbeweging 'groot zijn, langdurig, grensoverschrijdend en niet aflatend' (Van der Hoek, 1976, p.23).

De *Initiatiefgroep Verontruste Inwoners van Borger en Omgeving* organiseerde een massale belactie naar het ministerie van Volksgezondheid en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN, sinds 1976 de nieuwe naam van RCN). Die was mede mogelijk gemaakt door *Het Nieuwsblad van het Noorden* dat het telefoonnummer van het ministerie had gepubliceerd ('Telefoonactie', 1976, p.1). Ondanks dit soort acties hield minister Lubbers de proefboringen op de agenda. Dat antwoordde hij althans op schriftelijke vragen van coalitiegenoten PvdA en PPR ('Lubbers houdt vast', 1976, p.4; De Ruiter, 1976b, p.11). Deze partijen waren overigens niet tegen de proefboringen. De PPR liet wel doorschemeren dat ze bij een goede verkiezingsuitslag in mei 1977, haar standpunt zou wijzigen. Ze zou zich in die verkiezingscampagne ook nadrukkelijk profileren als tegenstander van kernenergie. Het partijcongres had zich in januari 1977 uitgesproken tegen berging van radioactief afval in zoutformaties in Groningen en Drenthe, en tegen proefboringen ('Noordelijke Kamerleden', 1977, p.4; 'PPR na zware druk', 1977, p.3). De invloedrijke Groningse afdeling van de Communistische Partij Nederland (CPN) organiseerde op 27 november 1976 een auto-demonstratietocht langs de beoogde proefboorlocaties. Deze acties zorgden niet voor een verandering van het beleid ('Protest tegen dumpen', 1976, p.1).

Aan het verzet tegen de boringen deed een steeds breder scala aan maatschappelijke partijen mee. De Drentse Waterleidingmaatschappij betwijfelde in

een rapport of het vanwege de waterwingebieden verantwoord was om radioactief afval in nabijgelegen zoutkoepels op te slaan. Directeur Van Nes deelde minister Lubbers in september 1976 die zorgen mee (Damveld 2016, bijlage 3). Provinciale en gemeentebesturen wensten niet mee te werken. Om een strategie te bepalen hoe te handelen als de minister de proefboringen ondanks alles toch zou doorzetten, besloten de betrokken lokale, regionale en provinciale overheden tot een gezamenlijk ambtelijk overleg. Hierbij waren ambtenaren betrokken van de provincies Groningen en Drenthe, de streekraad Oost-Groningen en de gemeenten Anloo, Borger, Eenrum, Gasselte, Rolde en Stadskanaal (‘Ambtelijk overleg’, 1977, p.9). Ook de NAM, die in het noorden toch al op kritiek van milieuactivisten kon rekenen, kondigde in januari 1977 aan dat ze op geen enkele manier zou meewerken aan proefboringen voor de opslag van radioactief afval, waarvan ze door tegenstanders van de boringen wel werd verdacht (‘NAM wil niet boren’, 1977, p.1). Vijf leden van de Actiegroep Atoomalarm beklommen aan het eind van die maand de 35 meter hoge NAM-boortoren bij Warffum die ze urenlang bezet hielden ‘om al bij voorbaat te protesteren tegen de mogelijkheid dat de boortoren zou worden gebruikt voor proefboringen in zoutlagen’ (De Ruiter, 1977a, p.3).

Vanwege de vele negatieve publiciteit over de proefboringen, gaf Akzo Zoutchemie in januari 1977 aan dat ze seismische gegevens over het gedrag van de noordelijke bodem niet beschikbaar zou stellen aan de regering (‘Ook Akzo’, 1977, p.1). De voorgenomen proefboringen zorgden voor verschil van mening binnen de Samenwerkende Electriciteits Produktiebedrijven (SEP). De SEP was eigenaar van de kerncentrale Dodewaard en voorstander van kernenergie. Eind 1976 nam het Electriciteitsbedrijf van Groningen en Drenthe (EGD), dat onderdeel uitmaakte van de SEP, een motie aan tegen de ondergrondse berging van radioactief afval in hun provincies. Dit maakte volgens het EGD proefboringen overbodig. President-commissaris W. Geertsema van de Provinciale Gelderse Electriciteits-Maatschappij (PGEM), tevens commissaris van de Koningin in Gelderland en VVD-prominent, uitte tijdens een SEP-vergadering in maart 1977 zijn ongenoegen over dit standpunt. De weigering van de EGD stond volgens hem een uitbreiding van kernenergie in Nederland in de weg. Bovendien, zo stelde hij ‘komt er geen kernenergie, dan is er toch nog het probleem van het radioactief afval uit ziekenhuizen’ (‘Electriciteitsbazen in discussie’, 1977, p.2; ‘Geertsema oneens’, 1977, h.15).

Wat de zaak van de voorstanders van proefboringen ook geen goed deed, was de subsidieaanvraag van de Rijks Geologische Dienst (RGD) bij de Europese Commissie in het kader van een Europees milieuprogramma, die de Alarmgroep Atoomplannen (AAP) in maart 1977 openbaar maakte. Tegenstanders van de boringen zagen deze aanvraag voor een *Geologic waste disposal program to be carried out in the Netherlands*, als een poging om het Gronings-Drentse

zoutkoepelonderzoek onderdeel te maken van een breder Europees radioactief afvalprogramma, met de mogelijkheid om in de toekomst ook buitenlands afval naar Groningen en Drenthe te laten komen. De AAP verwachtte dat proefboringen die mede met Europees geld werden gefinancierd, moeilijker tegen te houden zouden zijn. Maar de meeste verontwaardiging veroorzaakte de formulering van het onderzoeksdoel: *'to obtain public and governmental acceptance'* (Rijks Geologische Dienst, 1976, p.7). Voor de actievoerders was dit een bewijs dat de haalbaarheidsstudie en de risicoanalyse niet vanuit een onbevooroordeelde blik gedaan zouden worden, maar bedoeld waren om de door de wetenschappers wenselijk geachte uitkomst geaccepteerd te krijgen bij het publiek en de beleidsmakers (De Ruiter, 1977b, p.2; Damveld et al, 1994, p.67).

Verzet kwam er in 1977 ook van de Groningse partijgenoten van CDA-minister van Economische Zaken Lubbers. Zo verzette de CDA-fractie in de Groningse Provinciale Staten zich tegen de opslag van radioactief afval in haar provincie. Een Groningse CDA-werkgroep presenteerde in december (de maand waarin een centrumrechts kabinet van CDA en VVD in Den Haag het stokje overnam van de centrumlinkse coalitie) een rapport met de titel 'Radioactief afval onder Groningen?' Hierin stond dat het onderzoek naar de opslag van radioactief afval anders moest worden ingericht. Het ging er niet om of het technisch en economisch mogelijk was het afval in de steenzoutlagen op te bergen. Veel belangrijker was het om te bewijzen dat dat afval in de toekomst geen schade kon aanrichtten. De CDA-werkgroep stelde de zeer lange termijn centraal en twijfelde eraan of het mogelijk was die adequaat in de besluitvorming te betrekken. Ze hekelde het ontbreken van harde uitspraken van de RGD en ECN hierover. Bovendien, zo stelde dagblad *Trouw*, trok de werkgroep de objectiviteit van beide onderzoeksinstanties in twijfel, omdat die 'belang hebben bij een oplossing van het afvalprobleem' ('Werkgroep CDA', 1977, p.3).

Ook Friesland verzette zich. In het Friese provinciaal afvalstoffenplan uit 1981 kwam te staan dat er in de ondergrond geen seismisch onderzoek of grondboringen gedaan mochten worden, als het uiteindelijke doel zou zijn om radioactief afval of ander gevaarlijk materiaal op te slaan (Atsma, 2021; *Provinciaal afvalstoffenplan*, 1981). Dit leidde tot een langlopend conflict met de rijksoverheid, die erop wees dat zij verantwoordelijk was voor de opslag van radioactief afval en niet geblokkeerd kon worden in eventuele onderzoeken door provinciale regels.

In dezelfde periode nam het verzet toe tegen de stortingen in zee van laag- en middelactief afval. De transporten van het afval naar IJmuiden waren omstreden en doelwit van kritiek en acties. Die kritiek werd sterker toen in 1978 bleek dat in de trein die vaten Zwitsers afval naar IJmuiden had vervoerd, op een aantal plaatsen een te hoge concentratie radioactiviteit was gemeten. De minister bevestigde in de

Kamer dat een aantal vaten had gelekt en stukjes van de goederenwagonvloer had verontreinigd, in totaal 400 cm^2. In de zomer van 1979 verzekerde de minister dat de oorzaak van de lekkende vaten nauwkeurig was onderzocht, in nauwe samenwerking met de Zwitserse autoriteiten. Het bleek dat het radioactieve materiaal niet goed met beton gefixeerd was (Andriesse, 2000, p. 150). Maatregelen waren getroffen die dergelijke incidenten in de toekomst moesten voorkomen (Kamerstukken II 1978/1979, 15676, nr. 1). Later in 1979 waren in IJmuiden en Petten een week lang acties als onderdeel van het initiatief 'Geen atoomafval de zee in'. Actievoerders gingen zich steeds meer richten op het blokkeren van transporten van radioactief afval naar verwerkings- en stortlocaties. Om veiligheidsredenen en om blokkades te voorkomen, probeerde de overheid begin jaren tachtig transporten zo lang mogelijk geheim te houden.

Sinds midden jaren zeventig was kernenergie, inclusief de omgang met het radioactief afval, een belangrijk maatschappelijk thema dat de politieke partijen verdeelde. Dat was ook naar voren gekomen bij de campagne voor de verkiezingen voor de Tweede Kamer in mei 1977. De PvdA won die verkiezingen ten koste van de kleine linkse partijen DS'70, CPN, PPR en PSP, die het meest uitgesproken anti-kernenergie waren. Tijdens de pogingen in het najaar van 1977 om een centrumlinks coalitiekabinet te vormen, sprak men af dat de regering initiatieven zou nemen om een brede maatschappelijke discussie over kernenergie te organiseren (Kamerstukken II 1977/1978, 14600, nr. 4, p.52). Zo'n centrumlinkse regering zou er niet komen, de brede maatschappelijke discussie wel.

3.7 De burger een stem in de besluitvorming

Hoewel de PvdA in mei 1977 de grootste partij was geworden, vormde het CDA met de VVD in december van dat jaar een centrumrechtse regering. Beide partijen stonden welwillend tegenover uitbreiding van kernenergie. De regeringsverklaring stelde wel dat beslissingen over de uitvoering van het beginselbesluit uit 1974 om drie nieuwe kerncentrales te bouwen, pas zouden worden genomen als er een 'aanvaardbare oplossing' was gevonden voor de berging van radioactief afval. Verder stelde de regering dat 'maatschappelijke beïnvloeding van technologische ontwikkelingen mogelijk en noodzakelijk' was. 'Ongewenste gevolgen voor onze samenleving moesten worden voorkomen' (*Handelingen II 1978/28*, p.339). Hiermee reageerde het kabinet op de roep vanuit de samenleving om betrokken te worden.

Sinds de alternatieve kernenergienota van de Raad voor Milieudefensie uit 1972, hadden bezorgde burgers en wetenschappers gepleit voor een actievere rol van maatschappelijke actoren in de besluitvorming rond kernenergie. Bij die wens sloot

zich in de jaren daarna een breed maatschappelijk middenveld aan. Vooral kerkelijke organisaties en de vakcentrales FNV en CNV pleitten voor een brede discussie over het energiebeleid met niet alleen aandacht voor economische argumenten, maar ook voor milieu en veiligheid (Hagendijk en Terpstra 2004, pp. 13-14). Ze vonden de planologische kernbeslissing ‘als inspraakprocedure té eenzijdig’, en wilden niet alleen over de eventuele plaats van nieuwe centrales praten, maar ook over de wenselijkheid van kernenergie (Rozendaal, 1977, p.6). Hiermee kregen ze de steun van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG). Mede met het oog op de impasse rond de proefboringen in Groningen en Drenthe (als onderdeel van het moeizame besluitvormingsproces over berging van radioactief afval), zei minister van Economische Zaken Van Aardenne (VVD) in maart 1978 welwillend te staan tegenover de wens van de Kamer en de samenleving om een brede maatschappelijke discussie over kernenergie te starten. Na advies van de Algemene Energieraad – opgericht in 1973 om regering en parlement te adviseren over energiebeleid – kondigde hij in de zomer van 1978 een maatschappelijke discussie aan over de toepassing van kernenergie voor elektriciteitsopwekking. Dit deed hij mede namens zijn collega’s van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Sociale Zaken, en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.

Demonstratie in Gasselte tegen de opslag van radioactief afval in 1979. Foto: Hans van Dijk/Nationaal archief, fotocollectie Anefo.

De regering was van mening dat de aangekondigde maatschappelijke discussie ook over de opslagproblematiek van het radioactieve afval moest gaan (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 1). Omdat de regering had bepaald dat een aanvaardbare oplossing voor radioactief afval een voorwaarde was voor uitbreiding van kernenergie, moest zoveel mogelijk kennis over ondergrondse berging in de maatschappelijke discussie worden meegenomen. Die kennisverwerving kostte volgens een interim-rapport van de ICK uit 1977 veel tijd, mede als gevolg van maatschappelijk verzet. Dit hinderde de publieke discussie. Daarom besloot de regering 'dat het onderzoek versneld zal moeten worden uitgevoerd'. Ze vroeg de Rijks Geologische Dienst, het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening en de betrokken provincies en gemeenten om mee te werken aan het verzamelen van de benodigde gegevens (Kamerstukken II, 15100 1977/1978, nr. 1).

Het verzet tegen de proefboringen nam echter niet af door de aangekondigde brede maatschappelijke discussie. Sterker nog, het dreigde te verharden. In december 1978 kondigden 25 atoomalarmgroepen aan nog één keer geweldloos tegen de proefboringen te zullen demonstreren. Als de regering dan nog niet luisterde, zouden er andere acties komen zoals blokkades en bezettingen, zo waarschuwde men alvast ('In het voorjaar', 1978, p.1). Het kwam in juni 1979 tot een demonstratie in Gasselte waar ruim 25.000 mensen meeliepen (Dijkhuis, 1979, p.3). Ook de Tweede Kamer oordeelde dat de maatschappelijke discussie niet gebruikt mocht worden om de proefboringen versneld te laten plaatsvinden. Ze nam een motie aan van de leden Van Houwelingen en Lansink (beiden van regeringspartij CDA) om de boringen uit te stellen tot na de BMD. Bovendien moest de betrokkenheid van regionale besturen bij de boringen gewaarborgd zijn, vond de Kamer (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 12). Zo werd de besluitvorming over de proefboringen onderdeel van de BMD. De discussie ging van start zonder de proefboringen, maar met een studie van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie, die minister Van Aardenne de Kamer eind mei 1979 aanbood. In dit *Rapport over de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland*, deden alle sub-werkgroepen van de ICK verslag van de laatste stand van zaken. Werkgroep B (Toetsing zoutvoorkomens) moest melden dat zij geen vorderingen had kunnen maken ten opzichte van het rapport uit 1977, omdat geohydrologische en geologische onderzoek niet kon worden uitgevoerd (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 15, p.20).

Eind jaren zeventig was het nog allerminst duidelijk hoe Nederland op de korte en lange termijn met zijn radioactief afval zou omgaan. Meerdere opties voor de verschillende afvalcategorieën lagen open. De ICK-subcommissie RAS zag eind jaren zeventig diepzee-storting voor laag- en middelactief vast afval nog steeds als een mogelijkheid. Hoogactief en kernsplijtingsafval (dat overblijft na opwerking) en gebruikte splijtstofelementen vroegen echter om een andere oplossing. Hier dacht

de ICK aan opslag in geologische formaties, met name in zout, waarmee ‘voor het vraagstuk van de methode van berging van radioactief afval een verantwoorde oplossing is gevonden’ (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 15, p.7). De toepasbaarheid in Nederland vroeg nader ‘veldonderzoek’. Tegen beide opties – storten in de diepzee en berging in zoutkoepels – bestond echter aanzienlijk maatschappelijk verzet. Besluitvorming was echter geboden aangezien een internationaal verbod op zeedumping in de lucht hing en de nieuwe opwerkingscontracten voor gebruikte Nederlandse splijtstoffen bepaalden dat het hoogactief afval dat overbleef na opwerking, over enkele decennia terug zou komen uit Sellafield en La Hague.

Hoewel het verzet uit Groningen en Drenthe niet leidde tot het stopzetten van het onderzoek naar geologische berging in die provincies, oriënteerde de regering zich alvast wel op alternatieven. ‘Daarvan lijken naar het oordeel van de Regering het begraven in de bodem van de diepzee en het opbergen in een mijn in een zoutkoepel onder de Noordzeebodem voor Nederland binnen een redelijk te achten tijd perspectieven te bieden. De Regering heeft derhalve besloten deel te nemen aan het internationale onderzoek ter zake van het begraven van radioactief afval in de diepzeebodem. Voorts is zij van mening dat het onderzoek naar de geschiktheid van de beide in het rapport [het ICK-rapport van 1979, aut.] vermelde zoutkoepels onder het Nederlands deel van het continentale plat moet worden geëntameerd’ (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 15). Ook de afscheiding van actiniden gevolgd door transmutatie noemde de subcommissie RAS als mogelijke toekomstige oplossing (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 15, pp.8-9). In het nieuwe beleid dat in de jaren tachtig werd ontwikkeld, ging langdurige tijdelijke bovengrondse opslag een voorname rol spelen.

4 Integraal beleid en onderzoek rondom radioactief afval (1980-1993)

De periode 1980-1993 kenmerkt zich door de totstandkoming van een integraal beleid op het gebied van radioactief afval, en van een integraal technisch onderzoeksprogramma. Binnen het onderzoek werd gekeken naar verschillende opties voor eindberging van radioactief afval, en naar tijdelijke bovengrondse opslag, zoals de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie al had gesuggereerd in 1975. Een jaar nadat het dumpen van laag- en middelactief afval internationaal was verboden, verscheen in 1984 de nota Radioactief afval, die koos voor langdurige tijdelijke bovengrondse opslag en op de lange termijn voor geologische berging. De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval B.V. (COVRA) realiseerde een locatie voor bovengrondse opslag. Vanaf eind jaren tachtig werd het radioactief afvalbeleid bovendien sterk beïnvloed door het bredere milieu- en afvalbeleid, in het bijzonder het denken over duurzaamheid. Dat manifesteerde zich onder meer in de eis dat de berging van radioactief afval terugneembaar moest zijn. In deze periode werd de maatschappij diverse malen geconsulteerd. Zo kwam de omgang met radioactief afval aan bod binnen de Brede Maatschappelijke Discussie over het energiebeleid (BMD).

4.1 Radioactief afval breed maatschappelijk bediscussieerd

‘Energie, te belangrijk om alleen aan de deskundigen over te laten’, luidde de slogan, waarmee de regering de bevolking wilde bewegen deel te nemen aan de BMD. Bij die discussie zou het vooral draaien om de rol van kernenergie. Geconfronteerd met toenemend maatschappelijk verzet en een impasse rondom het onderzoek naar de berging van radioactief afval in de noordelijke provincies, besloot het kabinet de maatschappij te betrekken bij het beleid. Het werd daartoe aangemoedigd door een maatschappelijk middenveld van met name de vakbeweging en kerkelijke organisaties. De BMD was een poging om door middel van dialoog met de maatschappij te komen tot besluitvorming. Het kabinet maakte wel vooraf duidelijk dat het uiteindelijk zijn eigen afweging zou maken.

In augustus 1979 ontving het parlement het plan met de doelstellingen en de organisatie van de BMD. De BMD was een brede energiediscussie, waarbinnen

kernenergie de meeste aandacht kreeg. In deze zogenoemde opzetnota was de doelstelling als volgt geformuleerd: '[…] de bevolking op basis van zo volledig mogelijke, en op betrouwbaarheid getoetste, informatie bij de meningsvorming over de energieproblematiek in het algemeen en het kernenergievraagstuk in het bijzonder te betrekken' (Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 18, p.2). De bedoeling was dat de BMD in het najaar van 1979 zou starten. Voor die tijd wilde de regering het derde deel van de Tweede Energienota (over kernenergie) hebben gepubliceerd. In het najaar van 1981 kon dan het eindverslag van de BMD verschijnen. Het kernenergiedeel van de Tweede Energienota liet echter tot juli 1980 op zich wachten, waardoor ook de BMD-start opschoof. Uiteindelijk stelde het kabinet op 28 juli 1981 een stuurgroep in, die de aftrap van de BMD markeerde.

Bijeenkomst in het kader van de Brede Maatschappelijke Discussie over het energiebeleid op 18 maart 1983 in Amsterdam. Foto: Rob Bogaerts/Nationaal Archief, collectie Anefo.

De BMD was een uniek instrument in de interactie tussen politiek en bestuur en de samenleving. Ze bestond uit een informatiefase (september 1981 – oktober 1982), een discussiefase en een eindfase. Als onderdeel van de BMD vonden honderden gemodereerde discussiebijeenkomsten plaats in het hele land, georganiseerd door gemeenten en maatschappelijke organisaties. Ook scholen werden uitgenodigd om in hun lesprogramma discussies op te nemen. Aan 9.000 middelbare scholen werden 63.500 nieuwsbrieven verstuurd, 1.170 voortgangsrapporten en 264 dia-shows (Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid z.j., pp.31). De BMD subsidieerde maatschappelijke organisaties bij het doen van onderzoek en opstellen van rapporten. Doordat 62% van alle deelnemers een vragenlijst invulden,

kreeg de stuurgroep een redelijk beeld van hoe de deelnemers in de kernenergiediscussie stonden.

De gepolariseerde politiek-maatschappelijke context rond kernenergie bleek al in de informatiefase. De stuurgroep concludeerde dat de meningsverschillen zich concentreerden rond vier onderwerpen. Een daarvan betrof ‘de mogelijkheden en gevaren van verwerking en opberging van radio-actief afval’. Om die vier probleemvelden, zoals de stuurgroep ze noemde, nader te onderzoeken, besloot men zogenoemde controversezittingen te organiseren. De deelnemers werden daarin met elkaars opvattingen en meningen geconfronteerd met als achterliggende gedachte dat dit ‘de gelegenheid zou bieden tot scherpere toetsing van stellingnamen, veel meer dan wanneer de Stuurgroep zich, na ieder afzonderlijk beluisterd te hebben, een scheidsrechter-rol zou toemeten' (Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid z.j., pp. 37-38).

Een deel van de anti-kernenergiebeweging zag weinig nut in de controversezitting en stelde nagenoeg alle uitgangspunten en spelregels ervan ter discussie. Velen waren verontwaardigd over de werkwijzen en procedures van de stuurgroep en stonden afwijzend tegenover de BMD. Zij hadden weinig vertrouwen in een eerlijk consultatieproces en een open discussie. In juni 1983, aan het begin van de discussiefase, bleek 60% van de BMD-deelnemers niet te geloven dat ze invloed hadden op het besluitvormingsproces (Hagendijk & Terpstra 2004, pp.35). Ook niet bevorderlijk voor dat vertrouwen was het antwoord dat premier Van Agt in 1980 had gegeven op een oproep van de Duitse bondskanselier Helmut Schmidt om in Nederland meer kernenergie te gaan gebruiken: ‘Ik ben zelf al van die noodzaak overtuigd maar in Nederland is eerst een brede maatschappelijke discussie nodig om dit het volk in te prenten’ (‘Schmidt pleit’, 1980, p.7). Deze uitspraak versterkte het gevoel binnen een deel van de anti-kernenergiebeweging dat de BMD bedoeld was als *window dressing* voor besluitvorming die allang had plaatsgevonden. Ook de stuurgroep was zich bewust van zulke gevoelens. Voorzitter jonkheer De Brauw vond dan ook dat de Tweede Kamer al gedurende de BMD een signaal moest afgeven dat zij de uitkomst serieus zou nemen, en riep de Kamerleden ook daartoe op via een advertentie die hij in dagbladen liet plaatsen. Daarmee werd tevens gepoogd de aandacht en deelname aan de bijeenkomsten te laten stijgen (‘De Brauw wil’, 1983, p.3).[22]

De stuurgroep die de controversezitting over radioactief afval van 6 oktober 1982 voorbereidde, vroeg deskundigen en belanghebbenden om drie vragen schriftelijk te beantwoorden. Is een verantwoorde opslag van laagradioactief materiaal mogelijk, bijvoorbeeld door dumping in zee of opslag op het land? Kan

[22] De Brauw was eerder betrokken bij de totstandkoming van de nota-Langman, als minister zonder portefeuille belast met wetenschapsbeleid en wetenschappelijk onderwijs.

hoogradioactief afval veilig in zoutkoepels worden opgeborgen? Is opwerking van uitgebrande splijtstofstaven zinvol? (Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid z.j., 4.). Elf organisaties stuurden een reactie.[23] Daarnaast raadpleegde de stuurgroep instanties die vanwege hun wetenschappelijke achtergrond, of hun betrokkenheid bij kernenergie, kennis hadden over radioactief afval. Bij de zitting betrok ze ook internationale rapporten over het dumpen van radioactief afval op zee, zoals van de AEC, het NEA en het *Brookhaven National Laboratory*.

In haar eindrapport van 23 januari 1984 adviseerde de stuurgroep de regering om bestaande kerncentrales open te houden, maar dat uitbreiding van het aantal kerncentrales voorlopig ongewenst was. Al snel werd duidelijk dat de regering dat laatste advies naast zich neer zou leggen. Over radioactief afval concludeerde de stuurgroep dat er met kracht verder gewerkt diende te worden aan een oplossing hiervoor, ongeacht de besluitvorming over kernenergie (Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid 1984, pp. 352).

Een onderzoek naar de ervaringen met publieksparticipatie in het kader van de BMD concludeerde dat het belangrijk was om de te bespreken onderwerpen duidelijk af te bakenen, verschillende maatschappelijke groepen te voorzien van gelijke informatie en kennis, en het proces van publieksparticipatie te verankeren in de besluitvorming als geheel. Het verhelderen van het al dan niet bindende karakter van de raadpleging en de rol van experts, waren belangrijk voor een bredere deelname. Als het regering en parlement na een participatieproces vrij stond om een beslissing te nemen, kon dat bij groepen leiden tot politiek wantrouwen. Het betrekken van experts die verschillende instituten en maatschappelijke groepen vertegenwoordigden, zou juist vertrouwenwekkend werken (Bijlsma et al. 1988, pp. 397-403).

Radioactief afval was door de BMD nog meer verbonden geraakt met het kernenergiedossier en zeker niet in een rustiger vaarwater beland, laat staan dat voor- en tegenstanders elkaar waren genaderd (Hagendijk & Terpstra 2004, pp.18).[24] Tegelijkertijd lieten opiniepeilingen zien dat er een voorzichtige kentering in de publieke opinie plaatsvond. Waar de steun voor nieuwe kerncentrales tussen

[23] Waarvan vier milieuorganisaties, twee universiteiten, twee instellingen die zelf bij kernenergie waren betrokken (ECN en KEMA), de belangenvereniging van nucleaire medici, de Vereniging van Wetenschappelijke Werkers (waarin het VWO inmiddels was opgegaan) en de pro-kernenergiegroep Kernenergie Allicht. Terwijl de meeste reacties enkele pagina's groot waren, diende de Groningse Milieufederatie een uitgebreid rapport in van 135 pagina's.

[24] Een voorbeeld van de harde tegenstellingen en het wantrouwen op het kernenergiedossier midden jaren tachtig: In de nacht van 20 op 21 juni 1985 pleegde een anti-kernenergie groep, die zich 'De wraak van Jhr. Mr. de Brauw' noemde (naar de voorzitter van de BMD), een inbraak bij het ministerie van Economische Zaken om geheime documenten over het Nederlandse kernenergiebeleid te bemachtigen en openbaar te maken ('Stukken uit ministerie', 1985, p.1). De stukken van De Wraak werden gepubliceerd en zijn terug te vinden op https://kernenergieinnederland.nl/node/292.

1977 en 1982 afnam, nam deze in de jaren daarna weer toe, tot aan het ongeluk in Tsjernobyl in 1986 (Dekker et al 2010, pp. 26-27).

4.2 Heroverweging en onderzoek

Terwijl de BMD gaande was, ging het maatschappelijk verzet tegen de stortingen van laag- en middel radioactief afval in de oceaan door, ook internationaal. Er werd regelmatig gedemonstreerd in Petten en IJmuiden. De stortingen raakten hun maatschappelijke en (internationale) politieke legitimiteit kwijt. Zo zorgde een boycot van de *National Union of Seamen* ervoor dat Britse zeestortingen in 1983 geen doorgang vonden, en maakte steun van vakbonden in de transportsector het uitvaren van Zwitserse en Belgische schepen lastig (Ringius 1997, 78). Milieuorganisaties als Greenpeace en Stichting Natuur en Milieu bewandelden diverse wegen om het storten op zee tegen te gaan: van het bemoeilijken daarvan door met kleine bootjes op de dumpplek rond te varen, tot het aanspannen van rechtszaken om vergunningverlening te voorkomen. Ook de regering oordeelde begin jaren tachtig dat men van de stortingen af wilde omdat men inmiddels ‘de zee zo min mogelijk [wilde] gebruiken als medium om welk afval dan ook kwijt te raken’ (Kamerstukken II 1981/1982, 17100, nr. 32, 1981).

Maar er waren ook tegengeluiden. In het *NRC Handelsblad* betoogde bioloog en chemicus Rob Biersma dat de negatieve effecten van stortingen van radioactief afval in de oceaan meevielen. Hoewel hij beaamde dat effecten niet vielen te ontkennen, waren die naar zijn opvatting ‘zeer lokaal en gering in omvang. Zo gering dat de slogan “De zee sterft door kernafval” een bewuste misleiding, zo geen leugen is. De onnodige angst die hierdoor bij het brede publiek wordt opgewekt, valt niet goed te praten. Ook in de milieu-politiek heiligt het doel de middelen niet’ (Biersma, 1982).

Dergelijke geluiden verhinderden niet dat op de *London Dumping Convention* van februari 1983 per direct een moratorium op dumpingen werd afgesproken voor een periode van twee jaar (in 1985 verlengd voor onbepaalde tijd). Dit betekende het einde voor de tot dan toe dominante optie voor de omgang met laag- en middelactief afval. Hoewel Nederland tegen het moratorium stemde (evenals Groot-Brittannië, Japan, de Verenigde Staten, Zuid-Afrika en Zwitserland) moest het storten van laag- en middelradioactief afval in de oceaan definitief stoppen (zie grafiek 2 op pagina 53) (Ringius, 1997, p. 77).

Dit verzet van een aantal belangrijke landen tegen het moratorium, deed de *London Dumping Convention* besluiten tot het laten uitvoeren van een expertstudie. Eerder hadden internationale experts gesteld dat niet meer dan 100.000 ton per jaar mocht

worden gestort. Als men deze hoeveelheden aanhield voor de komende 400.000 jaar zou de straling binnen de internationale normen blijven (ECN, 1982, p. 15). Ook het nieuwe onderzoek stelde dat de stralingsdoses afkomstig van zeedumping zeer laag waren. Dit werd door milieugroepen in het *extended expert panel* in twijfel getrokken (Ringius 2000, 145). Zij wezen erop dat het lastig was om sociale, economische, wetenschappelijke en technologische factoren te vergelijken en kwantificeren. Sociale en maatschappelijke factoren konden belangwekkender worden geacht dan wetenschappelijke-technologische factoren (LDC, 1985), zo stelde het panel (LDC, 1985). In 1993 besloot de *London Dumping Convention* tot een totaalverbod op het dumpen van radioactief afval in zee.

Geconfronteerd met het maatschappelijk verzet en anticiperend op de internationale afspraken, had de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne in maart 1981 besloten de Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval in het leven te roepen. Deze CHVRA (ook wel commissie-Van Bueren genoemd) keek naar alternatieven voor de verwijdering van laag- en middelradioactief afval, nu storten in de oceaan geen optie meer was (CHVRA, 1983). In de CHVRA zaten naast wetenschappers ook vertegenwoordigers van de milieuorganisaties Stichting Natuur en Milieu en Greenpeace Nederland, en van de VNG (‘Advies over opslag’, 1983, p.7). De CHVRA stelde in haar eindrapport van maart 1983 dat ‘verwijdering van het radio-actief afval in diepe stortholtes in zout […] beter […] is dan het storten in de Atlantische Oceaan. Voor het verwijderen van bepaalde categorieën van dit afval is opslag in constructies boven of even beneden het aardoppervlak voor perioden van 15 tot 150 jaar eveneens een bruikbare mogelijkheid’ (CHVRA, 1983, p.6). Gedurende zo’n periode verminderde de radioactiviteit en kon opnieuw gekeken worden naar verwijderingsopties. Dit standpunt had de CHVRA ook al verwoord in haar schriftelijke bijdrage aan de stuurgroep van de BMD. Het afval uit ziekenhuizen, onderzoekscentra en de industrie dat koolstof-14 en waterstof-3 bevatte, zou kunnen worden verbrand. Het overige afval kon worden verwijderd in een stortholte. Dat betrof ‘radioactief afval uit kernenergiecentrales, waarbij geen gescheiden opvang van de radioactieve stoffen mogelijk is, bepaalde afvalstoffen uit onderzoekcentra en de industrie, inclusief alle alfastralers en ook het radium-226 uit ziekenhuizen, en het cesium-136 uit ziekenhuizen’ (CHVRA, 1983, p.6). De CHVRA stelde dat opslag bovengronds ‘te allen tijde omkeerbaar en beheersbaar’ was, terwijl dat bij geologische berging via stortholtes nauwelijks het geval was. Bij een keuze voor mijnschachten zou dit beter mogelijk zijn (CHVRA, 1983, pp.72 en 81). Tegelijkertijd concludeerde de CHVRA dat ‘de maatschappelijke bezwaren tegen verwijdering van radioactief afval binnen Nederland nog wel groter zijn dan die tegen het storten in de Atlantische Oceaan’ (CHVRA, 1983, p.92).

De CHRVA was niet eensgezind. In haar eindrapport en in een persbericht liet de commissie weten dat een minderheid van de leden negatief stond ten opzichte van

kernenergie in Nederland. Bovendien vond die minderheid dat het gebruik en hergebruik van radioactieve stoffen beperkt moest worden tot stoffen met een halveringstijd van 15 jaar of minder. Dit zou het aanbod van radioactief afval verminderen, maar ook de toepassingsmogelijkheden van radioactieve stoffen in de medische, industriële en energiesector, zoals de meerderheid van de CHVRA waarschuwde (CHVRA, 1983, pp.9-10). Hoewel de CHVRA geen advies over kernenergie was gevraagd, laten rapport en persbericht zien dat de meningsvorming over kernenergie en radioactief afval hier in elkaar grepen. Deelnemers aan onderzoek naar de omgang met radioactief afval die negatief stonden tegenover kernenergie, wilden dat laatste expliciet vermeld zien. Een gesteunde (voorkeurs)optie voor de omgang met radioactief afval, betekende voor hen niet dat er afval vanuit kerncentrales mocht bijkomen.

Een paar maanden na de installatie van de CHVRA en nagenoeg tegelijk met de start van de BMD, had de minister van Economische Zaken in augustus 1981 de beleidscommissie Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval (ILONA) ingesteld. In ILONA werd al het technisch-wetenschappelijk onderzoek ten behoeve van de beleidsvorming gebundeld. Daarbij werden de eerdere suggesties van de ICK uit de jaren zeventig gevolgd. Binnen ILONA namen vier studiecommissies elk een optie voor een eindberging of interim-opslag voor hun rekening:

- OPLA bestudeerde de opslag op land,
- NORA berging in zoutkoepels in de Noordzee,
- DORA berging in de diepzee, en
- MINSK de mogelijkheid van interim-opslag van hoogradioactief afval en bestraalde splijtstof en kernsplijtingsafval.

Al snel werd besloten het onderzoek naar zoutkoepels in de Noordzee te staken omdat het voor Nederland alleen een te dure optie was. Het opzetten van internationale samenwerking om de kosten te delen, viel op korte termijn niet te realiseren. Ook het diepzeeonderzoek werd niet doorgezet omdat het Europees Kernenergieagentschap (NEA) ook al bezig was met een groot onderzoeksprogramma hiernaar. De Nederlandse regering wilde de resultaten hiervan afwachten (Kamerstukken II 1984/1985, 18343, nr. 6, p.1). Uit de MINSK-studie kwam naar voren dat ook hoogradioactief afval tijdelijk op verantwoorde wijze kon worden opgeslagen. Dat kon in waterbassins, zoals ook bij kerncentrales gebeurt, of in transportcontainers, een apart gebouw of silo’s.

Een deel van het ILONA-onderzoek werd gedaan binnen het kader van Europese samenwerking. Zo verrichtte het RIVM grondwaterberekeningen bij een West-Duitse zoutpijler (OPLA, 1987, pp.23-24). Nederland nam verder deel aan

onderzoek naar opslag in de instabiele zoutmijn Asse II,[25] in de Duitse deelstaat Nedersaksen, waar water op een ongecontroleerde manier de mijn instroomde. Ook werd kennisgenomen van Belgisch onderzoek naar de toepasbaarheid van berging in kleilagen, dat volgens een OPLA-rapport plaatsvond net over de grens in de Boomse kleilaag, die doorloopt tot in Noord-Brabant (OPLA, 1989, pp.9-10).

Met het oog op een internationaal verbod op diepzeestortingen van laag- en middelactief afval, en het op termijn terugzenden van hoogactief afval uit La Hague en Sellafield, koos de regering voor een bovengrondse interim-opslagvoorziening voor laag-, middel- en hoogactief afval.[26]

4.3 COVRA en de locatiekeuze voor bovengrondse opslag

In 1984 bood minister Winsemius van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)[27] zijn nota *Radioactief afval* aan de Tweede Kamer aan. Het Nederlandse beleid volgde de twee doelstellingen voor stralingsbescherming die de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) in 1966 had geformuleerd, en die Euratom in 1980 had overgenomen. Dit betekende dat de blootstelling van de mens en zijn omgeving aan straling van radioactief afval zo beperkt moest zijn 'als redelijkerwijs mogelijk is', voor de gehele periode dat dat afval bestond (ICRP, 1966, p. 10). Dit wordt het ALARA-principe genoemd: *As Low As Reasonably Achievable.* Daarnaast mocht de som van de ontvangen en te verwachten doses voor de mens de vastgestelde limieten niet overschrijden (VROM 1984, p. 5).[28]

Het ALARA-principe beïnvloedde de omgangsmogelijkheden met radioactief afval. Om eraan te voldoen, moest een verwijderingsmethode toegepast worden 'waarbij de kans dat een onaanvaardbare hoeveelheid activiteit in een biologische kringloop terecht komt, verwaarloosbaar klein is.' Dit moest gebeuren door het afval te isoleren, beheersen en controleren (de IBC-criteria). Isoleren en beheersen betekende in de eerste plaats dat er in het beleid aandacht was voor de beperking

[25] Volgens Di Nucci & Brunnengräber (in druk, 2023) werd de mijn Asse II tussen 1976 en 1978 gebruikt om op een diepte van 650 meter meer dan 125.000 vaten met LRA en MRA te verwijderen. Elke dag komt 12.000 liter water de mijn in en moet worden weggepompt. Daarom moeten de vaten die daar zijn opgeslagen tegen 2033 worden opgehaald. De definitieve sluiting van de Asse II-mijn wordt op zijn vroegst in 2050 verwacht.

[26] De opwerkingsfabrieken waren voor 25 jaar na moment van opwerking 'gerechtigd het opgewerkte materiaal terug te zenden naar Nederland'. Zij moesten vijf jaar voor het verstrijken van die termijn zekerheid verschaffen over het al dan niet terugzenden (Kamerstukken II, 15920, nr. 9, p.7).

[27] Het ministerie van VROM bestaat sinds 1982 en nam de taken over van het ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke ordening met milieubeheer daaraan toegevoegd.

[28] Het ICRP is een onafhankelijke, niet-gouvernementele organisatie, die in 1928 werd opgericht tijdens het tweede Internationale Radiologisch Congres in Stockholm.

van de activiteit en het volume van het afval. De verwachting was dat betere meettechnieken in de toekomst het volume aan radioactief afval enigszins zouden verkleinen. Door bijvoorbeeld nauwkeuriger te meten of al het mogelijk besmette materiaal uit ziekenhuizen, laboratoria, industrie en kerncentrales ook daadwerkelijk radioactief was, kon het niet-besmette deel van het besmette worden gescheiden (VROM 1984, pp. 6-7).

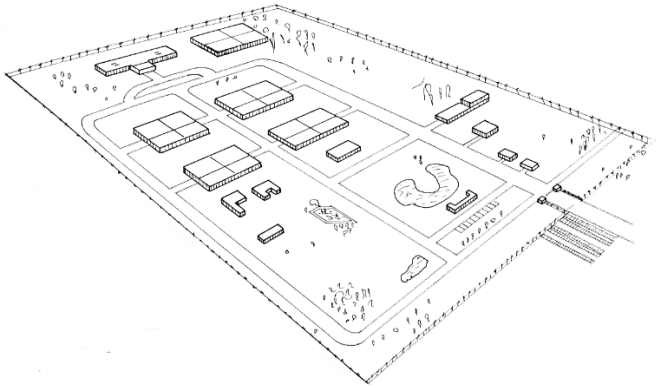
Vanuit beheersings- en controleoverwegingen legde de regering de zorg voor zowel het laag-, het middel- als het hoogactief afval in handen van één organisatie: de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA). Dit was in lijn met eerdere aanbevelingen van de ICK.

COVRA werd de naam van de organisatie die op 17 december 1982 werd opgericht. Ze had als doel 'bedrijfsmatig te voorzien in de zorg voor het radioactief afval, uitgaande van het beleid van de rijksoverheid' (VROM 1984, pp.8). COVRA kreeg de verantwoordelijkheid voor het inzamelen, bewerken, verwerken, verwijderen en opbergen van al het Nederlandse radioactief afval (Kamerstukken II 1983/1984, 18100, nr. 115). Daarmee werd ze niet alleen de centrale opslagfaciliteit, maar ook de enige erkende ophaaldienst van radioactief afval in Nederland, een taak die ze overnam van ECN. De staat bezat aanvankelijk 10% van de aandelen in COVRA. De eigenaren van de kerncentrales in Dodewaard (GKN) en Borssele (EPZ) bezaten elk 30%, net als ECN. Op 15 april 2002 kwamen alle aandelen in handen van de Nederlandse Staat. Dit werd mede ingegeven door een afname in het volume aangeboden radioactief afval, waardoor de bedrijfseconomische omstandigheden voor COVRA verslechterden (zie ook 5.6).

De aanbieders van radioactief afval betaalden COVRA voor het ophalen, verwerken en de opslag ervan. Ook moesten ze bijdragen aan 'het in beheer nemen en houden van een definitieve bergplaats voor radioactief afval en/of het op andere wijze zorgdragen voor een definitieve bestemming van het onder haar beheer vallende radioactieve afval'. Hiervoor richtte COVRA een fonds op waarmee beleggingen gedaan konden worden. Ook dit was conform eerdere suggesties van de ICK. In lijn met het beleid van beheersing werd ook bepaald dat de producenten zich verplichten 'om blijvend te streven naar een beperking van de afvalstroom' (Kamerstukken II 1983/1984, 18100, nr. 115, pp.11-12).

Kader 3 De Interimopslag Radioactief Afval Nederland B.V.

De Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie adviseerde in 1975 om de zorg voor het afval bij één partij te beleggen. Daarnaast suggereerde de CHVRA in 1983 een betere scheiding van het afval en de mogelijkheid van bovengrondse opslag. Deze ideeën kwamen terug in de oprichting van COVRA in 1982 en de Nota uit 1984.
Maar daarnaast was er ook nog het plan van de stichting *Kernenergie Allicht*, mede-opgericht door Jan Vrijen die later de eerste COVRA-directeur zou worden. Zij kregen in 1981 een subsidie van de BMD om een ontwerp te maken voor een interim-bovengrondse berging. De stichting deed dit omdat de zeedumpingen steeds meer verzet opriepen (Andriesse, 2000, p. 150). De studie ging uit van drie nieuwe Nederlandse centrales, retourzending van verglaasd kernsplijtingsafval na opwerking, en een bovengrondse interim-opslag van 50 jaar 'of zoveel korter als door een definitieve eindopslag wordt mogelijk gemaakt' (*Behandeling en opslag*, z.d., p. 7). Zo'n bovengrondse opslag zou gefaseerd aangelegd moeten worden, te beginnen met faciliteiten voor laag- en middelradioactief afval. De gesuggereerde naam was Interimopslag Radioactief Afval Nederland B.V., of wel IRAN. Deze organisatie zou verantwoordelijk moeten worden voor het verzamelen, verwerken en opslaan van het Nederlandse radioactief afval (*Behandeling en opslag*, z.d., p. 35).



Conceptontwerp van *Kernergie Allicht* voor een bovengrondse interim-opslag voor laag- en hoogaktief afval. Uit: Behandeling en opslag van radioactief afval in Nederland (waarschijnlijk 1981 of 1982).

De regering koos hiermee voor een bergingsoptie die ‘de komende decennia in ieder geval gebruikt kan worden voor alle categorieën radioactief afval’ (VROM 1984, p. 17). De betekenis van de woorden ‘de komende decennia’ zorgde voor onduidelijkheid bij de bespreking van de nota in de Kamer. In antwoord op schriftelijke vragen meldde minister Winsemius dat het opslagterrein van ongeveer 20 hectare waarvoor in de nota gekozen was, voldoende ruimte bood voor het afvalaanbod voor de komende 100 jaar, met enige marge voor verandering (Kamerstukken, 18434, nr. 4, 1984, p.12).[29] Bij de bespreking van de nota in de vaste commissie voor Milieubeheer op 1 oktober 1984 zei hij dat onder de huidige omstandigheden en de maatschappelijke sentimenten omtrent radioactief afval ‘de beheersbare “bovengrondse” opslag grote voordelen’ bood. Hij voegde daaraan toe dat hij zich kon ‘voorstellen dat men zegt, gedurende honderd jaar aan bovengrondse opslag te doen, afhankelijk van de alternatieven die men voor ogen heeft’ (Handelingen II 1984, UCV 4, p.28). In haar standpunt over de BMD stelde de regering ook dat er een interim-opslag zou komen, en dat laag- en middelactief afval na 100 jaar ‘nagenoeg alle radioactiviteit is verloren’ (Handelingen II 1984, UCV 4, p.28, pp.53 en 38). Als gevolg daarvan werd er voortaan gesproken over tijdelijke, langdurige bovengrondse opslag van al het Nederlandse radioactieve afval met een opslagcapaciteit die voldoende moest zijn voor ‘de komende 50 tot 100 jaar’ ('Brief van de Commissie ILONA', 1989).

COVRA kreeg dus de zorg voor zowel het laag-, het middel- als het hoogactief afval. Ook het uit Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk terug te verwachten afval, dat overbleef na opwerking van de gebruikte Nederlandse kernsplijtstof, zou bij COVRA worden opgeslagen. Aan de keuze voor de interim-opslag op land bij COVRA lagen ook financieel-economische overwegingen ten grondslag (Kamerstukken II 1983/1984, 18343, nr. 2, p.3). Deze oplossing gaf de regering tijd om opties voor de definitieve verwijdering verder te bestuderen. Hierbij werd ook geanticipeerd op een mogelijke internationale bergingsfaciliteit, waarbij Nederland zou kunnen aansluiten. Deze aanpak om zowel nationale als multinationale eindberging open te houden als opslagmogelijkheid, werd later bekend als de duale strategie. Op initiatief van Nederland onderzocht het NEA de mogelijkheid van een internationale bergingsfaciliteit (NEA, 1987). Onoverkomelijke economische of institutionele redenen tegen deze optie, waren er volgens het NEA niet. Wel vroeg het zich af of de politiek en de publieke opinie er al rijp voor waren.

Bij de keuze van de locatie waar de bovengrondse opslagfaciliteit zou komen, stuitte de regering opnieuw op lokaal en provinciaal verzet. De minister moest hierdoor zijn voorkeurslocatie, een industrieterrein in het Noord-Hollandse Velsen, opgeven en koos als noodoplossing voor de korte termijn voor interim-opslag bij

[29] Dit werd nog in 1993 bevestigd door minister Alders van VROM, die sprak over COVRA’s capaciteit die voldoende zou zijn voor 50 tot 100 jaar (Kamerstukken II, 23163, nr. 1, 1993, p.10).

ECN in Petten (zie intermezzo 3). Hier kon het afval voor een periode van vijf jaar blijven. De zoektocht naar een geschikte en geaccepteerde locatie voor bovengrondse interim-opslag voor langere tijd, droeg de minister op aan een commissie onder voorzitterschap van W. Geertsema. Deze commissie Locatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval (LOFRA) liet zich in haar selectieprocedure door een paar criteria leiden. Zo moest de locatie in het bestemmingsplan een industriële bestemming hebben, aangezien de opslag en behandeling van het afval als een industriële activiteit werd beschouwd. Er moest een mogelijkheid zijn om (gezuiverd) afvalwater te lozen en de locatie mocht niet te dicht bij woonwijken liggen, vanwege de risicoperceptie (LOFRA, 1985, p. 11).

In het voorjaar van 1985 maakte de commissie een lijst met twaalf mogelijke locaties voor de bovengrondse interim-faciliteit openbaar. Tien gemeenten wilden niet meewerken aan de aanvraagprocedure voor de vergunningverlening. De gemeentebesturen van het Brabantse Klundert en het Zeeuwse Borsele waren hiertoe wel bereid. Vooral in Borsele bleek het politiek-maatschappelijk draagvlak voor een opslagfaciliteit relatief groot. In de gemeente was ook de kerncentrale gevestigd en de inwoners waren gewend aan nucleaire activiteiten in hun omgeving. Een meerderheid van de gemeenteraad stond positief tegenover kernenergie. Die combinatie zorgde ervoor dat de opslag van radioactief afval zou worden aanvaard, concludeerden het college van B&W en de commissie LOFRA gezamenlijk. Volgens de burgemeester was in zijn gemeente het besef groot dat ‘wanneer je eenmaal kernenergie aanvaardt […] je ook mee moet helpen iets te doen aan het probleem van het radioactief afval’ (‘Borsele positief’, 1985, p.13).

Niet iedereen dacht er zo over. Ook Borsele en omgeving telde tegenstanders van kernenergie en een opslagfaciliteit voor radioactief afval. Een aantal van hen had zich verzameld in energiecomités. Tijdens een verkennend bezoek van de commissie aan de gemeente boden ze Geertsema een petitie aan met handtekeningen tegen de bouw van een opslagloods, omdat daarmee in hun ogen de weg naar meer kernenergie openlag. Ook verweten ze de commissie de opslag van radioactief afval als een normale industriële activiteit te beschouwen: ‘Wij vinden de wijze waarop u het probleem van de afvalberging benadert (vergelijken met een griesmeelfabriek) beneden peil. Het lijkt op het belachelijk maken van diegenen die oprecht verontrust zijn over dit enorme probleem’. De reactie van Geertsema dat ook een griesmeelopslag kon ontploffen, weerlegden ze door te stellen dat: ‘griesmeel geen gevaar vormt voor een hele generatie en generaties daarna, zoals radioactief afval’ (‘Petities voor- en tegenstanders’, 1985, pp.13 en 15).

Een ander geluid kwam van de Borselse ondernemersvereniging COB. Die pleitte bij de commissie juist voor de komst van de COVRA-opslagfaciliteit. Zij toonde zich

vooral bezorgd over andere belangen die de selectieprocedure konden vertroebelen. Het parlement discussieerde over mogelijke nieuwe kerncentrales in Nederland. Twee voor de hand liggende locaties waren Borsele en het industrieterrein Moerdijk, dat grote financiële problemen kende. Uitgelekte documenten lieten zien dat de Rijksoverheid Moerdijk financieel wilde steunen, als de gemeente waarin Moerdijk lag (Klundert) de COVRA-opslagfaciliteit zou accepteren. De Borselse ondernemers vreesden dat politiek handjeklap ervoor zou kunnen zorgen dat de uiteindelijke keuze uitviel in het voordeel van Moerdijk. Zij vroegen Geertsema om een eerlijk en transparant keuzeproces. Ook benadrukten ze dat er naast de opslagfaciliteit zeker ook een nieuwe kerncentrale welkom was in Borsele ('Petities voor- en tegenstanders', 1985, p.15). Dat de belangen van verschillende ministeries en de provincie buiten LOFRA om de locatie van de opslagfaciliteit dreigden te gaan bepalen, leidde tot wrevel binnen de commissie. Twee leden stapten op en de overigen besloten hun advieswerk pas voort te zetten na gesprekken met de premier en de verantwoordelijke minister (Knol, 1985, p.1; 'Winsemius wil geen', 1985, p.1).

De commissie LOFRA presenteerde op 8 oktober 1985 haar advies aan de minister van VROM. Ze noemde drie mogelijke locaties om radioactief afval voor de lange termijn bovengronds op te slaan. Een welwillend lokaal bestuur (met een petitie ondersteund door een deel van de bevolking) was voor LOFRA een belangrijke reden om positief te staan tegenover twee terreinen in Borsele. Het ene was van de Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij (PZEM), het andere van het Havenschap Vlissingen ('Gemeenteraad Borsele', 1985, p.31; 'B. en W. Borsele', 1985, p.13). Als derde mogelijkheid noemde LOFRA het terrein van het Industrie en Havenschap Moerdijk te Klundert ('Borsele bovenaan', 1985, p.1).

Nadat de ramp in Tsjernobyl in april 1986 ertoe geleid had dat de parlementaire discussie over nieuwe kerncentrales in Nederland (voorlopig) in de ijskast werd gezet, en nadat een locatie-onafhankelijke milieueffectrapportage geen grote verschillen had laten zien tussen de voorgestelde locaties, liet de minister de keuze over aan COVRA (Milieuadviesgroep Ecoplan & Nucon, 1985). In juni 1986 deelde COVRA mee dat ze voor het PZEM-terrein in Borsele had gekozen. Om te voldoen aan de wettelijke verplichting om bewoners en omwonenden te consulteren, beloofde ze onder andere om 'op korte termijn een informatiepakket onder de bevolking van Borsele te verspreiden' ('COVRA kiest Borsele', 1986).

Hiermee was het locatiekeuzeproces niet afgerond. Nadat COVRA een uitgebreid voorlichtingspakket onder de inwoners van Borsele had verspreid, met de verzekering dat ze hen regelmatig op de hoogte zou houden van de voorbereidingen, bleef het maanden stil. De *Provinciale Zeeuwse Courant* sprak van een valse start. Zo vond een deel van de bevolking dat COVRA de

informatietoezeggingen onvoldoende nakwam. Ook was er verontwaardiging over een informele vergadering met de gemeenteraad in februari 1987 over de bouwplannen, die op verzoek van COVRA achter gesloten deuren plaatsvond (Antonisse, 1987, p.4). Vlak voordat de gemeenteraad in maart 1988 over de bouwvergunning voor COVRA zou besluiten, richtten inwoners die meer burgerparticipatie in de lokale besluitvorming wensten, een dorpsraad op. Die ging meningen peilen over tal van lokale onderwerpen, waaronder de COVRA-opslagfaciliteit. 700 bewoners die minder dan een kilometer bij de geplande opslagfaciliteit vandaan woonden, tekenden protest aan tegen de plannen. Ze hadden met name bezwaren tegen de hoogte van het gebouw en de gebrekkige informatievoorziening over de exacte locatie (aan de rand van het industrieterrein). De kritische bewoners – naar eigen zeggen bepaald geen actiegroep – kregen voor hun standpunt dat ze onvoldoende bij de besluitvorming betrokken waren, bijval van de commissie voor de milieueffectrapportage (Coster, 1988, p.13).

Uiteindelijk besloot de gemeente Borsele om het gebouw te verplaatsen naar een centrale locatie op het industrieterrein Vlissingen-Oost, dat tot het dorp Nieuwdorp behoorde. De bewoners die aanvankelijk bezwaar hadden gemaakt, gingen hiermee akkoord. De vergunningverleningsprocedure, die opnieuw gestart moest worden, leverde maar liefst 3.600 bezwaarschriften op. Een klein deel daarvan kwam van boeren die waardevermindering van hun grond en gewassen vreesden en compensatie wilden. Een groter deel kwam van de bredere anti-kernenergiebeweging, die wilde voorkomen dat de bouw van de opslagfaciliteit een politiek geaccepteerde oplossing van het radioactief afvalprobleem betekende, wat groen licht zou geven voor meer kernenergie in Nederland (Codée 2003).

In augustus 1989 had COVRA alle vergunningen binnen en kon ze met de bouw van de opslagfaciliteit beginnen. De anti-kernenergiebeweging bleef protesteren en probeerde de bouwwerkzaamheden te belemmeren en het COVRA-kantoor in Middelburg te bezetten. Toen in 1992 de gebouwen van COVRA in Borsele opengingen voor de verwerking en opslag van radioactief afval, richtten de acties zich met name tegen het afvaltransport van Petten naar Borsele (zie Damveld 2016, bijlage 1).

Op verschillende manieren trachtte COVRA de bestuurlijke en maatschappelijke acceptatie van haar activiteiten te vergroten: door het ontwerp van het exterieur en het interieur van de gebouwen, door te investeren in een transparant en toegankelijk bedrijfsbeleid, en door een open communicatiestrategie met de omgeving, onder andere over de sterke focus op veiligheid. Voor het hoogradioactief afval kreeg COVRA in 2003 een speciaal gebouw: het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG). Dit werd

gefinancierd door de Nederlandse aanbieders van hoogradioactief afval, die ook de kosten voor opslag en beheer gingen betalen.

4.4 Onderzoek naar berging in steenzout

In de nota Radioactief afval uit 1984 schreef de regering ook dat ze wilde kijken naar de mogelijkheden van geologische berging van radioactief afval in een zoutformatie, in de vorm van een stortholte of een mijn. Bergen in een stortholte was een optie voor alleen laag- en middelactief afval, maar voldeed niet aan alle IBC-criteria omdat het geen omkeerbaar proces was. Terughalen was praktisch niet mogelijk. Kernsplijtingsafval kon eventueel geborgen worden in een mijn, samen met laag- en middelactief afval. Gedurende de operationele fase van een mijn zou het afval dan gecontroleerd en beheerst kunnen worden (VROM 1984, p. 11).

De studiecommissie die sinds begin jaren tachtig de opties onderzocht voor definitieve geologische berging van radioactief afval op land (OPLA), had voorgesteld om het onderzoek op te delen in drie fasen. De eerste fase was bedoeld voor het onderzoeken en bepalen van de opbergtechniek (mijn, boorgaten vanaf maaiveld met diverse typen stortholten) en het type opslagformatie (zoutlaag, zoutkussen of zoutkoepel). Fase 2 was een verkennend geologisch en geohydrologisch vooronderzoek van enkele mogelijk geschikte locaties, waar ook ondiepe boringen zouden kunnen plaatsvinden. In fase 3 zou dan een uitgebreide boven- en ondergrondse verkenning van een locatie plaatsvinden, inclusief proefboringen in het zout. De beide eerste fasen zouden samen vier jaar duren en 37 miljoen gulden kosten. Fase 3 was moeilijker in te schatten, maar OPLA waarschuwde alvast dat de tijd en kosten daarvan die van fase 1 en 2 ‘duidelijk zullen overtreffen’ (Kamerstukken II 1983/1984, 18343, nr. 6, pp.2-3).

Hoewel de regering het hele OPLA-onderzoeksvoorstel wilde uitvoeren, stond de Tweede Kamer in 1985 enkel fase 1 toe, om daarna een nieuwe afweging te kunnen maken. Omdat hiervoor geen proefboringen nodig waren, was dit het minst controversiële onderdeel.

Op basis van het onderzoek dat op dat moment al 37 miljoen gulden had gekost, concludeerde OPLA in maart 1987 (in de tweede tussenrapportage) dat een opbergfaciliteit voor radioactief afval in Nederlandse steenzoutlagen in principe technisch haalbaar was. Op basis van modelberekeningen werd bovendien de verwachting uitgesproken dat dit veilig kon (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.3). Het rapport kreeg veel media-aandacht. In de zomer van dat jaar laaide in Drenthe en Groningen het verzet tegen de berging van radioactief afval in

zoutlagen op. Dat verzet breidde zich uit naar de provincies Friesland, Overijssel en Gelderland, die ook genoemd werden als mogelijke ondergrondse opslaglocaties.

Twee van de drie opties die OPLA in dit rapport presenteerde, gingen uit van een uitbreiding van het kernenergievermogen in Nederland met 3.000 MW (OPLA, 1989, p.10). Dit leek inmiddels achterhaald door de ontploffing van een van de reactoren van de kerncentrale in Tsjernobyl (Oekraïne) een jaar eerder. De gevolgen daarvan waren in een groot deel van Europa meetbaar, bijvoorbeeld via een verhoogde radioactiviteit in de atmosfeer, in voedselgewassen en in melk. Tsjernobyl zorgde ervoor dat het voornemen van de regering uit 1985 om minimaal twee nieuwe kerncentrales te bouwen, op korte termijn onvoldoende draagvlak had (“Eerste kerncentrale”, 1985, p.3).

De commissie Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval (ILONA), die de onderzoeken van de verschillende opbergmogelijkheden coördineerde, adviseerde de regering om vervolgonderzoek te laten doen naar aanleiding van de OPLA-bevindingen. Er kwam een onderzoeksfase 1A met aanvullende studies en metingen op laboratoriumschaal. In 1989 concludeerde ILONA dat zowel binnen- als buitenlands onderzoek had aangetoond ‘dat veilige opberging van radioactief afval in de diepe ondergrond mogelijk is’ ('Brief van de Commissie ILONA', 1989). Ze had daarbij naar drie potentiële opberggesteenten gekeken: steenzout, klei en metamorf gesteente.

4.5 Onderzoek naar levensduurverkorting van afval

Al in de jaren zeventig werd in internationaal verband onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om de levensduur van radioactief afval te verkorten door langlevende componenten erin te scheiden en opnieuw te bestralen. Deze werkwijze, die partitie en transmutatie heet, kan in potentie de hoeveelheid hoogactief afval aanzienlijk verkleinen, evenals de radioactiviteit ervan. In 1972 had KEMA-directeur Went in een hoorzitting in de Tweede Kamer al op de mogelijkheid van ‘uitbranding’ gewezen. Niet lang daarna stelde de regering bij de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie een nieuwe werkgroep in, die het internationale onderzoek hiernaar op de voet moest volgen en erover rapporteren (Kamerstukken II 1978/1979, 15100, nr. 15, pp. 8 en 36). In de jaren tachtig was deze optie nog erg experimenteel en niet kosteneffectief. De *American Physical Society* ging er bijvoorbeeld vanuit dat de technologie niet voor het einde van de eeuw beschikbaar zou zijn (Hebel et al. 1978).

Het onderzoek naar partitie en transmutatie ging door als mogelijke optie voor de langere termijn, en werd ook ondersteund door de regering. Die ging vanaf 1991

het onderzoeksprogramma Recyclage van Actiniden en Splijtingsprodukten bij onderzoekscentrum ECN financieren (Konings et al, 1996). In dit kader werd ook een studie gedaan naar de milieu-hygiënische aspecten, gesubsidieerd door het ministerie van VROM (ECN 1998). Het programma ging ervan uit dat de risico's van radioactief afval in een geologische berging voor toekomstige generaties erg laag waren. Het onderzoek moest laten zien wat 'de maximaal mogelijke maatregelen [waren] om publieke bezorgdheid weg te nemen' (Konings et al. 1996, 2). Daarnaast gingen Nederlandse onderzoekers participeren in internationale onderzoeksprojecten naar transmutatie, zoals het Europese onderzoeksnetwerk EFTTRA. Eind twintigste eeuw was duidelijk dat er nog veel onderzoek nodig was en dat de optie niet op korte termijn verwezenlijkt kon worden. Bovendien zal er altijd een klein percentage langlevend radioactief afval overblijven, waarvoor alsnog een veilige langetermijnberging ingericht moet worden. Het onderzoek naar transmutatie als optie voor het verminderen van radioactief afval gaat internationaal door. De HFR te Petten is een van de weinige onderzoeksreactoren in Europa waar dergelijke bestralingsexperimenten uitgevoerd kunnen worden.

4.6 Radioactief afval in de context van milieubeleid

De omgang met radioactief afval in een bepaalde periode en de besluitvorming daarover, vertoont grote overeenkomsten met hoe er in die periode werd omgegaan met afval in het algemeen en hoe daarover werd besloten. Zo was verwijdering door storten en lozen lange tijd een gangbare praktijk en niet beperkt tot radioactief afval. Ook ander giftig afval werd vaak in zee gedumpt, op land gestort, op oppervlaktewater geloosd of in de lucht uitgestoten. De verontwaardiging hierover en het verzet ertegen groeiden omstreeks 1970 snel (zie bijvoorbeeld Brouwer en Kremer, 1970, p.5; Slager, 1971, p.4; Groeneveld, 1971, p.15). Natuur- en milieuorganisaties bundelden hun krachten en lieten van zich horen.[30] Vooral de ontdekking van de ernstig met chemische stoffen vervuilde Volgermeerpolder bij Amsterdam (1980) en de bouw van een woonwijk op zeer verontreinigde grond in Lekkerkerk, leidden tot veel maatschappelijke beroering. In dagblad *Trouw* werd dat industrieel afval een 'hinderlijke bijproduct van de welvaartsgroei' genoemd (Schmit, 1980, p.5). Op de Nederlandse universiteiten en hogescholen nam het belang van milieu als onderzoeks- en onderwijsthema toe.

[30] Zo vormden in 1972 de Nederlandse Vereniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging (sinds 1909), de Vereniging Natuurmonumenten (sinds 1905), de Contact-Commissie voor Natuur- en Landschapsbescherming (sinds 1932) en de in 1970 opgerichte Stichting Centrum Milieuzorg, de Stichting Natuur en Milieu.

Een gevolg hiervan was een versterking van het institutioneel beleidskader rond milieu en afval. Aan het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, dat sinds 1971 bestond, werd in 1981 een staatssecretaris voor Milieuzaken toegevoegd. Hoewel de personeelsomvang van het rijk vanaf begin jaren tachtig vanwege bezuinigingen kromp, groeide het aantal ambtenaren dat zich met milieuzaken bezighield.[31] Steeds meer beleidsmedewerkers bij overheden hadden een opleiding in de (toegepaste) milieukunde. De milieukundeopleidingen professionaliseerden in de jaren tachtig. Er ontstonden zelfstandige milieukunde-disciplines op de grens van de natuur- en maatschappijwetenschappen.

Deze nieuwe ideeën hadden invloed op het Nederlandse beleid. In 1979 deed CDA-Tweede Kamerlid Ad Lansink bijvoorbeeld een voorstel voor een hiërarchisch systeem voor de omgang met afval. Deze zogenoemde Ladder van Lansink was opgebouwd in volgorde van milieuvriendelijkheid. Bij de omgang met afval moest gestreefd en gezocht worden naar de hoogst mogelijke trede op de ladder, zodat de meest milieuvervuilende opties zo beperkt mogelijk zouden worden toegepast. Dit betekende dat allereerst voorkomen moest worden dat afval werd geproduceerd (preventie). Vervolgens had hergebruik van afval de hoogste prioriteit, daarna sorteren en recyclen, vervolgens verbranden en tenslotte storten. Dergelijke ideeën rond afval en duurzame productie raakten ook de besluitvorming rond radioactief afval in Nederland.

Ook internationaal nam de aandacht voor het milieu toe in de jaren tachtig. De Verenigde Naties riepen in 1983 de *World Commission on Environment and Development* (WCED) bijeen. De voormalige Noorse premier, minister van milieu en arts Gro Harlem Brundtland, werd voorzitter van deze internationale groep van milieudeskundigen, politici en beleidsmakers die de taak kreeg de mondiale achteruitgang van het milieu te analyseren, en te laten zien hoe sociale ongelijkheid, economische groei en milieuproblemen wereldwijd samenhingen. In 1987 publiceerde de WCED het rapport *Our Common Future*, ook bekend als het Brundtland-rapport. Hierin werd duurzame ontwikkeling gedefinieerd als het opheffen van de noden van de huidige generatie zonder dat toekomstige generaties belemmerd worden in datzelfde streven. Dit betekende onder meer dat de industrie wereldwijd efficiënter met grondstoffen moest omgaan, minder vervuiling en afval moest produceren en onomkeerbare nadelige effecten op de menselijke gezondheid en het milieu moest minimaliseren (VN-document A/42/427, maart 1987).

In lijn hiermee veranderde de regering eind jaren tachtig het milieu- en afvalbeleid, wat ook gevolgen had voor radioactief afval. In 1989 presenteerde het ministerie

[31] VROM bleef tot 2010 bestaan, waarna milieu met verkeer en waterstaat opging in het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

van VROM het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) (Kamerstukken II 1988/1989, 21137, nrs. 1 en 2). Dit domein-overschrijdende plan was het Nederlandse antwoord op het Brundtland-rapport. In beide stond het begrip duurzame ontwikkeling centraal. Dit betekende dat het beleid zich moest richten op het voorzien in de behoeften van de huidige generatie, zonder daarmee de mogelijkheid voor toekomstige generaties in gevaar te brengen om in hun behoeften te voorzien. Ook bij de besluiten over radioactief afval ging de regering uitgangspunten hanteren uit het NMP: toekomstig hergebruik, integraal ketenbeheer en duurzame ontwikkeling. Hierin is duidelijk de Ladder van Lansink herkenbaar. Concreet betekende dit dat de regering antwoord wilde op de vraag welke methode van afvalberging de voorkeur genoot, in het licht van het streven naar duurzame ontwikkeling. Daarbij ging het overigens om alle vormen van hoog-toxisch afval, chemisch en radioactief.

Om die voorkeur te bepalen, werd onder meer een inspraakprocedure met belanghebbenden georganiseerd. Die moest, in de woorden van de regering, zoveel mogelijk relevante argumenten opleveren. De minister benadrukte dat het ging om een principediscussie met slechts een beperkt aantal deelnemers (Kamerstukken II 1991/1992, 21137, nr. 101, p.5).[32] Vier organisaties konden hun mening geven over de vraag of de diepe ondergrond gebruikt mocht worden voor het opbergen van afval, of de argumenten die daarbij speelden ook opgingen voor andere (bovengrondse) vormen van afvalverwijdering en de voorwaarden waaronder berging in de diepe ondergrond mocht plaatsvinden.

Al snel bleek dat ook andere organisaties de behoefte voelden om aan de inspraakprocedure deel te nemen. De minister besloot daarop om ‘een ieder die dat wenst’ de gelegenheid te geven om voor 1 januari 1992 zijn of haar antwoorden op de vragen in te sturen. Een oproep hiervoor van het ministerie van VROM op 26 oktober 1991 in de Staatscourant en een aantal landelijke en regionale kranten, leverde circa 2.000 reacties op (Kamerstukken II 1991/1992, 21137, nr. 101, p.5; Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.3). De TU Twente rubriceerde, analyseerde en bundelde de reacties, samen met de resultaten van de vier uitgenodigde organisaties in een rapport, dat in het najaar van 1992 aan de minister werd overhandigd (Van der Meulen et al., 1992). De onderzoekers concludeerden dat er consensus was over drie zaken. Allereerst over de noodzaak dat de Nederlandse regering maatregelen moest treffen voor het reeds bestaande en nog te produceren afval. Ten tweede dat er rekening moest worden gehouden met de belangen van toekomstige generaties. Ten derde was men overtuigd van het belang van veiligheid, zoals geoperationaliseerd in de IBC-criteria. Geen

[32] Deelnemers waren de NV Samenwerkende Elektriciteits Produktiebedrijven (SEP), de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI), de Stichting Natuur en Milieu (SNM) en de Vereniging voor Milieuwetenschappen.

overeenstemmingen was er over de vragen of dit kon middels geologische berging, en of terugneembaarheid hierbij een leidend principe moest zijn (Rip et al 1995, p.194).

Begin jaren negentig was er veel kennis beschikbaar over de technische mogelijkheden van permanente ondergrondse opslag van radioactief afval. Daarnaast waren de meningen over ondergrondse berging gepeild bij betrokkenen, eerst via de BMD, later meer specifiek via een inspraakprocedure met belanghebbenden. Op basis hiervan, en in de context van het nieuwe milieubeleid, concludeerde de minister in 1993 dat er antwoord moest komen op de vraag 'of een dergelijke verwijderingstechniek voor radioactief afval maatschappelijk en beleidsmatig wenselijk is' (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.4). Om die vraag te kunnen beantwoorden, waren toetsingscriteria nodig. De regering vond dat het OPLA-onderzoek naar de opslagmogelijkheden van radioactief afval op land rekening moest houden met de zogenoemde IBC-criteria uit de eerste nota Radioactief afval uit 1984 (isoleren, beheersen en controleren). Beheersen werd opgevat als 'de mogelijkheid van de bevoegde autoriteiten om in te grijpen ook ná de verwijdering indien daartoe de noodzaak mocht blijken' (Handelingen II 1984/1985, 18343, nr. 9; Kamerstukken II 1984/1985, 18343, nr. 16, p.1). Dit was onderdeel van het zogenoemde terugneembaarheidsbeginsel.

4.7 Terugneembaarheidsbeginsel

In 1993 zette de regering haar beleid voor het opbergen van radioactief afval uiteen in een brief aan de Kamer. De minister van VROM stelde dat ondergrondse berging van radioactief afval in Nederland slechts een optie was als voldaan werd aan de eis dat dat afval op langere termijn terugneembaar zou zijn. Dit gold ook voor het hoog-toxisch chemisch afval. In beide gevallen ging het, zo stelde de regering 'om relatief kleine hoeveelheden afval die vanwege toxische eigenschappen voor een onbepaalde tijd geïsoleerd dienen te blijven van de biosfeer' (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.2). De minister sloot aan bij het principe van minimalisatie door ook over het belang van preventie te spreken, maar gaf aan dat dat voor bepaalde vormen van chemisch en radioactief afval niet mogelijk was zonder consequenties voor bijvoorbeeld medische behandelingen. Dit betekende dus dat de hoeveelheid afval zou groeien. Geologische berging met 'natuurlijke isolatie' werd daar als een adequate oplossing voor gezien.

Het opgeborgen afval moest om twee redenen ook op de langere termijn terugneembaar zijn. Vanuit het perspectief van een integraal ketenbeheer (hergebruik, circulariteit, duurzame keten) moest het teruggehaald kunnen worden indien hergebruik mogelijk werd. Ook vanuit veiligheidsperspectief moest het

terugneembaar zijn: ‘de gekozen wijze van berging dient als geheel een proces te betreffen dat met het oog op beheersbaarheid, in principe omkeerbaar is’. Het gevolg van die terugneembaarheid was dat toekomstige generaties ‘zorgplicht’ hielden over het afval’ (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, pp.5-7).

Intermezzo 3: **Velsen en de loods voor laag- en middelactief afval**

‘Ethisch niet verantwoord tegenover onze nakomelingen.’ Zo noemde in mei 1981 een inwoonster van Velsen de dumping van radioactief afval in zee (‘Storting kernafval’, 1981, p.9). Samen met Greenpeace, Natuur & Milieu, de Werkgroep Noordzee en nog twintig andere burgers, vroeg zij de Raad van State om de vergunning te vernietigen om vanuit de haven van IJmuiden Nederlands, Belgisch en Zwitsers afval te storten in de Atlantische Oceaan. Hoewel de vergunning niet van tafel ging, was duidelijk dat het verzet tegen het afval dumpen in zee toenam. Omdat begin jaren tachtig ook een internationaal moratorium op zeedumpingen van laag- en middelactief afval steeds waarschijnlijker werd, moest de Nederlandse overheid op zoek naar een alternatief. Ondergrondse opslag in zoutformaties in Drenthe en Groningen was door lokaal en regionaal verzet niet realiseerbaar op korte termijn. Als mogelijke oplossing bleef alleen bovengrondse opslag voor laag- en middelactief afval over.

Om lagere overheden en burgers te bewegen om een loods voor radioactief afval op hun grondgebied te accepteren, bleek een lastig en tijdrovend proces. Ook met

De locatie in Velsen waar begin jaren tachtig mogelijk radioactief afval wordt opgeslagenVelsen. Foto: Marcel Antonisse/ Nationaal Archief, fotocollectie Anef.

de gemeente Velsen, waarvan de gemeenteraad in 1980 unaniem tegen het storten op zee had gestemd, was het rijk hierover in onderhandeling. Dat proces duurde langer dan gehoopt. Staatsecretaris Lambers-Hacquebard (D66) van Volksgezondheid en Milieuhygiëne voelde zich in 1982 gedwongen alsnog een vergunning te geven voor het storten van laag- en middelactief afval in zee. De uitvoering daarvan verliep niet zonder problemen. Vanwege burgeracties in Velsen en het verzet van de gemeenteraad werd besloten het afval niet vanuit IJmuiden (onderdeel van de gemeente Velsen) naar de oceaan te vervoeren, maar vanuit de marinehaven van Den Helder. In augustus 1982 werd het radioactief afval 's nachts van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) te Petten naar Den Helder getransporteerd. De gemeenteraad van Velsen voelde zich hierdoor overvallen en besloot de onderhandelingen met het Rijk over een mogelijke opslagloods te stoppen ('ECN wil weer', 1982, p.7).

Groot was dan ook de verontwaardiging bij lokale politici en ambtenaren toen milieuminister Winsemius (VVD) in december 1982 in de trouwzaal van het Velsense stadhuis bekendmaakte dat het Rijk een stuk land had gekocht op een industrieterrein in Velsen-Noord. Dat was bedoeld voor een opslagloods waarin tien jaar lang laag- en middelactief afval zou worden opgeslagen. Een journaliste van *Het Parool* was erbij en deed verslag.

> *'De bestuurders […] hapten naar adem. Voor hen ligt de map van Winsemius. Daarin zitten heel keurig: een detail van de gemeenteplattegrond; een persbericht over de plotseling opgerichte Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (verder Covra te noemen); het bedrijfsembleem van de Covra; een schemaatje dat uitlegt aan welke straling mensen gemiddeld zijn blootgesteld; een korte historische opsomming over opslag van radioactief afval; een kopie van de brief aan de Tweede Kamer; een luxe voorlichtingsfolder met kleurenfoto's getiteld 'Over radioactief afval en wat u daar als Velsenaar van moet weten' en tot slot het tijdschema waarop de datum van Winsemius' bezoek, de aankondiging van advertenties in de plaatselijke pers en de datum van twee voorlichtingsbijeenkomsten voor de burgers. […] Terwijl hij zijn persconferentie houdt worden bij alle burgers in Velsen de kleurenfolders in de bus gestopt' (De Fauwe, 1982, p.5).*

De minister en zijn ambtenaren hadden alles keurig voorbereid, maar de burgemeester sprak van 'een rechtstreekse overval'. De gemeenteraad beaamde dat. G. Olivier van de Velsen Activiteiten Commissie (VAC) verwoordde de mening van veel inwoners: 'Om die rommel zitten we niet verlegen, zoals geen mens trouwens'.[158] Een week na Winsemius' bekendmaking verzetten burgers zich tegen de plannen door weg te blijven bij de door het ministerie georganiseerde

hoorzitting, en te demonstreren bij het gemeentehuis. Er kwam een handtekeningenactie en enkele weken later verstoorden actievoerders een hoorzitting en demonstreerden op het industrieterrein.

Ook de provincie Noord-Holland ging niet zomaar akkoord met het plan van de minister en stelde vijf alternatieve locaties in de provincie voor, waaronder het terrein van het Energieonderzoek Centrum Nederland in Petten (ECN, voorheen RCN). De gemeente Zijpe, waar Petten onder viel, voelde daar net als Velsen aanvankelijk niets voor. Uiteindelijk bleek het college van B&W bereid om een tijdelijke afvalloods toe te staan, in ruil voor vermindering van de militaire schietoefeningen in de duinen, waarvan de inwoners al jaren last hadden (‘Zijpe akkoord’, 1983, p.2).

Begin april 1983 bereikten de minister en de gemeenteraad van Zijpe een akkoord. Al het Nederlandse laag- en middelradioactief afval van de kerncentrales in Dodewaard en Borssele, ziekenhuizen, laboratoria en de industrie, zou voor vijf tot tien jaar worden opgeslagen in Petten. Ondertussen zou de regering een geschikte en geaccepteerde locatie zoeken voor bovengrondse opslag van laag-, middel- en hoogradioactief afval voor de langere termijn. Uiteindelijk werd die locatie gevonden vlakbij de kerncentrale in Borssele.

5 Doorontwikkeling van beleid, onderzoek en instituties (1993-2016)

In de periode 1993-2016 lag de focus binnen het onderzoek en het beleid op geologische berging. De Commissie Opberging Radioactief Afval onderzocht eind jaren negentig de haalbaarheid en wenselijkheid van geologische berging die terugneembaar is. Het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval bestudeerde tussen 2011 en 2016 de mogelijkheden van eindberging in klei aan de hand van de zogenoemde *safety case*-methodiek van het *Nuclear Energy Agency.* Ontwikkelingen in binnen- en buitenland leidden tot institutionele veranderingen. Nederland sloot zich in 1997 aan bij de *Joint Convention* van het Internationaal Atoomagentschap, dat afspraken had gemaakt over het veilig beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen. In 2015 startte de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming. De bovengrondse opslagmogelijkheden bij COVRA werden in 2003 uitgebreid met een faciliteit voor hoogactief afval (HABOG). In 2011 spraken de EU-landen af dat lidstaten elke tien jaar een beleidsplan moesten maken voor verantwoord en veilig beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof. De Nederlands regering publiceerde in 2016 het *Nationale programma radioactief afval*. Dat gaat uit van een periode van bovengrondse opslag bij COVRA, met rond 2130 eindberging in de diepe ondergrond.

5.1 Technische mogelijkheden van terugneembaarheid

Het beleidsprincipe dat het afval op langere termijn terugneembaar moest zijn, beïnvloedde het onderzoek sterk. De minister stelde dat er ‘generiek onderzoek moet worden verricht ten aanzien van bergingsmethoden die voldoen aan de voorwaarden terugneembaarheid van het afval (gedurende de gehele bergingsperiode) en de omkeerbaarheid van het bergingsproces.’ Hieronder vielen ook risicostudies naar zowel onder- als bovengrondse opslag (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, pp.6-7). Daarnaast moest vervolgonderzoek aansluiting zoeken bij ‘internationaal georiënteerd onderzoek’, het transmutatieonderzoek voortgezet worden en kennis in stand worden gehouden (Kamerstukken II 1993/1994, 21666, nr. 9, pp.1-2).

Bij het onderzoek naar ondergrondse berging viel de optie van boorgaten af vanwege de lastige combinatie met terugneembaarheid. Ook kondigde het kabinet

aan niet langer te voelen voor berging in steenzout. Dat zout zou zich na sluiting van de berging om het afval sluiten en zou de terugneembaarheid van het afval bemoeilijken Vandaar dat de regering de optie van bergen in steenzout in 1993 afwees. (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.7).[33]

Sommige media en tegenstanders van berging in het noorden van het land oordeelden dat daarmee ook de opslag in ondergrondse zoutformaties van de baan was (Damveld 2016, bijlage 9). Maar voor de beleidscommissie Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval (ILONA) was die optie nog niet achterhaald. De eis van terugneembaarheid sloot volgens ILONA ondergrondse berging in zoutformaties niet uit, maar maakte het wel technisch lastiger en duurder, zo schreef ze eind 1993 naar aanleiding van het eindrapport over fase 1A van het OPLA-onderzoek. Aanvullend onderzoek van de commissie die de opslagmogelijkheden op land onderzocht, toonde volgens de beleidscommissie aan dat opslag in zoutlagen veilig en technisch haalbaar was. Terugneembare berging leek ook mogelijk met aanpassingen aan het ontwerp van de mijn. Daarmee kon en zou in de volgende fase van het OPLA-onderzoek rekening gehouden worden. Die volgende fase, zoals die bij de start van OPLA in 1985 was voorzien, kwam er niet. Volgens de regering noopte het terugneembaarheidsprincipe tot een nieuw onderzoeksprogramma.

De Commissie Opslag Radioactief Afval

Eind 1996 riep de minister van Economische Zaken een nieuwe commissie van deskundigen in het leven om onderzoek te gaan doen naar de eindberging van radioactief afval, waarbij het terugneembaarheidscriterium het centrale uitgangspunt was. Deze Commissie Opslag Radioactief Afval (CORA) had een budget van 3,5 miljoen euro en werd gefinancierd door het ministerie van EZ (2,5 miljoen euro), de Europese Commissie (0,3 miljoen) en de betrokken onderzoeksinstellingen (zo'n 0,7 miljoen) (CORA, 2001a, p.10; Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, pp.7-8). In de commissie zaten wetenschappers van universiteiten en kennisinstituten, die deskundig waren op gebieden als geologie, mijnbouw en kernfysica. Voorzitter B. P. Hageman was ook voorzitter geweest van de commissie die onderzoek deed naar de opslagmogelijkheden op land (OPLA), en waarnemer bij beleidscommissie ILONA, die het afvalbergingsonderzoek coördineerde en zowel OPLA als CORA aanstuurde. Volgens het CORA-eindrapport, dat in 2001 verscheen, moest het onderzoek naar de afvalberging zorgen voor: 'Een zo groot mogelijke veiligheid op de zeer lange termijn' (CORA, 2001a, p.6).

[33] Een vooraanstaande Amerikaanse studie definieerde terugneembaar als 'implies the ability to remove the waste from storage with essentially the same techniques and equipment as were required for emplacement' (APS Study Group Participants et al., 1978, p. 107).

De CORA ging ervan uit dat er na honderd jaar bovengrondse opslag bij COVRA, een oplossing gevonden moest worden voor in totaal 191.040 m^3 radioactief afval, waarvan 3.040 m^3 hoogactief (zie tabel 2). Het CORA-onderzoek richtte zich op die laatste categorie waar de uitdagingen het grootst waren (CORA, 2001a, p.24). Veel van het laag- en middelactief afval dat bij COVRA lag opgeslagen, zou over honderd jaar niet meer radioactief zijn, aldus de commissie. Een KEMA-studie uit 1998 bevestigde dit (Scholten, 1998, p.5).

Tabel 2 Volume radioactief afval na 100 jaar opslag bij COVRA (in m^3)

	Laag- en middelactief	Hoogactief	
		Warmte producerend	Niet-warmte producerend
Bedrijfsafval	168.000		
Opwerkingsafval	2.000		810
Ontmantelingsafval	18.000		2.000
Kernsplijtingsafval		70	
Splijtstofelementen		40	
Overig			120
Totaal	188.000	3.040	

Bron: (CORA, 2001b, 24).

Het CORA-onderzoek besteedde niet alleen aandacht aan de technisch-wetenschappelijke haalbaarheid van de opties, maar ook aan de maatschappelijke acceptatie ervan (zie paragraaf 5.2).

Langdurige bovengrondse opslag en eindberging in zout en klei

Het CORA-onderzoek week op een paar punten af van het eerdere OPLA-onderzoek naar eindberging. Waar OPLA zich op verwijdering van radioactief afval door definitieve berging had gericht, lag nu de focus op verwijdering door langdurig terugneembare berging. Het CORA-onderzoek moest aansluiten bij internationale kaders zoals van de Europese Commissie, waar terugneembaarheid ook meer aandacht begon te krijgen (Kamerstukken II 2002/203, 28674, nr. 1, p.5). De CORA baseerde zich op het regeringstandpunt uit 1993 dat uitging van een terugneembaarheid gedurende ‘enkele honderden jaren’. De definitieve duur van openhouden hing volgens de CORA af van het doel, waarbij veiligheidsaspecten een rol speelden en economische factoren zoals mogelijk hergebruik (CORA, 2001a, pp.22-23).

Waar het OPLA-onderzoek met name had gekeken naar ondergrondse Nederlandse zoutformaties als gastgesteente, onderzocht de CORA ook alternatieven. Voor het eerste OPLA-rapport uit 1984 was onderzoek naar berging van radioactief afval in klei en metamorf gesteente wel overwogen maar niet uitgevoerd, omdat de eigenschappen van steenzoutformaties geschikter zouden zijn. Het CORA-onderzoek moest met name de kennisachterstand inhalen over berging in klei. Daar was in België veel onderzoek naar gedaan. Voor conclusies over geologische berging in klei gebruikte de commissie dan ook hoofdzakelijk resultaten van Belgisch onderzoek (CORA, 2001a, pp.11-12).

Naast ondergrondse, terugneembare berging in zout- of kleiformaties, onderzocht de CORA ook de mogelijkheid van een langere bovengrondse opslag bij COVRA. De eerdergenoemde KEMA-studie concludeerde dat een langere bovengrondse opslag van laag- en middelactief afval zorgde voor minder afval dat opgeborgen moest worden in een eindberging (Scholten, 1998, p.5). In een periode van 100 jaar zou de stralingsactiviteit afnemen met een factor tien, in een periode van 300 jaar met een factor 1.000. De studie stelde dat een verlengde opslag tot 300 jaar mogelijk was ‘met uitgebreidere voorzorgen en maatregelen’, zoals afdoende onderhoud en het monitoren van de zeespiegelstijging. Tegelijkertijd wees ze op de noodzaak van politieke en juridische stabiliteit, en een gunstig risicoperspectief van zowel burgers als overheid (Scholten, 1998, pp.52-53, 58-60).

Volgens het CORA-onderzoek waren alle drie opties voor terugneembare berging uitvoerbaar: langdurige bovengrondse opslag, ondergrondse geologische berging in steenzout en ondergrondse berging in diepe kleilagen (CORA, 2001a, p.91). Bovengrondse langdurige opslag was het goedkoopst. Berekend voor een periode van 300 jaar was terugneembare berging in zout drie keer zo duur als bovengrondse opslag. Die in klei was vijf tot tien keer zo duur, mede omdat daarbij meer ondersteuning van de ondergrondse galerijen nodig was. Warmteafvoer in klei bleek lastiger dan in zout of bovengronds.

De CORA maakte geen keuze voor een gastgesteente of specifieke locatie (CORA, 2001a, p.4). De minister meldde de Tweede Kamer in dit kader dat ‘het verzamelen van *in situ* gegevens tot dusverre in Nederland niet had plaatsgevonden wegens het ontbreken van voldoende maatschappelijk draagvlak’. Deelname aan onderzoek in buitenlandse ondergrondse laboratoria werd daarom noodzakelijk geacht voor verder validatie van de veiligheid van een terugneembare berging (Kamerstukken II 2002/203, 28674, nr. 1, p.9).

De CORA schetste in haar publiekssamenvatting fundamentele verschillen tussen bovengrondse opslag en ondergrondse berging (tabel 3). Bij opslag bovengronds is terugneembaarheid vanzelfsprekend, terwijl er bij ondergrondse berging extra

voorzieningen voor nodig zijn. Bij het garanderen van de veiligheid bij bovengrondse opslag is menselijk gedrag de beslissende factor, bij ondergrondse berging is dat de natuurlijke isolatie. Bij bovengrondse opslag hangt de beschermingstermijn af van de stabiliteit van menselijke instituties en kan klimaatverandering een sterke invloed hebben. Bij ondergrondse berging is dat na definitieve afsluiting niet het geval.

De commissie beval een combinatie aan van bovengrondse opslag en ondergrondse berging. De bovengrondse opslaglocatie fungeerde dan als reservelocatie voor het moment dat ondergronds geborgen afval teruggehaald moest worden (CORA, 2001a, p.14). De publiekssamenvatting schreef dat 'mocht men ooit spijt krijgen van ondergronds opbergen, om welke reden dan ook, dan kan het afval altijd worden teruggenomen' (CORA, 2001b, 3).

Tabel 3 Verschillen tussen bovengrondse en ondergrondse opslag aan de hand van drie criteria in het CORA-rapport.

	Bovengronds	**Ondergronds**
Terugneembaarheid	Optimaal	Extra voorzieningen nodig
Dominante veiligheidsfactor	De mens	Natuurlijke isolatie (*fail safe*)
Langdurigheid van de bescherming	Sterk afhankelijk van menselijke beschaving Het klimaat heeft grote invloed (ijstijden, overstromingen, aardverschuivingen).	Garandeert de meest langdurige isolatie (zelfs aardschokken hebben een geringe invloed op diepe aardlagen).

Bron (CORA, 2001b, p.7).

Partitie en transmutatie

De CORA keek ook naar mogelijkheden om via chemische en nucleaire bewerking van radioactief afval bijvoorbeeld de hoeveelheid plutonium te verminderen, de levensduur te verkorten of radionucliden vast te leggen. Het eindrapport concludeerde dat deze opties voor Nederland beperkt waren, omdat het afval bij het opwerkingsproces verglaasd werd, en partitie en transmutatie bij verglaasd afval 'nauwelijks meer mogelijk is' (CORA, 2001a, pp.71-73).

5.2 Maatschappelijke acceptatie van terugneembaarheid

De technische haalbaarheid van terugneembare berging was belangrijk, benadrukte de CORA, maar de maatschappelijke acceptatie ervan was dat ook. ‘Binnen Europa is vanuit de bevolking een brede afwijzende houding ten opzichte van de opslag van radioactief of giftig afval in de bodem’, aldus de commissie (CORA, 2001b, pp. 6-7). Een speciale deelcommissie die aan het werk was gezet om hiernaar te kijken, concludeerde dat een gebrek aan acceptatie voortkwam uit ‘angst en afwijzing van kernenergie in combinatie met wantrouwen in de uitvoering en veiligheid van de ondergrondse opslag’ (Ibid.). Als het mogelijk zou worden om afval terug te nemen, kon dat helpen om de acceptatie van ondergrondse opslag te vergroten, aldus de CORA, ‘mits de maatschappij zinvol wordt betrokken bij de oplossing van dit technisch vraagstuk’. Op basis van ervaringen uit het buitenland, waar acceptatie ook lastig bleek, waarschuwde ze tegen te hooggespannen verwachtingen (Ibid.). De deelcommissie vond ‘het erg belangrijk dat er openheid komt en er de tijd wordt genomen om over het probleem te praten – tot over de generaties heen. Communicatie en participatie zijn sleutelwoorden. Er hangt bij de bevolking nog teveel een beeld van “verzinsels van gekke geleerden die hun zin doordrijven”. Dat beeld moet worden doorbroken met een openhartige informatieverstrekking en het betrekken van de maatschappij bij de technische oplossing van het afvalprobleem’ (Ibid.).

Die aandacht voor burgerparticipatie kreeg een extra stimulans door het Verdrag van Aarhus. Dit verdrag, dat in 2001 in werking trad, geeft EU-burgers bij besluitvorming over milieuaangelegenheden het recht op toegang tot informatie, inspraak en toegang tot de rechtsgang. Zo moeten landen ervoor zorgen dat de noodzakelijke informatie over het beheer van splijtstoffen en radioactief afval openbaar is, en burgers kunnen participeren in de besluitvorming daarover.

De CORA en het ministerie van EZ verstrekten subsidie voor een onderzoek naar de ‘ethische en maatschappelijke voorwaarden rond de terughaalbare opslag van radioactief afval’. Het was de eerste keer dat een sociaalwetenschappelijke focus onderdeel was van een Nederlands onderzoeksprogramma naar de omgang met radioactief afval. Die studie werd uitgevoerd door Herman Damveld en Robert Jan van den Berg. De Groningse onderzoeker Damveld had in 1994 met Dirk Bannink en Steef van Duin in opdracht van Greenpeace onderzoek gedaan naar de berging van kernafval. Ze hadden daarin de eis van terughaalbaarheid ‘de toverformule’ genoemd ‘die de regering gebruikt om de komende vier jaar proefboringen voor te bereiden’. Ze vonden dat de regering geen energie en geld moest stoppen in technische studies naar permanente terughaalbaarheid, maar het

bergingsprobleem van radioactief afval bij de wortel moest aanpakken door te stoppen met kernenergie (Damveld, Van Duin, Bannink, 1994, pp. 1 en 3).

In hun door de CORA gesubsidieerde onderzoek keken Damveld en Van den Berg vanuit ethisch, duurzaamheids- en risicoperspectief naar radioactief afval. Ze concludeerden dat terughaalbare berging vanuit ethisch oogpunt minder slecht was dan definitieve berging. Daarbij vonden ze terugneembare opslag bovengronds de enige reële optie. Ondergrondse opslagmijnen konden dichtvloeien, waardoor de terughaalbaarheid op de lange termijn niet gegarandeerd kon worden. Ze zagen de instabiliteit van de beherende instanties en de duurzaamheid van de gebouwen en de locatie als mogelijke knelpunten bij bovengrondse opslag. Terughaalbaarheid kon voorkomen dat radioactief afval in de toekomst schade zou toebrengen aan mens en milieu. Als die terughaalbaarheid permanent was, werd ook invulling gegeven aan het beginsel van duurzaamheid. Daarbij benadrukten Van den Berg en Damveld dat de productie en het bestaan van radioactief afval intrinsiek niet in overeenstemming zijn met het begrip duurzaamheid. Diezelfde boodschap gaven ze in de conclusie over risicobeleving. Terughaalbaarheid had weliswaar een positieve invloed op de controleerbaarheid en de omkeerbaarheid van beleid, maar niet op de vermijdbaarheid van afvalproductie, die ook een grote rol speelt bij de duurzaamheidsbeoordeling (Van den Berg & Damveld, 2000, p.9).

Als onderdeel van hun studie legden Van den Berg en Damveld vragen en stellingen voor aan twaalf milieuorganisaties. Elf daarvan vreesden dat een geologische berging de weg zou vrijmaken voor een uitbreiding van kernenergie in ons land. Deze vrees was trouwens voor andere milieuorganisaties een reden geweest om niet mee te doen aan het onderzoek. Voor de meeste milieuorganisaties maakte het principe van terugneembaarheid een ondergrondse berging niet acceptabeler. Veelal waren ze bang dat het terugnemen van afval op de lange termijn praktisch niet haalbaar zou zijn, waardoor de ondergrondse berging alsnog definitief werd. Dat vond geen enkele milieuorganisatie aanvaardbaar, aldus Van den Berg en Damveld (2000, 41).

De auteurs bevolen onder meer aan om een brede discussie te organiseren over de keuzes die gemaakt moesten worden over terugneembare berging. Hieraan voorafgaand zou de CORA een overzicht moeten laten maken van de debatten die in het buitenland hadden plaatsgevonden, en de besluitvormingsprocedures die er tot stand waren gebracht. De CORA gaf beide onderzoekers opdracht dit uit te voeren. In hun tweede rapport beschreven ze de ervaringen in acht landen (Van den Berg & Damveld, 2000).

Uiteindelijk leidde het onderzoek naar de maatschappelijke en ethische aspecten van berging, zowel voor de uitvoerders als voor opdrachtgever, niet tot een

bevredigend resultaat. De belangrijkste oorzaak was de expliciete koppeling met de kernenergiediscussie. Volgens de onderzoekers moest die koppeling gemaakt worden, aangezien kernenergie aan de basis van het afvalprobleem stond. Een deel van de CORA-begeleidingscommissie vond juist dat die koppeling een heldere analyse en besluitvorming over de berging in de weg stond. Daarnaast vonden Van den Berg en Damveld dat de CORA de maatschappelijke tegengeluiden onvoldoende ruimte gaf en serieus nam (Damveld, 2016, bijlagen 10 en 11). De CORA-voorzitter bestreed de visie dat radioactief afval beter bovengronds opgeslagen kon worden. Wel deelde hij het standpunt dat de bevolking betrokken moest worden bij de besluitvorming over de berging. ‘We moeten voor dit grote probleem een oplossing vinden waarmee we met z'n allen kunnen leven', zo zei hij tegen *Trouw* (‘Voorzitter opberging’, 2000, p.8).

5.3 Beleid en onderzoek na de CORA

Het CORA-rapport uit 2001 leidde niet tot een fundamentele wijziging van het Nederlandse beleid uit 1993. Het einddoel bleef terugneembare berging in de diepe ondergrond. Tot die tijd werd het afval bovengronds opgeslagen bij COVRA, die in 2003 een opslagfaciliteit voor hoogactief afval in gebruik nam, de zogenoemde HABOG. Het regeringsstandpunt over het CORA-rapport verwees de staatssecretaris van VROM naar de uitgangspunten voor radioactief afvalbeleid die Amerikaanse *Academy of Sciences* twee jaar eerder had gepubliceerd (National Research Council 2001), en waarover wetenschappers volgens hem consensus hadden bereikt. Volgens de staatssecretaris waren er slechts twee veilige opties: langdurige opslag en geologische berging. En zo voegde hij daaraan toe: ‘geologische berging blijft de enig beschikbare lange-termijnoplossing’ (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, p.15).

‘Voorlopig wordt nog acht jaar verder gestudeerd’, aldus de staatssecretaris van VROM in 2003 aan de Tweede Kamer (Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 31, p.10). Hij volgde de CORA-aanbeveling om zowel het technische als het sociaalwetenschappelijke onderzoek voort te zetten. Het was de bedoeling om COVRA een grotere rol te geven in het technisch onderzoek naar terugneembare berging. Daarbij werd verwezen naar andere landen waar uitvoeringsorganisaties ook bij dit onderzoek betrokken waren, zoals België (NIRAS), Frankrijk (ANDRA) en Spanje (ENRESA). Dit zou de continuïteit van het onderzoek ten goede komen. Een klankbordgroep moest de wetenschappelijke kwaliteit waarborgen (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, p.14).

Bij het technische onderzoek moest de focus komen te liggen op internationale samenwerking. Door samenwerking met buitenlandse onderzoeksinstellingen kon

Nederland kennis krijgen uit proefboringen, die vanwege het ontbreken van maatschappelijk draagvlak in Nederland niet konden plaatsvinden. Dat de samenwerking ook voor kostenbesparing zorgde, was relevant omdat de hoeveelheid Nederlands radioactief afval relatief gering was, waardoor de onderzoeks- en bergingskosten per eenheid volume hoog waren. Het technisch onderzoek zou deels in buitenlandse ondergrondse laboratoria worden uitgevoerd. VROM reserveerde hiervoor tot 2010 zo'n 5,4 miljoen euro (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, pp.9, 1-2). Internationaal onderzoek was een manier om de veiligheid te verifiëren van het Nederlandse concept, om de banden met internationaal onderzoek aan te halen, en eventueel tot een multinationale oplossing te komen. Daarnaast wees de minister op de mogelijkheid om Europese onderzoeksfinanciering te krijgen uit het zogenoemde zesde kaderprogramma van de EU, dat liep van 2002 tot 2006. Dat programma had een speciaal Euratom-onderdeel voor onderzoek en training met betrekking tot kernenergie. De omgang met radioactief afval was een prioriteit (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, p.13). Zo deed de *Nuclear Research and Consultancy Group* (NRG) mee aan een multinationaal onderzoek naar de invloed van warmte bij geologische berging in klei (CORDIS FP6, 2013).

Volgens de beleidscommissie ILONA diende sociaalwetenschappelijk onderzoek beperkt te blijven tot 'een inventarisatie van de processen die in de besluitvorming een rol spelen'. Er kwam geld voor het in kaart brengen van de stappen in het besluitvormingsproces en de voornaamste actoren die daarin een rol speelden. De staatssecretaris stelde voor te inventariseren wat een 'zinvolle dialoog' met maatschappelijke groeperingen kon ondersteunen. Ook moest er een methode komen om terugneembare bergingsopties te toetsen aan ethisch-maatschappelijke criteria. Verder was er behoefte aan een 'stapsgewijze ontwikkeling van een maatschappelijk keuzeproces zonder vooropgelegde conclusies' (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, pp.9-10).

Dit stapsgewijze, omkeerbare beleid, werd ook internationaal ondersteund, zoals door het NEA (2000, pp. 11–12). Bij elke stap kon gehandeld worden al naar gelang de onzekerheden die een rol speelden. Een stapsgewijze aanpak stelde maatschappelijke actoren in staat om te reflecteren op het proces, wat volgens het NEA moest leiden tot een groter vertrouwen in de veiligheid, de toezichthouders en de beleidsmakers. In zijn beleidsbrief verwees de staatssecretaris hier ook naar. Hij zag terugneembaarheid 'als een onderdeel in het stapsgewijze besluitvormingsproces bij de totstandkoming van een eindberging voor radioactief afval dat essentieel is om het vertrouwen van de bevolking in geologische berging te verkrijgen' (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1, p.11).

5.4 Veranderingen in het nucleaire landschap

Zo'n vijftien jaar nadat de ramp in Tsjernobyl (1986) de besluitvorming over kernenergie in Nederland en het publieke debat daarover had doen verstommen, constateerde het Rathenau Instituut een voorzichtige kentering in het landschap rond kernenergie (Slingerland et al., 2004, pp.5). De discussie kreeg een nieuwe impuls door zorgen over de toekomstige wereldwijde energievoorziening en over de opwarming van de aarde. De langzaam veranderende houding ten opzichte van kernenergie werd zichtbaar in de benadering van de kerncentrale in Borssele. De Raad van State vernietigde begin 2000 het besluit om op basis van afspraken uit 1994, Borssele per eind 2003 te sluiten. Daarop besloot eigenaar EPZ de centrale open te houden. Ook in de politiek groeide het draagvlak om Borssele langer open te houden. In 2006 legde het kabinet in een convenant en in de Kernenergiewet vast dat Borssele uiterlijk in 2033 moest sluiten.

Verschillende partijen suggereerden ook dat Nederland meer gebruik zou moeten maken van kernenergie. In 2008 bepleitte zowel de Sociaal-Economische Raad (SER) als de Algemene Energieraad om een uitbreiding van kernenergie te overwegen. De Energieraad stelde dat de overheid alle beschikbare brandstofopties open moest houden. Met name de energieproductie na 2020 kende veel onzekerheden met het oog op de klimaatdoelstellingen, betaalbaarheid en leveringszekerheid. Volgens de Energieraad betekende dit dat 'naast de in gang gezette activiteiten voor kolen, CCS, biomassa, zon en wind ook volwaardig gewerkt moet worden aan de optie kernenergie' (Algemene Energieraad, 2008, p. 11). De SER stelde dat het kabinetsbeleid om in 2020 een van de meest duurzame energievoorzieningen te hebben niet door energiebesparing alleen gerealiseerd kon worden. De raad adviseerde het kabinet om bij het evalueren van het klimaat- en energiebeleid te kijken naar alle opties, inclusief kernenergie (SER, 2008, p. 14). Met betrekking tot dat laatste had de SER een *fact-finding* studie laten uitvoeren door ECN (Scheepers et al., 2007). Niet alle partijen ondersteunden de door de SER voorgestelde koers. Waar ondernemersorganisaties kernenergie noodzakelijk achtten voor de toekomstige energievoorziening, stelden werknemersorganisaties duidelijke voorwaarden. Zo moesten hernieuwbare bronnen voorrang krijgen, moest de publieksacceptatie voor kernenergie toenemen, moest er meer nadruk komen op inherente veiligheid en moest het proliferatierisico worden verkleind door de levensduur van hoogradioactief afval te verminderen. Voordat nieuwe centrales in gebruik konden worden genomen, moest er volgens hen een besluit worden genomen over de eindberging van het afval. Die laatste twee voorwaarden stelden ook de milieuorganisaties, die de verwachting uitspraken dat wind op zee en zonne-energie rendabel zouden zijn zonder subsidies tegen de tijd dat een nieuwe centrale operationeel kon zijn (geschat op 2023 door KEMA) (SER, 2008, pp. 16–17 en 78–79).

In 2003 pleitte een commissie met ambtenaren van drie ministeries, de Gezondheidsinspectie en de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde voor een nieuwe kernreactor in Petten ter vervanging van de Hoge Flux Reactor (HFR). In Nederland was de HFR een steeds belangrijkere rol gaan spelen in het produceren van medische isotopen (Vijftig jaar HFR, 2011). Nadat Philips-Duphar in 1978 was overgenomen door Mallinckrodt, verdubbelde in de jaren tachtig de omvang van het laboratorium, nam het gebruik van de HFR toen en groeide de productie, met name van het medisch isotoop molybdbeen-99 (Andriesse, 2000, pp. 32, 174).

In 1998 waren alle nucleaire activiteiten van ECN te Petten ondergebracht in de *Nuclear Research and Consultancy Group* (NRG). Dat gold ook voor de productie van medische isotopen.[34] In augustus 2001 kreeg NRG een nieuwe vergunning voor onbepaalde tijd voor het in werking houden van haar inrichtingen (inclusief de gebouwen voor de verwerking en opslag van radioactief afval), het uitvoeren van haar activiteiten en het lozen van laagradioactieve stoffen in de lucht en in de Noordzee, via een vier kilometer lange pijpleiding.[35] Kort na de vergunningverlening ontstond er ophef over de veiligheidscultuur bij ECN en NRG. Een klokkenluider berichtte in het voorjaar van 2001 dat veiligheidsmaatregelen met voeten werden getreden en dat van een adequate controle geen sprake was. Ook over de opslag van het radioactief afval bestonden ernstige zorgen (‘Gesjoemel met kernafval’, 2016). Over dat afval was in 1998 afgesproken dat ‘het historische deel’ van de Pettense reactor de verantwoordelijkheid van ECN was. Het nieuw te produceren afval zou NRG onder eigen verantwoordelijkheid en op eigen kosten naar COVRA brengen. Zowel de Kernfysische Dienst als het IAEA (als onderdeel van een INSARR-missie) deed in maart 2001 onderzoek naar de veiligheidscultuur in Petten (IAEA, 2002, annex; 'Personeel kernreactor', 2001).

Terwijl de veiligheidscultuur (inclusief die rond de opslag van radioactief afval) bij ECN in Petten werd onderzocht, werd gepleit voor het vervangen van de inmiddels 40 jaar oude HFR (Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 27, bijlage 1). Hiermee zou Nederland in de toekomst verzekerd blijven van medische isotopen en daarvoor niet afhankelijk worden van het buitenland. Nederland was internationaal een belangrijke producent van medische isotopen. Die exportpositie en het gevaar van wereldwijde tekorten, speelden mee in de discussie over de nieuwe reactor.

---

[34] NRG werd eigendom van ECN en KEMA. In 2006 naam ECN Nucleair de aandelen van KEMA over.

[35] Per NRG-faciliteit werd aangegeven hoeveel die per jaar aan radioactiviteit in de lucht mocht uitstoten. Voor alle gebouwen samen bedroeg dit 100 REinh. De radiotoxiteit van de via de pijpleiding in zee te lozen stoffen uit de faciliteit voor *decontamination and waste treatment*, mocht maximaal 2.000 REinh bedragen; Kernenergiewet-vergunning NRG Petten. REinh betekent radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie.

Tegelijkertijd bestaan er ook mogelijkheden om medische isotopen te produceren zonder een kernreactor.[36]

5.5 Internationale stimulansen, richtlijnen en regels

IAEA's *Joint Convention*

Dat het IAEA in 2001 onderzoek deed naar de veiligheidscultuur in Petten, kwam doordat Nederland zich via verdragen had gecommitteerd aan internationale afspraken over veilig radioactief afvalbeheer. In 1995 had het IAEA uitgesproken dat de huidige generatie de plicht heeft om voor het afval te zorgen, en de problematiek daarvan niet mag doorschuiven naar toekomstige generaties (IAEA 1995). Tevens had het veiligheidsbeginselen vastgesteld, die aan de basis lagen van de zogenoemde *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*, die Nederland in 1997 had ondertekend. Het verdrag werd door 80 landen ondertekend en trad in 2001 in werking. Om het veilig beheer van radioactief afval en gebruikte splijtstofstaven te borgen, spraken landen veiligheidseisen af die gebaseerd waren op de normstellingen van de Internationale Commissie voor Stralingsbescherming (ICRP). Zo dienen ze elke drie jaar een overzicht te maken van hun maatregelen en beleid ten aanzien van hun radioactief afval. Via een proces van peerreview bevragen ze elkaar over hun handelen en kunnen ze leren van *best practices*. De evaluatie van de *Joint Convention* in 2005 leidde tot het actieplan *Safety of Radioactive Waste Management,* dat de veiligheidsbeginselen nader uitwerkte via zeven acties (Board of Governers of IAEA, 2001).

NEA's *safety case*-benadering en stapsgewijze besluitvorming

Ook het *Nuclear Energy Agency* (NEA) beïnvloedde het Nederlandse onderzoek naar en het beleid voor radioactief afval. In 1999 ontwikkelde het NEA het *safety case*-concept voor de faciliteiten voor het langetermijnbeheer van dit afval. Dit houdt in dat een ontwikkelaar van een opslag- of bergingsfaciliteit moet zorgen voor een onderbouwde veiligheidsbeoordeling en kwalitatieve evaluaties. Volgens het NEA moet de samenleving betrokken zijn bij de ontwikkeling en eventuele implementatie van de *safety case,* en helder en zorgvuldig worden geïnformeerd over de uitkomsten ervan. Het doel van de *safety case*-benadering is het systematisch evalueren en documenteren van de veiligheid een bergingsfaciliteitconcept. Dit helpt om gedurende de ontwikkeling van een eindberging besluitvorming mogelijk te maken, ook omdat de het NEA verwachtte een stapsgewijze aanpak kan helpen meer maatschappelijke overeenstemming

[36] Het is ook mogelijk om medische isotopen te produceren met versnellers. Ziekenhuizen doen dit soms ook zelf ter plaatse. Hoewel dit tot minder afval leidt, is de productie ook significant lager dan bij productie in een reactor.

over en vertrouwen in de mogelijkheid en veiligheid van geologische afvalberging te krijgen (NEA, 1999, p. 17).

De kennis die het NEA ontwikkelde over hoe een besluitvormingsproces zich zou moeten voltrekken, deelde het met anderen. Zo wijst een rapport uit 2004 op het belang van een stapsgewijze benadering en het vroegtijdig en betekenisvol betrekken van het maatschappelijke domein, met name op lokaal niveau. Zolang dat praktisch mogelijk is, dienen besluiten omkeerbaar te zijn om optimaal te kunnen inspelen op negatieve of onvoorziene gevolgen NEA, 2004). Dit sluit aan bij het Nederlandse beleid dat sinds 1993 gericht is op een omkeerbaar proces, onder meer met het oog op veiligheid en toekomstige mogelijkheden van hergebruik (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.4). De uitgewerkte ideeën van het NEA over de *safety case* werden overgenomen in het Nederlandse Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (OPERA), dat van 2011 tot en met 2016 liep.

Om landen te stimuleren om bij de berging van radioactief afval internationale veiligheidsdoelstellingen en –criteria te gebruiken, publiceerde het IAEA in 2011 een rapport over veiligheidsaspecten die hierbij een rol spelen (IAEA, 2011). Evenals het NEA benadrukte het IAEA de wenselijkheid van de omkeerbare stap-voor-stapbenadering. Daarbij onderscheidde het specifieke richtlijnen voor de verschillende fases bij de inrichting van een bergingsfaciliteit: de pre-operationele, de operationele en de post-afsluitingsfase (artikel 1.22). Het IAEA benadrukte dat terugneembaarheid (*post-closure retrievability*), wat onder andere Nederland als eis stelt, nooit ten koste mag gaan van de standaarden en eisen op het gebied van veiligheid (artikel 1.25).

Europese richtlijnen

Ook regelgeving vanuit de Europese Unie beïnvloedde de besluitvorming over het beheer van radioactief afval in Nederland. In januari 2003 publiceerde de Europese Commissie een conceptrichtlijn voor het beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. Die verplichtte elke lidstaat tot het opstellen van een duidelijk beheerprogramma voor al het radioactief afval dat onder zijn jurisdictie valt en dat alle beheerstadia omvat (*Voorstel voor een Richtlijn (Euratom) van de Raad*, 2003, artikel 4.1). De Commissie wilde dat landen snel voortgang maakten met het beheer van hun radioactief afval en daarvoor gelden beschikbaar stelden. Ze moesten nationale programma's vaststellen, in het bijzonder voor de geologische berging van hoogactief afval. De conceptrichtlijn stelde dat een berging voor laagactief en kortlevend afval in 2013 klaar moest zijn en een berging voor hoogactief afval in 2018 (Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 29, p.2; Kamerstukken II, 2002/2003, 25422, nr. 21, p.10).

Nederland was niet tegen een Europese richtlijn, maar wel tegen het voorgestelde tijdschema (Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 29). Andere lidstaten uitten eveneens hun bezwaren. In de zomer van 2011 vaardigde de Europese Raad een nieuwe richtlijn uit waarmee de meeste lidstaten konden instemmen (Richtlijn 2011/70/Euratom). Die noemde geen concrete termijnen waarbinnen bergingen operationeel moesten zijn, maar verplichtte lidstaten wel nationale programma's te ontwerpen voor het beheer van splijtstof en radioactief afval, vergunningverlening, controle en inspectie, handhaving, de toewijzing van verantwoordelijkheden, publieke informatievoorziening en raadpleging, en financiering. Dit leidde in 2016 tot het Nationale programma radioactief afval. Daarnaast richtte de regering in 2015 de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) op om de overheidstaken voor, en de kennis over, nucleaire veiligheid en stralingsbescherming te bundelen in één organisatie. Zo wilde Nederland voldoen aan IAEA-verdragen en EU-regelgeving die landen verplichten te beschikken over een zelfstandige autoriteit op deze terreinen (Euratom richtlijnen 2009/71 en 2014/87) (Kamerstukken II 2014/2015, 34219, nr. 3).

Internationale peerreviews

Om het beleid en de wetgeving te laten voldoen aan de nieuwste eisen, deed de regering ook mee aan internationale peerreviews. Zo werden na het ongeval in Fukushima in 2011 zogenoemde stresstest-analyses gemaakt van nucleaire inrichtingen (ministerie van EZ, 2014, p. 17). In 2012 vroeg het ministerie van VROM het IAEA voor het uitvoeren van een peerreview van de faciliteiten en activiteiten van COVRA. Een door het IAEA samengesteld team van onafhankelijke peerreviewers legde COVRA langs de meetlat van de *safety standards* van het IAEA en concludeerde dat COVRA hoge veiligheidsnormen hanteerde en gaf verdere aanbevelingen (IAEA 2012).

Multinationale opties en de ERDO-werkgroep

In 2003 rapporteerde het IAEA over multinationale berging. Het plaatste die optie in bestaande praktijken van internationale overdrachten van radioactief materiaal, zoals gebeurde bij Eurochemic. Het rapport noemde drie mogelijke scenario's voor multinationale berging: het openstellen van een nationale berging voor afval van andere landen, een samenwerking tussen landen en een berging in handen van een internationale of supranationale organisatie (IAEA, 2004, pp. 7, 17–19).

Ook de bovengenoemde Europese richtlijn die leidde tot nationale programma's in EU-lidstaten (2011/70/ Euratom), hield de optie van een multinationale berging open. Al eerder had de Europese Commissie geld beschikbaar gesteld voor onderzoek hiernaar, waarin Nederland een steeds prominentere rol ging spelen. In 2003 startte het onderzoeksproject SAPIERR, gefinancierd binnen het zesde

kaderprogramma van de EU.[37] De coördinatie was in handen van DECOM Slovakia, een Slovaaks bedrijf gespecialiseerd in diensten voor de ontmanteling van nucleaire installaties, dat samenwerkte met 21 organisaties uit 14 landen. Een andere belangrijke partner was de *Association for Regional and International Underground Storage* (ARIUS). Dat was een niet-commercieel samenwerkingsverband van organisaties uit België, Bulgarije, Hongarije, Japan en Zwitserland ('ARIUS: a new', 2002). Inspiratie kwam van een eerder Australisch initiatief (Kurzeme, 1999, p. 69). SAPIERR concludeerde dat samenwerking bij het creëren van multinationale bergingen vooral voordelen bracht voor landen zonder, of met kleine en middelgrote kernenergieprogramma's. Dit waren vooral kostenvoordelen bij het onderzoek en de bouw. Het eindrapport bepleitte verder meer onderzoek en het opzetten van een structuur hiervoor. Het schatte dat een berging tegen 2035 operationeel zou kunnen zijn (Štefula, 2006, p. 22).

COVRA coördineerde het onderzoeksprogramma SAPIERR II, dat van 2006 tot 2009 liep en in het teken stond van het voorbereiden van een *European Repository Development Organisation* (ERDO) (European Commission, 2009, p. 2). Om de optie van een multinationale geologische bergingsfaciliteit verder te onderzoeken, richtte COVRA in 2009 samen met Europese zusterorganisaties de internationale ERDO-werkgroep op, die in 2021 werd omgezet tot een associatie, waarvan COVRA het secretariaat voert. Dat pad is tweeledig. Enerzijds faciliteert de ERDO de uitwisseling van kennis over eindberging, hetzij voor een nationale dan wel internationale optie. Anderzijds faciliteert de ERDO het ontwikkelen van multinationale opties.

5.6 Institutionele veranderingen

Deze internationale ontwikkelingen leidden tot veranderingen in het Nederlandse institutionele landschap rond radioactief afval. Ministeriële verantwoordelijkheden verschoven, wet- en regelgeving veranderde en de ANVS werd opgericht.

Verschuiving van ministeriële verantwoordelijkheden
In het midden van de jaren negentig zag het ernaar uit dat de kernenergieproductie op korte termijn uit Nederland zou verdwijnen, waardoor de productie van radioactief afval zou verminderen. Eind 1994 besloot de minister van EZ om al eind 2003 de kerncentrale van Borssele te sluiten. Kort daarna koos eigenaar SEP ervoor om de kerncentrale in Dodewaard in 1997 vervroegd uit bedrijf te nemen. Met die voorziene uitfasering van kernenergie verschoven enkele ministeriële

[37] SAPIERR staat voor *Support Action: Pilot Initiative for European Regional Repositories*, en had als Contract number F16W-CT-2003-509071. Zie https://cordis.europa.eu/project/id/509071. Later zou de betekenis veranderen in *Strategic Action Plan for Implementation of European Regional Repository*.

verantwoordelijkheden van EZ naar VROM. In de zomer van 1999 nam VROM de vergunningverlening in het kader van de Kernenergiewet van EZ over. In 2001 kreeg VROM ook de verantwoordelijkheid voor het onderzoek naar geologische berging (Kamerstukken II 2002/2003, 28674, nr. 1).

Al in 1994 had het IAEA vastgelegd dat lidstaten moesten zorgen voor een scheiding tussen hun organisaties op het gebied van nucleaire veiligheid en kernenergie. Dit leidde in de jaren nul tot een Euratomrichtlijn die elk EU-land verplichtte om een onafhankelijke regelgevende instantie op te richten voor het beheer van splijtstof en radioactief afval (2009/71/Euratom, geamendeerd door 2014/87/Euratom).

Tot dan was de verantwoordelijkheid voor dit beheer in Nederland verdeeld over verschillende ministeries. Zo vielen nucleaire veiligheid en een deel van de stralingsbescherming onder het ministerie van VROM, dat in oktober 2010 met het ministerie van Verkeer en Waterstaat opging in het nieuwe ministerie van Infrastructuur en Milieu. Daarna werd het ministerie van Economische Zaken was medeverantwoordelijk voor stralingsbescherming, en verantwoordelijk voor nucleaire veiligheid, kernenergie en de Kernenergiewet. EZ trad ook op als subsidieverlener voor onderzoek, terwijl het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap wetenschappelijk onderzoek ondersteunde. De ministers van Financiën en EZ waren samen verantwoordelijk voor de kosten van het buitengebruikstellen en ontmantelen van kernreactoren. De ministeries van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) en Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) waren verantwoordelijk voor de bescherming van respectievelijk werknemers en patiënten tegen de risico’s van ioniserende straling. Het toezicht daarop hadden ze belegd bij de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), waaronder ook de Kernfysische Dienst viel (Paul, 2019, pp.16-17).

Dit veranderde in 2015 met de oprichting van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS), waarin de taken en bevoegdheden op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming gebundeld werden, met uitzondering van de verantwoordelijkheden van VWS en SZW voor de bescherming van patiënten en werknemers. De ANVS werd onder meer verantwoordelijk voor de beleidsvoorbereiding, vergunningverlening en toezicht (op het radioactief afvalbeleid) en de crisisparaatheid. Omdat de ANVS niet onder de verantwoordelijkheid kon vallen van het ministerie van EZ, dat immers verantwoordelijk was voor het energiebeleid, viel ze aanvankelijk onder het ministerie van Infrastructuur en Milieu (nu Infrastructuur en Waterstaat). In 2017 werd ze een zelfstandig bestuursorgaan.

Een andere belangrijke bestuurlijke verandering was dat COVRA en het radioactief afval van COVRA in april 2002 volledig eigendom werden van de Nederlandse staat. De minister van Financiën werd verantwoordelijk voor de aandelen van COVRA en het beleggingsmandaat (Paul, 2019, p. 24). Bij haar oprichting leek COVRA ook op de lange termijn op voldoende afvalinkomsten te kunnen rekenen vanwege de regeringsplannen met kernenergie. Dit vooruitzicht kenterde in de jaren negentig door de voorgenomen uitdienstneming van de kerncentrale in Borssele en de liberalisatie van de energiemarkt (Evaluatieverslag COVRA, 2006, pp. 3–4). Toekomstige afvalstromen werden hierdoor kleiner, terwijl ook het beleid om het ontstaan van radioactief afval aan de bron te verminderen succesvol bleek. Hiermee kwam het voornemen om kostendekkend te opereren onder druk te staan en werden gedane investeringen minder rendabel (Ministerie van Financiën, 2018, pp. 6–7). Het ministerie van Economische Zaken stelde de commissie-Herkströter in om te kijken naar de herstructurering van de elektriciteitssector als gevolg van de liberalisatie. Die adviseerde in 1999 om de kerncentrale Dodewaard, en die van Borssele na sluiting, over te dragen aan COVRA. De commissie drong erop aan dat de staat enig aandeelhouder werd van COVRA vanwege de ‘politieke aard van de besluitvorming over de sluiting en ontmanteling van de centrales’ (Herkströter et al., 1999, p. 22).

In 2002 werd COVRA een naamloze vennootschap met de staat als enige aandeelhouder. Het werd een private onderneming met een sterke afhankelijkheid van de overheid. Na een aantal jaren van tegenvallende financiële resultaten werden de mogelijkheden om te beleggen voor COVRA verbreed. Tot dan bracht COVRA het grootste gedeelte van haar middelen onder in de schatkist. De financiële vooruitzichten verbeterden ook vanwege een contract met URENCO en de verlenging van de bedrijfsduur van de centrale in Borssele (Ministerie van Financiën, 2018, p. 17).

Afvalproducenten betalen COVRA voor het afvalbeheer tot aan de eindberging, en voor de kosten voor de ontwikkeling en realisatie van zo’n eindberging. Het bedrijf stelt jaarlijks tarieven vast onder toezicht van de ANVS en op basis van het principe: de vervuiler betaalt. Na aanlevering en betaling wordt COVRA de eigenaar van het afval. Er is sprake van zogenaamde finale kwijting. Dat wil zeggen dat na de overdracht alle risico’s voor COVRA zijn en dus voor de Nederlandse staat (COVRA, 2021).

Wet- en regelgeving

Veel van de wetten en regels voor stralingsbescherming en nucleaire veiligheid die golden op het moment dat de regering het *Nationale programma radioactief afval en verbruikte splijtstoffen* maakte, hadden hun wortels in de jaren zestig. Ze waren destijds ontwikkeld voor de toepassing van kernenergie, zoals de Kernenergiewet

die in 1963 in werking trad en vanaf 1970 volledig van kracht was (ministerie van EZ, 2014, p. 15). Sindsdien zijn beleid en regelgeving aangepast aan de stand van de techniek en op basis van internationale richtlijnen. Omdat Nederland een kleine maar diverse nucleaire sector had, had de overheid er destijds voor gekozen 'de wet- en regelgeving een doelstellend karakter te geven en een groot aantal voorschriften en beperkingen vast te leggen in een maatwerkvergunning per inrichting'. Er was dus geen uitgebreide algemene regelgeving, omdat dat minder efficiënt werd geacht (ministerie van EZ, 2014, p. 14).

Een fors aantal aanpassingen werd rond de eeuwwisseling doorgevoerd als gevolg van richtlijn 96/29/Euratom, die nieuwe normen bevatte voor stralingsbescherming en consequenties had voor alle sectoren die te maken hadden met ioniserende straling. Hierop pasten de ministeries van VROM, VWS, SZW en EZ de Kernenergiewet en verschillende besluiten aan.[38] Zo kwam er een vergunningstelsel voor de ontmanteling van nucleaire installaties. Ook werden veranderingen in de definities van ertsen en radioactieve stoffen geïmplementeerd. In de categorie radioactieve stoffen vielen voortaan ook ertsen met een van nature verhoogd gehalte aan uranium en thorium, zoals fosfaat-, ijzer- en zircoonertsen (Kamerstukken 1999/2000, 26992, nr. 3, p.6). Dit betekende dat ze onder de Kernenergiewet gingen vallen, in plaats van onder de Wet milieubeheer.

Datzelfde gold voor afvalstoffen die als radioactief afval werden aangemerkt in de *Regeling natuurlijke bronnen van ioniserende straling,* die in 2004 van kracht werd. Als reactie hierop paste de overheid in 2007 het *Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen* aan, zodat zeer-laagradioactief afval (ZELA) van natuurlijke stralingsbronnen onder het stortplaatsregime van de Wet milieubeheer zou vallen. Hiervoor werden speciale stortplaatsen aangewezen, de zogenoemde deponieën.

5.7 Het Nationale programma radioactief afval

Naar aanleiding van de EU-richtlijn uit 2011 die lidstaten verplichtte om nationale programma's te maken, publiceerde het ministerie van Infrastructuur en Milieu in de zomer van 2016 het *Nationale programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen*. Het Nationale programma beschrijft het beleid voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen. Het programma was mede-

[38] Dit betrof het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen, het Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen, het Definitiebesluit Kernenergiewet (dat werd ingetrokken naar aanleiding van de Richtlijn), het Bijdragenbesluit Kernenergiewet 1981, het Besluit in-, uit- en doorvoer van radioactieve afvalstoffen, het Besluit registratie splijtstoffen en ook het Vrijstellingsbesluit landsverdediging.

gebaseerd op tussentijdse bevindingen van het zogenoemde OPERA-onderzoek en vier andere studies.

Onderzoek naar eindberging

In 2011 startte het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (OPERA), dat tot 2016 zou duren. Waar eerdere onderzoeken (ILONA en CORA) werden geleid door speciaal samengestelde commissies, stond het OPERA-onderzoek onder leiding van COVRA, in samenspraak met een stuurgroep en een adviesgroep. Het doel van OPERA was de ontwikkeling van zogenoemde *safety cases* voor een nationale eindbergingsfaciliteit in de Nederlandse bodem, met een focus op Boomse klei als gastgesteente. Met die *safety case*-aanpak sloot het onderzoek aan bij de methode die het Europees Kernenergieagentschap en het Internationaal Atoomenergieagentschap hadden voorgesteld. In lijn met de ideeën van omkeerbaarheid werd klei noch zout uitgesloten als mogelijk gastgesteente, en werden er geen uitspraken gedaan over mogelijke locaties (Verhoef, 2011, p. 5).

De onderzoekers werkten samen met het Belgische onderzoeksprogramma naar eindberging voor radioactief afval. Ze maakten gebruik van de resultaten van onderzoek in Boomse klei, waar de Belgen al decennia mee bezig waren. De OPERA-onderzoekers gingen uit van het supercontainer-concept, dat ze in aanpaste vorm van het Belgische onderzoek hadden overgenomen. Zo'n supercontainer bestond uit een koolstofstalen omhulsel van 3 centimeter om de afvalvaten, dat omgeven was door een betonnen verpakking van 70 centimeter, met daaromheen nog eens een roestvrijstalen laag van 6 millimeter. Zo'n supercontainer moest vervolgens horizontaal in ondergrondse bergingsgalerijen geplaatst worden. Het bergingsconcept van OPERA ging dus niet alleen uit van een natuurlijke barrière zoals klei of zout, maar ook van technische barrières (ESV EURIDICE, 2017).

Onderdeel van OPERA was een project over participatie bij besluitvorming, genaamd ENGAGED. Een onafhankelijke adviesgroep moest toezien op de inhoudelijke kwaliteit en maatschappelijke relevantie van het onderzoeksproject. De adviesgroep zag haar rapport als een startpunt voor een maatschappelijk gesprek over zowel technisch-natuurwetenschappelijke als ethisch-maatschappelijke vragen (Adviesgroep OPERA, 2017, p. 48).

Terwijl OPERA zich richtte op het verkennen van de haalbaarheid van geologische eindberging, verschenen vier andere studies ter voorbereiding van het Nationale programma. COVRA presenteerde in 2014 een inventarisatie van het bestaande en te verwachten Nederlandse radioactief afval (COVRA, 2014). Arcadis maakte een verkenning van de verschillende opties voor het langetermijnbeheer van radioactief afval. Het Rathenau Instituut ontwikkelde een visie op publieksparticipatie bij de

besluitvorming over eindberging (De Vries, 2015). NRG keek naar de stand van het internationale onderzoek naar eindberging en speelde een rol in de werkpakketten van OPERA en het integreren daarvan in een *safety case* (Grupa, 2014).

In aanloop naar het Nationale programma

Op basis van tussentijdse bevindingen van het OPERA-onderzoek en de vier studies werd een ontwerp nationaal programma geschreven, dat in de herfst van 2015 ter inzage lag. Het leidde tot 497 inspraakreacties. Een aanzienlijk deel van de insprekers bekritiseerde dat de besluitvorming over radioactief afval expliciet was losgekoppeld van de discussie over kernenergie (ANVS, 2015a, p.8). De Commissie voor de milieueffectrapportage vond het programma nog onvoldoende concreet: 'Het programma bevat weinig concrete acties die de onzekerheid over de route naar eindberging van het radioactieve afval en daarmee de kans op onnodig afwentelen op toekomstige generaties verkleinen. Daarmee laat het ontwerpprogramma, naar het oordeel van de Commissie, kansen liggen om het proces naar eindberging te structureren en de voortgang ervan meetbaar te maken en te bespoedigen. Volgens de Commissie kan ook het proces om te komen tot eindberging concreter worden uitgewerkt' (Commissie m.e.r., 2015, pp.1-2).

In februari 2016 verscheen de definitieve versie van het Nationale programma. Naar aanleiding van de reacties en het m.e.r.-advies was de taakstelling van de klankbordgroep concreter gemaakt. Voor een deel van de insprekers bleef met name de loskoppeling van de kernenergiediscussie, die in het eindrapport was gehandhaafd, een doorn in het oog. Voor hen kon de besluitvorming over radioactief afval niet los worden gezien van de vraag of kernenergie onderdeel van de energiemix moest blijven (Stichting Laka, 2016). Daarnaast stelde de Europese Commissie begin 2017 een aantal vragen, onder andere over hoe Nederland wilde voldoen aan 'haar ethische plicht om ervoor te zorgen dat toekomstige generaties geen onnodige last ondervinden van de verbruikte splijtstof en het radioactief afval' (Kamerstukken II 2016/2017, 25422, nr. 204 ,p.1).

Het Nationale programma radioactief afval

Het Nationale programma van 2016 formuleerde vier uitgangspunten voor het Nederlandse radioactief afvalbeleid. Zo moest de praktijk gericht zijn op minimalisatie. Het geproduceerde afval moest veilig worden beheerd, volgens het principe van isoleren, beheersen en controleren (IBC-principe). Latere generaties mochten geen onredelijke lasten dragen voor dit veilig beheer. En de vervuiler moest voor het beheer betalen. Deze uitgangspunten waren niet nieuw. Ze hadden hun oorsprong in het beleid van de jaren tachtig en negentig.

Het programma stelde dat het Nederlands radioactief afval voor een periode van ten minste 100 jaar bij COVRA bovengronds zou worden opgeslagen, waarna het

omstreeks 2130 ondergronds zou worden opgeborgen in een eindberging (zie kader 3). Een definitief besluit over de eindberging werd rond 2100 voorzien, met daarbij de aantekening dat er 'tot die tijd ontwikkelingen (kunnen) zijn die een andere keuze dan geologische eindberging van het radioactieve afval op Nederlands grondgebied rechtvaardigen' (Ministerie van IenM, 2016, pp. 4 en 13).

Over de optie om via partitie en transmutatie de hoeveelheid radioactief afval tussentijds te verkleinen door verkorting van de levensduur ervan, oordeelden de opstellers van het Nationale programma dat dit nog niet op grote schaal mogelijk was. Het al opgewerkte en verglaasde radioactief afval dat bij COVRA lag, was niet meer geschikt voor verdere verwerking via deze technieken. Bovendien wordt bij het partitie- en transmutatie-proces ook hoogradioactief afval geproduceerd dat uiteindelijk geborgen moet worden (ministerie van IenM, 2016, p.13).

Inventarisatie van de hoeveelheid radioactief afval

Op basis van de afvalinventaris uit 2014 (COVRA, 2014) ging het Nationale programma ervan uit dat zich in de bovengrondse opslag bij COVRA ongeveer 86 m^3 hoogradioactief afval bevond. 70% daarvan was afkomstig van de productie van kernenergie, 30% van de productie van medische isotopen. Daarnaast was er 11.000 m^3 laag- en middelactief afval (waarvan 75% uit industrie, 16% kernenergie, 7% medisch). Er was 17.000 m^3 NORM-afval (*Natural Occurring Radioactive Material*).

Het Nationale programma stelde dat er bij COVRA elk jaar circa 6,3 m^3 hoogradioactief afval bij komt (al het hoogactief afval dat in Nederland geproduceerd wordt). Hoewel dat in volume slechts een fractie (0,3%) bedraagt van het totaal opgeslagen afval, bevat het 99,9% van de totale radioactiviteit (ministerie van IenM, 2016, pp.4, 17-18). Van de 504 m^3 laag- en middelactief afval dat in Nederland jaarlijks geproduceerd wordt, gaat circa 207 m^3 naar COVRA (41%). De rest wordt hergebruikt of krijgt een andere bestemming. Slechts een klein deel van het jaarlijks geproduceerde NORM-afval (37.542 m^3) gaat naar COVRA. Het overgrote deel wordt gestort op deponieën in Rotterdam, Assendelft, Middenmeer en Lelystad. Een zeer klein deel wordt hergebruikt (Van der Schaaf et al., 2022, p. 263). Het NORM-afval dat naar COVRA gaat, bestaat voor het grootste deel uit verarmd uranium afkomstig van Urenco. Het wordt opgeslagen in het Verarmd uranium Opslaggebouw (VOG). Ten tijde van het gereedkomen van het Nationale programma lag ook nog een deel van het radioactief afval bij ECN in Petten. Dat was daar opgeslagen in de periode 1985-1992, voor het gereedkomen van de COVRA-faciliteit in Zeeland.

Kader 4 100 jaar bovengronds

Het idee om het radioactief afval voor een periode van 100 jaar bovengronds op te slaan, ontstond bij de discussies over de nota Radioactief Afval uit 1984. Terwijl in de nota zelf sprake was van ‘enkele decennia’, had minister Winsemius het tijdens de bespreking ervan met de vaste Kamercommissie voor Milieubeheer over een bovengronds opslag ‘gedurende honderd jaar’ (Handelingen II 1984/1985, 18343, nr. 2, p.4). In haar standpunt over de BMD stelde de regering dat laag- en middelactief afval na 100 jaar ‘nagenoeg alle radioactiviteit is verloren’ (Kamerstukken II, 1984/1985, 18830, nr. 2, p.38).

De periode van 100 jaar kwam ook terug in brief die minister Alders van VROM in mei 1993 aan de Kamer stuurde over het opbergen van afval in de diepe ondergrond. Daarin stelde hij dat de opslagcapaciteit bij COVRA voldoende was voor een periode van 50 tot 100 jaar (Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1, p.10). In 1997 schreef VROM-minister De Boer aan de Tweede Kamer dat COVRA in dat jaar zou beginnen met de bouw van de HABOG. De opslag van hoogradioactief afval in de HABOG zou volgens haar een periode van ongeveer 100 jaar omvatten, alvorens de eindbergingsfase zou aanbreken (Kamerstukken II, 1996/1997, 2500 XI, nr. 49, p.3). Ook het eindrapport van de Commissie Opberging Radioactief Afval ging uit van ‘opslag gedurende ongeveer 100 jaar’ (CORA, 2001a, p.10).

Het Nationale programma uit 2016 gaf meerdere argumenten voor een bovengrondse opslagperiode van minstens 100 jaar (ministerie van IenW, 2016, pp.24-25).

- Doordat het volume aan radioactief afval groeit, worden de operationele kosten per eenheid kleiner.
- Technische vooruitgang kan mogelijk helpen om het afval efficiënter en goedkoper te bergen.
- De periode kan worden gebruikt om geld te laten renderen voor het dekken van de kosten van de langetermijnopslag en de voorbereiding, het aanleggen, exploiteren en sluiten van de eindberging.
- Een deel van het afval vervalt tot onder de vrijgavegrens waardoor het niet meer in de eindberging hoeft te worden geplaatst. Doordat het warmte-producerend afval afkoelt, is het makkelijker te hanteren en te bergen.

- Er is tijd om ‘in samenspraak met de maatschappij’ een locatiekeuze voor ondergrondse berging te maken.
- Er is tijd om te leren van buitenlandse ervaringen met eindberging en meer onderzoek te doen naar de beste beheermethode voor de lange termijn, mogelijke internationale en technische oplossingen zoals een regionale berging in Europa, partitie en transmutatie.
- Toekomstige generaties krijgen de mogelijkheid om ‘met zo min mogelijk lasten, een keuze voor een beheermethode voor de lange termijn te maken op basis van hun inzichten’.

Gegeven de geschatte jaarlijkse toename van het afval door de huidige bronnen, en het tussentijdse verval van een deel ervan, zou de eindberging rond 2130 circa 70.000 m^3 radioactief afval betreffen. Hiervan is 401 m^3 hoogactief, waarvan ruim een derde warmte producerend is, en bijna twee derde niet (COVRA, 2014, p. 16). Dit is gebaseerd op de huidige toepassingen van nucleaire technologie. Deze hoeveelheden zullen veranderen als de regering zou besluiten tot de bouw van nieuwe kerncentrales of als technologische ontwikkelingen in bijvoorbeeld de geneeskunde, nieuwe toepassingen van radioactief materiaal mogelijk en wenselijk maken. Ook de keuze voor een andere productiemethode voor medische isotopen kan de hoeveelheid afval misschien verminderen. Aanpassingen in wet- en regelgeving kunnen van invloed zijn op de hoeveelheid radioactief afval. Kleine aanpassingen van de definities van radioactief materiaal in wet- en regelgeving kunnen zorgen voor grote veranderingen in de aanbodvolumes. Vooral ten aanzien van de forse hoeveelheden NORM-afval kan dat grote gevolgen hebben, en dan met name voor verarmd uranium. Voor NORM-afval spelen daarnaast marktontwikkelingen een rol. Als de toepassingen (via hergebruik) van NORM-afval door binnenlandse en buitenlandse marktpartijen wijzigen, heeft dit gevolgen voor de opslag bij COVRA. Ook de Afvalinventaris uit 2014, een van de bouwstenen van het Nationale programma, wees hier al op (COVRA, 2014, p. 23).

Diepe geologische berging

Volgens het Nationale programma was op basis van wetenschappelijk onderzoek en de stand van de techniek, berging van hoogradioactief afval in de diepe ondergrond de meest veilige en duurzame wijze van langetermijnbeheer (‘vele duizenden tot honderdduizenden jaren’). Alleen diep-geologische berging verzekerde dat het afval voor een dergelijke lange tijd buiten de menselijke invloedssfeer zou blijven. Dat betekent dus dat er bij geologische eindberging sprake was van passieve veiligheid, wat bij bovengrondse opslag niet het geval was. Ook aan de eis van terugneembaarheid kan bij geologische berging worden

voldaan. Dit werd in het Nationale programma gedefinieerd als ‘terugneembaarheid van het afval (via de bestaande schacht) mogelijk moet zijn tijdens het gebruik van de eindberging’ (ministerie van IenM, 2016, p.28). Bij storten in diepe boorgaten is dit bijvoorbeeld technisch veel moeilijker en duurder. Gezien de hoge kosten van geologische berging en de relatief geringe hoeveelheid afval, zou het nog actieve laag- en middelactief afval in dezelfde bergingsfaciliteit als het hoogactief afval worden opgeborgen. Hoewel in het Nationale programma geologische eindberging als de meest voor de hand liggende optie werd gezien, werden er nadrukkelijk nog geen besluiten genomen; niet over het te volgen besluitvormingstraject, noch over een locatie. Wel werden er al financiële middelen voor gereserveerd om toekomstige generaties daar niet mee te belasten (ministerie van IenM, 2016, p.5).

Aankondiging van een klankbordgroep

Gelet op ervaringen in het buitenland, stelde het Nationale programma dat een breed maatschappelijk draagvlak essentieel is voor het realiseren van een eindberging. Dat betekent dat burgers, maatschappelijke groeperingen, lagere overheden, wetenschappers, afvalbeheerders en andere belanghebbenden op tijd bij het besluitvormingstraject betrokken moeten worden. Het rapport over publieksparticipatie van het Rathenau Instituut – een van de voorstudies voor het Nationale programma – had aanbevelingen en randvoorwaarden voor een participatietraject opgeleverd (De Vries, 2015). Maar omdat concrete besluitvorming in 2016 nog niet aan de orde was, ontbrak bij het grote publiek de urgentie om aan een debat over eindberging deel te nemen. Om die reden werd (nog) geen publieksparticipatietraject gestart.

Het Nationale programma kondigde wel een klankbordgroep aan met vertegenwoordigers van maatschappelijke, wetenschappelijke en bestuurlijke organisaties. Die kreeg tot taak om de ANVS te adviseren naar aanleiding van periodieke analyses over politiek-bestuurlijke, technisch-wetenschappelijke, internationale en maatschappelijke ontwikkelingen rond het beheer van radioactief afval. De regering wilde dat de klankbordgroep specifiek aandacht zou schenken aan zaken als: ‘het concreet maken van de vormen van participatie’ en het inzichtelijk maken van de beleidsimplicaties van OPERA (ministerie van IenW, 2016, pp.6 & 13). Volgens de ANVS diende de klankbordgroep ook te kijken naar het reserveren van potentiële geschikte zoekgebieden voor berging, de borging van de kennisinfrastructuur voor het beheer van radioactief afval, en naar criteria voor een ‘maatschappelijk gedragen periode van terugneembaarheid’ (ANVS, 2015b, p.8).

De ANVS stelde in 2017 een kwartiermaker aan om te verkennen hoe de klankbordgroep georganiseerd zou moeten worden in relatie tot de ANVS en het ministerie van IenW (Kamerstukken II, 2016/2017, 25422 & 32654, nr. 206, p.10).

Deze concludeerde in mei 2018 dat het wenselijk was om ‘ook in de uiteindelijke naamgeving, een wat actievere invulling dan “klankborden” te kiezen’ (Van Soest, 2018, p.6). De missie zou moeten zijn: ‘het doordenken van een mogelijk participatief besluitvormingsproces gericht op een maatschappelijke overeenstemming over eindberging van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen, en daarover relevante partijen te adviseren’ (Van Soest, 2018, p.8). Op basis van het advies van de kwartiermaker, besloot de staatssecretaris van IenW geen klankbordgroep op te richten, maar het Rathenau Instituut te vragen om in 2024 met een advies te komen over het te volgen besluitvormingsproces rondom het lange-termijn beheer van radioactief afval. Deze studie is een onderdeel van dat adviestraject.

6 Inzichten en aandachtspunten voor beleid

Deze studie laat zien hoe Nederland tussen 1945 en 2016 omging met radioactief afval en hoe de besluitvorming daarover plaatsvond. We onderscheiden vijf perioden die in de voorgaande hoofdstukken aan bod kwamen. Aan de hand daarvan blikken we in dit slothoofdstuk terug. We geven eerst een overzicht van de historisch gezien meest relevante technische opties die Nederland tussen 1945 en 2016 voor de omgang met radioactief afval inzette, of overwoog in te zetten. Vervolgens kijken we via het raamwerk van het governance-ecosysteem naar hoe de besluitvorming over de omgang met radioactief afval vorm kreeg. In dat besluitvormingsproces spelen technische opties een centrale rol. Belangrijk daarbij zijn: het wetenschappelijk onderzoek naar de technische haalbaarheid van die opties en de voor- en nadelen ervan, de politieke en maatschappelijke discussie daarover, het formuleren en uitvoeren van beleid, of verbieden van bepaalde opties. Tenslotte identificeren we op basis van deze studie tien inzichten over de ontwikkeling van het besluitvormingsproces over het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen. In het verlengde daarvan benoemen we aandachtspunten voor het huidige beleid.

6.1 Historie technische omgang met radioactief afval

In dit rapport komen drie basismanieren om met radioactief afval om te gaan in meer of mindere mate aan bod: minimalisatie, opslag en verwijdering door middel van eindberging en storten. Ze hebben betrekking op verschillende fasen in de keten van het radioactief-afvalbeheer en kunnen diverse technische opties omvatten. De vorm waarin het afval zich bevindt en de mate van activiteit zijn medebepalend voor de behandeling van radioactief afval. Zo komt radioactief afval met een lange levensduur eerder in aanmerking voor verwijdering via eindberging of storting dan afval met een korte levensduur, waarvoor vervalopslag volstaat. In deze studie gaat de meeste aandacht uit naar de vier historisch gezien meest pregnante opties: opwerking, storten in de diepzee, centrale bovengrondse opslag en geologische berging.

Opwerking
Sinds de jaren zestig maakte Nederland gebruik van fabrieken in België, de Verenigde Staten, Engeland en Frankrijk voor de opwerking van gebruikte splijtstoffen. Dit gebeurde om hergebruik mogelijk te maken en het volume, de

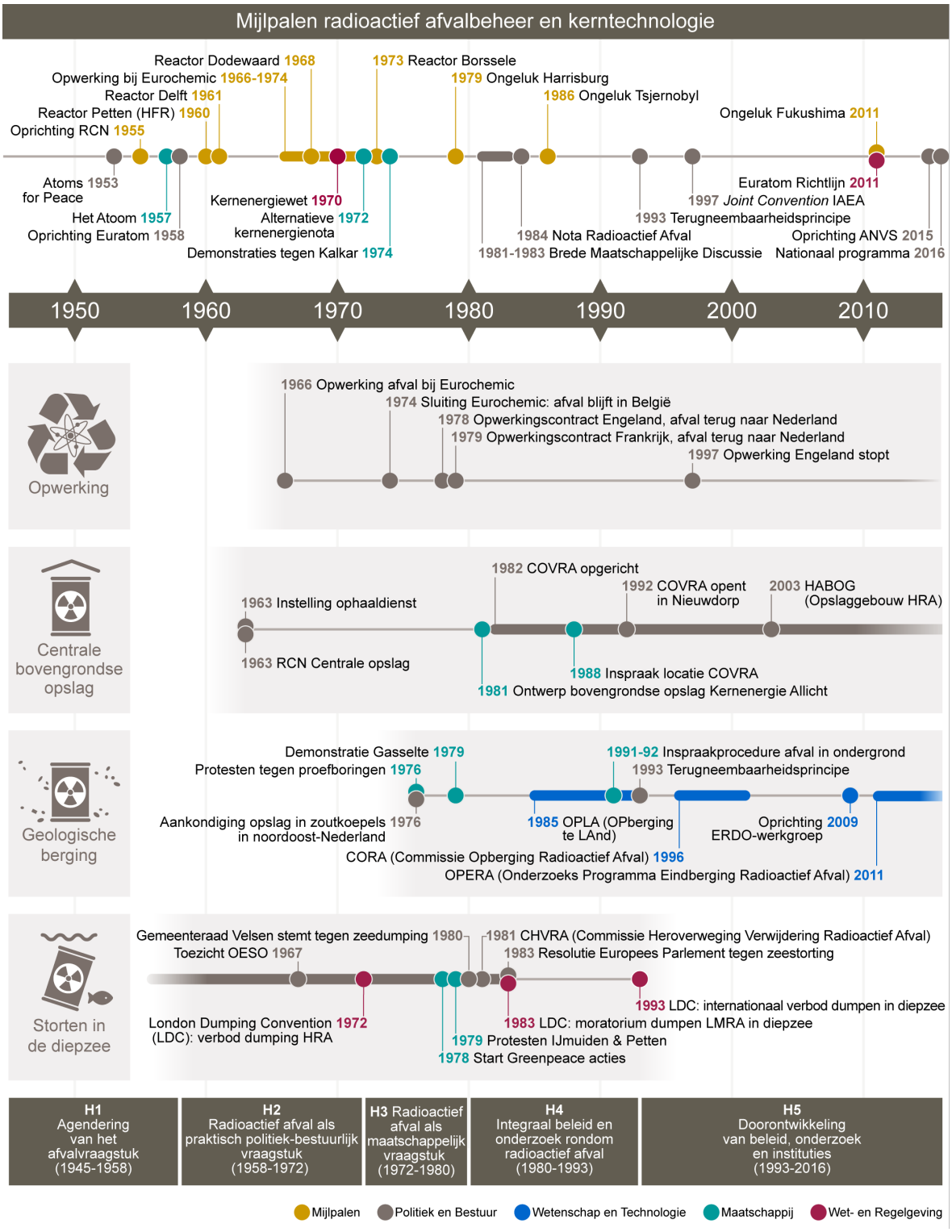
stralingsdosis en de levensduur van hoogradioactief afval te beperken. Nu vindt opwerking van Nederlandse gebruikte splijtstof alleen nog plaats in Frankrijk.

Storten in de diepzee
Nederland dumpte vanaf het begin van de jaren zestig laag- en middelradioactief afval in de diepzee totdat dit in 1983 internationaal werd verboden.

Centrale bovengrondse opslag
Vanaf 1963 werd laag- en middelactief afval opgehaald en tijdelijk bovengronds opgeslagen in Petten bij RCN (later ECN). Vanaf 1992 sloeg COVRA dit afval op in de Zeeuwse gemeente Borssele. In 2003 opende COVRA een faciliteit voor de opslag van hoogradioactief afval, HABOG. Aangezien het Nationale programma stelt dat er in 2130 een faciliteit voor geologische berging gereed moet zijn, zal radioactief afval nog meer dan honderd jaar bovengronds worden opgeslagen.

Geologische berging
Midden jaren zeventig zag de regering geologische berging in diepe zoutformaties in Noordoost-Nederland als de meest beloftevolle verwijderingsoptie. Ze ging ervan uit dat andere gastgesteenten zoals klei, schalie of kalksteen daarvoor niet geschikt waren. Voor laag- en middelactief afval werd, in lijn met internationale ideeën, gedacht aan het aanleggen van een opbergholte in een zoutkoepel. Ook een deel van het hoogradioactief afval zou daarin terecht kunnen. Voor kernsplijtingsafval overwoog men een opbergmijn, voortbordurend op technieken uit de mijnbouw met mijn- en ventilatieschachten, en mijngangen. Eind jaren zeventig was er sterk bestuurlijk en maatschappelijk protest in Noordoost-Nederland tegen proefboringen voor onderzoek naar geologische berging in zoutlagen. Ook sindsdien heeft er in Nederland geen onderzoek op locatie naar geologische berging plaatsgevonden.

In 1984 sprak de regering de intentie uit om de langetermijnoptie van verwijdering via geologische eindberging verder te bestuderen, maar liet de specifieke techniek en het gastgesteente in het midden. Vanaf 1993 wees het kabinet verwijderingsopties die niet-terugneembaar zijn af en ging onderzoeken of geologische berging en terugneembaarheid samengaan. Daarmee viel de optie van stortholtes en diepe boorgaten af en bleef alleen de optie van een opbergmijn in zout- of kleilagen over. Een Europese richtlijn (2011) stelde dat lidstaten een nationaal programma moeten uitwerken om te zorgen voor de uitvoering van alle stappen bij het beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, van productie tot eindberging. Deze richtlijn stelde daarmee eindberging vast als eindpunt voor het beheer van radioactief afval. Het Nationale programma (2016) stelde dat in 2130 een geologische eindbergingsfaciliteit gereed moet zijn.



Figuur 1 Omgang met radioactief afval in Nederland 1945-2016 (René Rikkers)

6.2 Historische ontwikkeling besluitvorming rondom radioactief afval

In deze paragraaf kijken we terug op de Nederlandse besluitvorming rondom radioactief afval. Daarbij hanteren we het raamwerk van het governance-ecosysteem. Een centrale rol in de besluitvorming spelen de technische opties. Het besluitvormingsproces draait in grote mate om de haalbaarheid van bepaalde technische opties en de wenselijkheid ervan. We concentreren ons daarbij op vier opties: opwerking van gebruikte splijtstoffen, storten in de diepzee, bovengrondse opslag en geologische berging.

We volgen de ordening van de tijdsperioden uit deze studie en beschrijven de acties binnen de vier domeinen van het governance-ecosysteem: politiek en bestuur, wetenschap en technologie, wet- en regelgeving en maatschappij. Ook kijken we naar de interacties tussen de domeinen. Dit biedt zicht op de ontwikkeling van bet beleid voor radioactief afval in de tijd.

1945-1958: wetenschappelijke en politieke agendering van omgang met radioactief afval
In deze periode werden er internationale organisaties opgericht om de vreedzame en veilige toepassing van nucleaire technologie mogelijk te maken. Daarbij ging het om: Euratom (1955), het Internationale Atoomenergieagentschap (IAEA, 1957) en het Europees Kernenergieagentschap (ENEA, 1958). De Nederlandse regering zag nucleaire technologie, en met name kernenergie, als noodzakelijk voor de economische ontwikkeling. Bij de beleidsvorming gebruikte ze het werk van deze internationale organisaties. Ook zorgde de regering voor de opbouw van een wetenschappelijke en technologische infrastructuur (FOM, 1946 en RCN, 1955). Daarnaast ontwikkelde ze onderzoeks- en industriebeleid (Nota inzake de Kernenergie, 1957; samenwerking wetenschappelijke en industriële partners in Neratoom, 1959). De samenwerking van FOM met Noorwegen leidde in 1951 tot een onderzoeksreactor in het Noorse Kjeller. Tevens werd Nederland aandeelhouder in Eurochemic, een internationaal bedrijf dat in 1957 werd opgericht in het kader van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), om een fabriek te bouwen in België voor het opwerken van verbruikte splijtstofstaven.

Er bestond geen wetenschappelijke consensus over de omgang met radioactief afval en de risico’s van lage doses ioniserende straling. Twee internationale conferenties over vreedzame toepassingen van atoomenergie (1955 en 1958) hielpen om de omgang met radioactief afval internationaal en nationaal op de wetenschappelijke en beleidsagenda te zetten. Diverse wetenschappers gingen ervan uit dat het meeste afval hergebruikt kon worden. Jan Hendrik de Boer, een

sleutelpersoon in het Nederlandse netwerk rond nucleaire technologie (wetenschap – bedrijfsleven – overheid), schaarde eind jaren vijftig radioactief afval onder de nog te overwinnen wetenschappelijke, technische en economische moeilijkheden. Gebaseerd op afspraken uit het Euratom-verdrag bood in Nederland het Veiligheidsbesluit Ioniserende Stralen (1957) handvatten inzake veiligheid. Daarnaast gebruikte de regering bestaande wetgeving zoals de Hinderwet, de Veiligheidswet en de Warenwet, om randvoorwaarden te scheppen voor de bescherming van werknemers en de bevolking tegen ioniserende straling. Zo trad in 1958 het Radioactieve Stoffenbesluit in werking als onderdeel van de Warenwet.

1958-1972: vormgeving van de Kernenergiewet en radioactief-afvalpraktijken
In de jaren zestig werden meerdere nucleaire installaties in Nederland in gebruik genomen. In Petten (1960 en 1961), Delft (1963), Wageningen (1963) en Eindhoven (1969) werden onderzoeksreactoren geopend. In 1969 ging de kerncentrale van Dodewaard in bedrijf, gevolgd door de kerncentrale van Borssele in 1973. De omgang met radioactief afval werd zodoende een praktische beleidsopgave.

In februari 1960 kreeg stralingsbescherming binnen het wetenschappelijk domein in Nederland een impuls met de oprichting van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS). Met het oog op het vormgeven van de Kernenergiewet, stelde de regering drie adviesraden in: de Industriële Raad voor de Kernenergie (IRK, 1963-1982), de Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie (WRK, 1963-1975) en de overkoepelende en coördinerende Centrale Raad voor de Kernenergie (CRK, 1966-1970). Het leidde tot diverse adviezen over de omgang met radioactief afval.

In 1963 werd de Kernenergiewet aangenomen, die in 1970 volledig in werking trad. Deze wet had tot doel de inzet van nucleaire technologie te stimuleren en tevens de veiligheid te waarborgen van mens en milieu bij vervoer, voortbrenging en verwerking van radioactieve stoffen. Waar eerder de Farmaceutische hoofdinspectie en de Keuringsdienst van Waren betrokken waren geweest bij het verlenen van vergunningen aan organisaties die zich met nucleaire technologie en radioactieve materialen bezighielden, verschoof die verantwoordelijkheid nu naar het ministerie van Economische Zaken. Het juridisch kader werd verder aangevuld met het *Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen* (1969). Eind 1968 richtte het ministerie van Sociale Zaken de Kernfysische Dienst (KFD) op om toezicht te houden op de veiligheid van werknemers en het grote publiek bij het werken met radioactieve stoffen. Met de Kernenergiewet als basis ging de KFD vanaf 1970 toezicht uitoefenen en controles uitvoeren.

In Nederland was er nog geen integraal radioactief afvalbeleid, zoals er ook nog geen algemeen afvalbeleid bestond. In 1963 kwam er een ophaaldienst voor laag- en middelactief afval in Nederland. Dit werd tijdelijk bovengronds opgeslagen in Petten bij RCN. Een deel hiervan werd verwijderd door het in zee te storten, een praktijk die vanaf 1965 onder supervisie van het ENEA stond. Verbruikte splijtstof ging tussen 1966 en 1974 voor opwerking naar Eurochemic in België, waar het resterende hoogactieve afval bleef, zoals in het contract was afgesproken. De media hadden aandacht voor vragen over radioactief afval, maar vertrouwden erop dat de overheid en de wetenschap daar tijdig antwoorden op zouden vinden.

1972-1980: maatschappelijk protest tegen dumping in zee en proefboringen in zoutlagen

In de jaren zeventig zette de Nederlandse regering in op een sterke uitbreiding van kernenergie. Dit beleid kreeg kritiek vanuit wetenschap, politiek en maatschappij. Er ontstond een anti-kernenergiebeweging. De omgang met radioactief afval werd een centrale kwestie binnen het kernenergiedebat. De regering gaf in 1974 aan dat uitbreiding van kernenergie slechts mogelijk was als er een ‘aanvaardbare oplossing’ was gevonden voor het radioactief afval.

Tegelijkertijd kwam er steeds meer maatschappelijk protest tegen het verwijderen van radioactief afval door het in zee te dumpen, zoals toen de gewoonte was. In 1972 kondigde de *London Dumping Convention* een internationaal verbod aan op het storten van hoogradioactief afval in zee. In 1974 stopte Eurochemic de opwerkwerkzaamheden. In de tweede helft van de jaren zeventig maakte Nederland afspraken met de Verenigde Staten, Frankrijk en Engeland voor de opwerking van gebruikte splijtstoffen. Met Frankrijk en Engeland werd afgesproken dat het resterende hoogradioactief afval te zijner tijd naar Nederland zou terugkeren.

In de eerste helft van de jaren zeventig stelden wetenschappelijke adviesorganen (WRK, Rijks Geologische Dienst, RCN) en de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK), dat berging van radioactief afval in ondergrondse zoutkoepels mogelijk was en verkend moest worden. Tegelijkertijd waren er ook wetenschappers die twijfelden of het technisch mogelijk was om radioactief afval op te bergen in steenzoutformaties zonder risico’s voor nu en later. Toen minister Lubbers van Economische Zaken in juni 1976 bij Gedeputeerde Staten van Groningen en Drenthe proefboringen aankondigde voor onderzoek naar geologische berging in zoutlagen, leidde dat tot regionaal politiek-bestuurlijk en maatschappelijk verzet, waarbij ook wetenschappers een centrale rol speelden.

1980-1993: vorming van radioactief-afvalbeleid en een integraal onderzoeksprogramma

Eind jaren zeventig ontstond een politiek-maatschappelijke impasse rond kernenergie. Onder druk van maatschappelijke organisaties en de Tweede Kamer besloot de regering tot het organiseren van een breed opgezette publieksconsultatie: de Brede Maatschappelijke Discussie (BMD). Deze BMD werd van 1981-1983 georganiseerd door de Commissie-De Brauw. De BMD veranderde het regeringsbeleid ten aanzien van kernenergie niet fundamenteel. Het kernongeval in Tsjernobyl in 1986 zorgde ervoor dat uitbreiding van kernenergie in Nederland een tijdlang beleidsmatig niet meer aan de orde was.

In 1983 verbood de *London Dumping Convention* de facto het storten van laag- en middelradioactief afval in de diepzee. Anticiperend hierop was in 1981 de Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval (CHVRA) in het leven geroepen om alternatieven te verkennen. Ze bestond uit wetenschappers en maatschappelijke stakeholders. Vanwege de opwerkingscontracten met Frankrijk en Engeland moest de regering op zoek naar beheeropties voor splijtstofafval dat op termijn naar Nederland zou terugkeren. Mede ingegeven door het verzet in Noordoost-Nederland tegen de optie van geologische berging in zoutlagen, ontwikkelde het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) integraal beleid voor radioactief afval. In de *Nota radioactief afval* (1984) stonden beleidsprincipes zoals de beperking van de hoeveelheid en het veilig beheer ervan. Dat laatste kon door de blootstelling aan straling zo laag als redelijk mogelijk te houden (*as low as reasonably achievable*, ALARA) door middel van isoleren, beheersen en controleren (het zogenoemde IBC-principe).

In de tweede helft van de jaren tachtig ging de internationale discussie over duurzaamheid het milieubeleid beïnvloeden, en daarmee ook het beleid voor radioactief afval. In 1993 stelde de regering dat geologische berging van radioactief afval voor de gehele bergingsperiode terugneembaar moest zijn, met het oog op het naleven van de IBC-criteria en mogelijk toekomstig hergebruik. Gedurende de periode van actief beheer moest het afval altijd uit een opslag- en eindbergingsfaciliteit kunnen worden teruggehaald. Tevens moest het beleid omkeerbaar zijn: als nieuwe politiek-maatschappelijke of wetenschappelijke inzichten daarom vroegen, moest het mogelijk zijn om genomen beslissingen in het stapsgewijs implementeren van een beheermethode terug te draaien. Hierdoor kregen toekomstige generaties een zekere zorgplicht voor het afval, maar ook de mogelijkheid om in te grijpen.

Tot begin jaren tachtig vond de tijdelijke opslag van laag- en middelradioactief afval plaats in Petten bij het Energie Centrum Nederland (ECN, voorheen RCN). In 1982 werd de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) opgericht als een

publiek-privaat partnerschap tussen het ministerie van VROM en enkele producenten van radioactief afval, om die taak over te nemen. In 1984 sprak de regering zich uit voor een centrale langdurige bovengrondse opslag van laag-, middel- en hoogradioactief afval. Dat leidde in 1992 tot een bovengrondse opslagfaciliteit voor laag- en middelradioactief afval in de Zeeuwse gemeente Borsele. Langdurige bovengrondse opslag maakte het mogelijk de langetermijnoptie van verwijdering door geologische berging verder te bestuderen. Een dergelijke geologische berging zou in Nederland gebouwd moeten worden of in internationaal verband elders.

Ten behoeve van de beleidsvorming financierde het ministerie van EZ tussen 1981 en 1993 onderzoek naar vier technische beheeropties: geologische berging in de Noordzee (NORA) en de diepzee (DORA), bovengrondse opslag van hoogradioactief afval en kernsplijtingsafval (MINSK) en geologische berging (OPLA). De eerste twee opties vielen af vanwege de te hoge kosten, de derde werd gerealiseerd door COVRA en de vierde leek voor de lange termijn het meest veelbelovend.

Bij het bepalen van het beleid werden, onder druk van maatschappelijke partijen en de Tweede Kamer, maatschappelijke actoren geconsulteerd. Dit gebeurde tijdens de BMD en begin jaren negentig bij de brede inspraakronde over de maatschappelijke en beleidsmatige wenselijkheid van geologische berging van radioactief en hoogtoxicologisch afval. Bij de zoektocht naar een geschikte locatie voor de bovengrondse interim-opslag van radioactief afval werden maatschappelijke actoren aanvankelijk geconfronteerd (Velsen) en later geconsulteerd (Borsele).

1993-2016: naar een *Nationaal programma radioactief afval*

In deze periode lag het laag-, middel- en hoogradioactief afval bovengronds opgeslagen. In 2003 nam COVRA de HABOG-faciliteit voor hoogradioactief afval in gebruik. Het onderzoek en het beleid richtten zich met name op de optie geologische berging. Onderzoek vond plaats binnen Europese programma’s en de nationale programma’s van de Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA; 1996-2001) en het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (OPERA; 2011-2016). Het richtte zich met name op de technische haalbaarheid van terugneembare geologische berging, in zowel zout- als kleilagen. Daarbij was er sprake van groeiende aandacht voor onderzoek naar sociale en ethische aspecten en participatie bij de besluitvorming. Ook de internationale optie werd opengehouden. In 2013 richtten COVRA en enkele Europese zusterorganisaties de *European Repository Development Organisation* (ERDO) op, die de optie van een multinationale geologische bergingsfaciliteit verder moest onderzoeken.

In deze periode beïnvloedden internationale ontwikkelingen het Nederlandse beleid. Een IAEA-verdrag uit 1994 over nucleaire veiligheid bepaalde dat landen voor een scheiding diende te zorgen tussen organisaties op het gebied van nucleaire veiligheid en kernenergie. De *Joint Convention* van het IAEA formuleerde veiligheidseisen voor een hoog niveau van veiligheid bij het beheer van radioactief afval en bestraalde splijtstof. Het NEA en het IAEA ontwikkelden de *safety case*-benadering die onderzoekers binnen het OPERA-programma gebruikten voor het onderzoeken van de veiligheid van een geologische bergingsfaciliteit in Boomse Klei. Nadat de jaren zeventig en tachtig al het belang van publieksparticipatie hadden laten zien, zorgde het Verdrag van Aarhus voor de wettelijke verankering hiervan. In 2011 stelde een Euratom-richtlijn van de Europese Commissie eisen aan het Nederlandse beleid, over bijvoorbeeld eindberging als het eindpunt voor het beheer van radioactief afval, en een nationaal programma voor alle stappen in het beheer van splijtstof en radioactief afval, dat elke tien jaar moet worden opgesteld.

Mede ingegeven door de IAEA- en Euratom-verdragen en de Tweede Kamer, verschoven ministeriële verantwoordelijkheden. In 1999 nam het ministerie van VROM (nu IenW) de vergunningverlening in het kader van de Kernenergiewet over van EZ. De KFD ging in 2000 over van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) naar VROM. Dat ministerie kreeg een jaar later ook de verantwoordelijkheid voor de eindberging, die voorheen bij EZ lag. In 2010 verdween het ministerie VROM om grotendeels op te gaan in het ministerie van Infrastructuur en Milieu (sinds 2017 IenW). EZ kreeg de verantwoordelijkheid voor nucleaire veiligheid, kernenergie en de Kernenergiewet. Samen met de ministeries van SZW en Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) had het ook de zorg voor de stralingsbescherming. In 2015 werd de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) opgericht om overheidstaken en kennis over nucleaire veiligheid en stralingsbescherming onder te brengen in één organisatie. De KFD ging daarbij op in de ANVS. Zo wilde Nederland voldoen aan IAEA-verdragen en EU-regelgeving (Euratom richtlijnen 2009/71 en 2014/87) die verdragslanden verplichten te beschikken over een zelfstandige autoriteit op gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. In 2020 ging de beleidsverantwoordelijkheid voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming over naar het ministerie van IenW, en daarmee ook die voor radioactief afval en de eindberging daarvan. COVRA en het daar opgeslagen radioactief afval werden in 2002 voor 100% eigendom van de Nederlandse staat.

In 2016 presenteerde de minister van Infrastructuur en Milieu het *Nationale programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen*. Dit gaat uit van vier beleidsprincipes die ten grondslag liggen aan de politiek-bestuurlijke en technische omgang met radioactief afval:

1. minimalisatie van het ontstaan van radioactief afval;
2. veilig beheer van radioactief afval;
3. geen onredelijke lasten op de schouders van latere generaties; en
4. de veroorzakers van radioactief afval dragen de kosten van het beheer ervan.

Daarnaast beaamde het programma het grote belang van publieksparticipatie. In lijn met het beleid sinds 1984, opteerde het voor langdurige interim-bovengrondse opslag, gevolgd door geologische berging. Voor het eerst werd er een tijdlijn geschetst voor de besluitvorming over een locatiekeuze voor een geologische bergingsfaciliteit: besluitvorming wordt voorzien rond 2100 en rond 2130 moet een eindberging operationeel zijn. Van toepassing daarbij zijn de principes van stapsgewijze en omkeerbare besluitvorming, en terugneembaarheid van afval. Vanwege het belang van adequate publieksparticipatie bij de besluitvorming over het langetermijnbeheer van radioactief afval, en ook de verplichting daarvan, voorziet het nationale programma in de oprichting van een klankbordgroep.

6.3 Inzichten voor besluitvorming over langdurig beheer van radioactief afval

Deze historische studie laat zien hoe de besluitvorming over radioactief afval in Nederland zich sinds 1945 ontwikkelde door een wisselwerking tussen lokale, nationale en internationale actoren. We keken daarbij niet alleen naar de politieke besluitvorming, maar ook naar de rol van wetenschap en technologie, wet- en regelgeving en maatschappelijke actoren. Op basis van dit onderzoek komen we tot tien inzichten die ook relevant kunnen zijn voor toekomstige besluitvorming.

Inzicht 1: verschillende beleidsvelden droegen bij aan de besluitvorming over het beheer van radioactief afval.
Besluitvorming over het beheer van radioactief afval stond niet op zichzelf. Verschillende beleidsvelden waren hierbij betrokken: volksgezondheid en milieu, energie, klimaat, ruimtelijke ordening, industrie, wetenschap en technologie. Voor het beheer van radioactief afval was de kennis en kunde uit die verschillende beleidsvelden nodig, alsmede de afweging van belangen die daarmee samenhangen.

De ontwikkeling van de genoemde beleidsvelden beïnvloedde het beheer van radioactief afval. Zo kwam de omgang met radioactieve stoffen in de jaren vijftig op de beleidsagenda als onderdeel van de opbouw van een nucleaire sector. De toenemende aandacht voor het milieu leidde vanaf de jaren tachtig tot een nieuw beleidsveld. Het was vervolgens de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke

Ordening en Milieubeheer die in 1984 de nota Radioactief afval aan de Kamer presenteerde.

Om belangenverstrengelingen te voorkomen, is een goede institutionele verdeling van verantwoordelijkheden noodzakelijk. Daarom zijn in 2015 de verantwoordelijkheden die het ministerie van Economische Zaken lange tijd had voor zowel het energiebeleid als het beleid voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, verdeeld over verschillende overheidsinstanties. Hiermee voldoet Nederland aan aanbevelingen van het Internationale Atoomagentschap en Euratom.

Ook in de toekomst zullen verschillende beleidsvelden bij het beheer van radioactief afval betrokken zijn. Beheer van radioactief afval vraagt namelijk om een brede mix van kennis en kunde. Daarbij is het cruciaal om diverse institutionele verantwoordelijkheden helder gescheiden te houden.

Inzicht 2: besluitvorming over het beheer van radioactief afval en kernenergie beïnvloedden elkaar sterk.
Radioactief afval komt niet alleen vrij bij de productie van kernenergie. Van het volume hoogradioactief afval in 2014 was zo’n twee derde (68%) ontstaan door kernenergieproductie en een derde door de productie van medische isotopen voor binnen- en buitenlands gebruik. Van het volume laag- en middelradioactief afval was dat een veel kleiner deel. Toch brachten politici en maatschappelijke organisaties radioactief afval vooral in verband met kernenergie. Dit kwam tot uiting in het publieke debat en in beleid en besluitvorming.

In het publieke debat over radioactief afval speelden voor- en tegenstanders van kernenergie een belangrijke rol. In de jaren zeventig verzetten tegenstanders van kernenergie zich tegen de uitbreiding van kerncentrales omdat er nog geen oplossing was voor het afval. Voorstanders van kernenergie stelden dat die oplossing er technisch gezien al was met geologische berging. Zij waren bang dat het afvalvraagstuk de bouw van kerncentrales zou vertragen.

De koppeling tussen kernenergie en radioactief afval kwam terug in de besluitvorming. Zo gaf de regering in 1974 aan dat de uitbreiding van kernenergie alleen mogelijk was als er een ‘aanvaardbare oplossing’ voor het afval zou komen. Diverse tegenstanders van kernenergie vonden het lastig om mee te werken aan een dergelijke oplossing omdat ze bang waren dat dit een uitbreiding van kernenergie zou rechtvaardigen. Aan de andere kant stelden milieuorganisaties in de jaren nul dat er eerst een eindberging moest komen voordat ze in gesprek wilden over het verlengen van de levensduur van kerncentrales.

In de toekomst kunnen ontwikkelingen op het gebied van kernenergie de besluitvorming over radioactief afval beïnvloeden. In de eerste plaats omdat meer of minder kernreactoren leidt tot meer of minder afval. Dit kan gevolgen hebben voor de urgentie en financiële middelen om een eindberging te realiseren. Ook kunnen politieke en maatschappelijke partijen in de besluitvorming over kernenergie voorwaarden stellen aan het beheer van radioactief afval.

Inzicht 3: internationale gebeurtenissen hadden grote invloed op de Nederlandse besluitvorming.
Internationale gebeurtenissen hadden grote invloed op de Nederlandse besluitvorming over radioactief afval. Denk aan de kernrampen in Harrisburg (1979), Tsjernobyl (1986) en Fukushima (2011). Maar ook aan de wereldwijde oliecrisis in 1973 en internationale protesten tegen de dumping van radioactief afval in zee.

In de tweede helft van de jaren zestig ontstond – internationaal, maar zeker ook in Nederland – een tegenbeweging die zich keerde tegen traditionele vormen van besluitvorming, die bevoogdend, regentesk en autoritair zouden zijn. Deze gebeurtenissen beïnvloedden de besluitvorming over radioactief afval zowel direct als indirect.

De directe invloed van internationale gebeurtenissen was zichtbaar bij het internationale protest tegen zeedumpingen. Dit leidde uiteindelijk tot een internationaal verbod op het storten van radioactief afval in de diepzee. Nederland moest hierdoor op zoek naar andere methoden om het afval te beheren. De ramp in Fukushima leidde tot meer controles op de veiligheid van nucleaire installaties.

Internationale gebeurtenissen hadden ook indirect invloed op het beheer van radioactief afval. Bijvoorbeeld omdat Nederland het beleid op het gebied van energie, volksgezondheid en milieu aanpaste. Als reactie op de oliecrisis zette Nederland in op een uitbreiding van kernenergie. Hiermee zou meer geld beschikbaar komen voor het beheer van radioactief afval. Na de kernramp in Tsjernobyl besloot de regering toch geen nieuwe kerncentrales te bouwen. Ook dit had gevolgen voor de financiële planning.

Geopolitieke spanningen, internationale protesten en ongelukken laten zich moeilijk voorspellen. Maar ze kunnen veel invloed hebben op de manier waarop mensen naar kernenergie, milieubeleid en nucleaire installaties kijken. In de besluitvorming over het beheer van radioactief afval kan dit tot andere afwegingen leiden.

Inzicht 4: internationale samenwerking stimuleerde in Nederland de ontwikkeling van kennis, beleid en wet- en regelgeving.
Het beheer van radioactief afval in Nederland kwam voor een groot deel tot stand via internationale samenwerking. De Nederlandse wet- en regelgeving is gebaseerd op Europese en internationale richtlijnen. Sommige van deze richtlijnen kwamen voort uit protesten van internationale maatschappelijke organisaties. Ook doet Nederland samen met andere landen onderzoek naar geologische berging.
Na de Tweede Wereldoorlog groeide internationaal de behoefte aan regelgeving voor nucleaire veiligheid. Door de productie van kernenergie nam de hoeveelheid radioactieve stoffen toe. In 1963 bracht Nederland besluiten en beschikkingen voor stralingsbescherming en nucleaire veiligheid onder in de Kernenergiewet. Als basis hiervoor dienden het Euratom-verdrag en de Euratom-basisnormen. Deze waren gebaseerd op aanbevelingen van de Internationale Commissie voor Stralingsbescherming.

Vanaf de jaren zestig hadden verschillende politieke en maatschappelijke ontwikkelingen invloed op de wet- en regelgeving voor het beheer van radioactief afval. De Organisatie voor Europese Economische Samenwerking (OEES, later OESO) stimuleerde en faciliteerde Europese samenwerking bij de opwerking van gebruikte splijtstof. Het Europees Kernenergieagentschap (ENEA, onderdeel van de OEES) hield toezicht op zeedumpingen van radioactief afval. Na acties van onder andere milieuorganisatie Greenpeace kwam er een internationaal verbod op het dumpen van radioactief afval in zee via de London Dumping Convention. Ook kwamen er internationale richtlijnen voor verantwoord en veilig beheer van gebruikte splijtstof en radioactief afval. Een voorbeeld daarvan is de *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management* (1997).

Beleidsmatig hadden in de jaren negentig richtlijnen van de Europese Commissie grote betekenis voor Nederland. Met name voor de institutionele verschuiving van verantwoordelijkheden en het formuleren van het Nationale programma radioactief afval in 2016. In de Europese richtlijnen was ook aandacht voor publieke informatievoorziening en publieksparticipatie. Al eerder verplichtte het Verdrag van Aarhus (2001) tot het betrekken van de bevolking bij milieu-aangelegenheden.
Tot slot is Nederland onderdeel van internationaal onderzoek naar geologische berging. Bij dit onderzoek speelden het Internationaal Atoomenergieagent van de Verenigde Naties en het Kernenergieagentschap van de OESO een belangrijke rol. Ook onderzoekt Nederland samen met een aantal andere Europese landen de mogelijkheid van een multinationale berging. Dat gebeurde onder andere in de *European Repository Development Organisation*.

De Nederlandse besluitvorming over het beheer van radioactief afval is gebonden aan internationale afspraken. Nederland draagt bij aan de totstandkoming van deze afspraken en Europese wet- en regelgeving. Tegelijkertijd kunnen aanpassingen van internationale richtlijnen en ontwikkelingen in internationale onderzoeksprogramma's gevolgen hebben voor de planning en voorwaarden van de Nederlandse besluitvorming.

Inzicht 5: regionaal en lokaal draagvlak was belangrijk voor de besluitvorming.
De besluitvorming over radioactief afval was afhankelijk van regionaal en lokaal draagvlak, of het gebrek daaraan. Op verschillende momenten dwong verzet van lokale gemeenschappen de regering tot andere keuzes. Dit verzet kwam niet alleen vanuit burgers en maatschappelijke organisaties. Ook regionale en lokale politici en bestuurders spraken zich diverse malen uit tegen regeringsplannen in hun regio.

Begin jaren zeventig leidde de aankondiging van proefboringen in Noordoost-Nederland tot maatschappelijke weerstand op lokaal en regionaal niveau. Dit verzet werd gesteund door gemeente- en provinciebesturen en een deel van het bedrijfsleven. Naar aanleiding van het verzet blies de regering de proefboringen af.

Maatschappelijke protesten speelden ook een belangrijke rol bij de totstandkoming van het verbod op het storten van radioactief afval in de diepzee. Lokaal protest van inwoners van het Spaans-Atlantische kustgebied leidde mede tot een resolutie van het Europees Parlement in 1983 die het dumpen in zee veroordeelde. Ook in Nederland vonden lokale protesten plaats. Begin jaren tachtig vroegen inwoners van de gemeente Velsen de Raad van State om de vergunning te vernietigen voor het storten van radioactief afval via de haven van IJmuiden.

Mede ingegeven door het gebrek aan draagvlak voor proefboringen en zeedumping, zocht Nederland naar andere manieren om het radioactief afval te beheren. De regering besloot om het afval centraal op te slaan in een bovengrondse faciliteit van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA). Aanvankelijk ging de regering uit van een opslagperiode van 50 tot 100 jaar. Dit werd uiteindelijk 100 jaar.

Voor het plaatsen van de opslagfaciliteit van COVRA was maatschappelijk draagvlak ook doorslaggevend. De regering had aanvankelijk voorkeur voor een industrieterrein in Velsen. Nadat hier onrust over ontstond mengde het provinciebestuur zich in de besluitvorming. Dit leidde tot een alternatieve, tijdelijke locatie in de gemeente Zijpe. In de tussentijd zocht de regering naar een definitie locatie voor COVRA.

De regering selecteerde in 1985 twaalf mogelijke locaties voor de centrale opslag van COVRA. Hiervan waren twee gemeenten bereid mee te werken aan de aanvraagprocedure voor een vergunning. Uiteindelijk viel de keuze op Borsele. In Borsele was een meerderheid van het gemeentebestuur positief en was er voldoende politiek en maatschappelijk draagvlak, mede door de reeds aanwezige nucleaire activiteiten.

Voor toekomstige besluitvorming over radioactief afval is regionaal en lokaal politiek en maatschappelijk draagvlak van groot belang. Dit draagvlak is niet alleen nodig voor het realiseren van een eindberging voor radioactief afval, maar ook voor het uitvoeren van onderzoek op locatie. Door het ontbreken van draagvlak kunnen bepaalde locaties en beheermethoden voor een eindberging afvallen.

Inzicht 6: de Nederlandse overheid worstelde met de vormgeving van maatschappelijke participatie bij de besluitvorming.
De overheid raadpleegde verschillende keren experts, maatschappelijke organisaties en burgers over het energie- en afvalbeleid. Bijvoorbeeld in de jaren zeventig bij de planologische kernbeslissing (PKB) over de locaties van nieuwe kerncentrales. En in de jaren tachtig bij de Brede Maatschappelijke Discussie (BMD) over het Nederlandse energiebeleid. En begin jaren negentig naar aanleiding van het Nationaal milieubeleidsplan over de berging van hoog-toxisch, chemisch en radioactief afval in de diepe ondergrond.

Aanleiding voor het betrekken van een breder publiek was de maatschappelijke kritiek op de ‘regenteske’ manier waarop de overheid besluiten nam. In de jaren zeventig stuitte de overheid op verzet tegen alle besluiten die met kernenergie te maken hadden, inclusief het beheer van radioactief afval. Daarop startte de overheid een zoektocht naar hoe maatschappelijke participatie onderdeel kon worden van besluitvorming.

Ook internationaal werd het belang van participatie erkend. Verschillende landen worstelden net als Nederland met het vinden van draagvlak voor de besluitvorming over radioactief afval. Sinds 2001 verplicht het Verdrag van Aarhus landen om de bevolking te betrekken bij milieu-aangelegenheden. Deze verplichting staat ook in de Europese richtlijn 2011/70/Euratom. Daarnaast ontwikkelde de *Nuclear Energy Agency* een stapsgewijze *safety case*-aanpak die uitgaat van een tijdige betrokkenheid van maatschappelijke actoren.

Participatie leidde niet per definitie tot meer draagvlak voor beleid. Ook voldeed het niet altijd aan de verwachting. Zo wilden gemeentebesturen en burgers bij de PKB niet alleen over locaties meepraten, maar ook over de wenselijkheid van kernenergie. Bij de BMD had participatie als doel om beleidsmakers te informeren

over de verschillende opvattingen en perspectieven in de samenleving. De regering maakte vervolgens haar eigen afwegingen. De verwachtingen waren hoog en de mate van invloed beperkt. Dit leidde bij tal van deelnemers tot teleurstelling.

Nederland is verplicht om burgers bij de besluitvorming over radioactief afval te betrekken. De regering benoemde het belang van participatie ook in het Nationale programma voor radioactief afval en verwerkte splijtstoffen (2016). Participatie kan verschillende vormen hebben, van informerend tot meebeslissend. Het is belangrijk om van tevoren de te bespreken onderwerpen duidelijk af te bakenen, verschillende maatschappelijke groepen te voorzien van gelijke informatie en kennis, en het proces van publieksparticipatie te verankeren in de besluitvorming als geheel.

Inzicht 7: Nederland zet in op tijdelijke bovengrondse opslag en geologische berging op de lange termijn.
In 1984 koos Nederland voor een centrale, bovengrondse opslag bij COVRA voor een periode van ten minste 100 jaar. Het lukte Nederland om de bovengrondse opslag succesvol te implementeren. In Borsele was voldoende politiek-bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak om de opslagfaciliteit te plaatsen. Ook op technisch vlak kreeg de opslag een goede beoordeling. Experts van het Internationaal Atoomagentschap constateerden in 2012 dat COVRA hoge veiligheidsnormen hanteerde.

Bovengrondse berging vergt een actief beheer van afval. Het voldoet daarom niet aan het criterium van passieve veiligheid voor een eindberging. Rond 2130 wil Nederland deze bovengrondse opslag daarom vervangen door een permanente berging in de diepe ondergrond. Dit biedt volgens de regering tijd om voldoende financiële middelen te sparen, en om te leren van andere landen die werken aan een eindberging. Ook houdt Nederland de optie open om aan te sluiten bij een multinationale berging.

Nederland kreeg kritiek op het gekozen tijdspad voor het realiseren van een eindberging. Het is niet duidelijk hoe de regering de periode van 100 jaar gaat gebruiken om tot een eindberging te komen. Bovendien is de bereidheid van burgers om mee te denken laag. Ook oordeelde de Commissie voor de milieueffectrapportage dat niet duidelijk is hoe Nederland wil voorkomen dat het onredelijke lasten op de schouders van toekomstige generaties legt. Ook de Europese Commissie stelde hierover in 2017 vragen.

Het Nationale programma van 2016 komt in grote mate overeen met het beleid uit 1984. Nederland ging in dit programma nog steeds uit van geologische berging. Ook de Europese Richtlijn 2011/70/Euratom noemt diepe geologische berging ‘de

meest veilige en duurzame keuze'. Tegelijkertijd wordt er rond 2100 een besluit genomen over eindberging.

Nederland heeft een tijdelijke centrale bovengrondse opslag technisch en maatschappelijk succesvol geïmplementeerd. Daarnaast wordt uitgegaan van een operationele eindberging rond 2130. Voordat er in 2100 een definitief besluit genomen kan worden moeten er nog stappen gezet worden met betrekking tot het concretiseren van participatie, het definiëren van het principe van terugneembaarheid en het borgen van kennis.

Inzicht 8: technologisch concept van geologische berging heeft zich sterk ontwikkeld.
Sinds de jaren zeventig onderzoekt Nederland de optie om radioactief afval te bergen in de diepe ondergrond. Ook andere landen onderzochten het technologische concept van geologische berging. Dankzij deze inspanningen heeft het concept zich in de loop van de jaren sterk ontwikkeld. Inmiddels is de optie van een diepe geologische bergingsfaciliteit internationaal dominant geworden, zowel onder experts als beleidsmakers.

Geologische berging is mogelijk in verschillende typen ondergrond. In eerste instantie richtte het Nederlandse onderzoek zich midden jaren zeventig op de berging van laag- en middelradioactief afval in stortholtes in steenzoutkoepels. Voor de berging van hoogradioactief afval werd eventueel gedacht aan een mijn. Later onderzocht Nederland ook de mogelijkheid van geologische berging in klei.
Ook ideeën over de meest geschikte methode voor geologische berging veranderden. In 1993 introduceerde de regering het beleidsprincipe van terugneembaarheid. Daarmee vielen de opties van stortholten in zoutcavernes en diepe boorgaten af. De focus kwam te liggen op een bergingsconcept met gangen en zijgangen.

Tot slot kwam er steeds meer kennis over de veiligheid van geologische berging. In het begin was er vooral aandacht voor de rol van natuurlijke barrières tussen het te bergen radioactief afval en de biosfeer. Later zijn daar technische barrières bijgekomen: de bergingsgalerij, de bergingscontainer en het materiaal waarmee de galerij wordt opgevuld wanneer de container is geplaatst. Deze barrières staan ook in de safety case voor geologische berging in Boomse klei van het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (2011-2016).

Het concept van geologische berging heeft afgelopen decennia nader invulling gekregen. Hiervoor is nog additioneel onderzoek nodig. Zo speelt de veiligheid van de eindberging een centrale rol in de besluitvorming over het langetermijnbeheer van radioactief afval. Daarom dient het domein van politiek en bestuur in

samenspraak met de burgermaatschappij en het domein van wetenschap en technologie, de beheeroptie van een terugneembare geologische eindberging verder in te vullen.

Inzicht 9: in Nederland heeft geen onderzoek op locatie plaatsgevonden.
Voor geologische berging heeft Nederland tot nu toe geen onderzoek op locatie gedaan. Eerder blies de regering plannen voor proefboringen in Noordoost-Nederland af na protest van lokale gemeenschappen. In 2001 meldde het kabinet dat het draagvlak voor het verzamelen van gegevens op locatie ontbrak. Het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (2011-2016) deed geen uitspraak over mogelijke locaties.

Onderzoek op locatie is nodig om te bepalen waar eindberging in de Nederlandse bodem haalbaar is. Tot nu toe gebruiken Nederlandse onderzoeksprogramma's vooral gegevens van locaties in Duitsland en België. Maar voor het stapsgewijs onderzoeken, ontwikkelen en testen van een eindberging is het vinden van een Nederlandse locatie cruciaal.

Om een besluit te kunnen nemen over een eindberging zal Nederland op enig moment onderzoek op locatie(s) moeten doen. Dit is een essentiële stap die tot nu toe nog niet is gezet. Dit onderzoek kan alleen plaatsvinden bij voldoende regionaal en lokaal draagvlak, zowel bij inwoners en bedrijven als bij politici en bestuurders. De keuze voor een of meerdere onderzoekslocaties is dus naast een technische, vooral een maatschappelijke afweging.

Inzicht 10: binnen het onderzoek naar het beheer van radioactief afval speelde het sociaalwetenschappelijk onderzoek een beperkte rol.
Het Nederlandse onderzoek naar het beheer van radioactief afval was vooral technisch van aard. Er was geen langlopende en geïntegreerde onderzoekslijn. Het onderzoek werd gefinancierd door verschillende ministeries, gecoördineerd door speciaal opgerichte commissies en uitgevoerd door kennisorganisaties zoals TNO, RCN en de Rijks Geologische Dienst. Deze onderzoeksprogramma's bouwden wel voort op elkaars inzichten.

Sinds het begin van de jaren negentig was er een beperkte rol voor sociaalwetenschappelijk onderzoek. Volgens de commissie Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval (ILONA) in 1993 diende zulk onderzoek beperkt te blijven tot 'een inventarisatie van de processen die in de besluitvorming een rol spelen'. Dit veranderde met de volgende onderzoeksprogramma's. De Commissie Opslag Radioactief Afval (CORA) stelde in 2001 dat acceptatie van geologische berging vergroot kon worden door de maatschappij te betrekken. Binnen CORA werd onder meer gekeken naar ethische en maatschappelijke voorwaarden voor

terugneembare berging van radioactief afval. Binnen het Onderzoeksprogramma Eindberging Radioactief Afval (OPERA) was er een project over participatie en een adviesgroep. Die laatste hoopte met haar rapport een maatschappelijk gesprek over zowel technisch-natuurwetenschappelijke als ethisch-maatschappelijke vragen te starten.

Het langetermijnbeheer van radioactief afval vereist een stabiel, interdisciplinair langetermijn-onderzoeksprogramma. Het onderzoek zal zich moeten richten op technische aspecten, maar ook op sociaalwetenschappelijke kennis en maatschappelijke participatie. Dit kan ook zorgen voor meer interactie tussen het onderzoek en het publieke debat. Dat kan helpen het principe van terugneembaarheid verder in te vullen en na te denken over veiligheidscriteria.

Bijlage 1: classificatie en herkomst radioactief afval door de jaren heen

Niet alleen het beleid voor radioactief afval veranderde door de tijd, maar ook hoe naar dat afval werd gekeken en wat er precies onder werd verstaan. De hoofdstukken in deze studie geven beperkt aandacht besteed aan deze historische dynamiek van de definiëring en classificatie van radioactief afval. Deze bijlage gaat dieper in op die classificatie en geeft ook informatie over de herkomst van radioactief afval in Nederland.

Het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) definieerde in 1982 radioactief afval als 'al het materiaal dat radionucliden bevat of daarmee is verontreinigd in concentraties of radioactiviteitsniveaus die groter zijn dan de vrijgestelde hoeveelheden die zijn vastgesteld door de bevoegde autoriteiten en waarvoor geen gebruik is voorzien' (IAEA, 1982, p.33).[39] Dit afval bestaat in de vormen: vast, vloeibaar en gasvormig.

De vorm waarin afval zich bevindt en de mate van activiteit zijn medebepalend voor de behandeling ervan. Zo onderscheidde de chef van de Dienst Afvalbehandeling van RCN te Petten in 1968 op basis van de behandelopties vier categorieën:

- hoogactief vast en hoogactief vloeibaar afval, waarvan de behandeling 'in het algemeen neerkomt op min of meer langdurige opslag';
- laagactief vast afval, waarvan het volume meestal door samenpersen werd gereduceerd, waarna besloten werd om het 'al of niet ingestort in b.v. beton op te slaan, of wanneer dit toelaatbaar is, op een geschikte plaats in de oceaan te dumpen'.[40]
- laagactief vloeibaar afval. Dit was vloeistof (meestal afvalwater) waarin 'de concentratie aan radioactieve elementen kleiner is dan 10^{-2} curie per m^3'. Het volume hiervan werd zoveel mogelijk verkleind en zoveel mogelijk radio-isotopen[41] werden eruit verwijderd. Wat overbleef werd via een leiding vier kilometer uit de kust in de Noordzee geloosd. Dat mocht per etmaal niet meer

[39] Radionucliden zijn nucliden met een onstabiele atoomkern die door radioactief verval overgaan in andere elementen, of andere isotopen van hetzelfde element, die al dan niet stabiel zijn.
[40] Hij liet in het artikel gasvormig afval buiten beschouwing.
[41] Isotopen zijn atomen van hetzelfde chemische element, en dus met hetzelfde aantal protonen, waarin de aantallen neutronen in de atoomkern verschillend zijn. Een radio-isotoop is een isotoop dat radioactieve straling uitzendt.

dan 0,015 curie zijn, met een maximale concentratie van $2,10^{-4}$ curie per m^3 (Smeets, 1968, pp.580-582).[42]

Radioactief afval kan ook ingedeeld worden naar de soorten ioniserende straling die het uitzendt. De Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS) maakte in 1985 een overzicht van de verschillende soorten straling (zie tabel 4).[43]

Tabel 4 Soorten straling met ioniserend vermogen (1985)

Soort straling	**Aard van het deeltje**	**Ioniserend vermogen**	**Maximale doordringingsdiepte**	
			In lucht	In weefsel
Alfa	Zware, positief geladen deeltjes	Zeer groot	4 cm	0,04 mm
Bèta	Lichte positief of negatief geladen deeltjes	Groot	meters	0,1 – 9 mm
Gamma	Elektromagnetische straling	Gering	Groot (meters)	Groot (meters)
Röntgen	Elektromagnetische straling	Gering	Groot (meters)	Groot (meters)
Neutronen	Zware neutrale deeltjes	Geen, wel indirecte ionisatie	Groot (meters)	Groot (meters)

Bron: (NVS, 1985, p.3).

Eind jaren zestig bestond er geen eenduidig wereldwijd toegepast indelingssysteem van radioactief afval. Zelfs binnen landen werden soms verschillende definities en indelingen gehanteerd. Zo waren er in de Verenigde Staten tussen 1954 en 1970 minimaal 16 definities van hoogradioactief afval in gebruik, die gebaseerd waren op: de bron van het afval, hitte-afgifte, radio-chemische karakteristieken, risico en toxiciteit, of een combinatie van deze vier (Jacobs et al, 1985, p.4).

Om meer internationale uniformiteit in de classificatie te scheppen, organiseerde het IAEA in november 1967 in Wenen een bijeenkomst met deskundigen, vertegenwoordigers van Euratom, de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en het

[42] De curie (afkorting Ci) is een oude eenheid voor radioactiviteit (het aantal atoomkernen dat per seconde radioactief vervalt). 1 CI is gelijk aan $3,7 * 10^{10}$ becquerel (afkorting Bq).

[43] Met ioniserend vermogen wordt bedoeld hoe goed een stralingsdeeltje in staat is om de atomen en moleculen waar het deeltje langskomt te ioniseren; het procedé waarbij elektronen aan neutrale moleculen of atomen worden onttrokken of waarbij deze juist naar neutrale moleculen of atomen worden overgebracht.

European Nuclear Energy Agency (ENEA, sinds 1972 *Nuclear Energy Agency*). De uitkomst hiervan was een gestandaardiseerde indeling van radioactief afval. Omdat men af wilde van de termen laag-, middel- en hoogactief afval, kwamen er genummerde categorieën op basis van stralingsactiviteit (zie tabel 5). Dit in 1970 door het IAEA aanbevolen classificatiesysteem werd niet universeel gebruikt, maar wel veel gehanteerd (IAEA, 1970).

Tabel 5 De IAEA-indeling van radioactief afval (1970)

	Vloeibaar afval	**Vast afval**	**Gasvormig afval**
IAEA-categorie	Stralingsactiviteit (A) (in microcurie (µCi) per ml)	Stralingsactiviteit (D) (in röntgen (R) per uur)	Stralingsactiviteit (A) (in curie (Ci) per m^3)
1	$A \leq 10^{-6}$	$D \leq 0,2$	$A \leq 10^{-10}$
2	$10^{-6} < A \leq 10^{-3}$	$0,2 < D \leq 2$	$10^{-10} < A \leq 10^{-6}$
3	$10^{-3} < A \leq 10^{-1}$	$2 < D$	$10^{-6} < A$
4	$10^{-1} < A \leq 10^{4}$	Alfa-straling uitgedrukt in curie (Ci)per m^3	
5	$10^{4} < A$		

Bron**:** (IAEA, 1970).

Internationale verdragen over de omgang met radioactief afval maakten internationaal geaccepteerde, uniforme definities en indelingen noodzakelijk. Zo vroeg de *London Dumping Convention* van 1972, waarbij het storten van hoogactief afval in zee werd verboden, aan het IAEA om een definitie op te stellen voor dit type afval. Het IAEA definieerde vervolgens de limieten die bij het storten in zee niet mochten worden overschreden. [44]

Ook Nederlandse onderzoekers maakten gebruik van internationale categorieën. De subcommissie Radioactieve Afvalstoffen (RAS) van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK), die naar aanleiding van de Energienota in 1975 onderzoek deed naar radioactief afval bij een mogelijke uitbreiding van het kernenergiepotentieel in Nederland, hanteerde de IAEA-indeling naar stralingsactiviteit. Ze voegde aan de categorieën weer de termen laag, middel en hoog toe (zie tabel 6).

[44] 10 Ci/t voor alfa-uitstralend afval met een halfwaardetijd langer dan 50 jaar (In het geval van radium-226 mocht niet meer dan 200 Ci/jaar op één plek gestort worden), 103 Ci/t voor bèta-gamma uitstralend afval (exclusief tritium). (De limieten voor strontium-90 plus 137Cs cesium-137 waren 102 Ci/t); 106 Ci/t voor tritium.

Tabel 6 De door de subcommissie Radioactieve Afvalstoffen van de ICK gehanteerde indeling van vaste afvalstoffen bij kernenergieproductie (1975)

IAEA-categorie	**Uitzendende stoffen**	**Stralingsdosis (D) aan de oppervlakte van het afvalcollo* (in röntgen per uur)**	**Aanduiding door subcommissie RAS van ICK**
1	Bèta en gamma (verwaarloosbaar alfa)	D ≤ 0,2	Laag Actief Vast Afval (LAVA)
2	Bèta en gamma (verwaarloosbaar alfa)	0,2 < D ≤ 2	Middel Actief Vast Afval (MAVA)
3	Bèta en gamma (verwaarloosbaar alfa)	2 < D	Hoog Actief Vast Afval (HAVA)
4	Meer dan verwaarloosbaar alfa-deeltjesstralende stoffen		Kernsplijtingsafval (KSA)

Bron: (ICK, 1975, p.7). *Het afvalcollo is het geheel van verwerkt en ingepakt radioactief afval inclusief verpakking.

Hoewel er met de IAEA-classificering een internationaal gestandaardiseerde en gekwantificeerde classificatie was ontworpen, werden er voor specifieke doeleinden andere indelingen gemaakt en gehanteerd. Veelal refereerden die aan de IAEA-classificatie. In 1981 presenteerde het IAEA een indeling van radioactief afval met het oog op de ondergrondse berging ervan. Aan de hand van kwalitatieve kenmerken onderscheidde het IAEA vijf categorieën afval (zie tabel 7), die gekoppeld werden aan voorkeursopties voor berging (zie tabel 8).

Tabel 7 IAEA-categorisering van radioactief afval (1981)

Afvalcategorie	**Belangrijke kwalitatieve kenmerken (variaties mogelijk)**			
	Bèta/gamma-stralen	*Alfa-stralen*	*Radiotoxiciteit*	*Warmte-afgifte*
1. Hoogactief langlevend	Hoog	Significant	Hoog	Hoog
2. Middelactief langlevend	Middel	Significant	Middel	Laag
3. Laagactief langlevend	Laag	Significant	Laag/ middel	Insignificant*
4. Middelactief kortlevend	Middel	Insignificant*	Middel	Laag
5. Laagactief kortlevend	Laag	Insignificant*	Laag	Insignificant*

Bron: (IAEA, 1981, p.12). *Insignificant betekent dat de karakteristiek in het algemeen genegeerd kan worden met betrekking tot berging.

Tabel 8 Voorkeursopties van het IAEA voor berging van categorieën radioactief afval (1981)

Bergingsoptie		**Afvalcategorie**				
		1 Hoogactief langlevend	**2 Middelactief langlevend**	**3 Laagactief langlevend**	**4 Middelactief kortlevend**	**5 Laagactief kortlevend**
Plaatsing in diep-geologische formaties (speciaal aangelegd voor berging van radioactief afval)	**droog***	vast, vastgezet, verpakt, met mogelijkheid voor warmte-afvoer	Solide, vastgezet, verpakt		Toepasbaar, maar mogelijk strenger dan nodig (wellicht aanbevolen voor landen met ongunstige geologische condities bij ondiepe ondergrond)	
	nat*	Als droog; mogelijk meer kunstmatige barrières	Als droog; mogelijk meer kunstmatige barrières			
Plaatsing in mijnen of holtes (natuurlijk of kunstmatig gecreëerd)	**droog**	Niet aanbevolen	Mogelijk, afhankelijk van omstandigheden		Vast, mogelijk verpakt (wellicht aanbevolen voor landen met ongunstige geologische condities bij ondiepe ondergrond)	
	nat	Niet aanbevolen			Vast, vastgezet, verpakt (wellicht aanbevolen voor landen met ongunstige geologische condities bij ondiepe ondergrond)	
Plaatsing in ondiepe ondergrond	**droog**	Niet aanbevolen			Vast, vastgezet, verpakt	Vast, mogelijk vastgezet of verpakt
	nat	Niet aanbevolen			Mogelijk; vastgezet, verpakt met meer kunstmatige barrières	Mogelijk; vast, vastgezet of verpakt, met meer kunstmatige barrières
Injectie van zelfstollende vloeistoffen in geïnduceerde breuken in		Niet aanbevolen	Eventueel mogelijk met bewezen technologie en bepaalde radionucliden		Toepasbaar met geschikte technologie	

aardlagen met lage doorlaatbaarheid			
Injectie van vloeistof in diepe, doorlaatbare formaties	Niet aanbevolen	Eventueel mogelijk met bewezen technologie en bepaalde radionucliden	Toepasbaar met geschikte technologie

* Droog betekent dat de geologische omgeving op een natuurlijke wijze is geïsoleerd van het bewegend grondwater; nat betekent dat in de geologische omgeving beweging van grondwater voorkomt.
Bron: (IAEA, 1981, p.22).

In Nederland liet het ministerie van VROM begin jaren tachtig onderzoek uitvoeren naar behandelmethoden van laag- en middelactief afval. Verwerking daarvan was tot 1983 altijd sterk gericht op het verkrijgen van een 'optimaal product' voor dumping in de Atlantische Oceaan (Kamerstukken II 1983/1984, 18343, nr. 2, p.19). Met het wegvallen van die optie – waarvoor internationaal grenswaarden waren afgesproken - werd ook de indeling van het afval opnieuw bekeken. Op basis van de eigen onderzoeken en internationale normen van bijvoorbeeld Euratom en het IAEA, deelde VROM het Nederlandse afvalaanbod in in vijf categorieën, waarvoor mogelijke behandelingsmethoden werden bestudeerd (zie tabel 9).

Tabel 9 Indeling van het laag- en middelactief afval door het ministerie van VROM (1984)

Categorie	Aard van de radioactiviteit	Behandelingsopties
1	Bèta/gammastralers met een halveringstijd ≤ 61 dagen	Onverwerkt opslaan
2	Bèta/gammastralers met een halveringstijd > 61 maar ≤ 5,4 jaar	Persen en betonneren Zuurverteren Verbranden
3	Bèta/gammastralers met een halveringstijd > 5,4 jaar	
4	Uitsluitend tritium en koolstof-14	
5	Alfa-stralers	

Bron: (VROM, 1984, pp.19-20, 24).

Sinds midden jaren tachtig kent Nederland met COVRA een centrale organisatie voor het beheer van radioactief afval. COVRA beheert al het Nederlandse radioactieve afval, tenzij het kortlevend afval betreft met een de halfwaardetijd van minder dan 100 dagen. Dit afval mag twee jaar worden opgeslagen bij de producent, tot het vervallen is tot onder de vrijgavegrenzen. Ook zeer laagradioactief dat vrijkomt bij industriële activiteiten als olie- en gaswinning, hoeft niet naar COVRA. Dit zogenoemde NORM-afval mag op speciaal daarvoor

aangewezen deponieën worden gestort of verwerkt (Goemans en Folkertsma, 2017, pp.9 en 28).

De verschillende classificaties laten zien dat de omgang met het afval en de toekomstige bergingsopties medebepalend zijn voor de indeling van het afval. Omdat Nederland gekozen heeft voor een langetermijn bovengrondse opslag, gevolgd door ondergrondse eindberging, is de afvalclassificatie daarop afgestemd. Zo worden op hoofdlijnen drie categorieën onderscheiden: laag-en middelactief afval, niet-warmte-genererend hoogactief afval en warmte-genererend hoogactief afval. De onderverdeling in kort- en langlevend laag- en middelactief afval die het IAEA maakt, wordt in Nederland niet toegepast omdat de IAEA-optie om kortlevend afval in de ondiepe ondergrond te plaatsen in Nederland niet kan worden toegepast vanwege het relatief hoge grondwaterpeil (NEA, 2007).

Om de opties voor omgang met radioactief afval te onderzoeken nadat het storten in de oceaan niet langer mogelijk was, vroeg de overheid begin jaren tachtig aan de toenmalige Technische Hogeschool Eindhoven om een inventarisatie te maken van het Nederlandse radioactief afval. Tabel 10 geeft de omvang en de herkomst weer van het laag- en middelactief vast afval (LAVA en MAVA) dat erkende ophaaldiensten in 1982 ophaalden.

Tabel 10 Het in 1982 in Nederland opgehaalde LAVA en MAVA (in m^3)

Herkomst LAVA en MAVA	**Aantal m^3 opgehaalde LAVA en MAVA**
7 academische ziekenhuizen	109,24
77 ziekenhuizen en poliklinieken	73,65
11 bedrijven	49,27
24 diensten en instituten	62,2
10 universiteiten en hogescholen	157,34
2 kernenergiecentrales	131
2 instellingen voor uraniumverrijking/ nuclidenproductie	103,6
2 onderzoeksreactoren	121,9
Totaal	**808,2**

Bron: (Huyskens en Hemelaar, 1984,p.9).

De inventarisatie liet zien dat laag- en middelactief afval bij zeer diverse toepassingen en activiteiten ontstond. Daarnaast was er nog het hoogactief afval dat volgens het ministerie van VROM voor een zeer klein deel afkomstig was van

onderzoeksinstellingen, ziekenhuizen en industrie, en voor het grootste deel bestond uit bestraalde splijtstofelementen uit kerncentrales (VROM, 1984, pp.19-20, 9). De eerste categorie afval werd bij ECN opgeslagen, de tweede categorie ging naar opwerkingsfabrieken in Engeland en Frankrijk. Deze tweede categorie duidde men aan als kernsplijtingsafval (KSA). Het afval dat bij de opwerking ontstond, zou midden jaren negentig naar Nederland worden teruggezonden, zo was de verwachting. Daarbij ging het om 'een hoeveelheid hoogactief afval en het in een glazen matrix verwerkte kernsplijtingsafval' Ook werd er rekening mee gehouden dat gebruikte splijtstofelementen in niet opgewerkte vorm werden teruggezonden.

Bij COVRA werden tussen 1990 en 1992 de faciliteiten gebouwd voor laag-en middelactief afval. Daar kwam in 2000 een opslaggebouw bij voor zeer-laagactief afval van de erts-verwerkende industrie (het NORM-afval).[45] De opslagfaciliteit voor hoogactief afval (HABOG) werd in 2003 in bedrijf genomen. Een jaar later kwam ook een opslag voor verarmd uraniumoxide gereed. Het laag- en middelactief afval wordt in de opslag gescheiden naar type van radioactiviteit in vier categorieën (zie tabel 11) (NEA, 2007, p.5).

Tabel 11 Categorieën laag- en middelactief afval in de COVRA-opslagfaciliteit

Categorie	Type radioactiviteit
A	Alfa-stralers
B	Bèta-/gamma-stralend afval van kernenergiecentrales
C	Bèta-/gamma-stralend afval, niet van kernenergiecentrales, met een halfwaardetijd langer dan 15 jaar
D	Bèta-/gamma-stralend afval, niet van kernenergiecentrales, met een halfwaardetijd korter dan 15 jaar

Bron: (NEA, 2007, p.10).

Het Nederlandse warmte-genererend hoogactief afval bestaat uit verglaasd afval dat ontstaat bij de opwerking van verbruikte splijtstof uit de kernenergiecentrales in Dodewaard en Borssele, en de verbruikte splijtstof van de onderzoeksreactoren in Petten en Delft en verbruikte target van Molybdeenproductie (UCW-filters). Het niet-warmte-genererend hoogactief afval bestaat voornamelijk uit niet-verglaasde residuen van opwerking. Een klein deel is ontmantelingsafval ontstaan bij onderzoek naar splijtstof. Het warmte-genererend hoogactief afval ligt in het HABOG gescheiden van het niet-warmte-generend afval. Rond 2006 kreeg COVRA jaarlijks ongeveer 10 m^3 hoogactief afval aangeboden. Over een periode van honderd jaar werd toen geschat dat er in totaal circa 3.200 m^3 zou moeten worden opgeslagen. Hiervan was bijna twee derde (2.000 m^3) afkomstig van de

[45] (TE)NORM staat voor (Technically Enhanced) Naturally Occurring Radioactive Material.

ontmanteling van de kerncentrales. 850 tot 900 m^3 zou zijn ontstaan bij de opwerking van splijtstof (zie tabel 12).

Tabel 12 Geschatte aantal m^3 hoogactief afval dat COVRA in 100 jaar tijd zou ontvangen

Type hoogactief afval naar herkomst	**Volume (in m^3)**
Warmte-genererend:	
Brandstofelementen en splijtstoffen	40
Verglaasd afval	110
Niet-warmte-genererend:	
Ontmantelingsafval	2.000
Opwerkingsafval	850-900
Overig hoogactief afval	120

Bron: (NEA, 2007, p.11).

Het volume laag-en middelactief afval dat COVRA opslaat, is een veelvoud van het hoogactief afval. Het is afkomstig van kerncentrales (met name Borssele), ziekenhuizen, onderzoeksinstituten en de industrie. Het is zeer divers en varieert van besmette beschermende kleding, plastic, papier, metalen, filters en harsen tot gereedschappen uit laboratoria en karkassen van dieren. Op de harsen na, die op het terrein van de kerncentrale gestabiliseerd worden door ze in cement te gieten, wordt dit afval door COVRA verder behandeld en geconditioneerd. Omstreeks 2006 bleef hier jaarlijks ongeveer 100 m^3 van over dat afkomstig was van kerncentrales, uit ziekenhuizen en de industrie. In 100 jaar tijd zou in Nederland, zo was de schatting in 2006, 188.000 m^3 laag- en middelradioactief actief afval worden geproduceerd. Het grootste deel hiervan is het zeer laag-actieve NORM-afval. Hiervan werd jaarlijks circa 1.000 m^3 door de industrie geproduceerd (NEA, 2007). Een recent overzicht van de herkomst van het radioactief afval dat ligt opgeslagen bij COVRA staat in tabel 13.

Tabel 13 Herkomst van het Nederlandse radioactief afval bij COVRA (2021)

Laag- en middelradioactief afval (LMRA)	
Uraniumverrijking	23%
Splijtstofcyclus	18%
Productie medicamenten	16%
Olie en gas	13%
Medische behandeling en onderzoek	9%
Onderzoeksinstelling	6%
Rookmelders	6%
Industrie	3%
Natuurlijk materiaal	3%
Schroot	2%
Overig	1%
Hoogradioactief afval (HRA)	
Kerncentrales	70%
Onderzoeksreactoren en medische isotopenproductie	30%

Bron: www.covra.nl/radioactive-waste/sorts-of-radioactive-waste/ (geraadpleegd 16-09-2021).

Zoals eind jaren zestig het IAEA al pogingen deed om tot een internationaal geaccepteerde indeling van radioactief afval te komen, zo bepleitte de Europese Commissie in 1999 eensluidendheid binnen de Europese Unie. De verschillende classificatiesystemen belemmerden volgens de Commissie de communicatie met de samenleving, internationale instituten en niet-gouvernementele organisaties. Het bemoeilijkte ook de samenwerking tussen landen (Europese Commissie, 1999, p.39). De Commissie beval daarom een gemeenschappelijk classificatiesysteem aan, waarbij het niet de bedoeling was dat dit de technische criteria verving die nodig waren voor bijvoorbeeld specifieke veiligheidskwesties en vergunningverlening. De Commissie stelde een indeling in drie hoofdcategorieën voor, waarbij de tweede categorie twee subcategorieën kende (zie tabel 14).

Tabel 14 Door de Europese Commissie aanbevolen classificatiesysteem (1999)

	Classificatie	Omschrijving
1	Radioactief overgangsafval	Radioactief afval (hoofdzakelijk afkomstig van medische toepassingen) dat binnen de periode van tijdelijke opslag vervalt en vervolgens, als het voldoet aan vrijgaveniveaus, in aanmerking kan komen om buiten het officiële controlesysteem te worden beheerd.
2	Laag- en middelactief afval (LMAA)	Afval waarin de concentratie van radionucliden zodanig is dat de warmteontwikkeling bij opberging laag genoeg is. Welke waarden voor het warmte-ontwikkelend vermogen aanvaardbaar zijn, wordt bepaald in veiligheidsevaluaties van de afzonderlijke locaties.
2.1	Kortlevend (LMAA-KL)	Afval met nucliden met een halveringstijd korter dan of gelijk aan die van Cs-137 en Sr-90 (circa 30 jaar) en een beperkte concentratie aan alfastralers (maximaal 4.000 Bq/g langlevende alfastralers in afzonderlijke afvalcolli en een globaal gemiddelde van 400 Bq/g in het totale afvalvolume).
2.2	Langlevend (LMAA-LL)	Langlevende radionucliden en alfastralers in concentratie die de grenswaarden voor kortlevend afval overschrijden.
3	Hoogactief afval	Afval waarin de concentratie van radionucliden zo hoog is dat tijdens de opslag en de opberging rekening moet worden gehouden met de warmteontwikkeling. (Het niveau van het warmte-ontwikkelend vermogen wordt door de locatie bepaald. Dit afval is hoofdzakelijk afkomstig van de behandeling en conditionering van verbruikte splijtstof).

Bron: (Europese Commissie, 1999).

Bijlage 2: het veranderende denken over stralingsbescherming

Radioactief afval onderscheidt zich van ander afval door de ioniserende straling die het uitzendt. Kennis over de schadelijkheid van ioniserende straling voor gezondheid en milieu heeft zich in de loop der tijd ontwikkeld. Die kennis is relevant voor de selectie van opties voor opslag en berging van radioactief afval. In deze bijlage gaan we dieper in op de historische ontwikkeling van de kennis over de schadelijkheid van ioniserende straling, en de betekenis ervan voor normering en regelgeving in Nederland.

Radioactieve stoffen en materialen zenden energie uit in de vorm van ioniserende straling. Blootstelling van personen aan straling brengt risico's voor de gezondheid met zich mee. Dat geldt dus ook voor radioactief afval. Vanwege die schadelijke gezondheidseffecten zijn beschermende maatregelen nodig. Al meer dan een eeuw onderzoeken wetenschappers de effecten van ioniserende straling op mens en milieu en adviseren over bescherming ertegen. Dit wetenschappelijk discours en het beleid op dit terrein raken ook het besluitvormingsproces over radioactief afval in Nederland.

Kort na de ontdekking van de röntgenstraling in 1895 werd vastgesteld dat deze ioniserende straling effecten op het menselijk lichaam had. Sommigen die aan röntgenstraling waren blootgesteld, kregen brandwonden of verloren lichaamshaar. Het eerste advies over bescherming tegen straling kwam in 1896 van de Amerikaanse ingenieur Wolfram Fuchs. Hij formuleerde drie basisregels: maak de blootstelling aan de straling zo kort mogelijk (tijdslimitering), houd 30 centimeter afstand van de röntgenbuis (afstandslimitering), smeer vaseline op de huid en breng een extra bedekking aan bij de lichaamsdelen die het meest aan de straling worden blootgesteld (afscherming van de bron) (Kang, 2016, S4-S5). Over lange-termijn-gezondheidseffecten bestonden nog geen aanwijzingen. Omstreeks 1905 werd voor het eerst een mogelijk verband gelegd tussen blootstelling aan ioniserende straling en kanker (Kathren, 2002, p.8).

Het duurde tot 1925 voordat wetenschappers op het eerste Internationale Radiologie Congres (ICR) in Londen in internationaal verband spraken over het ontwerpen van normen voor stralingsbescherming. Er werd een *International X-ray Unit Committee* opgericht. Dat werd later de *International Commission on Radiation and Measurements* (ICRU). Op het tweede ICR-congres in 1928 in Stockholm stelde het ICR het *International X-ray and Radium Protection Committee* (IXRPC)

in, de voorloper van de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP). Die stelde in 1934 de eerste van een lange reeks aanbevelingen op voor stralingsbescherming. Voor veel internationale verdragen en nationale regelingen gingen die als referentie gelden.

De opmars van het LNT-model

Enkele maanden voor het tweede ICR-congres zette de Amerikaanse geneticus Herman J. Muller een belangrijk stap in het aantonen van de relatie tussen röntgenstraling en kanker.[46] In *Science* publiceerde hij in juli 1927 de conclusies van zijn onderzoek naar genetische mutaties bij fruitvliegjes door toedoen van röntgenstralen. De optredende mutaties bleken lineair met de toegediende dosis (Muller, 1927; Kathren, 2002, p.12). Nieuw onderzoek door anderen liet zien dat de bevindingen waarschijnlijk ook van toepassing waren op mensen. Men ging er bovendien van uit dat ook blootstelling aan een lage dosis straling (op termijn) ernstige gezondheidseffecten kon hebben, en dat er geen drempelwaarde (*no-threshold*) bestond. De meetbare effecten bij hoge doses werden lineair geëxtrapoleerd naar niet-meetbare effecten bij lage doses (Kathren, 2002, pp.12-13).

Het onderzoek van Muller en zijn navolgers legde al voor de Tweede Wereldoorlog de fundamenten voor het latere, zogenoemde *linear non-threshold dose-response model*. Dit LNT-model ging als basis dienen voor het ontwikkelen van standaarden voor stralingsbescherming. Maar zover was het rond 1945 nog niet, want de wetenschappelijk dominante gedachte over stralingsbescherming ging toen nog uit van een drempelwaarde, het tolerantiedosis-concept (TD). Het idee hierachter was dat er pas bij het overschrijden van een drempelwaarde aan ioniserende straling effecten optraden in het menselijk lichaam (Kathren, 2002, p.13).

Vanaf eind jaren veertig groeide het LNT-model in betekenis voor het denken over veiligheid en het vaststellen van normen voor bescherming. Belangrijk voor die kentering waren de tientallen atoomwapentesten die de VS tussen 1949 en 1954 uitvoerde in de atmosfeer. Deze testen deden de wetenschappelijke vragen en de zorgen bij het grote publiek over de effecten van ioniserende straling toenemen. Dat gold ook voor de besmetting door radioactieve neerslag die na een kernexplosie als radioactief stof neerdaalt (*fall out*), zoals bijvoorbeeld in 1954 op de Japanse vissersboot *Lucky Dragon* (Clarke en Valentin, 2009, p.90). Want als ook kleine doses straling effecten hadden, zoals het onderzoek van Muller en navolgers veronderstelde, zouden de kernproeven op termijn wereldwijde genetische gevolgen kunnen hebben (Kathren, 2002, p.15).

[46] Muller kreeg in 1946 de Nobelprijs voor Geneeskunde.

In 1954 stelde de ICRP nieuwe richtlijnen op, mede gevoed door informatie die beschikbaar kwam over relatief veel gevallen van leukemie bij overlevenden van de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki. Die richtlijnen bepaalden dat het maximale blootstellingsniveau aan straling voor het publiek een factor tien lager moest zijn dan voor mensen die professioneel met radioactieve stoffen in aanraking kwamen. De ICRP ontkende een mogelijke drempelwaarde niet, maar had onvoldoende wetenschappelijk bewijs om die aan te geven in haar aanbevelingen (Clarke en Valentin, 2009, p.90).

De wereldwijde bovengrondse kernproeven waren ook een belangrijke reden voor de Amerikaanse *National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) om een rapport te schrijven over stralingsbescherming. De raad startte daarmee in 1949 en publiceerde het in 1954 (NCRP, 1954). In die jaren waren circa 50 bovengrondse kernproeven uitgevoerd. In het rapport ging de NCRP uit van het principe van de maximale toegestane dosis (*maximum permissible dose*, MPD). Kort daarna adopteerde ook het Verenigd Koninkrijk dit principe. Ten grondslag aan de MPD lag het concept van ‘aanvaardbaar risico’ (Kathren, 2002, pp.14-15).

Als reactie op de vele bovengrondse kernproeven besloot de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties in 1955 tot de oprichting van een wetenschappelijk comité voor de effecten van ioniserende straling. Deze *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) bestond uit wetenschappers uit aanvankelijk 15 landen, waaronder de VS, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en de Sovjet-Unie. Zij kregen de taak om wereldwijd wetenschappelijke informatie te verzamelen over niveaus en effecten van ioniserende straling, en die informatie te evalueren. Het eerste UNSCEAR-rapport in 1958 zou een belangrijke impuls betekenen voor de LNT-benadering, omdat het aan LNT evenveel waarde hechtte als aan de drempelwaarde-hypothese. Niet iedereen was het daarmee eens. Zo zag het *Committee on Pathologic Effects of Atomic Radiation* van de Amerikaanse Academie van Wetenschappen en van de US *National Research Council,* veel meer experimenteel bewijs voor niet-lineariteit en voor een drempelwaarde. Daarentegen ondersteunde de US *Federal Radiation Council* (FRC) in zijn eerste rapport (1960) wel de LNT-hypothese. De wetenschappelijke wereld was dus verdeeld over de gezondheidseffecten van lage doses ioniserende straling.

Tabel 15 Belangrijke aanbevelingen van de ICRP over dosislimieten en benaderingswijzen (1934-2003)

	Maximaal toegestane doses per jaar in millisievert (mSv)		**Benaderingswijzen**
Jaar	Voor werknemers	Het grote publiek	
1934	500		Gericht op bescherming medische beroepsgroepen Drempelwaarde Voorkomen deterministische effecten van straling
1950	150		
1954	150	15	Gericht op een veelvoud van sectoren, toepassingen en beroepsgroepen Het concept van kritische organen werd gedefinieerd.
1958	50	5	De doses zijn gemiddelden omdat ook de leeftijd van de ontvanger in de berekening werd betrokken (weer verlaten in 1966). Het idee van een drempelwaarde is verlaten.
1966			Naast deterministische effecten worden ook stochastische effecten in de aanbevelingen meegenomen. Introductie ALARA-principe (*As Low As Reasonably Achievable)*
1973			De term risico als verzamelnaam voor schade aan de gezondheid, werd vervangen door: te verwachten gezondheidsnadeel (*detriment*)
1977	50	5	Introductie van drie beschermingsprincipes: justificatie, optimalisatie, maximalisatie individuele doses Veiligheid in plaats van maximaal risico Uitgangspunt bescherming mensheid leidt ook tot bescherming andere soorten.
1990			Aanscherping van en toevoegingen aan de drie beschermingsprincipes
2003			Begin van wetenschappelijk aantonen dat ook andere soorten dan de mens met de aanbevelingen beschermd zijn

Bron: Clarke en Valentin, 2009, pp. 75-110.

Vanaf eind jaren vijftig hield het door het Amerikaanse Congres opgerichte *Joint Committee on Atomic Energy* (JCAE) hoorzittingen over mogelijke langetermijneffecten van lage doses straling. Wetenschappers met uiteenlopende

opvattingen werden gehoord. De hoorzittingen droegen ertoe bij dat het LNT-model halverwege de jaren zestig aan betekenis won als hypothese onder een conservatieve veiligheidsbenadering voor het vaststellen van normen voor stralingsbescherming (Kathren, 2002, p.17). Hoewel de JCAE ook niet kon uitsluiten dat er een drempelwaarde bestond, ging men uit van het beschermingsprincipe *As Low As Reasonable Achievable* (ALARA). Hiermee werd feitelijk de LNT-benadering omarmd.

Ingegeven door wereldwijde zorgen over langetermijneffecten van lage doses straling ondertekenden de VS, de Sovjet-Unie en het Verenigd Koninkrijk in 1963 een verdrag dat bovengrondse nucleaire tests verbood. Deze landen stonden kernproeven voor militaire en civiele doeleinden alleen nog ondergronds toe. Stralingsnormstelling bleef actueel door de snelle groei van de civiele toepassingen van nucleaire technologie, zoals in kernenergie en het medisch domein. Het gebruik, het transport en de opslag van radioactieve stoffen (waaronder het afval) vroegen om onderbouwde veiligheidsnormen. Het IAEA probeerde al sinds de tweede helft van de jaren vijftig om wereldwijd dezelfde veiligheidsnormen en -regels in te voeren. De eerste *Safety Series* publiceerde het IAEA in december 1958 onder de titel *Safe Handling of Radioisotopes*. De maximaal toelaatbare doses waren gebaseerd op de ICRP-aanbevelingen.[47]

Door de (geplande) uitbouw van nucleaire activiteiten nam ook in Nederland rond 1960 de aandacht voor stralingsbescherming toe. Beleidsmakers kregen te maken met internationale afspraken over de veilige omgang met radioactieve stoffen. Euratom stelde basisnormen vast die gebaseerd waren op de aanbevelingen van de ICRP (Richtlijn van de Raad, 1959; Luykx, 1986). In februari 1960 kreeg stralingsbescherming binnen het wetenschappelijk domein een impuls met de oprichting van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS). Deze interdisciplinaire groep wetenschappers ging onderzoek doen naar de bescherming van mens en milieu tegen straling. De verworven kennis en inzichten over stralingsbescherming wilde de NVS gebruiken in de radiologische praktijk.

De Kernenergiewet, die in 1963 werd aangenomen en in 1970 geheel van kracht werd, had zowel tot doel de ontwikkeling van kernenergie te bevorderen, als mens en milieu te beschermen tegen de gevaren hieraan zijn verbonden. Dit dubbele karakter had volgens NVS-secretaris Huyskens nadelen, omdat stralingsbescherming zo verbonden werd met de discussie over kernenergie. ‘Dat is niet alleen onnodig en ongewenst, maar het belemmert ook de verdere ontwikkeling van normstelling en regelgeving’ (Huyskens, 1987, p.3). Naar aanleiding van het Besluit Stralenbescherming Kernenergiewet, dat in 1986 oude regelgeving

[47] Vanaf 1997 onder de naam Safety Standards series.

samenvoegde en de Nederlandse wetgeving aanpaste aan de nieuwe Euratom-basisnormen, pleitte hij voor een afzonderlijke Wet op de Stralenbescherming.

Veranderende uitgangspunten rond stralingsbescherming

In de jaren vijftig hadden de bovengrondse kernproeven de wereldwijde aandacht gestimuleerd voor de effecten van lage dosis ioniserende straling. Vanaf de tweede helft van de jaren zestig zorgde de snelle uitbreiding van kernenergie en andere kerntechnologische toepassingen voor een groeiende aandacht hiervoor bij wetenschappers en beleidsmakers. Het leidde tot discussies in internationale wetenschappelijke gremia over onderliggende principes en aannames, de aanpassing van internationale aanbevelingen en het op nationaal niveau vaststellen van regels. Zo herzag in 1972 de US *Atomic Energy Commission* (AEC) de regels voor de bouw en het gebruik van kerncentrales op basis van het eerdergenoemde ALARA-principe: een zo laag mogelijke blootstelling als redelijkerwijs haalbaar is. Dit principe vond brede verspreiding in de veiligheidsregelgeving voor nucleaire installaties, ook in Nederland (Kathren, 2002, p.19). In datzelfde jaar presenteerde het expertpanel van de *US National Academy of Sciences* (NAS) *on Biological Effects of Ionizing Radiation* (BEIR) het eerste rapport waarin men koos voor het LNT-model, zij het niet om principiële maar om praktische redenen.

In 1977 verliet de ICRP het oude MPD-systeem, dat uitging van een maximale toegestane dosis, en stapte over naar een nieuw risico-gebaseerd systeem van limitering van risico's (*acceptable risk*). Bovendien introduceerde men drie beschermingsprincipes. In de eerste plaats moest de toepassing van nucleaire technologie gerechtvaardigd worden (*No practice shall be adopted unless its introduction produces a positive net benefit*). In de tweede plaats moest er sprake zijn van optimalisering. De blootstelling aan straling diende zo laag te blijven als redelijkerwijs mogelijk, rekening houdend met economische en sociale factoren. Wat betreft de te ontvangen doses golden er maximale limieten, voor het beperken van stochastische schadelijke gevolgen (zoals mutaties in DNA) en het voorkomen van deterministische effecten (zoals schade aan weefsel) (ICRP, 1977; Kathren, 2002, p.20; Clarke en Valentin, 2009, p. 95; Barendsen, 1991, p. 1865). Het idee van een drempelwaarde had de ICRP nu volledig verlaten.

Nederland baseerde zich in zijn wet- en regelgeving rond stralenbescherming op de Euratom-basisnormen, die op hun beurt gerelateerd waren aan de ICRP-aanbevelingen. Toen Euratom vanwege de ICRP-aanpassingen van 1977 de basisnormen veranderde, moest Nederland ook het Besluit Stralenbescherming wijzigen. Dit gebeurde met het Besluit Stralenbescherming Kernenergiewet van 10 september 1986 (enkele maanden na de ramp in Tsjernobyl). Dat besluit was mede aanleiding voor een debat met de Tweede Kamer over het

stralingsbeschermingsbeleid. De regering beloofde dit beleid grondig te evalueren en het meer in overeenstemming te brengen met het bredere milieurisicobeleid.

In het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990 was de risicobenadering als beleidskader geïntroduceerd. In de beleidsnota *Omgaan met risico's*, die tegelijk met het *Nationaal Milieubeleidsplan* werd gepubliceerd, zette de regering het risicobeleid uiteen en formuleerde ze maximaal toelaatbare en verwaarloosbare risicolimieten voor onder andere straling. De cumulatielimiet voor alle straling werd gelijkgesteld aan die voor grote ongevallen en voor de inname van stoffen. De bovengrens van dit cumulatief individueel risico voor overlijden door straling, stelde men op een op de honderdduizend (10^{-5}) per jaar.

Ondertussen kwamen nieuwe publicaties beschikbaar over het epidemiologische onderzoek onder de overlevenden van de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki, die tot nieuwe wetenschappelijke inzichten leiden over het optreden van kanker door blootstelling aan straling (Gezondheidsraad, 1991). De Gezondheidsraad stelde een speciale commissie in om dit te bestuderen en te bepalen of nieuw stralingshygiënisch beleid nodig was.

Omdat de Tweede Kamer begin jaren negentig wilde weten hoe het Nederlandse beleid rond stralingsbescherming zich verhield tot de internationale ICRP-aanbevelingen, vroeg de minister van VROM aan de Gezondheidsraad om hiernaar onderzoek te doen. Dit onderzoek gebeurde door een commissie met deskundigen uit Nederland, Zweden en de VS. Het leidde in 1993 tot de *Vervolgnotitie Omgaan met risico's van straling* (Gezondheidsraad, 1994, p.91). In tabel 16 zijn de verschillen tussen de internationale ICRP-aanbevelingen en het Nederlands beleid schematisch weergegeven.

Mede naar aanleiding van nieuwe ICRP-aanbevelingen stelde Euratom in 1996 en 2013 ook nieuwe basisnormen vast voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling. Die laatste wijzigingen (2013/59/EURATOM) werden begin 2018 in de Nederlandse regelgeving doorgevoerd. Het *Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming* verving toen het uit 1986 daterende *Besluit stralingsbescherming Kernenergiewet*. In de wetenschap gaat het debat over de gezondheidseffecten van lage doses ioniserende straling ondertussen door, en daarmee ook het debat over de geldigheid van het LNT-model. Dit wetenschappelijke discours beïnvloedt de politiek-maatschappelijke debatten over kernenergie en radioactief afval (zie ook de eerdere opmerking van Huyskens over de Kernenergiewet).

Tabel 16 Het Nederlandse beleid voor stralingsbescherming van de bevolking in vergelijking met de internationale aanbevelingen van de ICRP (1993)

	ICRP	Nederlands beleid
Doelstelling	Bescherming van de bevolking tegen stralingsrisico's. Het verkrijgen van voordelen van stralingsbronnen moet niet onnodig worden belemmerd.	Bescherming van de bevolking tegen de risico's van industriële ongevallen en milieufactoren, waaronder straling. De blootstelling moet worden beperkt met behulp van milieukwaliteitsdoelstellingen.
Uitgangspunten	Een praktijk is gerechtvaardigd als ze netto-voordeel oplevert, dat wil zeggen als de voordelen groter zijn dan de kosten. Optimalisatie van de stralingsbescherming (ALARA). Individuele dosislimiet om te waarborgen dat de blootstelling van een individu door alle praktijken geen ontoelaatbaar niveau bereikt.	Een praktijk is alleen gerechtvaardigd als de stralingsblootstelling kleiner is dan de dosislimiet die overeenkomt met een maximaal toelaatbaar risiconiveau voor een enkele bron. Optimalisatie van de stralingsbescherming (ALARA) onder een dosislimiet voor een enkele bron.
Verondersteld e extra kans om aan kanker te overlijden per eenheid van (effectieve) dosis	5% per sievert	2,5% per sievert
Methode om de dosis te beperken	Optimalisatie van de dosisbeperkingen die afhangen van de aard van de praktijk.	Gelijke dosislimiet voor elke bron; daaronder optimalisatie met mogelijk nadere dosisbeperkingen.
Grootte van de dosislimiet	1 millisievert per jaar voor alle praktijken tezamen; dosisbeperkingen die afhangen van de aard van de praktijk, zijn kleiner dan deze waarde	0,04 millisievert per jaar voor elke bron*
Onderbouwing van de dosislimiet	1 millisievert per jaar leidt, volgens modelberekeningen, niet tot een ontoelaatbaar risico en is minder dan de geografische spreiding in de dosis van natuurlijke stralingsbronnen	0,04 millisievert per jaar wordt geacht overeen te komen met een extra kankersterfte van 1 per 1.000.000 per jaar van blootstelling (gemiddeld over de bevolking, bij chronische blootstelling)

Bron: (Gezondheidsraad, 1994, p.90).*Deze limiet moet waarborgen dat de effectieve dosis veroorzaakt door alle functionele toepassingen en niet-nucleaire industrieën een waarde van 0,4 millisievert per jaar niet overschrijdt. Deze waarde wordt geacht overeen te komen met een maximaal toelaatbaar risiconiveau van 1 per 100.000 per jaar.

Literatuur en bronnen

Adviesgroep OPERA. (2017). ‘Van afval naar berging, tijd voor verantwoordelijkheid. Eindberging van radioactief afval in Nederland: Uitdagingen en perspectieven’. https://www.covra.nl/app/uploads/2019/08/Adviesgroep-Opera-notitie.pdf.

Afvalnieuwsbrief Zoutkoepeloverleg. Nr. 1 (februari 2000) t/m nr. 28 (mei 2010).

Andriesse, C.D. (2000). *De Republiek der Kerngeleerden*. Bergen, BetaText.

Antheunissen, W. (1961). ‘Wettelijke aspecten met betrekking tot het gebruik van radioactieve stoffen’. In: *Mens, plant, dier en radioactieve besmetting*. Publicatie van voordrachten, gehouden op het symposium ‘Landbouwkundige aspecten van radioactieve besmetting’, oktober 1960 te Wageningen. Wageningen, Pudoc,

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) (2015a). *Zienswijzen op het projectplan van de verkennende studie naar opties voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen op de lange termijn*. Den Haag, ANVS.

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) (2015b). *Reactie op het toetsadvies van de Commissie m.e.r. en de ingediende zienswijzen op het Ontwerp Nationaal Programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen.* ANVS-2015/622. Den Haag, ANVS.

‘ARIUS: a new Association promoting regional and international storage and disposal of radioactive waste’, Press Release*,* 22 februari 2002. http://www.arius-world.org/origins.html.

Baas, J.L. (1986). ‘Het Nederlandse overheidsbeleid; Achtergronden en regulering’. In: *Normstelling bij stralingshygiëne*. Publicatie van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS) no. 7, pp. 53-60.

Barendsen, G.W. (1991) Ioniserende straling en radioactieve stoffen in het milieu: effecten en dosislimieten’. In: *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* vol. 135, no. 40, p.1865.

‘Behandeling en opslag van radioactief afval in Nederland’ (z.d., waarschijnlijk 1981 of 1982). Voorhout, Kernenergie Allicht.

Berg, R.J. van den & H. Damveld (2000). *Discussions on Nuclear Waste. A Survey on Public Participation, Decision-Making and Discussions in Eight Countries*. Rapport ten behoeve van de Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA). https://www.covra.nl/app/uploads/2019/08/CORA-20-Discussions-on-nuclear-waste.pdf.

Bezinningsgroep Energiebeleid (1974). *Bezinningsnota Kernenergie*. Utrecht.

Bijlsma, J., J. van Eijndhoven & W. Turkenburg (1988), ‘Experiences with Public Participation in Decision-Making Concerning Energy Policy in the Netherlands’. In: *Bulletin of Science, Technology and Society* 8, August, pp.397-404.

Board of Governers of IAEA. (2001). *Report on the Safety of Radioactive Waste Management.* Bijlage GOV/2001/31-GC(45)/14, Measures to strengthen international cooperation in nuclear, radiation, transport and waste safety.

Boer, C. de (1977). 'The Polls: Nuclear Energy'. In: *The Public Opinion Quarterly* 41, nr. 3, pp. 402–411.

Bosch, K. van den (2006). *De angstreactor. Kalkar, kroniek van een eeuwige belofte*. Amsterdam, SUN.

Brief van minister Lubbers van EZ aan de colleges van GS van Groningen en Drenthe. (1976, juni 18). http://www.kernenergieinnederland.nl/files/19760618-brief.pdf.

Brief van de Commissie ILONA aan de minister van Economische Zaken, 'ILONA advies en OPLA rapport inzake onderzoek opberging radioactief afval' (1989, juni 15).

Briefwisseling tussen de regering van het Koninkrijk der Nederlanden en de regering van de Franse Republiek houdende een overeenkomst inzake de eventuele terugzending van het na opwerking van bestraalde reactorbrandstof resterend radioactief afval (1979). http://wetten.overheid.nl/1.0:c:BWBV0003914&g=1981-08-17.

Clarke, R.H., en J. Valentin (2009). 'The history of ICRP and the Evolution of its Policies'. In: *Annals of the ICRP* 39, nr. 1, pp.75-110.

Codée, H. (2003). Give the public something, something more interesting than radioactive waste. In: *Waste management 2003 symposium proceedings*. Tucson, Arizona. https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc779158/.

Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval (CHVRA) (1983). *Studie naar de mogelijkheden voor de verwijdering van uit Nederland afkomstig laag- en middelactief vast afval anders dan door storten in de Atlantische Oceaan.* Den Haag, Staatsuitgeverij.

Commissie Lokatiekeuze opslagfaciliteit radioactief afval (LOFRA) (1985). *Advies over mogelijke lokaties voor de opslag van radioactief afval.* Nr. 85/400.

Commissie Opberging te Land (OPLA) (1989). *Onderzoek naar geologische opberging van radioactief afval in Nederland: eindrapport Fase 1*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken.

Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA) (2001a). *Terugneembare berging, een begaanbaar pad? Onderzoek naar de mogelijkheden van terugneembare berging van radioactief afval in Nederland.* Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.

Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA) (2001b). *Terugneembare berging, een begaanbaar pad? Populaire samenvatting van het wetenschappelijke onderzoek naar het opbergen van gevaarlijk afval in de diepe bodem van Nederland*. Z.p.

CORDIS FP6. (2013). *Thermal Impact on the Damaged Zone Around a Radioactive Waste Disposal in Clay Host Rocks*. https://cordis.europa.eu/project/id/36449.

Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) (2014). *Inventaris Radioactief Afval in Nederland*. Nieuwdorp, COVRA.

Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) (2021). *Toelichting tarieven*. Nieuwdorp, COVRA.

'COVRA kiest Borsele' (1986, 18 juni). Persbericht van COVRA..

Cremers, P. (1955). ‘Schijnwerper op atoomstad Genève’. In: *Economisch-Statistische Berichten* 40, nr. 1996, pp.797-799.

Damveld, H. (2010). *Kernafval in beweging. De discussie over ondergrondse opslag van radioactief afval 1976-2010*. Amsterdam, WISE, Stichting Laka, en Zoutkoepeloverleg.

Damveld, H. (2016). *Kernafval in zout. Plannen 40 jaar oud*. Amsterdam, Stichting Laka. Bijlagen zijn alleen toegankelijk via https://radioactiefafval.nl/kernafval-in-zout/.

Damveld, H., S. van Duin en D. Bannink (1994). *Kernafval in zee of zout? Nee Fout!*. Studie in opdracht van Greenpeace Nederland, Groningen/Ede.

Damveld, H. & R.J. van den Berg (2000). *Maatschappelijke en ethische aspecten van de terughaalbare opslag van kernafval. Rapport in hoofdlijnen*. Rapport ten behoeve van de Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA). Z.p.

Dekker, P., I. De Goede en J. Van der Pligt (2010). *De publieke opinie over kernenergie.* Den Haag, Sociaal en Cultureel Planbureau.

Di Nucci, M.R. & A. Brunnengräber (in druk, 2023). ‘The long road towards the soft nuclear repository state – Nuclear waste governance in Germany’. In: M. Arentsen & R. van Est (eds). *The future of radioactive waste governance: Lessons from Europe*. Wiesbaden: Springer Nature.

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) (1998). *Levensduurverkorting radioactief afval. Optie voor de aanpak van het kernafvalprobleem.* Petten, ECN.

Edelman, H.C.M. (1957). *Leven met atomen: de atoomkracht in dienst van welvaart en vrede*. Amsterdam, Meulenhoff.

Edelman, H.C.M., et al. (1960). *Aan de poorten van een nieuwe tijd. Mogelijkheden der kernenergie*. Amsterdam/Brussel, Elsevier.

Nuclear Energy Agency (NEA) (1972). *Radioactive waste management practices in western-Europe*. Parijs, Organisation for Economic Co-operation and Development.

ESV EURIDICE (2017). *Hoe bouw je een supercontainer?* Mol, ESV EURIDICE. https://euridice.be/sites/default/files/editor/A4-Folder_NL_LR.pdf.

European Commission (2009). *SAPIERR II: strategic action plan for implementation of European regional repository* (EUR 24456). Brussel, Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/do/10.2777/80822.

Europese Commissie (2021). ‘Aanbeveling van de Commissie van 15 september 1999 inzake een classificatiesysteem voor vast radioactief afval’. In*: Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen,* 13-10-2021.

Gesjoemel met kernafval [radio-uitzending]. (2016, 21 mei). *Argos*. https://www.vpro.nl/argos/media/afleveringen/2016/Gesjoemel-met-kernafval.html.

Gezondheidsraad (1991). *Stralingsrisico’s. Evaluatie van wetenschappelijke gegevens over de gezondheidsrisico’s van blootstelling aan ioniserende straling ten behoeve van normstelling*. Advies van een commissie van de Gezondheidsraad, Den Haag.

Gezondheidsraad (1994). *Principes van stralingsbescherming. De aanbevelingen van de ICRP vergeleken met ‘Omgaan met risico’s van straling’*. Advies van een commissie van de Gezondheidsraad, Den Haag.

Goedkoop, J.A. (1981). 'INFCE, radioactief afval en de kleine landen.' In: *Energiespectrum* januari 1981, 6-10.

Goedkoop, J.A. (1975). *Kernenergie in de lage landen*. Utrecht, Het Spectrum.

Goedkoop, J.A. (1995). *Een kernreactor bouwen. Geschiedenis van de Stichting Energie Onderzoek Centrum Nederland. 1e periode, 1945-1962*. Bergen, Beta-text.

Goemans, P en E. Folkertsma (2017). *Invoer van NORM reststoffen. Omvang en mogelijke groei van deze materiaalstroom in Nederland*. RIVM Briefrapport no. 2017-0138, Bilthoven.

Goemans, P., Schaaf, van der M. en E. Folkertsma (2019). *Regelgeving conventionele en radioactieve afvalstoffen: vergelijking van begrippen en voorschriften*. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Gofman, J. & A. Tamplin (1980). *Poisoned Power*. Emmaus, Rodale Press. Tweede gewijzigde druk (eerste druk in 1971).

Greenpeace (2008). *Opwerking van kernafval. Nutteloos, gevaarlijk en vervuilend*. Amsterdam, Stichting Greenpeace Nederland.

Greenpeace (2010). *Radioactief afval. Een levensgevaarlijke erfenis*. Amsterdam, Stichting Greenpeace Nederland.

Groen, E. de (1987). *Straling. Mag 't ietsje meer zijn?* Utrecht, Aktie Strohalm.

Groot, W. de (1937). 'Kernphysica'. In: *Philips Technisch Tijdschrift* 2, no.4, pp.191-192.

Grupa, J. & R. Jansma (1999). *De kosten van het terughaalbaar opbergen van radioactief afval in de diepe ondergrond. Opberging in Zoutgesteente*. ECN-rapport nr. ECN-C98-094, Petten.

Grupa, J. B. (2014). *Stand van zaken van internationaal onderzoek naar opslag en eindberging: Uitwerking van 'korte vraag 2' binnen de Nadere overeenkomst voor korte opdrachten en ad hoc vragen.* In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, projectdirectie Nucleaire Installaties en Veiligheid 23498/14.128247.

Hajer, M., & Houterman, G. (1985). 'Energiebeleid en democratisering'. In: *Intermediair* 21, nr. 19, pp.19–27.

Hagendijk, R. en A. Terpstra (2004). 'Technology, risk and democracy: The Dutch nuclear energy debate (1981-1984)'. In: *STAGE (Science, Technology and Governance in Europe) Discussion Paper* 12.

Hamblin, J. D. (2008). *Poison in the well: Radioactive waste in the oceans at the dawn of the nuclear age*. New Brunswick, Rutgers University Press.

Hamstra, J. (1975). *Veiligheidsanalyse voor ondergronds in een zoutkoepel opbergen van radioactief vast afval.* Rapport no. RCN-75-040.

Harsveldt, H.M. (1973). *Selectie steenzoutformaties*. Rapport Rijks Geologische Dienst.

Hebel, L.C. et al. (1978). 'Report to the American Physical Society by the study group on nuclear fuel cycles and waste management'. In: *Reviews of Modern Physics* 50, nr. 1, pp.1-185.

Heijdra, J.J. & J. Prij (1996). *Concept ontwerp terughaalbare berging in steenzout. Eindrapport ECN Metro-onderzoek*. Rapportnummer ECN-C-96-087.

Heuckelbach, F.E. (1974), *Atoomenergie*. Gorinchem, De Ruiter.

Herkströter, C. A. J., H. J. M. N. Honée, & A. P. Timmermans (1999). *Advies inzake verdeling van verplichtingen van de elektriciteitsproductiesector*. Adviescommissie herstructurering elektriciteitsproductiesector in opdracht van Economische Zaken.

Van Hengel, G. (2007). 'De Brede Maatschappelijke Discussie over kernenergie'. In: *Historisch Nieuwsblad* 4. https://www.historischnieuwsblad.nl/de-brede-maatschappelijke-discussie-over-kernenergie/.

Hiltunen, E. (2006). 'Was it a wild card or just our blindness to gradual change?'. In: *Journal of Futures Studies* 11, nr. 2, pp.61-74.

Homburg, E. (2007). "Boer, Jan Hendrik de," in: Koertge, N., W. Bechtel & E. Homburg (eds). *New Dictionary of Scientific Biography* 1. New York, Thomson Gale, pp.310-316.

Houwaart, E. (2001). Nieuwe structuren in de gezondheidszorg,' in: J.W. Schot et al. (red). *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, 4. Zutphen, Walburg Pers, pp.219-234.

Huyskens, C.J. (1987). *Beschouwingen over het Besluit Stralenbescherming*. Paper gepresenteerd op de Wetenschappelijke Vergadering van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne: Utrecht.

Huyskens C.J. en J. Hemelaar (1984). *Inventarisatie van laag- en middelradioactief afval.* Eindhoven, THE Stralingsbeschermingsdienst.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1977). *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 26. Oxford, Pergamon Press.

Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK) (1975). *Radioactieve afvalstoffen in Nederland bij een vermogen aan Kernenergiecentrales van 3500 MWe*. Rapport van de Sub-Commissie Radioactieve afvalstoffen (RAS).

Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK) (1977). *Rapport van de Werkgroep Transmutatie Actiniden*. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1961). *Radioactive-waste disposal into the sea, report of the ad hoc panel convened by the Director General of the IAEA under the chairmanship of Henry Brynielsson in February 1960*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1967). *Disposal of radioactive wastes into the ground: Proceedings of a Symposium on the Disposal of Radioactive Wastes into the Ground held in Vienna, 29 May - 2 June 1967*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1970). *Standardization of Radioactive Waste Categories*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1981). *Underground Disposal of Radioactive Wastes. Basic Guidance*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1982). *Radioactive Waste Management Glossary*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1995). *The principles of radioactive waste management.* Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1999*). Inventory of radioactive waste disposal at sea*. Rapport nr. IAEA-TECDOC-1105.

International Atomic Energy Agency. (2002). *Annual Report 2001*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2004). *Developing multinational radioactive waste repositories: infrastructural framework and scenarios of cooperation.* Rapport nr. IAEA-TECDOC-1413.

International Atomic Energy Agency (2011). *Disposal of radioactive waste: specific safety requirements*. Wenen, IAEA.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2012*). Peer Review of the Radioactive Waste Management Activities of COVRA, Netherlands, Provision for the Application of Safety Standards.* Rapport nr. TranSAS-8.

Jacobs, D.G. et al. (1985). *A Brief Historical Perspective on the Definition of High-Level Nuclear Wastes*. Report van de Maxima Corporation voor Oak Ridge National Laboratory.

Jansma, R., (2005). *Ontwikkelingen met betrekking tot eindverwerking van gebruikte splijtstof*. Petten: NRG.

Kang, K.W.,'History and Organizations for Radiological Protection,' in: *Journal of Korean Medical Science* Vol. 31 (2016), Suppl. 1, S4-S5.

Kathren, R.L. (2002). 'Historical Development of the Linear Nonthreshold Dose-Response Model as Applied to Radiation'. In: *Pierce Law Review*. 1, nr. 1, pp.5-30.

Raad voor de journalistiek (1973, 4 mei). Ir R. van Erpers Royaards tegen de Volkskrant, Nr. 1973/8.

Kistemaker, J. (1991). *De Geschiedenis van het Nederlandse Ultracentrifuge project. Hoe een nieuwe industrie ontstond*. Amsterdam, ongepubliceerd manuscript.

Klinkenberg W. (1971). *De ultracentrifuge 1937-1970, Hitlers bom voor Strauss?* Amsterdam, Van Gennep.

Konings, R. et al. (1996). *Partitioning and transmutation of nuclear waste: the Dutch RAS programme and its relation to international studies.* ECN.

Kool, L. et al. (2017). *Opwaarderen: Borgen van publieke waarden in de digitale samenleving*. Den Haag, Rathenau Instituut.

Kurzeme, M. (1999). The Pangea Concept for an International Radioactive Waste Repository. In: *Conference Handbook: Australian Nuclear Association conference on nuclear science and engineering in Australia: A nuclear renaissance, 27-28 October 1999.* Australian Nuclear Association, pp. 67–70.

Lagaaij A. & G. Verbong (1998). *Kerntechniek in Nederland 1945-1974*. Eindhoven, KIVI.

Lagaaij A. & G. Verbong (1999). 'Different visions of power. The introduction of nuclear power in the Netherlands 1955-1970'. In: *Centaurus* 41, 37-63.

Lente, D. van (2008). 'A tamed shrew? Images of the atomic age in Dutch popular culture, 1945-1957'. In: M. Rüdiger (ed). *The culture of energy*. Newcastle, Cambridge Scholars Publishing, pp. 136–157.

Lieberman, J.A. (1958). 'The role of Waste Management in the Development of Nuclear Energy Industry'. In: *Proceedings of the second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy* 18, pp.3-6.

London Dumping Convention (LDC) (1985). *Dumping of radioactive waste at sea (Resolutie LDC.21(9)).* International Maritime Organisation.

Luykx, F. (1986). ‘De rol van de Commissie van de Europese Gemeenschappen op het gebied van stralingsbescherming’. In: *Normstelling bij stralingshygiëne.* Publicatie van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS) nr. 7, pp.45-51.

Van der Meulen, B.J.R. et al. (1992). *Berging van afval in de diepe ondergrond? Analyse en evaluatie van de inspraakprocedure.* Rapport in opdracht van het ministerie van VROM.

Milieuadviesgroep Ecoplan & Nucon engineering and contracting (1985). *Locatie-onafhankelijk milieu-effect rapport inzake opslag en verwerking van radioactief afval*.

Ministerie van Economische Zaken (1957). *Nota inzake de kernenergie (Opwekking van elektriciteit door middel van kernenergie*). Den Haag, SDU.

Ministerie van Economische Zaken (1972). *Nota inzake het kernenergiebeleid*. Den Haag, SDU.

Ministerie van Economische Zaken (1974). *Energienota*. Den Haag: SDU.

Commissie Opberging te Land (OPLA) (1989). *Onderzoek naar geologische opberging van radioactief afval in Nederland: eindrapport Fase 1*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.

Ministerie van Economische Zaken (2014). *Nationaal beleid stralingsbescherming en nucleaire veiligheid 2014*. Den Haag.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). *Het nationale programma voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstoffen.* Voorbereid door de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS).

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) (1984), *Radioactief Afval.* Den Haag.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) (1987). *Straling: Opvattingen en toepassingen*. Den Haag.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) (2008), *Veertig jaar nucleair toezicht*. Den Haag.

Molenaar, L. (1994). *‘Wij kunnen het niet langer aan de politici overlaten...’: De geschiekdenis van het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers (VWO) 1946-1980*. Delft, Elmar.

Muller, H.J. (1927). ‘Artificial transmutation of the gene.’ In: *Science* 66, nr. 1699, pp.84-87.

National Council on Radiation and Measurements (NCRM) (1954), *Permissible Dose from External Sources of Ionizing Radiation*. Washington D.C, National Bureau of Standards.

National Research Council (2001). *Disposition of High-Level Waste and Spent Nuclear Fuel: The Continuing Societal and Technical Challenges*. Washington D.C., The National Academies Press.

van Noort, W. (1988). *Bevlogen bewegingen. Een vergelijking van de anti-kernenergie-, kraak- en milieubeweging*. Amsterdam, SUA.

‘Nota van Toelichting bij het Radioactief Stoffenbesluit.’ (1958). In: *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden* 317, AII 8.

Nuclear Energy Agency (NEA) (1999). *Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories: Its Development and Communication*. Parijs, OECD Publications.

Nuclear Energy Agency (NEA) (2000). *Geological Disposal of Radioactive Waste: Review of Developments in the Last Decade* . Parijs: OECD Publications.

Nuclear Energy Agency. (1999). *Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories: Its Development and Communication*. Parijs: OECD Publications.

Nuclear Energy Agency (NEA) (2007). *Radioactive Waste Management and Decommissioning in the Netherlands*. https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_33757/radioactive-waste-management-and-decommissioning-in-the-netherlands?details=true.

Nuclear Energy Agency (NEA) (2004). *Stepwise approach to decision making for long-term radioactive waste management: Experience, issues and guiding principles*. Nuclear Energy Agency, Wenen: OECD Publications.

Nuclear Energy Agency (NEA) (1987). *International Approaches on the Use of Radioactive Waste Disposal Facilities: A Preliminary Study.* Parijs: OECD Publications.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (1972). *Recommendation of the Council on Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies.* Rapport OECD/LEGAL/0102.

Paul, H. (2019). *Wettelijke evaluatie van het zbo ANVS: Autoriteit voor Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming*. Den Haag, ABDTOPConsult.

Parmentier, R. (1999). 'Greenpeace and the Dumping of Waste at Sea: A Case of Non-State Actors' Intervention in International Affairs'. In: *International Negotiation* 4, nr. 3, pp. 435–457.

Provinciaal afvalstoffenplan voor de provincie Friesland (1981). Leeuwarden: Gedeputeerde Staten van Friesland, 1981.

'Radioactieve Stoffenbesluit'. (1958). In: *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden* 317.

Rathenau Instituut (2023). *Geschiedenis als gespreksstarter – Dialogen met belanghebbenden en deskundigen over langdurig beheer van radioactief afval.* Den Haag (auteurs: Rooijen, G. van, V. Lagendijk, R. Dekker & R. van Est).

Richtlijnen tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werknemers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren. (*Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen 1959,* 011).

Rijks Geologische Dienst. (1976). *Geologic waste disposal program to be carried out in the Netherlands*. Rijks Geologische Dienst.

Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (1987). VN-document A/42/427.

Resolutie over lozing van kernafval in de Atlantische Oceaan door Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk (*Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen 1982,* C 267).

Ringius, L. (1997). 'Environmental NGOs and Regime Change: The Case of Ocean Dumping of Radioactive Waste'. In: *European Journal of International Relations* 3, nr. 1, pp.61–104.

Ringius, L. (2001). *Radioactive Waste Disposal at Sea. Public Ideas, Transnational Policy Entrepreneurs, and Environmental Regimes*. Cambridge, MIT Press.

Rip, A., Smit, W. A., & van der Meulen, B. (1995). 'Radioactive Waste Disposal: Taking Societal Views into Account'. In: NEA & OECD (eds). *Environmental and Ethical aspects of long-lived radioactive waste disposal*. Parijs, OECD, pp.184–201.

Van der Schaaf, M., Bekhuis, P. D. B. M., & Boudewijns, L. H. A. (2022). *Radioactieve rest- en afvalstromen in Nederland. Een inventarisatie*. Bilthoven, RIVM.

Sociaal-Economische Raad (SER) (2008). *Kernenergie en een duurzame energievoorziening*. Den Haag, SER.

Scheepers, M.J.J. et al. (2007). *Fact Finding Nuclear Energy. A report prepared for the Social and Economic Council of the Netherlands*.

Scholten, L. C. (1998). *Inventarisatie en mogelijkheden voor bovengrondse opslag voor 300 jaar van radioactief afval bij COVRA*. Rapport nr. 41436-NUC 98-5472. KEMA Nucleair in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Sizoo, G.J. (1946). *Atoomenergie*. Amsterdam, Moussault.

Slingerland, S. et al. (2004). *Het nucleaire landschap. Verkenning van feiten en meningen over kernenergie*. Den Haag, Rathenau Instituut.

Smeets, L. (1968). 'Behandeling van radioactieve afval'. in: *H2O* 1, no. 25.

Van Soest, J. P. (2018). *Diepgravende Dialogen, Bouwen aan Vertrouwen: Eindrapportage Kwartiermaker Eindberging radioactief afval en verbruikte splijtstoffen.* Eindverslag Kwartiermaker voor de Klankbordgroep Eindberging radioactief afval en verbruikte splijtstoffen. De Gemeynt.

Štefula, V. (2006). *SAPIERR. Support Action: Pilot Initiative for European Regional Repositories. Final report*. Directorate-General for Research, Euratom.

Stichting Laka. (2016, 11 februari). *Radioactief afval: Kabinet laat het over aan Klankbordgroep*. https://www.laka.org/nieuws/2016/radioactief-afval-kabinet-laat-het-over-aan-klankbordgroep-4518.

Strauss, L. (1954). *Remarks prepared by Lewis L. Strauss*. Washington D.C., United States Atomic Energy Commission.

Struxness, E.G. & J.O. Blomeke (1958). 'Multipurpose Processing and Ultimate Disposal of Radioactive Wastes'. In: *Proceedings of the second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy* 18, pp.43-55.

Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid (1983), *Nieuwsbrief Brede Maatschappelijke discussie. Energiebeleid voor morgen.*

Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid (1984). *Het eindrapport van de Brede Maatschappelijke Discussie*. Leiden.

Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid. (1983). *Het tussenrapport: Basis voor de brede maatschappelijke discussie. Bijlage van de analytische verslagen van controversezittingen gehouden in het kader van de informatiefase*. Z.p.

Suman, D. (1991). 'Regulation of Ocean Dumping by the European Economic Community Comments'. In: *Ecology Law Quarterly* 18, nr. 3, pp.559–618.

Telegen, E. (2010). *Groene herfst. Een halve eeuw milieu*. Amsterdam, University Press.

Turkenburg, W.C. (1984). 'De BMD over het energiebeleid.' In: *Wetenschap en Samenleving* 3, pp.30-43.

UK Department of Environment (1972). *Pollution: nuisance or nemesis? A report on the control of pollution*. Londen.

Uylenburg, R. et al. (2007). *Evaluatie kernenergiewet.* STEM rapport nr. 2006/4.

US Nuclear Regulatory Commission (1975). *Reactor Safety Study: An assessment of accident risks in US Commercial Nuclear Power Plants* (WASH-1400). Washington D. C., Nuclear Regulatory Commission.

'Veiligheidsbesluit ioniserende stralen.'(1963) In: *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden* 98.

Verbong, G. et al. (2001). *Een kwestie van lange adem. De geschiedenis van duurzame energie in Nederland*. Boxtel, Aeneas.

Verbong, G., E. Berkers & M. Taanman (2005). *Op weg naar de markt. De geschiedenis van ECN 1976-2001*. Petten, ECN.

Verhees, B. (2012). *Cultural legitimacy and innovation journeys. A new perspective applied to Dutch and British nuclear power*. Proefschrift TU Eindhoven.

Verhoef, E. (2011). *Meerjarenplan.* Rapport nr. OPERA-PG-COV002.

'Vijftig jaar HFR' (2011). In: *KernVisie* 6, nr. 6, pp.1-5.

Voorlopige Algemene Energieraad (1978). *Advies van de Voorlopige Algemene Energieraad inzake een brede maatschappelijke diskussie over (kern)energie*. Advies aan de minister van Economische Zaken. Z.p.

Voorstel voor een Richtlijn (Euratom) van de Raad inzake het beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. *COM(2003)32.*

De Vries, A. et al. (2005). *Bouwstenen voor participatie. Visie op publieksparticipatie bij de besluitvorming over langdurig beheer van radioactief afval*. Den Haag, Rathenau Instituut.

Werkgroep Kernenergie (1972). *Kernenergienota*. Raad voor Milieudefensie.

Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie (WRK) (1972), *Vestigingsplaatsen van energiereactoren en de opslag van radio-actief afval*.

'Wet van 21 februari 1963, houdende regelen met betrekking tot de vrijmaking van kernenergie en de aanwending van radioactieve stoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen (Kernenergiewet).'(1963). In: *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden* 82.

Wolff, J.-M. (1996). *Eurochemic 1956-1990: thirty-five years of international co-operation in the field of nuclear engineering: the chemical processing of irradiated fuels and the management of radioactive wastes*. Paris, OECD/NEA.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. VN-document A/42/427.

Archiefmateriaal Nationaal Archief in Den Haag

Archief van het Ministerie van Buitenlandse Zaken: code-archief 1955-1964 (2.05.118). Inv. no. 25646.

Toespraak van minister Luns ter gelegenheid van de installatie van de Nederlandse delegatie naar de V.N. atoomconferentie (1955, 7 juli).
Memorandum van de adjunct chef Directie Internationale Organisaties (DIO) van het ministerie van Buitenlandse Zaken (1955, 17 februari).
F.W.J. van Haaren en J.J. Hopmans, 'Internationale Conferentie over het gebruik van atoomenergie voor vredesdoeleinden, Genève 8 t/m 20 augustus 1955. Enkele aspecten van daar behandelde vraagstukken met betrekking tot de volksgezondheid'.

Archief van de Nederlandse Vertegenwoordiging bij de VN te Geneve (2.05.279), Inv. nr. 22. Rede van J.H. de Boer bij de installatie van de Nederlandse delegatie voor de tweede internationale atoomconferentie in Genève in 1958.

Archief van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), (1908) 1912-1989 (1993) (2.19.185. Inv. nr. 3055. Vertegenwoordiging Commissie Heroverweging verwijdering Radioactief-Afval, 1980-1983.

Archief van mr. W.J. Geertsema (2.21.380), Inv. nr. A.10.53 Voorzitter van de Commissie Lokatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval (1984-1985).

Archieven van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, 1981-1984, inv. nr. 168: Rapporten, verslagen en onderzoeken tot stand gekomen met subsidie van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid.

Handelingen en kamerstukken Tweede Kamer der Staten-Generaal, Koninklijke Besluiten, en verdragen (in chronologische volgorde)

Kamerstukken II 1956/1957, 4727, nr. 2 (1957, 3 juli).

Kamerstukken II 1958/1959, 4727, nr. 4 (1958, 11 november

Kamerstukken II 1958/1959, 4727, nr. 5 (1959, 28 januari).

Kamerstukken II 1961/1962, 5861, nr. 47a (1963, 2 januari

Aanhangsel Handelingen II 1965/1966, nr. 885 (1966, 15 april

Kamerstukken II 1971/1972, 11761, nr. 2 (1972, 30 maart

Kamerstukken II 1971/1972, 11906, nr. 2 (1972, 4 juli).

Kamerstukken II 1972, 11761, nr. 3 (1972, 4 december).

Kamerstukken II 1972/1973, 11761, nr. 4 (1973, 6 maart).

Kamerstukken II 1973/1974, 11761, nr. 6 (1974, 18 maart).

Aanhangsel Handelingen I 1971/1972, nr. 1279 (1972, 16 maart).

Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr. 4 (1973, 13 februari).

Kamerstukken II 1972/1973, 12056, nr. 5 (1973, 6 maart).

Kamerstukken II 1974/195, 13122, nr. 2 (1974, 23 september).

Kamerstukken II 1975/1976, 13122, nr. 12 (1976, 19 januari).

Kamerstukken II 1977/1978, 14600, nr. 4 (1977, 23 december).

Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 1 (1978, 17 juli).

Handelingen II 1978/28 (1978, 16 januari).

Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 12 (1978, 21 november).

Kamerstukken II 1977/1978, 15100, nr. 15 (1979, 29 mei).

Wet aansprakelijkheid kernongevallen (17 maart 1979). In: *Staatsblad* 1979 no. 225.

Kamerstukken II 1978/1979, 15580, nr. 2 (1979, 11 mei).

Kamerstukken II 1978/1979, 15676, nr. 1 (1979, 20 juli).

Kamerstukken II 1979/1980, 15920, nr. 9 (1978, 29 mei).

Aanhangsel II 1980/1981, nr. 861 (1980, 17 december).

Kamerstukken II 1981/1982, 17100, nr. 32 (1982, 19 januari).

Kamerstukken II, 17600, XVII, nr. 36 (1982, 28 december).
Kamerstukken II 1983/1984, 18100, nr. 115 (1984, 16 maart).
Kamerstukken II 1983/1984, 18343, nr. 2 (1984).
Kamerstukken II 1984/1985, 18343, nr. 6 (1984, 28 september).
Kamerstukken II 1984/1985, 18343, nr.9 (1984, 1 oktober).
Kamerstukken II 1984/1985, 18343, nr. 16 (1984, 11 oktober).
Handelingen II 1984, UCV 4 (1984, 1 oktober).
Kamerstukken II, 1984/1985, 18830, nr. 2 (1985, 11 januari).
Kamerstukken II 1988/1989, 21137, nrs. 1 en 2 (1989, 25 mei).
Kamerstukken II 1992/1993, 23163, nr. 1 (1993, 14 mei).
Kamerstukken II 1993/1994, 21666, nr. 9, (1994, 31 maart).
Kamerstukken II 1996/1997, 25422, nr. 1 (1997, 30 juni).
Kamerstukken 1999/2000, 26992, nr. 3 (2000, 4 februari).
Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 27 (2003, 12 maart).
Kamerstukken II 2002/203, 28674, nr. 1 (2002, 11 november).
Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 29 (2003, 19 april).
Kamerstukken II 2002/2003, 25422, nr. 31, (2003, 16 juli).
Kamerstukken II 2014/2015, 34219, nr. 3 (2015, 9 juni).
Kamerstukken II 2016/2017, 25422, nr. 204 (2017, 29 juni).
Kamerstukken II 2016/2017, 25422 & 32654, nr. 206 (2017, 14 september).

Krantenartikelen

Advies over opslag van kernafval komt sneller. (1983, 5 februari). *De Volkskrant*, p.7.
Ambtelijk overleg proefboringen is nu afgerond. (1977, 8 maart). *Nieuwsblad van het Noorden*, p. 9.
Antonisse, R. (1987, 28 november). '…ik durf rustig spinazie eten…' Borssele en de opslag. *Provinciale Zeeuwse Courant*, p.29.
'Atoomvuilnisvat' in Atlantische Oceaan. (1955, 3 februari). *Trouw*, p.4.
Atsma, P. (2021, 9 maart). Fryslân schrapt verbod op vooronderzoeken naar opslag kernafval. *Leeuwarder Courant*, 9 maart 2021. https://lc.nl/friesland/Fryslân-schrapt-verbod-op-vooronderzoeken-naar-opslag-kernafval-26634301.html.
Betogingen tegen kerncentrale: Centrale in Borssele bestormd. (1979, april 9). *Trouw*, 3.
Borsele bovenaan voor opslag kernafval. (1985, 9 oktober). *Provinciale Zeeuwse Courant*, p. 1.
Borsele positief over opslaggebouw kernafval. Commissie-LOFRA ontmoet Gemeentebestuur. (1985, 30 mei). *Provinciale Zeeuwse Courant*, p.13.
Britten verduurzamen voedsel met radio-activiteit. Speciale commissie helpt industrie bij toepassing. (1955, 18 juli) *De Volkskrant*, p.7.
B. en w. Borsele: opslag kernafval in Sloegebied. Voorstel wijziging bestemmingsplan. (1985, 20 september). *Provinciale Zeeuwse Courant*, p.13.

Coster, J.A. (1988, 17 feburari). Borsele: liever verre vriend dan goede buur van opslag kernafval. Kleine gemeenschap wil gehoord worden in proces besluitvorming. *Reformatorisch Dagblad*, p.13.

De Brauw wil serieuzere discussie over energie: Verwijt aan Kamer en premier Lubbers. (1983, 28 april). *De Volkskrant*, p.3.

Dijkhuis, R. (1979, 5 juni). Demonstratie van duizenden bij zoutkoepel. *NRC Handelsblad*, p.3.

Dodewaard breidt opslag kernafval uit. (1976, 4 augustus). *NRC Handelsblad*, p.11.

Edelman, H. (1955, 9 april). Waar moeten we heen met het atoom-afval? Lozing in de oceaan of in het heelal?. *De Tijd*, p.4 (bijlage).

Electriciteitsbazen in discussie over opslag kernafval. (1977, 3 maart). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.2.

De Fauwe, L. (1982, 7 december). De 'overval' van Winsemius. *Het Parool*, p.5.

Gaanderse, P. (1972, 15 mei). Kerncentrale dicht. *Algemeen Dagblad*, p.5.

Geen onderzoek Kernfysische Dienst. (1972, 17 maart). *Het Parool*, p.4.

Geen onderzoek naar centrale Dodewaard. (1972, 17 maart). *Reformatorisch Dagblad*, p.3.

Geleerden zoeken goede plaats voor radio-actief afval. (1953, 22 september). *Het Vrije Volk*, p.9.

Gevaar dreigt in kerncentrale. Dodewaard raakt radio-actief vervuild. (1972, 16 maart). *De Volkskrant*, p.1.

Gevaar van radio-activiteit gaat voedsel-controle eisen. Kernreactor aan Nederl. Kust? (1955, 19 augustus). *De Volkskrant*, p.3.

Giftiger splijtstof voor Dodewaard. Geheim plan kerncentrale. (1972, 1 maart). *De Volkskrant*, p.1.

Groeneveld, F. Ph. (1971, 21 augustus). Onze Wadden gaan aan de Rijn ten onder. *NRC Handelsblad*, p. 15.

Het Atoom Amsterdam: Reeds anderhalf jaar voorbereid. (1955, 8 juli). *De Telegraaf*, p.3.

Van der Hoek, S. (1976, 16 oktober). Grensbevolking in verzet tegen opslag kernafval. *De Volkskrant*, p.23.

Hoffmann, H. (1981, 16 mei). VS maken bommen van Delfts materiaal. *Het Vrije Volk*, p.19.

In aller persoonlijk leven grijpt radio-activiteit in. Elk risico speelt met bestaan van duizenden. (1955, 25 juni) *Het Vrije Volk*, p.13.

In het voorjaar de laatste geweldloze demonstratie tegen proefboringen. (1978, 18 december). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.1.

Kernafval bij Petten. Simson sleept steen voor lozingsleiding. (1962, 5 mei). *De Tijd,* p.2.

Kerncentrale heeft lekkage in koelcircuit. (1972, 4 februari). *Trouw*, p.3.

Leeflang, S.A. (1963, 30 maart). Eurochemic - politiek contra wetenschap. *Algemeen Handelsblad*, p.4.

Lubbers houdt vast aan boringen in steenzout. (1976, 20 november). *Leeuwarder Courant*, p.4.

Luijten, J. (1979, april 2). Massaal protest in Hannover tegen project-Gorleben. *de Volkskrant*, p.4.

Men is het niet eens over het effect van radioactiviteit op komende generaties. Atoomconferentie te Geneve. (1955, 17 augustus). *Algemeen Handelsblad*, p. 4.
NAM wil niet boren voor afvallozing. (1977, 3 januari). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.1.
Nederland slaat 'vuil' figuur. (1971, 19 juli). *NRC Handelsblad*, p.1.
Noordelijke Kamerleden na mei vermoedelijk allemaal terug. (1977, 29 januari). *Leeuwarder Courant*, p.4.
Ook Akzo wil niet aan proefboringen meewerken. (1977, 4 januari). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.1.
Personeel kernreactor ondeskundig. (2001, 14 maart). *de Volkskrant*, 3.
Petities voor- en tegenstanders. (1985, 30 mei). *Provinciale Zeeuwse Courant*, d.d. 30-05-1985, p.13.
'Plannen kerncentrales opnieuw beoordelen.' Nota Raad voor Milieudefensie. (1972, 6 juli). *De Volkskrant*, p.6.
PPR na zware druk eens met regeerakkoord. (1977, 31 januari). *NRC Handelsblad*, p.3.
Protest tegen dumpen radioactief afval. Massale autodemonstratie door provincie Groningen. (1976, 29 november). *De Waarheid*, p.1.
Radio-actief afval naar Atlantische Oceaan. (1949, 8 april). *Het Vrije Volk*, p.3.
Radio-actief afval wordt een van de grootste problemen. Geen afdoende oplossing bekend. (1972, 18 maart). *Trouw*, p.9.
Radio-actieve afval is bruikbaar. (1951, 7 december). *Tubantia*, p.3.
Radio-activiteit: een niet te onderschatten gevaar. (1954, 16 november). *Leeuwarder Courant*, p.3.
Radio-isotopen zijn ook beste 'conservenblikken'. (1955, 25 juni). *Het Vrije Volk,* p.13.
Rodenburg, H. (1972, 16 maart). Gesol met het begrip veiligheid. Prof. Gofman wijst op gevaar radioactieve straling. *De Volkskrant*, p. 9.
Rozendaal, S. (1977, 17 september). Kernenergie: Deskundigen en gewone burgers hebben het over iets anders. *NRC Handelsblad*, p.6.
De Ruiter, F.G. (1977a, 25 maart). Grote onrust in Groningen over berging atoomafval. In: *NRC Handelsblad*, d.d. 26-01-1977, 1 en 3.
De Ruiter, F.G. (1977b, 25 maart). Nieuwe zet in schaakspel zoutkoepels. *NRC Handelsblad*, p.2.
De Ruiter, F.G. (1976a, 23 april). Onrust in het noorden over radioactief afval. *NRC Handelsblad*, p.2.
De Ruiter, F.G. (1976b, 27 november). Radioactief afval: in zee of in de grond? *NRC Handelsblad*, p.11.
Russen bouwen 'sterkste' atoom-reactor. Radio-actief 'vuilnis' geen probleem meer. (1955, 17 augustus). *De Volkskrant*, p.3.
Slager, K. (1971, 22 juli). Gifschip. *Het Vrije Volk*, p.4.
Schmit, H. (1980, 29 mei). Rijke landen krijgen nu de rekening. *Trouw*, p.5.
Storting kernafval in zee stoppen. (1981, 20 mei). *Het Vrije Volk*, p.9.
Telefoonactie 'uit protest' tegen proefboringen. (1976, 8 september). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.1.

’Toverstaf’ van de Prins opende Het Atoom. (1957, 29 juni). *De Volkskrant*, pp.1 en 3.
Van Drente geen kruitvat maken. (1976, 12 oktober). *De Waarheid*, p.4.
Veiligheid Kerncentrale Dodewaard in geding. (1972, 18 mei). *Nieuwsblad van het Noorden*, p.4.
Velleman, L. (1954, 3 juli). Nederlandse atoomcentrale (in 1975) zal geen dag te vroeg komen. Overheid moet projecten gaan beheren. *Het Vrije Volk*, p.3.
Voorzitter opberging wil ondergrondse opslag. (2000, 14 januari). *Trouw*, p.8.
Vreedzame atoomexpositie in zes Nederlandse steden. (1955, 5 januari). *De Tijd*, p.3.
Wanstaltige kikkers in Amsterdamse sloot. Eerste slachtoffers van radio-activiteit in Nederland? (1957, 14 oktober). *Vrij Nederland*.
Werkgroep CDA in Groningen: ‘Onderzoek naar opslag moet anders’. (1977, 29 december). *Trouw*, p.3.
Zijpe akkoord met opslag van radioactief afval. (1983, 5 maart). *NRC Handelsblad*, p.2.

© Rathenau Instituut 2023
Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Open Access
Het Rathenau Instituut heeft een beleid voor open access. Rapporten, achtergrondstudies, wetenschappelijke artikelen, software worden vrij beschikbaar gepubliceerd. Onderzoeksgegevens komen beschikbaar met inachtneming van wettelijke bepalingen en ethische normen voor onderzoek over rechten van derden, privacy, en auteursrecht.

Contactgegevens
Anna van Saksenlaan 51
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
070-342 15 42
info@rathenau.nl
www.rathenau.nl

Bestuur van het Rathenau Instituut
Drs. Maria Henneman
Prof. dr. Noelle Aarts
Drs. Felix Cohen
Dr. Laurence Guérin
Dr. Janneke Hoekstra MSc
Prof. mr. dr. Erwin Muller
Drs. Rajash Rawal
Prof. dr. ir. Eefje Cuppen - secretaris

Het Rathenau Instituut stimuleert de publieke en politieke meningsvorming over de maatschappelijke aspecten van wetenschap en technologie. We doen onderzoek en organiseren het debat over wetenschap, innovatie en nieuwe technologieën.

Rathenau Instituut