Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De catalogus van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde tijdschriften uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling video's.

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material.
Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The catalogue of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized magazines from the Dutch anti-nuclear power movement and a video-section.

Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small donation. Thank you.

www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

INTERDEPARTEMENTALE COMMISSIE VOOR DE KERNENERGIE

RAPPORT OVER DE MOGELIJKHEDEN VAN OPSLAG VAN RADIOACTIEVE AFVALSTOFFEN IN ZOUTVOORKOMENS IN NEDERLAND

Collectie Stichting Laka
www.laka.org
Gedigitaliseerd 2016

INTERDEPARTEMENTALE COMMISSIE VOOR DE KERNENERGIE

RAPPORT OVER DE MOGELIJKHEDEN VAN OPSLAG VAN RADIOACTIEVE AFVALSTOFFEN IN ZOUTVOORKOMENS IN NEDERLAND.

April 1979.

Laka
www.laka.org
Gedigitaliseerd 2016

4

INHOUDSOPGAVE

	blz.
Samenvatting en conclusies	6
Hoofdstuk I. Inleiding	10
Hoofdstuk II. De huidige situatie met betrekking tot radioactief afval en toekomstige ontwikkelingen	13
Hoofdstuk III. Rapporten van de werkgroepen	19
3.1. Werkgroep A	19
3.2. Werkgroep B	20
3.3. Werkgroep C	20
3.4. Werkgroep D	22
3.5. Werkgroep E	24
Hoofdstuk IV. Het nog uit te voeren onderzoekprogramma	26
4.1. Geohydrologisch onderzoek	26
4.2. Geologisch onderzoek	26
4.3. Tijdschema	27
4.4. Eindevaluatie	27
Hoofdstuk V. Criteria voor de selectie van een zoutkoepel	28
5.1. Te verduidelijken criteria	28
5.2. Lijst van criteria	31
Hoofdstuk VI. Internationaal onderzoek	33
6.1. Verenigde Staten	33
6.2. Canada	34
6.3. Landen van de Europese Gemeenschap	34
6.4. Gemeenschappelijk Onderzoek Centrum	35
6.5. INFCE	35
Hoofdstuk VII. Andere opbergmethoden dan in geologische formaties te land	36
7.1. Vervoer in een ruimtevoertuig naar de zon	36
7.2. Omzetting van langlevende actiniden	36
7.3. Begraven in de diepzeebodem	37
7.4. Opbergmijn in een zoutkoepel onder de zeebodem	37
7.5. Opberging in diepe boorgaten vanaf een booreiland	38
Lijst van afkortingen	39
Lijst van rapporten	40
Lijst van bijlagen	41

Samenvatting en conclusies

1. Er is in vele landen van de wereld omvangrijk onderzoek gedaan in verband met het radioactieve afval dat ontstaat bij de produktie van elektriciteit door middel van kernenergie. Een deel van dat afval dient namelijk voor lange tijd geïsoleerd te worden van de leefomgeving (biosfeer). De beste methode die thans daarvoor beschikbaar is, is ondergrondse opslag in bepaalde geologische formaties. Voor Nederland zou dit wellicht kunnen in een zoutkoepel.

Over deze materie is in Nederland voor het eerst in 1975 een rapport verschenen: «Radioactieve afvalstoffen in Nederland bij een vermogen aan kernenergiecentrales van 3500 MWe» (Rapport-1975). Dit rapport werd uitgebracht door de Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen (Subcommissie RAS) van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK). De Minister van Economische Zaken deed vervolgens op 19 januari 1976 in een brief aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal mededeling van de beslissing van de Regering om een onderzoek te laten instellen naar de verschillende fasen van de verwerking van radioactief afval.

In 1977 bracht daarop de al genoemde subcommissie verslag uit, het «Eerste Interimrapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland» (Rapport-1977).

Het thans uitgebrachte rapport (Rapport-1979) geeft een samenvattend overzicht van de resultaten van het onderzoek dat tot nu toe verricht is.

Behalve de al genoemde studies omvat het de studies en onderzoeken van vijf werkgroepen[1] en dat wat er bekend is van onderzoeken in het buitenland.

2. Deze studies en onderzoeken leiden tot de volgende vaststellingen, conclusies en aanbevelingen:

2.1. Het vaste radioactieve afval dat veroorzaakt wordt door elektriciteitsproduktie met kernenergie bestaat uit de volgende soorten:

a. het afval dat in Nederland in de kernenergiecentrales zelf ontstaat;

b. het afval dat in het buitenland bij de opwerking van de splijtstofelementen ontstaat. Bij het opwerken van bestraalde splijtstofelementen worden de daarin aanwezige splijtstoffen – uranium en plutonium – voor hernieuwd gebruik afgescheiden. Dit opwerkingsproces levert naast ander radioactief afval in het bijzonder het «kernsplijtingsafval» (KSA) op, dat het overgrote deel van de splijtingsprodukten bevat; of, als alternatief voor b,

c. de gebruikte splijtstofelementen zelf, indien deze niet bestemd zijn te worden opgewerkt.

2.2. Om dit afval te verwijderen zijn er verschillende methoden, die afhangen van de aard van het afval. De categorie, genoemd onder 2.1a, kan vrijwel geheel in de diepzee worden gestort op een wijze die vanuit milieuhygiënisch standpunt aanvaardbaar is. Deze methode wordt sedert 1967 gebruikt. Volgens de huidige internationale regelingen kan zij zonder bezwaar ook worden toegepast voor de grotere hoeveelheid afval van deze aard die te verwachten valt als er naast de bestaande installaties nog drie nieuwe kerncentrales met een gezamenlijk vermogen van 3000 MW(e) in bedrijf zijn.

Een deel van het afval dat bij de opwerking wordt geproduceerd (genoemd onder 2.1b) zou ook op deze wijze kunnen worden verwijderd. Het KSA zal echter, evenals een zeer klein deel van het andere opwerkingsafval en van het onder 2.1a genoemde afval, voor lange tijd goed afgesloten van de leefomgeving moeten worden bewaard. Men kan van een dergelijke isolatie verzekerd zijn door opslag in bepaalde diepgelegen geologische formaties. Dit wordt als de beste methode daarvoor gezien.

[1] Werkgroep A: financiële, organisatorische en juridische vraagstukken
Werkgroep B: onderzoek zoutvoorkomens
Werkgroep C: mijnbouw-technische vraagstukken
Werkgroep D: risico-analyses
Werkgroep E: bovengrondse interimopslag.

2.3. In de verdere toekomst is het misschien mogelijk ook andere verwijderingsmethoden toe te passen. Dit zouden kunnen zijn: het begraven in de diepzeebodem; het afscheiden van actiniden, gevolgd door transmutatie (dat wil zeggen zodanig bewerken van deze afvalstoffen dat de tijd waarin de straling gevaar oplevert sterk wordt verkort) of het met een raket in de ruimte brengen.

2.4. Nederland beschikt in de vorm van zoutkoepels over een geologische opbergmogelijkheid die, mits aan een aantal vereisten wordt voldaan, een zeer goede afsluiting van het afval van de leefomgeving kan garanderen. Het onderzoek dat werd verricht, was vooral gericht op een mogelijke benutting van deze zoutkoepels.

Werkgroep C onderzocht de mogelijkheid een mijn aan te leggen in een zoutkoepel waarin al het radioactieve afval zou kunnen worden opgeslagen.

Werkgroep D onderzocht de volksgezondheids- en milieuhygiënische aspecten hiervan en stelde daarvoor een veiligheidsanalyse op aan de hand van datgene wat bekend is over over zoutkoepels in Noordoost-Nederland. Voor een verdere ontwikkeling van dit project is veldonderzoek nodig, dat wil zeggen geohydrologisch en geologisch onderzoek bij en in de desbetreffende zoutkoepels.

Op grond van het onderzoek dat tot nu toe verricht is, komen deze twee werkgroepen tot een aantal conclusies, die als volgt kunnen worden samengevat:

– Het zal vooral van de zuiverheid van het steenzout in een zoutkoepel afhangen hoeveel KSA er veilig in kan worden opgeslagen. De betrekkelijk geringe KSA-produktie van 3500 MW(e) gedurende 40 jaar bedrijf zal geen onoplosbare technische problemen opleveren.

– Een mijn, waarin het door een dergelijk kernenergieprogramma ontstane radioactieve afval kan worden opgeslagen, kan veilig worden aangelegd. Geconstateerd wordt dat opberging in een dergelijke mijn een zo lange opsluittijd garandeert (tenminste 250 000 jaar, maar waarschijnlijk meer dan 1 000 000 jaar), dat door natuurlijk verval, dat wil zeggen het van nature verminderen van de radioactiviteit, het KSA bij een eventueel dan nog vrijkomen in de biosfeer onschadelijk is voor de mens en zijn omgeving.

– Indien op grond van het veldonderzoek tot de aanleg van een mijn wordt besloten, kan deze ongeveer 15 jaar na het begin van dit onderzoek in bedrijf worden genomen.

– Het voornaamste risico dat zich zou kunnen voordoen tijdens de bedrijfsperiode van de mijn is waterinbreuk. Op grond van reeds verkregen informatie is het aannemelijk dat de mijnbouwtechniek in staat is dit risico met voldoende zekerheid te kunnen uitsluiten.

Men kan dan ook stellen, dat het tot nu toe verrichte onderzoek met betrekking tot de mogelijkheden van het opbergen van radioactief afval in zoutkoepels heeft uitgewezen, dat voor het vraagstuk van de methode van berging van radioactief afval een verantwoorde oplossing is gevonden. In hoeverre deze methode in Nederland toegepast kan worden, zal afhangen van de resultaten van het nog te verrichten veldonderzoek. Daarbij zal in het bijzonder moeten blijken of een of meer van de in Nederland gelegen zoutkoepels aan de in dit rapport vermelde criteria voldoen.

2.5. Na het begin van het veldonderzoek zijn nog ongeveer twee jaar nodig voor de voltooiing en voor de evaluatie van de resultaten ervan. De gegevens van de geselecteerde zoutkoepels, o.a. de dan bekende bevindingen van de proefboringen, zullen in de veiligheidsanalyse moeten worden verwerkt. Dit is ook het geval met constructie-eisen voor de ondergrondse werken, die dan verder uitgewerkt dienen te zijn. Daarnaast zal beoordeeld moeten worden in hoeverre de onderzochte zoutkoepels voldoen aan de 16 criteria zoals deze in hoofdstuk V van dit rapport zijn geformuleerd. Deze criteria werden al genoemd in het Rapport-1975. Ze zijn echter in dit Rapport-1979

toegelicht en waar nodig duidelijker geformuleerd; daarna worden zij nog eens in hun geheel weergegeven. De mate waarin aan sommige van de criteria zal worden voldaan zal mede bepalen hoeveel KSA in de desbetreffende koepel kan worden opgeslagen.

Het geheel zal moeten worden geëvalueerd in het licht van de kennis die dan aanwezig is over steenzoutafzettingen, de mijnbouw en de invloed van de warmteproduktie van het KSA. Op die wijze wordt het mogelijk de veiligheid op een verantwoorde wijze te beoordelen.

2.6. Het radioactieve afval dat geschikt is om in de diepzee te storten kan ook op land worden opgeslagen. In de vorm en verpakking vereist voor de diepzeestorting kan dit zonder bezwaar gedurende ongeveer 15 jaar geschieden. Voor Nederland is, zoals uit het Rapport-1975 blijkt, op algemene milieuhygiënische gronden blijvende bovengrondse opslag of het begraven op geringe diepte tot nog toe niet in overweging genomen. Hierbij kan worden aangetekend dat deze methode in verscheidene andere landen voor sommige soorten radioactief afval wel wordt toegepast. Indien de omstandigheden betere verwijderingsmethoden, zoals storten in de diepzee of de opberging in zout, onmogelijk zouden maken, zou deze mogelijkheid voor Nederland nader moeten worden onderzocht.

2.7. De opwerkingsfabrieken in het buitenland hebben het recht het KSA terug te zenden naar Nederland nadat het in vaste vorm is gebracht en degelijk is verpakt in roestvaststalen bekleding. Het is niet zeker dat die fabrieken ook inderdaad van het recht tot terugzending gebruik zullen maken. Op grond van de stand van zaken bij de opwerking (o.a. contractbepalingen en opwerkingscapaciteit) is terugzending in ieder geval niet voor 1990 mogelijk en waarschijnlijk pas omstreeks 1995 te verwachten. Indien een besluit over de aanleg van een opslagmijn zou worden aangehouden bij voorbeeld om de resultaten van de onderzoekingen naar de verschillende verwijderingsmethoden af te wachten, of indien een opslagtermijn om andere redenen tegen die tijd nog niet beschikbaar zou zijn, zal dit afval bij eventuele terugzending tijdelijk bovengronds moeten worden opgeslagen. Werkgroep E heeft de mogelijkheid daarvan bestudeerd. Voor een dergelijke tijdelijke opslag zouden dan òf bij de kerncentrales òf elders speciale voorzieningen moeten worden getroffen. Technisch gezien kan een tijdelijke opslag van KSA worden voortgezet zolang zeker is dat een aantal voorzieningen in stand blijft en het opslaggebouw daarvoor geschikt wordt gehouden.

De splijtstofhulzen en het bedrijfsafval die bij de opwerking worden verkregen kunnen eveneens worden teruggezonden. Opslag van dit afval levert geen bijzondere problemen op, al moet de opslagfaciliteit wel aan een aantal veiligheidseisen voldoen.

2.8. Naast opberging in een zoutkoepel wordt een aantal andere mogelijkheden om KSA uit de leefomgeving te verwijderen, in internationaal verband onderzocht. Omvangrijk onderzoek vindt onder meer plaats in de Verenigde Staten, Canada en in de landen van de Europese Gemeenschap. Zoals eerder vermeld betreft dit onderzoek naar opslag in diverse geologische formaties, opberging in de diepzeebodem en afscheiding van actiniden, gevolgd door transmutatie of naar de ruimte brengen.

Voor Nederland zouden de volgende mogelijkheden van belang kunnen zijn:

- opslag door begraven in de diepzeebodem;
- opslag in een zoutkoepel onder de Noordzeebodem;
- opslag door middel van boorgaten in zeer diepgelegen geologische formaties.

Wat het begraven in de diepzeebodem betreft is, in samenwerking tussen de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Japan, een onderzoekproject tot stand gekomen. Het verdient aanbeveling, dat Nederland aan

dit project gaat deelnemen. Het internationale onderzoek zal vermoedelijk omstreeks 1990 zo ver zijn, dat een uitspraak over het verwerkelijken van deze mogelijkheid kan worden gedaan. De mogelijkheid van opslag in een zoutkoepel onder de Noordzee waarvoor de aanleg van een kunstmatig eiland nodig is, is zo kostbaar, dat deze alleen in internationale samenwerking zou kunnen worden gerealiseerd. Een dergelijke internationale samenwerking kan alleen tot stand komen, indien de deelnemende landen er bij voorbaat van verzekerd zijn, dat zij het KSA en ander radioactief afval uit hun landen in die zoutkoepel zullen mogen opbergen. Hoewel het onderzoek zelf waarschijnlijk niet veel meer tijd zal vergen dan onderzoek te land, zal het tot stand brengen van de internationale samenwerking wel geruime tijd vergen, zodat bij een keuze voor deze optie met de mogelijkheid van een langdurige tijdelijke opslag rekening moet worden gehouden.

De mogelijkheid van opslag door middel van boorgaten in zeer diepgelegen, voor mijnbouw niet toegankelijke geologische formaties zal nog veel onderzoek en de ontwikkeling van daarvoor nodige technieken vragen. Het is nu nog niet mogelijk een schatting te maken van de tijd die hiervoor nodig is.

2.9. De onder 2.1c genoemde splijtstofelementen van de lichtwater reactoren kunnen in een inrichting voor tijdelijke bovengrondse opslag in ieder geval 15 jaar en vermoedelijk enige tientallen jaren worden bewaard. Daarna zullen de splijtstofelementen hetzij opgewerkt hetzij geschikt gemaakt moeten worden voor definitieve verwijdering. In het kader van de internationale studie over de splijtstofcycli (INFCE) zal aan deze problematiek aandacht worden geschonken. Wanneer de INFCE-studie omstreeks 1980 zal zijn afgerond kan deze kwestie opnieuw aan de orde worden gesteld.

2.10. Over de verdere evaluatie van de opberging van radioactief afval in een zoutafzetting hier te lande kan het volgende worden gesteld. Er zijn daarover thans voldoende voorbereidende studies verricht; het is nu zaak dat met het veldonderzoek kan worden begonnen, dat wil zeggen met het geohydrologische en geologische onderzoek en in het bijzonder ook met het boorkernonderzoek. Ongeveer twee jaar na het begin van dit veldonderzoek kan een definitief evaluatierapport worden opgesteld. Ter verdere voorbereiding van deze evaluatie kunnen nog enkele theoretische studies worden afgerond.

Hoofdstuk I. Inleiding

1.1. De ICK wil in deze inleiding allereerst het doel, de betekenis en het internationale kader van de verschillende studies en analyses op dit terrein kort weergeven. De verwerkingsmethoden voor radioactief afval en de methoden voor definitieve verwijdering uit de biosfeer van dat deel van het afval dat gedurende lange tijd schadelijk wordt geacht, zijn in vrijwel alle landen met een kernenergetische ontwikkeling onderwerp van studie. Nederland neemt deel aan diverse internationale samenwerkingsverbanden. Daarvan moeten speciaal die worden genoemd die georganiseerd zijn door de Europese Gemeenschap, de OESO (NEA), de IAEA en de INFCE. Uit de vele rapporten van deskundigen komt naar voren dat er veel technische mogelijkheden zijn om zich van het radioactief afval te ontdoen. Het doel van de studies is uit de verschillende mogelijke opslag- en verwijderingsmethoden die te kiezen die gelet op de lokale situatie de grootst mogelijke garanties bieden dat het radioactief afval niet in de biosfeer zal terugkeren of in elk geval niet eerder dan nadat door radioactief verval de activiteit tot een niveau is afgenomen dat voor het levensmilieu onschadelijk is.

Ten aanzien van het kernsplijtingsafval (KSA) kan worden gesteld, dat deskundigen algemeen, zowel nationaal als internationaal, als optimale methode van verwijdering zien opslag in diepliggende stabiele geologische formaties. Daarbij wordt rekening gehouden met een interimopslagperiode die varieert van 10 tot 100 jaar. Het nadeel van een bovengrondse opslag is dat deze gevoeliger is voor een eventuele verstoring van de maatschappelijke structuur. Het voordeel is de mogelijkheid van controle en van eventueel ingrijpen. Bovendien is door verlenging van de interimperiode een voortgezette studie en optimalisatie van de definitieve verwijdering mogelijk.

1.2. Ter zake van de rapportering zij vermeld dat het onderhavige rapport (Rapport-1979) een vervolg is op het rapport: «Eerste Interimrapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland», dat de Interdepartementale Commissie voor de de Kernenergie (ICK)/Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen in 1977 uitbracht (Rapport-1977). In dit rapport was tevens opgenomen een «Statusbericht risico-analyse in zoutvoorkomens». Het Rapport-1977 was op zijn beurt een vervolg op het rapport: «Radioactieve afvalstoffen in Nederland bij een vermogen aan kernenergiecentrales van 3500 MWe», dat de genoemde Subcommissie in 1975 uitbracht (Rapport-1975).

1.3. In het Rapport-1975, is de methode uiteengezet die tot nu toe wordt gevolgd om radioactief afval in de diepzee (op 4000 à 5000 meter diepte) te storten. Dit betreft afval dat daarvoor geschikt is en dat deugdelijk verpakt is. Te voorzien was toen reeds dat na het opwerken – in het buitenland – van gebruikte splijtstofelementen, ook het KSA te zijner tijd zou kunnen worden teruggezonden. Daarom werd in het Rapport-1975 aandacht aan de opslag en verwijdering van dit afval besteed. Het KSA bevat nl. verreweg het grootste deel van de splijtingsprodukten en van de langlevende actiniden die na de opwerking overblijven.

1.4. Als andere keuze voor het storten van radioactief afval in zee werd in Rapport-1975 opslag op land genoemd. Bij de opslag op land werd onderscheid gemaakt tussen een tijdelijke bovengrondse opslag en een definitieve opslag in een diepgelegen, stabiele geologische formatie. Voor Nederland werd daarbij aan de in Noordoost-Nederland voorkomende zoutkoe-

pels gedacht. Daarin zou zowel het KSA als het overige radioactieve afval kunnen worden opgeslagen. Als andere mogelijkheden, die nog in andere landen of in internationaal verband in studie waren, werden genoemd het transport naar de zon per ruimtevoertuig en de omzetting van langlevende nucliden in kortlevende.

1.5. In het Rapport-1977 werd gemeld dat vijf werkgroepen[2] waren ingesteld om de mogelijkheden tot definitieve verwijdering van radioactief afval te onderzoeken, in het bijzonder de mogelijkheid en de aanvaardbaarheid van opslag in steenzoutafzettingen. Het rapport bevatte een overzicht van de resultaten van de werkzaamheden die al waren verricht. Ook werd een tijdschema voor het onderzoekprogramma ontworpen, dat met inbegrip van de proefboringen in het steenzout vijf jaren zou omvatten. Voorts werd geraamd dat met het uitwerken van de plannen voor de opbergmijn, het verkrijgen van de vereiste vergunningen en het treffen van de nodige infrastructurele voorzieningen ook ongeveer vijf jaren gemoeid zouden zijn en dat het aanleggen van de mijn nog zeker vijf jaren zou vergen. Een opbergmijn zou dus pas 15 jaren na het begin van het onderzoek in bedrijf kunnen worden genomen.

1.6. Het nu uitgebrachte Rapport-1979, geeft een samenvattend overzicht van de studies die de bovenbedoelde werkgroepen hebben verricht. In een aantal bijlagen bij dit rapport zijn nadere bijzonderheden van deze studies opgenomen. Mede naar aanleiding van kritsiche opmerkingen van de laatste jaren wordt op een aantal onderwerpen dieper ingegaan. Verder is een groot aantal gegevens over onderzoekingen in het buitenland gebruikt. Deze werden vooral verkregen door middel van de verschillende internationale samenwerkingsverbanden.

Het nu uitgebrachte rapport is door de ICK vastgesteld na overleg met de Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen en de voorzitters van de diverse werkgroepen. De ICK heeft aan de rapportage van de subcommissie en haar werkgroepen toegevoegd een verduidelijking van de criteria die in het Rapport-1975 werden vermeld, een overzicht van het internationale onderzoek, een opsomming van alternatieve opbergmethoden, zomede de samenvatting en conclusies.

1.7. In het Rapport-1975 werd overwogen dat geologische formaties die daarvoor geschikt zijn, een zeer goede en wellicht volledige isolatie van de leefomgeving kunnen garanderen. In Nederland leken de uit steenzoutafzettingen gevormde zoutkoepels daarvoor goede vooruitzichten te bieden. Verder onderzoek daarnaar werd noodzakelijk geacht. De voorstellen die in Rapport-1977 werden gedaan over een onderzoekprogramma konden nog niet worden uitgevoerd. Voorgesteld was rondom een of meer van de zoutkoepels die in het rapport werden genoemd eerst geohydrologisch onderzoek te doen plaatsvinden en deze later te doen volgen door proefboringen in het zout.

1.8. Bij discussies in de Tweede Kamer in november 1978 is van de zijde van de Kamer gesteld dat er voldoende duidelijkheid dient te bestaan over de opzet van het onderzoek en over de criteria waaraan de resultaten zullen worden getoetst. Ook werd erop aangedrongen om duidelijk aan te geven wat eventuele andere mogelijkheden zijn voor de opberging van het radioactieve afval. In hoofdstuk IV wordt daarom een uiteenzetting gegeven over het nog uit te voeren onderzoekprogramma en hoofdstuk V bevat een toelichting op de in Rapport-1975 vermelde criteria waaraan een zoutkoepel moet voldoen. Daarbij is een aantal criteria verduidelijkt, waarna alle criteria nog eens worden opgesomd.

[2] Werkgroep A: financiële, organisatorische en juridische vraagstukken
Werkgroep B: onderzoek zoutvoorkomens
Werkgroep C. mijnbouwtechnische vraagstukken
Werkgroep D: risico-analyses
Werkgroep E: bovengrondse interimopslag.

Hoofdstuk VI bevat een overzicht van internationale onderzoekingen, terwijl in hoofdstuk VII nader wordt ingegaan op het vraagstuk van andere opbergmethoden dan in geologische formaties te land. Hierbij wordt echter aangetekend dat eventuele alternatieve oplossingen in het buitenland voorshands zeker niet voor Nederland toegankelijk zullen zijn. In vrijwel alle landen wordt immers het opbergen van radioactief afval uit andere landen voorlopig niet aanvaard.

Hoofdstuk II. De huidige situatie met betrekking tot radioactief afval en toekomstige ontwikkelingen

2.1. Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) is krachtens de Kernenergiewet erkend als ophaaldienst voor het radioactieve afval dat als gevolg van vergunningsvoorschriften of wettelijke bepalingen niet op het oppervlaktewater mag worden geloosd of niet als normaal huishoudelijk afval mag worden behandeld. Het ECN verwerkt en verpakt het afval zodanig (conditionering) dat het geschikt is om in de diepzee te worden gestort of in afwachting daarvan te worden opgeslagen. De conditionering van het afval heeft tot doel dat zowel bij opslag en vervoer als na de storting in zee de grootst mogelijke garanties bestaan voor de veiligheid van mens en milieu.

Tabel 1[3] geeft een overzicht van de huidige hoeveelheden radioactief afval en van de hoeveelheden die verwacht kunnen worden indien de voorziene uitbreiding met drie kerncentrales van 1000 MW(e) tot stand zou komen. Kolom A in de tabel geeft de hoeveelheden afval die bij het ECN ontstaan en die, welke via de ophaaldienst worden ingezameld. Kolom B geeft het afval dat bij de twee reeds aanwezige kerncentrales ontstaat. In laboratoria (incl. het ECN), industriële ondernemingen en ziekenhuizen ontstaat per jaar ongeveer 450 m^3 laag actief vast afval (LAVA). Bij de twee bestaande kerncentrales ontstaat ongeveer 310 m^3 LAVA (zie regel 1, kolommen A en B van tabel 1). Het LAVA wordt voor zover mogelijk geperst en in stalen 200-liter vaten in beton gevat.

Het ingezamelde HAVA/MAVA (hoog en middel actief vast afval) (regel 2, tabel 1) wordt bij het ECN opgeslagen totdat de activiteit zover vervallen is, dat het als LAVA op de hierboven aangegeven wijze verwerkt kan worden.

Vloeibaar anorganisch afval (regel 3, tabel 1) wordt gezuiverd. Daarna wordt de restvloeistof via een pijpleiding in de Noordzee geloosd. Het bij de zuivering achtergebleven radioactieve afval wordt in 200-liter vaten met cement gemengd en in een vaste toestand gebracht. Afgedankte ingekapselde bronnen (regel 4, tabel 1) worden in 200-liter vaten in beton gevat en in zee gestort. Bij het ECN wordt het hierboven besproken afval verwerkt tot ongeveer 3000 vaten van 200 liter per jaar.

Vloeibaar organisch afval (regel 5, tabel 1) wordt tezamen met de besmette oliën die van de kerncentrales afkomstig zijn (regel 6, tabel 1) opgeslagen in afwachting van de bouw van een verbrandingsoven, waarvoor een vergunningsaanvraag loopt.

Nat afval afkomstig van de kerncentrales, ongeveer 70 m^3 per jaar (regel 7, tabel 1), wordt voor het grootste gedeelte in een 200-liter vat óf met cement óf met polyethyleen vermengd, zodat een blok vast afval ontstaat. Dit vat wordt vervolgens in een 1000-liter betonnen container verpakt. De verwerking en de verpakking van dit afval geschiedt bij de centrales. Per jaar worden ongeveer 350 van deze containers gemaakt en bij het ECN opgeslagen, in afwachting van de jaarlijkse storting in zee. Het niet-verwerkte afval blijft bij de centrales in tanks opgeslagen.

Besmette hulpstukken (regel 8, tabel 1) worden gemengd met gecementeerd nat afval en in 100-liter containers bij de centrales of in 200-liter vaten bij het ECN verpakt. De geactiveerde componenten en filterkaarsen (dat zijn de filters die de radioactieve stoffen vasthouden) (regel 9, tabel 1) worden momenteel bij de centrales gedurende enige jaren opgeslagen teneinde een

[3] Tabel 1 is dubbel opgenomen, eenmaal met de nog gebruikelijke curies en eenmaal met de thans verplichte SI-eenheden.

groot deel van de radioactiviteit te laten vervallen. Daarna kunnen deze materialen eveneens in 1000-liter containers verpakt in zee gestort worden.

In kolom C zijn de totalen bij de huidige situatie vermeld.

In kolom D zijn de extra hoeveelheden afval aangegeven waarop gerekend moet worden indien het principebesluit voor de bouw van drie kerncentrales van 1000 MW(e) elk zou worden uitgevoerd.

In kolom E staan ten slotte de dan te verwachten totalen. Indien de huidige verwerkings- en verwijderingstechnieken worden voortgezet zouden, rekening houdend met de nieuwe afvalpers die in 1979 bij het ECN in bedrijf wordt genomen, na de installatie van de genoemde 3000 MW(e) per jaar 4500 vaten van 200 liter en, afhankelijk van de toegepaste verwerkingsmethode (polyethyleen of cement), 1400 resp. 3500 containers van 1000 liter in zee moeten worden gestort. De stortingen in zee kunnen ten gevolge van de weersgesteldheden alleen in de zomermaanden plaatshebben. Daarom moet dit afval steeds tussentijds worden opgeslagen.

2.2. Bij het opwerken van de splijtstofelementen in het buitenland ontstaat eveneens radioactief afval, in het bijzonder het KSA. Thans wordt bij de contracten daarover bepaald dat de opwerkingsfabrieken het recht hebben een evenredig deel van het totale afval dat bij de opwerking ontstaat terug te zenden. Het kan nog niet worden voorzien in hoeverre na 1990 inderdaad van dit recht gebruik zal worden gemaakt. De hoeveelheden waar het bij een nucleair vermogen van 3500 MW(e) om zou gaan zijn samengevat in tabel 2. Daar worden de volgende vier soorten afval onderscheiden:

2.2.1. Kernsplijtingsafval (KSA), bestaande uit splijtingsprodukten en actiniden zoals americium, curium en ongeveer 1% van het uranium en plutonium, die in de afgewerkte splijtstofelementen voorkomen. Dit afval zal volgens de thans gebruikte procédés, tot cylinders van glas of keramisch materiaal zijn verwerkt, die met roestvaststaal worden bekleed. De gegeven volumina zijn gebaseerd op 9 gewichtsprocenten KSA in de glascylinders. In het Rapport-1975 en in de berekeningen van de Werkgroep C en D werden 20 gewichtsprocenten KSA aangenomen. Het lagere percentage (9%) heeft geen invloed op de totale warmtebelasting van de koepel, maar het beïnvloedt wel in gunstige zin de resultaten van de berekeningen van het radiologische risico.

2.2.2. Splijtstofhulzen en roosters in de categorie hoog actief vast afval (HAVA).

2.2.3. Een evenredig deel van het HAVA en middel actief vast afval (MAVA), afkomstig van het bedrijf en onderhoud der opwerkingsfabrieken. Dit materiaal wordt waarschijnlijk deels verpakt in metalen cylinders, deels in beton gevat verpakt in vaten van 200-liter inhoud waarvan sommige indien nodig een extra betonafscherming ter vermindering van de uitwendige straling krijgen.

2.2.4. Voorlopig is nog niet voorzien in het zuiveren van de te lozen lucht bij de opwerkingsfabrieken van krypton-85. Hoewel de stralingsdoses ten gevolge van de verspreiding van dit nuclide in de atmosfeer gering zijn, worden met het oog op een toekomstige sterke uitbreiding van de toepassing van kernenergie in een aantal landen onderzoekingen uitgevoerd naar de mogelijkheden en de voor- en nadelen van een eventueel afvangen van het krypton-85 gevolgd door opslag. Het lijkt voorbarig reeds nu op de resultaten van deze onderzoekingen vooruit te lopen. Volledigheidshalve is het krypton wel in tabel 2 opgenomen.

2.3. Stortingen in zee van radioactief afval vallen onder het regime van het «Verdrag ter voorkoming van verontreiniging van de zee door het storten van afval en vuil», aangeduid als het Verdrag van Londen (Trb. 1973,

172). Dit verdrag bepaalt dat, indien vergunning wordt verleend voor het storten van radioactief afval, ten volle rekening moet worden gehouden met de aanbevelingen zoals gegeven door de Internationale Atoomorganisatie te Wenen (IAEA). De IAEA heeft daartoe studies laten doen naar de volksgezondheids- en milieuaspecten van het storten van radioactief afval in zee. Op grond hiervan zijn, onder met opzet zeer ongunstig gehouden veronderstellingen, gewichtshoeveelheden en activiteiten vastgesteld die, indien deze jaarlijks in de oceaan worden gebracht, noch op korte termijn noch over zeer lange perioden, onaanvaardbare blootstelling aan straling of besmetting voor mens en milieu zouden veroorzaken. Volgens de definitie van de IAEA vormt hetgeen deze hoeveelheden en activiteiten te boven gaat in de terminologie van het Verdrag van Londen de «sterk radioactieve afvalstoffen die ongeschikt zijn voor storting in zee».

Voor Nederland is in het kader van het Verdrag van Londen, te zamen met een groot aantal andere landen binnen de OESO door een raadsbesluit een regionale samenwerking tot stand gekomen over het storten van radioactief afval in zee. Deze samenwerking bevat een regeling voor internationale raadpleging en mededeling over, alsmede internationaal toezicht op, de stortingsoperaties. Dit OESO-mechanisme is een voortzetting van een samenwerkingsverband dat bestond vóórdat het Verdrag van Londen van kracht werd en op grond waarvan door de NEA (het onder de OESO ressorterende Nuclear Energy Agency) stortingen in zee werden uitgevoerd. In tabel 3 is een overzicht te vinden van de hoeveelheden en activiteiten zoals die thans volgens de IAEA-definitie van «sterk radioactieve afvalstoffen ongeschikt voor storting in zee» de overeengekomen bovengrens vormen voor de jaarlijkse stortingen. Uit de daaronder vermelde hoeveelheden en activiteiten die de laatste vijf jaren daadwerkelijk in totaal gestort zijn, volgt dat de activiteiten die het risico bepalen ver beneden de overeengekomen limieten liggen en dat het Nederlandse aandeel daarin zeer gering is. Men mag dan ook concluderen dat deze stortingen uit milieu-hygiënisch standpunt aanvaardbaar zijn.

Tabel 1 (uitgedrukt in curie)

Totaal jaarlijks aanbod aan radioactief afval
(exclusief zgn. opwerkings- en ontmantelingsafval)

	A		B				C		D		E	
	ECN: HUIDIGE PRODUKTEN EXCL. KERNCENTRALES (ECN + OPHAALDIENST)		DODEWAARD		BORSSELE		ECN DODEWAARD BORSSELE		3 x 1000 MWe		ECN DODEWAARD BORSSELE 3 x 1000 MWe	
Soort afval	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume
1. LAVA ('lab. afval')	5 Ci	450 m^3	1 Ci	100 m^3	2 Ci	210 m^3	8 Ci	760 m^3	9 Ci	945 m^3	17 Ci	1705 m^3
2. MAVA/HAVA ('lab. afval')	110 Ci	12 m^3					110 Ci	12 m^3			110 Ci	12 m^3
3. Vloeibaar anorganisch afval	tientallen Ci	3700 m^3					tientallen Ci	3700 m^3			tientallen Ci	3700 m^3
4. Ingekapselde bronnen	700 Ci	gering					700 Ci	gering			700 Ci	gering
5. Vloeibaar organisch afval	enkele mCi	30 m^3					enkele mCi	30 m^3			enkele mCi	30 m^3
6. Besmette oliën			enkele mCi	< 1 m^3	enkele mCi	1 m^3	enkele mCi	2 m^3	enkele mCi	6 m^3	tiental mCi	8 m^3
7. Nat afval in opslagtanks			115 Ci	18 m^3	350 Ci	52 m^3	465 Ci	70 m^3	2550 Ci	315 m^3	3015 Ci	385 m^3
8. Besmette hulpstukken			5 Ci	< 1 m^3	20 Ci	< 1 m^3	25 Ci	1 m^3	90 Ci	3 m^3	115 Ci	4 m^3
9. Geactiveerde componenten en filterkaarsen			tot kCi	< 1 m^3	tiental kCi	< 1 m^3	tiental kCi	1 m^3	tientallen kCi	1 m^3	tientallen kCi	2 m^3

— N.B.: Alle opgegeven hoeveelheden hebben betrekking op onbewerkt en ongeperst afval t.g.v. normale bedrijfsvoering.
— De indeling LAVA, MAVA en HAVA is gebaseerd op het (maximale) stralingsniveau aan het oppervlak van het collo (vat) waarin het afval wordt aangeboden ter verwerking (IAEA transportindeling): LAVA = laag actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo lager dan 200 milliröntgen per uur;
MAVA = middel actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo tussen 200 en 2000 milliröntgen per uur;
HAVA = hoog actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo hoger dan 2000 milliröntgen per uur.
Van de categorie LAVA is gemiddeld 80% persbaar of 50% brandbaar, terwijl 10% niet brandbaar of persbaar is. Momenteel is een gemiddelde persfactor van 4 haalbaar. Binnenkort wordt deze verhoogd tot ± 10. Het soortelijk gewicht van het (ongeperste) LAVA bedraagt ongeveer 0,2.
De persfactor is gedefinieerd als de totale volumereductie van het afval voordat het definitief in beton wordt verwerkt.
— 'Laboratorium-afval' bestaat voornamelijk uit besmette kleding, schoonmaak-, verpakkings-, laboratorium- en allerhande hulpmaterialen.
— Nat afval in opslagtanks bestaat uit harsen, sludges, concentraten e.d. afkomstig uit waterbehandelingsinstallaties van kernenergiecentrales. Van dit afval is de opgegeven activiteit exclusief de activiteit van de kortlevende nucliden welke in enkele maanden grotendeels vervallen zijn, met name J–131, Cr–51, Co–58, Mn–54 en Fe–59. De activiteit van deze kortlevende nucliden maakt bij het 'ontstaan' van het afval ongeveer 80% uit van de totaalactiviteit. De voornaamste resterende nucliden zijn Co–60, Cs–134 en Cs–137.
— Voor de categorie geactiveerde componenten heeft de hoeveelheid betrekking op een jaargemiddelde berekend over langere tijd.
— 1 curie = 3,7 . 10^{10} becquerel.

Tabel 1 (SI-eenheden)

Totaal jaarlijks aanbod aan radioactief afval
(exclusief zgn. opwerkings- en ontmantelingsafval)

	A		B				C		D		E	
	ECN: HUIDIGE PRODUKTEN EXCL. KERNCENTRALES (ECN + OPHAALDIENST)		DODEWAARD		BORSSELE		ECN DODEWAARD BORSSELE		3 x 1000 MWe		ECN DODEWAARD BORSSELE 3 x 1000 MWe	
Soort afval	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume	Activiteit	Volume
1. LAVA ('lab. afval')	0.2 TBq	450 m^3	0.04 TBq	100 m^3	0.07 TBq	210 m^3	0.3 TBq	760 m^3	0.3 TBq	945 m^3	0.6 TBq	1705 m^3
2. MAVA/HAVA ('lab. afval')	4 TBq	12 m^3					4 TBq	12 m^3			4 TBq	12 m^3
3. Vloeibaar anorganisch afval	enkele TBq	3700 m^3					enkele TBq	3700 m^3			enkele TBq	3700 m^3
4. Ingekapselde bronnen	25 TBq	gering					25 TBq	gering			25 TBq	gering
5. Vloeibaar organisch afval	tientallen MBq	30 m^3					tientallen MBq	30 m^3			tientallen MBq	30 m^3
6. Besmette oliën			tientallen MBq	< 1 m^3	tientallen MBq	1 m^3	tientallen MBq	2 m^3	tientallen MBq	6 m^3	tot GBq	8 m^3
7. Nat afval in opslagtanks			4 TBq	18 m^3	13 TBq	52 m^3	17 TBq	70 m^3	95 TBq	315 m^3	112 TBq	385 m^3
8. Besmette hulpstukken			0.2 TBq	< 1 m^3	0.7 TBq	< 1 m^3	0.9 TBq	1 m^3	3.3 TBq	3 m^3	4.2 TBq	4 m^3
9. Geactiveerde componenten en filterkaarsen			tientallen TBq	< 1 m^3	tot PBq	< 1 m^3	tot PBq	1 m^3	enkele PBq	1 m^3	enkele PBq	2 m^3

— N.B.: Alle opgegeven hoeveelheden hebben betrekking op onbewerkt en ongeperst afval t.g.v. normale bedrijfsvoering.

— *De indeling LAVA, MAVA en HAVA is gebaseerd op het (maximale) stralingsniveau* aan het oppervlak van het collo (vat) waarin het afval wordt aangeboden ter verwerking (IAEA transportindeling): LAVA = laag actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo lager dan 200 milliröntgen per uur;
MAVA = middel actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo tussen 200 en 2000 milliröntgen per uur;
HAVA = hoog actief vast afval met een oppervlakte-exposietempo hoger dan 2000 milliröntgen per uur.
Van de categorie LAVA is gemiddeld 80% persbaar of 50% brandbaar, terwijl 10% niet brandbaar of persbaar is. Momenteel is een gemiddelde persfactor van 4 haalbaar. Binnenkort wordt deze verhoogd tot ± 10. Het soortelijk gewicht van het (ongeperste) LAVA bedraagt ongeveer 0,2.
De persfactor is gedefinieerd als de totale volumereductie van het afval voordat het definitief in beton wordt verwerkt.

— 'Laboratorium-afval' bestaat voornamelijk uit besmette kleding, schoonmaak-, verpakkings-, laboratorium- en allerhande hulpmaterialen.

— Nat afval in opslagtanks bestaat uit harsen, sludges, concentraten e.d. afkomstig uit waterbehandelingsinstallaties van kernenergiecentrales. Van dit afval is de opgegeven activiteit exclusief de activiteit van de kortlevende nucliden welke in enkele maanden grotendeels vervallen zijn, met name J–131, Cr–51, Co–58, Mn–54 en Fe–59. De activiteit van deze kortlevende nucliden maakt bij het 'ontstaan' van het afval ongeveer 80% uit van de totaalactiviteit. De voornaamste resterende nucliden zijn Co–60, Cs–134 en Cs–137.

— Voor de categorie geactiveerde componenten heeft de hoeveelheid betrekking op een jaargemiddelde berekend over langere tijd.

Tabel 2. De te verwachten hoeveelheden opwerkingsafval 3500 MW(e) kernenergieprogramma[1]

	Soort	Verpakking	m^3/jaar	MCI/jaar [2] (na 10 jaar)
1	KSA in glas	metalen cylinders	19	40 ($1,5 \times 10^6$ TBq)[3]
2	HAVA (hulzen, roosters)	metalen cylinders	50	1 ($3,7 \times 10^4$ TBq)[5]
3	Bedrijfsafval:			
	HAVA	metalen cylinders	28	0,2 ($7,4 \times 10^3$ TBq)[5]
	MAVA	200 liter vaten	224	0,02 ($7,4 \times 10^2$ TBq)[5]
4	Edelgassen[4]	gascylinders	3	0,5 ($1,9 \times 10^4$ TBq)[5]

[1] Er is rekening gehouden met een produktierendement van 100%, een opbrand van 33 GWd/ton, een specifiek vermogen van 29,5 MW/ton en een verrijking van 3,3% uraan–235.
[2] Tussen haakjes is de waarde in terabecquerel (TBq; 1 TBq = 10^{12} Bq) per jaar.
[3] De warmteproduktie is ongeveer 8 KW per m^3.
[4] Indien tot afvangen zou worden besloten: hiervan is 0,5 vol% het radioactieve Krypton–85.
[5] N.B. In het rapport van Werkgroep E zijn deze activiteiten gegeven 1 jaar na het gebruik van de splijtstof in plaats van 10 jaar en zijn daardoor hoger.

Tabel 3. Overzicht IAEA-grenzen en feitelijke stortingen in de laatste vijf jaren op de internationale stortplaats in de Atlantische Oceaan

	Gewicht (ton)		Alpha activiteit (curie)*		Bèta-gamma activiteit (curie)*		Tritium (curie)*	
IAEA-jaarlimiet	100 000		100 000	($3,7.10^3$)	10^7	($3,7.10^5$)	10^{11}	($3,7.10^9$)
jaar	totale storting	Nederlands aandeel	totale storting	Nederlands aandeel	totale storting	Nederlands aandeel	totale storting	Nederlands aandeel
1974	2270	500	420 (16)	1 (0,04)	± 1 000 (37)	570 (21)	100 000 (3700)	gering
1975	4460	900	780 (29)	15 (0,06)	30 500 (1130)	90 (3,3)	30 000 (1100)	400 (15)
1976	6770	1911	880 (33)	1 (0,04)	32 500 (1200)	880 (33)	21 000 (780)	100 (3,7)
1977	5600	3015	950 (35)	9 (0,3)	36 300 (1340)	400 (15)	31 900 (1180)	200 (7,4)
1978	8040	1560	1100 (41)	5 (0,2)	43 030 (1590)	1065 (39)	35 600 (1320)	475 (28)

— De alpha activiteit voor Ra–226 is in de IAEA-definitie beperkt tot 10 000 Ci (370 TBq) per jaar.
— * de getallen tussen haakjes zijn in terabecquerel gegeven.
1 terabecquerel (TBq) = 27 curie (Ci).

Hoofdstuk III. Rapporten van de werkgroepen

Sedert het vaststellen van het Rapport-1977 hebben de werkgroepen voor zover mogelijk hun werkzaamheden voortgezet en daarover gerapporteerd. Hieronder volgt een overzicht van de stand van zaken aan het eind van 1978.

3.1. Werkgroep A – Financiële, organisatorische en juridische aspecten

3.1.1. Deze werkgroep heeft zich nader beraden over de vraag of het vervoer en de behandeling van radioactief afval en het beheer van een definitieve opslagplaats opgedragen zou dienen te worden aan een afzonderlijk lichaam of deel zou moeten uitmaken van de taken van de rechtspersoon die in de Energienota van 1974 voor de bouw van kerncentrales en bepaalde exploitatiehandelingen was voorzien en waarin de overheid ten aanzien van die handelingen een beslissende stem zou hebben.

De werkgroep doet in haar rapport geen uitspraak over de meest gewenste rechtsvorm. Naar het oordeel van de ICK blijkt echter uit de gemaakte om een afzonderlijk lichaam met het afvalbeheer te belasten, maar dat het wel wenselijk moet worden geacht. Hierbij wijst de werkgroep erop, dat in het algemeen voor bedrijven, ziekenhuizen en onderzoekinstellingen de behandeling en verwijdering van radioactief afval een lastige en ongewenste nevenactiviteit is. Daarom wordt het wenselijk gevonden dit werk bij een organisatie onder te brengen voor wie het een hoofdtaak is. Nu al zijn trouwens de hoeveelheden radioactief afval zo groot dat de behandeling ervan nauwelijks nog als een neventaak kan worden verricht. Dit betekent dat zeker wanneer tot uitbreiding van het nucleaire vermogen zou worden overgegaan de afvalbehandeling en -berging in elk geval een hoofdtaak van de betrokken organisatie dient te zijn. De werkgroep wijst erop dat voor de in de Energienota 1974 bedoelde rechtspersoon een bepaalde samenstelling van het bestuur wenselijk wordt geacht. Voor de organisatie van het afvalbeheer moet echter aan een andere bestuurssamenstelling worden gedacht. Ook daarom vindt de werkgroep afzonderlijke lichamen voor bedoelde taken gewenst.

3.1.2. De werkgroep behandelt ook de vraag van de rechtsvorm voor het afvalbeheerslichaam. Zij bespreekt de voor- en nadelen van de vorm van een rijksdienst, een stichting, een NV of BV, in het bijzonder ook een structuur-NV of -BV.

De werkgroep doet in haar rapport geen uitspraak over de meest gewenste rechtsvorm. Naar het oordeel van de ICK blijkt echter uit de gemaakte analyse dat onder de huidige omstandigheden alleen een rijksdienst of een stichting, waarin de rijksoverheid beslissende bevoegdheden heeft, aanvaardbaar is te achten. Bij de rechtsvorm van een NV of een BV komt, zoals uit het rapport van de werkgroep blijkt, vrijwel zeker alleen die van een «structuur»-NV of -BV in aanmerking. De commissarissen, ook degenen die van overheidswege worden benoemd, moeten echter krachtens de wettelijke bepalingen het belang van de vennootschap en de daarmee verbonden onderneming dienen. Om die reden zullen naar het oordeel van de ICK de minister tot wier ambtsgebied het vervoer, de behandeling en de opslag van radioactief afval behoren, de verantwoordelijkheid voor het beleid dat de betrokken NV of BV voert onvoldoende kunnen dragen.

Een organisatie met een rechtsvorm zoals werkgroep A aangeeft kan uiteraard ook dienen voor een orgaan zoals werkgroep C voor het mijnproject bedoelt. In haar aanvulling spreekt de werkgroep C in dit verband van een soort «authority». Zij geeft daarbij geen nadere omschrijving van dit begrip. Volgens mondeling gegeven toelichting denkt zij hierbij aan een overheidsorgaan met een omvangrijke uitvoerende doch geen toezichthoudende taak. Op het gebied van de kernenergie is een «authority» een orgaan, dat zowel belast is met onderzoek en ontwikkeling als met het toezicht. Een dergelijk orgaan werd voor het eerst ingesteld in de Verenigde Staten, later gevolgd door dergelijke instellingen in het Verenigd Koninkrijk en in Frankrijk. De vraag of er op het gebied van de kernenergie een «authority» volgens het model van de Britse Atomic Energy Authority, het Franse Commissariat à l'Energie Atomique of de vroegere Amerikaanse Atomic Energy Commission moet zijn, was bij de behandeling van het ontwerp van de Kernenergiewet in de Tweede Kamer uitvoerig aan de orde en werd voor Nederland afgewezen. Tegen een «authority»-achtig orgaan dat in de Nederlandse staatsrechtelijke verhoudingen onder één minister zou dienen te ressorteren, die daarvoor de politieke verantwoordelijkheid draagt, bestaat in de eerste plaats het bezwaar dat deze constructie veelal tot doublures bij de «authority» en de meest betrokken ministeries zal leiden. Voor de verschillende deelgebieden zal de «authority» immers eigen deskundigen nodig hebben, maar de ministers, tot wier ambtsgebieden die deelgebieden normaliter zouden behoren, zullen eveneens over eigen deskundigen moeten beschikken om de invloeden van die deelgebieden op de onder hen ressorterende gebieden van overheidszorg te beoordelen. Daarenboven kan de vermenging van bevoegdheden ongewenst blijken. In de Verenigde Staten heeft men voornamelijk om die reden de Atomic Energy Commission vervangen door een Nuclear Regulatory Commission, die met de vergunningverlening en het toezicht is belast, en de Energy Research and Development Agency – inmiddels opgegaan in het Department of Energy – die zich met onderzoek en ontwikkeling bezig houdt.

Ook bij het interdepartementale overleg in 1976 in een commissie ad hoc over de toereikendheid van het overheidstoezicht op de kernenergie was de constructie van een «authority» nog eens in discussie. Men kwam daarbij tot de conclusie, dat de argumenten tegen een dergelijke organisatie in de Nederlandse verhoudingen nog onverkort geldig waren. Er lijkt geen aanleiding voor een deelgebied van de kernenergie een andere opvatting te huldigen.

3.2. Werkgroep B – Toetsing zoutvoorkomens

Deze werkgroep heeft bij brief van 31 januari 1978, als bijlage bij dit rapport gevoegd, medegedeeld dat zij geen vorderingen ten opzichte van het Rapport-1977 heeft kunnen maken omdat het geohydrologische en geologische onderzoek niet kon worden uitgevoerd.

3.3. Werkgroep C–Mijnbouwtechnische vraagstukken

3.3.1 Werkgroep C heeft in juli 1978 een Tussentijds Resumé uitgebracht, waarop zij in oktober en december 1978 enige aanvullingen heeft gegeven. Deze aanvullingen zijn in het onderhavige rapport als bijlage gevoegde Tussentijds Resumé verwerkt.

De werkgroep zet in overeenstemming met haar taakomschrijving in haar resumé uiteen waarom zij er de voorkeur aan gegeven heeft de mogelijkheid van een opbergmijn te bestuderen boven die van oplosholtes waarin via een vulpijp LAVA en MAVA worden gestort, en boven die van opberging van KSA vanaf het maaiveld in diepe boorgaten. De voornaamste argumenten zijn de beperking van het aantal perforaties van de zoutkoepels, de mogelijkheid van een zorgvuldige en inspecteerbare constructie in het bijzonder van de schacht en van de aansluiting van de schacht aan het steenzout, zomede de toegankelijkheid van het opgeslagen afval. Hierbij kunnen bekende mijnbouwtechnieken gebruikt worden. Ten slotte biedt een mijn de mogelijkheid van een uitgebreide verkenning ondergronds.

3.3.2. Geconcludeerd wordt dat een mijn veilig kan worden aangelegd. Kwantitatief zal de opberging van LAVA, MAVA en HAVA geen problemen opleveren; eventuele beperkingen kunnen alleen voortvloeien uit een beperking van de thermische belasting van het steenzout als gevolg van de warmte-ontwikkeling van het KSA dat in dezelfde koepel wordt opgeborgen.

3.3.3. De temperatuurontwikkeling in de zoutafzetting wordt rekenkundig voorspelbaar geacht. Het wordt mogelijk geoordeeld de maximale temperatuur ter plaatse waar het KSA in feite in de zoutkoepel is opgeslagen tot 100°C (en desgewenst lager) te beperken. Het overgrote deel van de zoutkoepel zal aanzienlijk minder in temperatuur stijgen. Door deze beperking van de maximale temperatuur zullen in ieder geval een aantal risico's kunnen worden vermeden die mogelijk aan hogere temperaturen verbonden zouden zijn, zoals kristalwaterverlies van kalium/magnesiumvoorkomens, beïnvloeding van de sterkte-eigenschappen van het zout en gesteentespanningen.

3.3.4. Wanneer voldoende grote en voldoende zuivere steenzoutsecties met een hoogte van 500 meter ter beschikking staan kunnen bij inachtneming van in het rapport aangegeven voorwaarden en de hierboven genoemde beperkingen op een diepte van 600–800 meter de volgende hoeveelheden veilig worden opgeslagen:

– in een zoutvlak van 0,4–0,5 km² het KSA van 40 jaar 3500 MWe) bedrijf bij opslaglengtes van 6–10 meter per boorgat;

– in zoutvlakken van in totaal circa 1 km² het KSA van 40 jaar 12 500 MW(e) bedrijf bij opslaglengtes van circa 50 meter per boorgat.

De ICK tekent hierbij aan dat in Nederland zoutkoepels in het algemeen een hoogte van 2 à 3 km hebben en zich horizontaal enige kilometers in alle richtingen uitstrekken.

Er wordt in het rapport nog op gewezen, dat alleen een uitgebreide verkenning ondergronds van het beschikbare zoutvolume uitsluitsel kan geven over de inwendige structuur van een zoutkoepel. Deze verkenning kan mede inzicht verschaffen met betrekking tot een eventuele verruiming van de in het rapport behandelde en beperkt gehouden mogelijkheden.

3.3.5. De werkgroep is van oordeel dat de aanleg van oplosholtes die voor LAVA en MAVA bestemd zijn voorlopig niet verenigbaar wordt geacht met de aanleg in dezelfde zoutkoepel van een opbergmijn waarin ook KSA wordt opgeslagen. Verder onderzoek naar de mogelijkheden die moderne technieken bieden bij voorbeeld gebruik van zoutbeton) wordt aanbevolen. Ook een mogelijke opberging van KSA in diepe boorgaten vanaf de aardoppervlakte wordt door de werkgroep niet verenigbaar geacht met de aanleg van een opbergmijn in dezelfde zoutkoepel. Wel lijkt het mogelijk vanuit een opbergmijn diepe boorgaten voor opslag van KSA te maken, indien de toepassing van deze techniek voldoende ontwikkeld zal zijn. Een voordeel van diepe boorgaten vanaf het aardoppervlak voor KSA zou zijn dat veel dieper gelegen, voor mijnbouw niet toegankelijke formaties gebruikt kunnen worden. Hierbij behoeft niet alleen aan opslag in zoutafzettingen te worden gedacht.

3.3.6. De werkgroep onderstreept dat het van belang is de internationale ontwikkelingen op de voet te volgen. Gelet op het grote tijdsverloop dat ligt tussen de voorbereidingsfase en de uitvoeringsfase van een opbergproject zullen de resultaten van jarenlang internationaal onderzoek nog tijdig beschikbaar zijn. Zij geeft voorts een aantal studies aan, die nog moeten worden verricht voor een technisch-wetenschappelijk verantwoord mijnontwerp.

3.4. Werkgroep D – Risico-analyse in zoutvoorkomens

3.4.1. Werkgroep D bracht in oktober 1978 een rapport met een aantal bijlagen uit over lange termijn risico's van de opslag van radioactief afval in een zoutkoepel. Deze stukken zijn als bijlage bij dit rapport gevoegd. De opdracht van de werkgroep was het risico voor de bevolking van het in een zoutkoepel opgeslagen radioactieve vaste afval nader te analyseren voor een kernenergieprogramma met een vermogen van 3500 MW(e). De Gezondheidsraad heeft in zijn in 1975 uitgebrachte rapport «Kerncentrales en Volksgezondheid» gesteld, dat de risico's van opslag van vast radioactief afval, waaronder ook het kernsplijtingsafval, zouden kunnen worden vermeden, of tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht door dit afval in stabiele geologische formaties op te bergen. De werkgroep risico-analyse heeft zich in eerste instantie gericht op een evaluatie van de potentiële waarde van een zoutkoepel voor verwijdering van het radioactief afval uit de biosfeer. Aangezien de radiotoxiciteit van het KSA maatgevend is voor het risico dat het op te bergen afval oplevert, richtte de werkgroep haar aandacht voorshands op dit afval. Zij beperkte zich voorlopig ook tot het lange termijn risico. Zij heeft dit bestudeerd naar aanleiding van de twee hierna te bespreken vraagstellingen.

3.4.2. De eerste vraagstelling heeft de werkgroep als volgt geformuleerd: Welke mechanismen zouden de isolatie kunnen verstoren en gedurende welke tijd is de isolatie van het afval verzekerd onder de veronderstelling dat de mijnbouwactiviteiten en de opslag in het zout zodanig zijn uitgevoerd, dat de stabiliteit en de isolatiewaarde van de koepel niet ongunstig zijn beïnvloed. De werkgroep kwam tot de overtuiging, dat oplossing en opstuwing van de zoutkoepel de belangrijkste mogelijkheden tot aantasting van de zoutkoepel zijn in vergelijking met andere mechanismen als tectoniek (perioden van plooiing en opheffing) en meteorietinslag. Uit een als bijlage II in het rapport van de werkgroep opgenomen rapport van de Rijks Geologische Dienst blijkt dat de grootste gemiddelde stijgsnelheid van de zoutstructuren in Noordoost-Nederland 0,05 mm/jaar moet hebben bedragen. Daarbij werd voor iedere koepel een gemiddelde genomen over enkele miljoenen tot tientallen miljoenen jaren. Op grond van de ongelijkmatigheden in de snelheid is 0,25 mm/jaar een goede, ofschoon hoge waarde voor kortere perioden. Bij deze snelheden zal het miljoenen jaren duren voordat de inhoud van de mijn met de biosfeer in contact zal kunnen komen. Niettemin heeft de werkgroep, hoewel dat alleen maar gefundeerd was op gegevens van enkele zoutkoepels in andere delen van de wereld, als basis voor de verdere analyse een uitzonderlijk hoge stijgsnelheid van 2,5 mm/jaar gekozen. Daardoor heeft zij een zeer ruime veiligheidsmarge in haar berekeningen ingebouwd. De inhoud van de mijn zal bij die extreme snelheid na ongeveer 250 000 jaren met de biosfeer in aanraking kunnen komen. Het zoutvolume dat voor de opslag van radioactief afval benodigd is wordt hoofdzakelijk bepaald door de warmteontwikkeling in het KSA. Uit een voorlopige analyse is gebleken, dat het beschikbare volume in de eventuele voor opslag in aanmerking komende zoutkoepels voldoende kan zijn voor een veel groter kernenergieprogramma dan 3500 MW(e). Om die reden is de risico-analyse gebaseerd op een hoeveelheid KSA, afkomstig van 25 000 MW(e) gedurende 40 bedrijfsjaren. Hierdoor zullen de verrichte analyses ook bij de uitbreiding van het nucleaire vermogen boven 3500 MW(e) of bij een langer dan 40 jaar in stand houden van het desbetreffende nucleaire vermogen hun geldigheid behouden. Verondersteld is dat de stabiliteit van de koepel door het thermische effect van het KSA, dat daarvoor een beperkende factor kan vormen, niet is verstoord.

Voorts is de mogelijkheid van het oplossen van de zoutkoepels door ondergrondse waterstromingen, gevolgd door het vrijkomen van het afval in grondwater in de beschouwingen betrokken; uit de berekeningen blijkt, dat daarmee slechts behoeft te worden gerekend bij stijgsnelheden beneden 0,5 mm/jaar. Bij hogere stijgsnelheden komt het afval aan de oppervlakte vrij voordat het zout is opgelost. Maar dat is dan zoals boven aangegeven zelfs bij een uitzonderlijk hoge stijgsnelheid van 2,5 mm/jaar pas na 250 000 jaar.

Het oplosproces blijkt overigens zo langzaam te zijn, dat het KSA in de gevallen dat de stijgsnelheid van het zout beneden de 0,5 mm/jaar ligt, pas na meer dan een miljoen jaren door het water bereikt kan worden. In dat geval kunnen de dan nog resterende radioactieve stoffen alleen via ondergrondse stromingen naar boven gevoerd worden, waardoor een aanzienlijke verdunning en een adsorptie aan grondbestanddelen zal optreden.

3.4.3. De tweede vraagstelling omvat de gevolgen, die het vrijkomen van het KSA, bij de genoemde extreme opstuwsnelheid van 2,5 mm/jaar voor het milieu met zich zou brengen. De werkgroep heeft nagegaan in hoeverre het milieu als gevolg van de straling ongeschikt zou worden voor menselijk of dierlijk leven. Dit is gedaan door berekening van de stralingsdoses voor leden van een bevolking, die voortdurend verblijft in het radioactief besmette gebied en die het voedsel uitsluitend uit dit gebied betrekt. Deze stralingsdoses worden vergeleken met stralingsdoses die thans in de wereld voorkomen (natuurlijke achtergrondstraling) en met thans gehanteerde normen (ICRP-aanbevelingen). De wegen, waarlangs de blootstelling van de mens in de verre toekomst zal kunnen plaatsvinden, zijn moeilijk te voorspellen en onder andere afhankelijk van klimaat, bodemgesteldheid, grondwaterbeweging en zeeniveau. In langdurige perioden van 250 000 jaar of meer kunnen zich grote veranderingen voordoen, er kunnen een of meer ijstijden zijn opgetreden, het gebied van Nederland kan zich onder of boven de zeespiegel bevinden, de vegetatie kan variëren van die in een poolwoestijn tot loofbos enz. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd voor enkele modellen, opgesteld op grond van combinaties van ongunstige omstandigheden. De werkgroep stelt in haar rapport dan ook uitdrukkelijk dat de uitkomsten geen voorspellingen zijn maar een middel om de grenzen van de mogelijke besmetting van het milieu af te tasten. De opzet van de berekeningen is zodanig dat in het algemeen de verkregen doses als gevolg van de veronderstelde geringe verspreiding maxima zijn,die alleen kunnen optreden op een kleine oppervlakte en bij een kleine groep mensen. Een verspreiding van het materiaal over een groter oppervlak zal het aantal blootgestelden vergroten, maar de individuele doses doen verminderen. Een waarschijnlijker loop der gebeurtenissen is volgens de werkgroep een veel langere isolatie van het radioactieve afval (vooral te verwachten als gevolg van een geringere stijgsnelheid van de zoutkoepel) gevolgd door een sterkere spreiding, met als resultaat besmettingen, die nauwelijks iets toevoegen aan de aanwezige natuurlijke radioactiviteit.

De conclusie is dat ten gevolge van de opslag in het zout bij een ongunstige combinatie van omstandigheden over zeer lange tijd (250 000 jaar na het sluiten van de mijn en een hoeveelheid KSA overeenkomend met 40 jaar bedrijf van 25 000 MW(e)) een zéér lokale besmetting van het milieu zou kunnen ontstaan, die echter niet ernstiger is dan die welke ook thans op sommige plaatsen op aarde van nature voorkomt. Bij de waarschijnlijker te achten langere periode van meer dan een miljoen jaar voordat het KSA in contact zou kunnen komen met de biosfeer, zal nauwelijks meer sprake zijn van een verhoging van de natuurlijke radioactiviteit.

Geconcludeerd wordt, dat bij de aanwezigheid van de eigenschappen van de zoutkoepels die in het rapport worden besproken een zodanig lange opsluitperiode gegarandeerd is als nodig is voor het in voldoende mate onschadelijk maken van het KSA voor mens en milieu door natuurlijk verval van de radioactiviteit.

3.4.4. De werkgroep wijst erop, dat verdere onderzoekingen zullen moeten bevestigen dat een der geselecteerde zoutkoepels en zijn omgeving inderdaad de eigenschappen heeft, waarvan bij de evaluaties is uitgegaan. Hiertoe zullen nu allereerst betrekkelijk ondiepe boringen voor geohydrologisch onderzoek en diepe boringen voor verkenning van het steenzout zelf moeten worden verricht. Nadat de resultaten van de proefboringen bekend en geëvalueerd zijn en indien deze de potentiële geschiktheid van de zout-

koepel bevestigen, zullen verdere technische voorzieningen en voorzorgen kunnen en moeten worden vastgesteld. Deze zullen moeten garanderen, dat de opslaginrichting de stabiliteit en de isolatiewaarde van de zoutkoepel niet verstoort, zodat de vereiste isolatie van het afval gegarandeerd zal zijn. Tevens zal ervoor moeten worden gezorgd, dat de aanleg en exploitatie van de ondergrondse werken voldoende veilig kan worden uitgevoerd. In het bijzonder zullen de risico's van een waterinbreuk met voldoende zekerheid moeten worden uitgesloten. Hiervoor wordt in een studiegroep nog voorbereidend werk verricht. Op grond van reeds verkregen informatie is aannemelijk dat de mijnbouwtechniek in staat zal zijn aan de eisen te voldoen die uit een verdere evaluatie zullen volgen.

3.5. Werkgroep E – Interimopslag

Indien stagnatie zou optreden in de uitvoering van stortingen in de diepe oceaan en nog geen der andere mogelijkheden voor het verwijderen van radioactief afval beschikbaar zou zijn zal een tijdelijke bovengrondse opslag van de verschillende soorten radioactief afval moeten plaatsvinden. Werkgroep E onderzocht de mogelijkheden van zulk een interimopslag.

Uit een als bijlage bijgevoegd rapport van maart 1979 aan de ICK blijkt het volgende:

3.5.1. De in par. 2.1 van hoofdstuk II (tabel 1) weergegeven hoeveelheden radioactief afval resulteren – na installatie van 3500 MW(e) en bij voortzetting van de huidige methodiek alsmede rekening houdend met de nieuwe afvalpers bij het ECN – in een jaarproduktie van 4500 stalen vaten van 200 liter en afhankelijk van de toegepaste verwerkingsmethode – polyethyleen of cement – 1400 resp. 3500 betonnen containers van 1000 liter. De wijze van verpakking nodig voor de storting in zee levert een produkt op dat eveneens geschikt is voor tijdelijke opslag voor circa 15 jaar. De 200-liter vaten dienen in een opslaggebouw te worden opgeslagen, terwijl de 1000-liter containers desgewenst in de open lucht kunnen blijven staan. De installatie van een interimopslagplaats stelt in principe geen andere eisen dan de tussentijdse opslag tussen twee stortingsoperaties en levert geen technische problemen op. Zij kan zo worden uitgevoerd dat de omgeving wordt gevrijwaard van iedere schade of hinder. Zonder verdere volumebeperkende maatregelen is afhankelijk van de toegepaste verwerkingsmethode – polyethyleen of cement – een netto ruimtebeslag van circa 11 500 m^3 respectievelijk 22 000 m^3 per vijf jaar nodig. Door daartoe strekkende maatregelen is dit volume desgewenst tot minder dan de helft terug te brengen.

3.5.2. Op grond van beschikbare studies en opgedane ervaring met de opslag van zowel afgewerkte splijtstofelementen als KSA, komt de werkgroep tot de conclusie dat het KSA dat ontstaat ten gevolge van het gedurende 40 jaar bedrijven van 3500 MW(e) aan kernenergiecentrales, als er geen definitieve berging beschikbaar zou zijn, op verantwoorde wijze gedurende vele decennia bovengronds opgeslagen kan worden.

– Hoewel bovengrondse opslag van KSA voor nog langere perioden technisch veilig uit te voeren is, beschouwt de werkgroep dit niet als een reëel alternatief voor een definitieve verwijdering van het afval uit de biosfeer en beveelt dan ook aan onderzoek naar de mogelijkheden van definitieve berging van het afval, bij voorbeeld in geologische formaties, met kracht voort te zetten.

– Natte (waterkoeling) interimopslag van KSA bij kernenergiecentrales is technisch mogelijk. Voordelen zijn dat voor een dergelijke opslag de noodzakelijke infrastructurele voorzieningen, deskundigheid en inspectiemogelijkheden reeds aanwezig zijn. Aangezien er bij de bouw van de bestaande centrales geen rekening werd gehouden met de mogelijkheid van opslag van KSA, dient daarvoor, indien nodig, een aanvullende voorziening te worden getroffen.

– De werkgroep concludeert verder dat indien langdurige interimopslag noodzakelijk zou blijken, het aanbeveling verdient een separate opslagfaciliteit te bouwen. Nadere studie omtrent voor- en nadelen en de veiligheidsaspecten van de natte dan wel droge (luchtkoeling) opslagmethode is dan noodzakelijk om voor de Nederlandse situatie tot een verantwoorde keuze te kunnen komen.

– Ten aanzien van het middel en laag actieve bedrijfsafval dat bij de opwerking ontstaat, concludeert de werkgroep dat de interimopslag daarvan geen bijzondere voorzieningen vereist en vergelijkbaar is met de opslag van het bedrijfsafval dat afkomstig is van de kernenergiecentrales. Voor de interim opslag van het hoog actieve bedrijfsafval, de hulzen en roosters en eventueel het krypton zullen aanvullende technische voorzieningen nodig zijn, zij het minder omvangrijk dan voor het KSA.

Hoofdstuk IV. Het nog uit te voeren onderzoekprogramma

In het rapport-1977 wordt evenals in het voorgaande gesproken over het nog te verrichten geohydrologische en het geologische veldonderzoek, de z.g. proefboringen. Zoals hievoor is uiteengezet werden reeds een aantal theoretische studies uitgevoerd over de mogelijkheid van opberging van radioactief afval in zoutafzettingen. Tevens werd een nieuwe raming gemaakt van de hoeveelheden, samenstelling en activiteiten van het te verwachten radioactieve afval van 3500 MW(e). Hoewel nog enkele theoretische studies kunnen worden uitgevoerd kan hiervan geen principiële verandering in het inzicht worden verwacht. Die studies moeten worden beschouwd als een voorbereiding voor de verdere beoordeling die overigens pas mogelijk is wanneer het hierboven genoemde geohydrologische en geologische veldonderzoek is uitgevoerd.

De ICK meent er goed aan te doen hieronder in het kort uiteen te zetten wat het veldonderzoek omvat en wat het doel ervan is.

4.1. Geohydrologisch onderzoek

Het geohydrologisch onderzoek omvat, zoals eerder werd vermeld, drie boringen tot ongeveer 500 meter diepte, rondom een zoutkoepel uit te voeren, en drie boringen tot ongeveer 200 meter diepte in de omgeving van de top van de zoutkoepel. Al deze boringen dienen zo te worden uitgevoerd, dat de zoutkoepel zelf niet wordt aangeboord. De plaatsen voor deze boringen zullen mede worden bepaald aan de hand van de resultaten van de geo-elektrische oppervlaktemetingen, die tevoren moeten worden uitgevoerd.

Door onderzoek aan de sedimenten (gesteente-afzettingen) die in de zes boringen worden aangetroffen zal het mogelijk zijn het inzicht in de geologische en geohydrologische opbouw en in het verloop van de verschillende formaties rondom en boven de zoutkoepel te verdiepen. Hierbij zijn ook de al genoemde geo-elektrische oppervlaktemetingen van belang. De boringen worden vervolgens afgewerkt tot waarnemingsputten waarin waarnemingsfilters op verschillende diepten worden geplaatst. In deze filters worden grondwaterpotentialen gemeten en uit de filters worden monsters grondwater getrokken. Analyses van het grondwater dat op verschillende diepten wordt aangetroffen en de gemeten potentialen verschaffen, tezamen met de uit diverse geohydrologische onderzoekingen in het verleden beschikbaar gekomen informatie, een beeld van het grondwaterstromingspatroon. Tevens wordt uit de analyses en metingen kennis verkregen omtrent de mate van interactie tussen de zoutkoepel en de aangrenzende watervoerende lagen en het hydraulisch contact tussen de watervoerende lagen onderling.

4.2. Geologisch onderzoek

Het geologisch onderzoek omvat naast seismisch onderzoek het uitvoeren van twee proefboringen tot 1000 meter diepte in het zout. De proefboringen zullen gekernd worden dat wil zeggen over de gehele lengte van de boring wordt een aaneengesloten, ongeroerd monster van het gesteente verkregen. Dit boorkernonderzoek heeft onder meer tot doel een beeld te krijgen van de structuur, de gelaagheid, de mineralogische samenstelling en de korrelgrootte van het betrokken gesteente. Voorts zal het mogelijk zijn aan de hand van de fossielen die in de boorkernen voorkomen, en van bepaalde ge-

steentekenmerken een geologische ouderdom vast te stellen van de doorboorde gesteentelagen. Daardoor kan het desbetreffende gesteente in de geologische tijdschaal worden ingepast en kunnen de gegevens van de beide boringen in een zoutkoepel onderling vergeleken worden.

De gesteentemonsters die uit de boorkernen worden verkregen – in het bijzonder de zoutmonsters – worden fysisch/chemisch onderzocht ten einde de scheikundige samenstelling van de afzettingen te bepalen. Ook kan de stabiliteit van die afzettingen onder verschillende temperaturen en drukken worden vastgesteld.

De kernen worden ook gesteentemechanisch onderzocht. Dit onderzoek omvat belastingsproeven ter bepaling van de sterkte-eigenschappen en kruipproeven ter bepaling van de snelheid en richting van een eventuele beweging in het zout bij normale en verhoogde temperatuur, zomede onderzoek naar sterkte en kruip bij verhoogde vochtigheid. Ten slotte worden in het boorgat metingen gedaan teneinde de eventuele aanwezigheid van klei of kalium/magnesium-zoutlagen vast te stellen, het vloeistofgehalte in en het soortelijk gewicht van de formaties te bepalen en om de elastische eigenschappen van de doorboorde lagen na te gaan. Ook wordt nagegaan of de cementen bekleding van de verschillende verbuizingen en dus de afsluiting van het ernaast gelegen gesteente afdoende is.

4.3. Tijdschema

In het Rapport-1977 was een periode van vijf jaar voorzien voor het onderzoekprogramma. Hierbij was aangenomen, dat in het eerste jaar het geohydrologisch onderzoek zou worden verricht, terwijl het tweede jaar bestemd was voor het verkrijgen van de nodige vergunningen voor de proefboringen in het zout. Een versnelde uitvoering van het onderzoekprogramma, dat de regering met het oog op de maatschappelijke discussie gewenst acht, is mogelijk door de proefboringen gelijktijdig met het geohydrologisch onderzoek te beginnen. In dat geval kunnen ongeveer een jaar na het daadwerkelijk begin van de boringen de eerste evaluaties gereed zijn.

4.4. Eindevaluatie

Met de gegevens die door de onderzoekingen worden verkregen zullen de veiligheidsanalyses die werkgroep D heeft gemaakt, opnieuw kunnen worden uitgevoerd. Die uitkomsten, die op concrete gegevens gebaseerd zijn, zullen dan vergeleken kunnen worden met de eerdere uitkomsten. Deze waren gebaseerd op gegevens die verondersteld werden op grond van wat in het algemeen bekend is over de Nederlandse zoutkoepels en de omringende gesteenten. Daarnaast zal moeten worden beoordeeld in hoeverre de onderzochte zoutkoepels voldoen aan de 16 criteria zoals deze thans in hoofdstuk V zijn geformuleerd. De mate waarin aan sommige van deze criteria wordt voldaan zal mede bepalend zijn voor de hoeveelheid KSA die in de desbetreffende zoutkoepel kan worden opgeslagen. (Zie ook punt 3.3.4 van de samenvatting van het rapport van Werkgroep C). Het geheel zal moeten worden geëvalueerd in het licht van de kennis die dan aanwezig is over de verschillende aspecten van de steenzoutafzettingen, de mijnbouw en de invloed van de warmteproduktie van het KSA. Op die wijze wordt het mogelijk de veiligheid op een verantwoorde wijze te beoordelen.

Hoofdstuk V. Criteria voor de selectie van een zoutkoepel

In het Rapport-1975 is uiteengezet dat in de veiligheidsstudies die tot dan werden verricht werd uitgegaan van twee opbergmethoden in zoutkoepels, t.w. een stortholte die door uitlogen wordt gevormd en een opbergmijn. De aanleg van een mijn had volgens dit rapport alleen zin, indien men voor de noodzaak van een opslag van KSA zou worden geplaatst, aangezien dan met het oog op de warmteproduktie van het afval een bepaalde onderlinge afstand tussen de op te bergen bussen KSA diende te worden gehouden.

Daar thans aangenomen wordt, dat in de toekomst het KSA naar Nederland zal worden teruggezonden, is in de nadere studies uitsluitend uitgegaan van een opbergmijn.

Voorts is van de zijde van de Tweede Kamer gesteld, dat er voldoende duidelijkheid dient te bestaan over de criteria, waaraan de resultaten van het onderzoek zullen worden getoetst.

Hieronder volgt een toelichting op de daarvoor in aanmerking komende criteria, waarbij gebruik wordt gemaakt van de omstandigheden die in de veiligheidsstudies zijn aangenomen. Voor zover de toelichting daartoe aanleiding geeft is een verduidelijking in de formulering aangebracht.

In 5.2 worden de criteria nog eens in hun geheel opgesomd.

5.1. Te verduidelijken criteria

Criterium a

De top van het steenzout dient te liggen beneden het niveau waar ter plaatse nog grondwater aan de hydrologische kringloop deelneemt.

Toelichting:

Volgens het rapport (par. 2.1) van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (bijlage III bij het rapport van werkgroep D) neemt in Noordoost-Nederland het grondwater in de jongste geologische formaties deel aan de hydrologische kringloop. De onderste begrenzing wordt gevormd door uiterst slecht doorlatende kleilagen op diepten van circa 100 tot meer dan 200 meter. Volgens het genoemde rapport is het voorlopig niet geheel uit te sluiten dat ook onder de kleilaag waterbeweging optreedt. In het onderzoek ten behoeve van de risico-analyse is hiermede rekening gehouden. Indien de watersnelheid onder de kleilaag kleiner is dan drie meter per jaar verloopt de aantasting van de zoutkoepel door grondwater zo traag dat, in combinatie met criterium b, er sprake is van voldoende veilige situatie. Het criterium kan op grond van de uitgevoerde risicobeschouwingen als volgt nader worden geformuleerd:

a. De zoutkoepel dient omgeven te zijn door afzettingen waarin de grondwatersnelheid kleiner is dan drie meter per jaar.

Criterium b

De dikte van de zoutlagen dient ten minste 500 meter te bedragen.

Toelichting:

Dit criterium werd geformuleerd voor een opslagfaciliteit in een zoutkoepel, waarbij een isolerende zoutlaag van 200 meter boven en onder de opslagruimte werd voorzien. De dikte van zoutkoepels in Nederland be-

draagt, zoals eerder opgemerkt, één à twee kilometer bij horizontale afmetingen van enige kilometers. Het Staatstoezicht op de Mijnen heeft er op gewezen, dat om mijntechnische redenen elke ondergrondse opslagfaciliteit (opslagcavernes en galerijen) in alle richtingen van flank- en dekterrein gescheiden dient te zijn door ten minste 200 meter steenzout. In de veiligheidsanalyses is daarvan ook uitgegaan. Deze voorwaarde kan nu als volgt meer gedetailleerd worden omschreven:

b. De dikte van de zoutafzetting dient ten minste 500 meter te bedragen, terwijl de opbergfaciliteit in alle richtingen door ten minste 200 meter zout omgeven moet zijn.

Criterium c

De zoutkoepel dient bij voorkeur afgedekt te zijn door een laag z.g. caprock bestaande uit anhydriet, gips of ander ondoorlatend materiaal.

Toelichting:
Dit criterium heeft de bedoeling een voorkeur uit te spreken voor een caprock bestaande uit anhydriet of gips. Evenwel kunnen ook andere gesteenten, zoals dolomiet, zwavel of klei een toereikende afdekking geven. Ten einde deze betekenis te verduidelijken kan dit criterium nu als volgt worden geformuleerd:

c. De zoutkoepel dient afgedekt te zijn door een laag z.g. caprock, bestaande uit ondoorlatend materiaal, bij voorkeur anhydriet of gips.

Criterium d

Boven de caprock dient zich een kleilaag of zandige kleilaag te bevinden.

Toelichting:
Dit criterium dient in samenhang met criterium e te worden beschouwd.

Criterium e

Bij voorkeur dient een afsluitende kleilaag of zandige kleilaag aanwezig te zijn beneden het watervoerend pakket, dat aan de hydrologische kringloop deelneemt.

Toelichting:
De woorden «bij voorkeur» geven hier aan dat in de natuur nooit in absolute zin sprake is van een «afsluitende» kleilaag of zandige kleilaag. Met een zekere doorlatendheid van dergelijke lagen is, zoals hierboven reeds gezegd, bij de veiligheidsberekeningen rekening gehouden. Uit de figuren 4 en 5 in het meergenoemde rapport van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening blijkt duidelijk dat het er in feite om gaat dat tussen de caprock en de watervoerende grofzandige bovenlaag zich lagen klei of zandige klei dienen te bevinden, waardoor het bovenste watervoerend pakket door slecht doorlatende lagen gescheiden is van een eventueel dieper gelegen watervoerend pakket. Een verduidelijking kan worden verkregen door de volgende formulering:

e. Tussen de afzettingen rondom de zoutkoepel en de hoger gelegen matig tot goed doorlatende watervoerende pakketten dient zich een slecht doorlatende kleilaag of zandige kleilaag te bevinden.

Criterium f

De voorkeur verdient een tectonisch rustige zoutkoepel in verband met de zoutkruip.

Toelichting:
Met tectonisch rustige zoutkoepels worden bedoeld zoutkoepels, die sedert het jong Tertiair (circa 20 mln. jaar geleden) geen opstijgende beweging hebben getoond. Tegen deze achtergrond kan dit criterium als volgt nader worden geformuleerd:

f. In verband met zoutkruip dient de zoutkoepel tectonisch rustig te zijn, dat wil zeggen hij moet sedert het jong Tertiair (circa 20 mln. jaar geleden) geen opstijgende beweging meer hebben getoond.

Criterium g

Het steenzout moet zo zuiver mogelijk van samenstelling zijn en goede sterkte-eigenschappen bezitten.

Toelichting:
Dit criterium is vooral van belang voor het aanleggen van een opbergmijn. De sterkte-eigenschappen van het steenzout zijn afhankelijk van de samenstelling en een combinatie van gegevens. Bij de becijferingen wordt uitgegaan van een verwachte verontreiniging met vaste stoffen van gemiddeld 10%, doch ook bij ongeveer 15% worden geen grote moeilijkheden verwacht. Een belangrijk element in de combinatie van gegevens die de sterkte van het zout bepalen is ook de octohedrale schuifsterkte. Aangenomen wordt dat deze 50×10^5 N/m² (d.i. 50 kg/cm²) zal bedragen. Bij een afwijking naar beneden tot circa 45×10^5N/m²(d.i.45kg/cm²) zal aanpassing van de ondergrondse werken zonder meer mogelijk zijn, bijv. door dikkere pijlers tussen de opslaggalerijen. Bij grotere afwijkingen zal aan de hand van het totaal van de gecombineerde gegevens moeten worden nagegaan of aanpassing mogelijk zal blijken. Ter verduidelijking zou aan dit criterium kunnen worden toegevoegd:

Als zodanig gelden in ieder geval een gemiddelde verontreiniging met vaste stoffen van niet meer dan 15% en een octohedrale schuifsterkte van tenminste 45×10^5 N per cm² (45 kg/cm²).

Criterium h

Er mogen in het steenzout ter plaatse van de aan te leggen stortholte geen kalium/magnesium-zoutlagen of lagen klei, kalksteen of anhydriet aanwezig zijn.

Toelichting:
Dit criterium werd indertijd met het oog op eventueel in de zoutkoepel uit te logen stortholtes geformuleerd. Het criterium kan voor een mijn worden aangepast door het woord «stortholte» te vervangen door «opslagruimten». Zoals uit het rapport van werkgroep C blijkt kunnen door een geëigend opbergpatroon van het KSA de temperatuursgevolgen en het werkingsgebied ervan beperkt worden gehouden. Daardoor vormen kalium/magnesium-voorkomens op zekere afstand van de opslagruimten van het KSA geen beletsel meer. Wel kan het vereiste opbergpatroon betekenen dat de hoeveelheid KSA, die in een gegeven zoutvolume kan worden opgeborgen beperkt wordt.

Criterium i

De aanwezigheid in het zout van gas- of zoutwaterinclusies noopt tot grote voorzichtigheid.

Toelichting:
Gas- en zoutwaterinclusies (bellen) zijn normaliter slechts sporadisch te verwachten en in volume-omvang beperkt. In de bedrijfsperiode van de opslagmijn moet er echter rekening mee worden gehouden. Als ze niet tijdig ge-

lokaliseerd en onschadelijk gemaakt worden, zijn beperkte lokale gevolgen mogelijk (aantasting van een deel van een mijngalerij en gevaar voor de ter plaatse werkzame mijnwerkers). Wanneer derhalve hetzij bij de proefboringen, hetzij bij de ondergrondse verkenning – in het laatste geval geschiedt zulks door peilingen – dergelijke inclusies worden vastgesteld, dient bij de aanleg van de mijn de nodige voorzichtigheid te worden betracht, bij voorbeeld door het aanhouden van een dikke wand of het verleggen van een mijngang in een andere richting. Door toevoeging van de woorden «bij het aanleggen van de mijn» achter het woord «voorzichtigheid» wordt dit criterium verduidelijkt.

Criterium j

In of rondom de zoutkoepel dienen geen bitumina prospects aanwezig te zijn.

Toelichting:
Voor de goede orde wordt erop gewezen dat met bitumina prospects bedoeld zijn verkenningsboringen naar olie- en aardgasvoorkomens.

Criterium k

Tectonische werking in of rondom de zoutkoepel dient afwezig te zijn.

Toelichting:
Met tectonische werking worden in dit criterium bedoeld eventuele ernstige doorgaande dislokaties (breukvlakken). Daar het gebied benoorden een lijn, die ruwweg loopt van Den Helder naar Arnhem tectonisch rustig is, lijken dergelijke dislokaties in Noordoost-Nederland niet waarschijnlijk.

De overige criteria, die betrekking hebben op administratiefrechtelijke maatregelen behoeven geen wijziging.

5.2. De lijst van criteria wordt dan als volgt:

a. De zoutkoepel dient omgeven te zijn door afzettingen waarin de grondwatersnelheid kleiner is dan drie meter per jaar.
b. De dikte van de zoutafzetting dient tenminste 500 meter te bedragen, terwijl de opbergfaciliteit in alle richtingen door tenminste 200 meter zout omgeven moet zijn.
c. De zoutkoepel dient afgedekt te zijn door een laag z.g. caprock bestaande uit ondoorlatend materiaal, bij voorkeur anhydriet of gips.
d. Boven de caprock dient zich een kleilaag of zandige kleilaag te bevinden.
e. Tussen de afzettingen rondom de zoutkoepel en de hoger gelegen matig tot goed doorlatende watervoerende pakketten dient zich een slecht doorlatende kleilaag of zandige kleilaag te bevinden.
f. In verband met zoutkruip dient de zoutkoepel tectonisch rustig te zijn, dat wil zeggen hij moet sedert het jong Tertiair (circa 20 mln. jaar geleden) geen opstijgende beweging meer hebben getoond.
g. Het steenzout moet zo zuiver mogelijk van samenstelling zijn en goede sterkte-eigenschappen bezitten. Als zodanig gelden in ieder geval een gemiddelde verontreiniging met vaste stoffen van niet meer dan 15% en een octohedrale schuifsterkte van tenminste 45×10^5 N per m^2. (45 kg per cm^2)
h. Er mogen in het steenzout ter plaatse van de aan te leggen opbergruimten geen kalium/magnesium-zoutlagen of lagen klei, kalksteen of anhydriet aanwezig zijn.
i. De aanwezigheid in het zout van gas- of zoutwaterinclusies noopt tot grote voorzichtigheid bij het aanleggen van de mijn.
j. In of rondom de zoutkoepel dienen geen bitumina prospects (verkenningsboringen naar olie- en aardgasvoorkomens) aanwezig te zijn.

k. Door tectonische werking ontstane ernstige doorgaande dislokaties (breukvlakken) in of rondom de zoutkoepel dienen afwezig te zijn.

l. Er dient geen concessie of boorvergunning ten aanzien van de zoutkoepel te bestaan.

m. De zoutkoepel dient vrij te zijn van andere bestemmingen, zoals berging van olie, gas of chemisch afval.

n. Rekening moet worden gehouden met werken ten behoeve van de drinkwatervoorziening of plannen daarvoor.

o. Grote aandacht dient te worden geschonken aan voorkoming van aantasting van natuurgebieden ten gevolge van toegangswegen en boven- en ondergrondse werken.

p. Eveneens dient rekening te worden gehouden met andere factoren van planologische aard.

Hoofdstuk VI. Internationaal onderzoek

Er wordt in vele landen en vaak in samenwerking met internationale organisaties als IAEA, OESO en de Europese Gemeenschap onderzoek naar de mogelijkheden van definitieve verwijdering van radioactief afval verricht. Het is niet doenlijk in het bestek van het huidige rapport een volledig overzicht van dit internationale onderzoek te geven. De ICK meent echter, dat een aanduiding van de onderzoekingen, die op dit gebied in de Verenigde Staten, Canada en in de landen van de Europese Gemeenschap worden verricht, een goed beeld geeft van de omvang van het onderzoek dat internationaal aan de gang is.

6.1. Verenigde Staten

In de Verenigde Staten zijn relatief grote hoeveelheden van diverse vormen van radioactief afval aanwezig. Een deel ervan is afkomstig van militaire programma's. Dit afval is gedeeltelijk tijdelijk opgeslagen en gedeeltelijk begraven. Sedert enige tijd is het beheer van het radioactief afval onder scherpe kritiek gekomen. Mede als gevolg daarvan is het gehele afvalprobleem opnieuw in studie genomen door een interdepartementale werkgroep, de «Interagency Review Group on Nuclear Waste Management» (Department of Energy). Dit herevaluatieproces is nog niet afgesloten, maar in een ontwerp-rapport worden een groot aantal voorstellen geformuleerd (DOE/ER-0004/D). Deze omvatten onder andere het voortzetten van de bestaande plannen om een proefinstallatie in te richten, de «Waste Isolation Pilot Plant (WIPP)», in een zoutlaag nabij Carlstad New Mexico; verwacht wordt dat de streefdatum voor gereedkomen (1985) niet gehaald zal worden. Een aantal zoutkoepels gelegen in Louisiane, Texas en Mississipi zijn in studie. In enkele zoutkoepels zijn boringen verricht en de boorkernen worden in diverse laboratoria onderzocht. Aanbevolen wordt behalve aan steenzout thans versterkte aandacht te besteden aan andere geologische afzettingen. Opslag in geologische afzettingen (zowel zout als andere gesteenten) wordt gezien als een mogelijkheid die een voldoende betrouwbare technische basis heeft om verdere plannen op te baseren. De meerderheid van de deskundigen concludeerde dat hoog actief afval in geologische afzettingen veilig kan worden opgeborgen. Toch krijgen de andere opties zoals plaatsing in de diepzeebedding en afvoer naar de wereldruimte nog de nodige aandacht. De verschillende mogelijkheden worden door het toepassen van tussentijdse opslag bewust open gehouden met het doel door middel van een algemene systeemanalyse te komen tot een verantwoorde keuze.

De rapporten besteden ook aandacht aan de mogelijkheid om zonder opwerking de splijtstofelementen af te voeren. De groep meent dat reprocessing niet nodig is om een veilige verwijdering van de afgewerkte splijtstof uit kernergie te garanderen. Ze beveelt met kracht aan de gebruikte splijtstofelementen in speciaal daarvoor ontworpen inrichtingen op te slaan in afwachting van de uiteindelijke afvoer (Away from reactor storage, AFR.).De verantwoordelijkheid voor de uiteindelijke opslag (verwijdering) van radioactief afval dient te liggen bij de federale regering en moet onderworpen worden aan een vergunningenprocedure door de NRC. Daarbij dient de National Environmental Policy Act (NEPA) te worden gehanteerd. De keuzemogelijkheid uit de verschillende mogelijkheden voor verwijdering dient daarbij een rol te spelen.

6.2. Canada

In Canada heeft een groep onafhankelijke experts de mogelijkheid en veiligheid van de opslag van radioactief afval onderzocht, in opdracht van de Minister van «Energy, Mines and Resources». Deze groep meent dat de vooruitzichten zo gunstig zijn dat het vraagstuk van het radioactieve afval geen reden is 's lands nucleaire energieprogramma uit te stellen. Wel moet een onderzoek- en ontwikkelingsprogramma zonder uitstel worden uitgevoerd. Het onderzoekprogramma naar de definitieve berging van radioactief afval spitst zich toe op berging in diep gelegen kristallijne gesteenten. Er zijn in Canada voldoende grote stabiele formaties van deze gesteenten voorhanden. Een inventarisatie van mogelijk geschikte plaatsen is gemaakt en een onderzoekprogramma naar de specifieke eigenschappen van deze plaatsen (sterkte, warmtegeleiding, absorptievermogen, grondwaterstromen e.d.) is opgesteld. Bestaande mijnen zijn aan een uitgebreid onderzoek onderworpen, waarbij vooral aandacht is besteed aan verschijnselen betreffende grondwaterstromingen. Men verwacht rond 1985 een proefopslag van radioactief afval uit te kunnen voeren.

Tevens is een inventarisatie gemaakt van zoutvoorkomens. Een eerste studiefase naar de algemene geologische eigenschappen is afgerond. Op grond hiervan is een aantal zoutvoorkomens geselecteerd op geschiktheid voor definitieve berging van radioactief afval.

6.3. Landen van de Europese Gemeenschap

Stabiele geologische afzettingen, die voor de opslag van radioactief afval in aanmerking komen, zijn steenzout, graniet en klei. Binnen de Europese Gemeenschap worden deze drie mogelijkheden onderzocht en wel steenzout in de Duitse Bondsrepubliek, Denemarken en Nederland, granietformaties in het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk en kleilagen in België en Italië. De in het kader van dit gemeenschappelijke programma uitgevoerde onderzoekingen brengen voor de deelnemende landen niet de verplichting mee radioactief afval van andere lid-staten op te nemen.

DUITSE BONDSREPUBLIEK

Het onderzoek in de Duitse Bondsrepubliek betreft onder meer de effecten die radioactieve vervalwarmte heeft op steenzout. Daarbij zijn zowel laboratoriumproeven gedaan als experimenten met staven, die door elektrische verwarming hetzelfde gevolg hebben (simulatiestaven), in de voormalige zoutmijn in Asse op 750 meter diepte. Deze experimenten hebben ten doel het effect van de warmteproduktie op een net van verticale opbergkanalen te bestuderen.

Het voornemen bestaat boven een zeer grote zoutkoepel bij Gorleben een z.g. «Entsorgungszentrum» te bouwen. Dat is een centrum dat een opwerkingsfabriek, een splijtstofelementenfabriek en opslaginrichtingen voor radioactief afval zal omvatten. In de zoutkoepel zal dan een opslagmijn worden geconstrueerd. Daarvoor zullen echter eerst de nodige proefboringen worden verricht.

BELGIË

In België heeft het onderzoek zich geconcentreerd op kleilagen tussen 160 en 270 meter diepte in de ondergrond van het Studiecentrum te Mol. Daarbij zijn verkenningsboringen tot 580 meter diepte verricht om de geologische karakteristieken van die formaties te bepalen. Voor een van de kleilagen is vergunning verleend om een toegangsschacht en een proefholte op 220 meter aan te leggen. Daarmede zal naar verwachting in 1979 worden begonnen.

ITALIË

In Italië heeft het onderzoek betrekking op dikke kleilagen in de ondergrond van het Nucleaire Onderzoekcentrum van Trisaia in Zuid-Italië. Een verkenningsboring tot 750 meter wordt uitgevoerd om geologische gegevens te verkrijgen.

FRANKRIJK

Het Franse onderzoek betreft drie onderling verschillende granietlichamen. Van een ervan kon een geohydrologisch rekenmodel worden opgesteld. Studies worden verricht over de mogelijkheid dat in water opgeloste radioactieve nucliden zich van de plaats van opslag door het granietlichaam heen naar de oppervlakte verplaatsen. Een aantal boringen van 40 meter diepte voor het doen van metingen werd verricht.

VERENIGD KONINKRIJK

In het Verenigd Koninkrijk worden eveneens drie kristallijne gesteenteformaties bestudeerd. Ten aanzien van een van de lokaties is vergunning verleend voor geologisch en geohydrologisch onderzoek met inbegrip van verkenningsboringen tot 200 meter. Warmteberekeningen zijn uitgevoerd en in boorgaten van 50 meter diepte zijn controleproeven met simulatiebussen uitgevoerd.

DENEMARKEN

In Denemarken worden eveneens studies verricht. Twee experimentele boringen van 30 meter zijn uitgevoerd in klei om laboratoriumexperimenten te verifiëren. Voorts zijn er enige zoutkoepels voor nader geofysisch onderzoek uitgezocht. In een later stadium worden proefboringen in het zout overwogen.

6.4. Gemeenschappelijk Onderzoek Centrum (GOC)

Het Gemeenschappelijk Onderzoek Centrum van de Europese Gemeenschap te Ispra ondersteunt de bovengenoemde onderzoekingen met een eigen programma. Onder andere wordt gewerkt aan een systeem van risicoevaluatie dat in het bijzonder wordt toegepast op de opslag in kleilagen.

6.5. INFCE

Behalve in de Verenigde Staten, is aan het vraagstuk van de definitieve verwijdering van bestraalde splijtstofelementen, indien blijvend van opwerking zou worden afgezien, internationaal nog weinig aandacht gegeven. Dit vraagstuk zal echter mede worden behandeld in de internationale studie (INFCE) over de verschillende splijtstofcycli.

Hoofdstuk VII. Andere opbergmethoden dan in geologische formaties te land

In het Rapport-1975 werd melding gemaakt van twee methoden voor het oplossen van het probleem van het langlevende KSA, die nog in studie zijn, nl. het brengen naar de zon en de omzetting in kortlevend afval. Hierop wordt ingegaan onder 7.1 en 7.2. Onder 7.3 t/m 7.5 worden andere methoden besproken die na het Rapport-1975 internationaal zijn opgekomen.

7.1. Vervoer in een ruimtevoertuig naar de zon

De Amerikaanse instelling voor onderzoek op het gebied van de ruimtevaart, NASA, bestudeert sinds enige jaren de mogelijkheden de langlevende nucliden uit het KSA in ruimtevaartuigen af te voeren, hetzij naar de zon, hetzij in de oneindige ruimte. De beperking van de studies tot de geringe hoeveelheden langlevende nucliden was noodzakelijk, omdat toepassing van deze methoden voor al het KSA te kostbaar zou zijn. De afscheiding van de actiniden vormt nog een moeilijk technisch probleem. Verder zal aan een aantal stringente veiligheidsvoorwaarden moeten worden voldaan. Op korte termijn mag dan ook niet worden verwacht, dat deze mogelijkheid verwerkelijkt kan worden. Op een wat langere termijn lijken perspectieven aanwezig.

7.2. Omzetting van langlevende actiniden

Ter zake van de mogelijkheid langlevende isotopen om te zetten in kortlevende, de z.g. transmutatie van actiniden, heeft een werkgroep in 1977 rapport uitgebracht. Door middel van dit transmutatieproces zou de tijd, waarin het radioactieve afval van kernreactoren radiologische risico's kan opleveren, aanzienlijk worden bekort. Het op afdoende wijze scheiden van actiniden uit het kernsplijtingsafval is in principe mogelijk, maar stuit nog op grote technische problemen. Daarbij moeten ook de stralingsrisico's voor personeel, dat ermee belast is, niet uit het oog worden verloren. Voorts is het de vraag of doeltreffende methoden beschikbaar zullen komen om het transmutatieproces bevredigend te doen verlopen zonder dat men nieuwe problemen doet ontstaan. Het praktisch onderzoek van de processen voor scheiding en transmutatie alleen zal niet voldoende gegevens opleveren voor een verantwoorde analyse van de verschillende risico's. In het bijzonder zullen de lange-termijnrisico's die verbonden zijn aan de definitieve verwijdering van KSA met resp. zonder transmutatie van de actiniden met elkaar vergeleken moeten worden. De voortgang van het onderzoek op dit gebied is niet zodanig dat het zinvol zou zijn binnenkort een vervolgrapport uit te brengen.

De bovenbedoelde werkgroep meent dat het uit wetenschappelijk en technisch oogpunt interessant is te trachten voor de geschetste problemen oplossingen te zoeken. Het verdient daarom aanbeveling het ontwikkelingswerk op het terrein van de scheiding en transmutatie van actiniden, dat onder andere in het Euratomcentrum (GOC) te Ispra plaatsvindt, nauwkeurig te volgen en zo mogelijk te steunen. Eigen onderzoek in Nederland lijkt niet noodzakelijk en is moeilijk uitvoerbaar omdat de voorzieningen, die daarvoor nodig zijn, ontbreken.

7.3. Begraven in de diepzeebodem

De mogelijkheid KSA in de bodem van de diepzee op te bergen, is op initiatief van het Verenigd Koninkrijk sedert enkele jaren in studie. Hierbij wordt gedacht aan het opbergen van goed verpakt kernsplijtingsafval enige tientallen meters onder de bodem van de oceaan op een diepte van 3000 à 4000 meter. Sedert enkele jaren is in samenwerking tussen de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Japan een project tot stand gekomen voor opslag van radioactief afval in de diepzeebodem («deep sea bed disposal of radioactive waste»). Dit heeft tot doel om tot proefnemingen in die diepzeebodem te komen. In het kader van het project worden de resultaten van oceanografische verkenningen van de zeebodem van gebieden die voor een dergelijke berging in aanmerking lijken te komen, diepgaand bestudeerd. Hoewel Nederland niet rechtstreeks bij dit project betrokken is, zijn wel gegevens van Nederlandse oceanografische verkenningen aan het project ter beschikking gesteld. De werkzaamheden zijn in 1974 begonnen en omvatten onderzoek van geëigende plaatsen van de diepzeebodem en van horizontale en verticale stromingen, zomede warmtestudies, geologische en biologische studies e.d. Ook is er onder begrepen het ontwikkelen van apparatuur die geschikt is om de vereiste proefnemingen op grote diepten uit te voeren. Indien de verschillende onderzoekingen en risico-analyses positieve resultaten opleveren zal in de tweede helft van de jaren tachtig wellicht begonnen worden met proefopslag. Een beslissing over de aanvaardbaarheid van deze methode kan dan in het begin van de jaren negentig worden tegemoet gezien. Deze methode zou een concrete, voor alle landen toegankelijke oplossing voor de verwijdering van het KSA kunnen bieden. Deelneming van Nederland aan dit project verdient daarom overweging.

7.4 Opbergmijn in een zoutkoepel onder de zeebodem

De in Noordwest-Europa voorkomende zoutformaties strekken zich tot ver onder de Noordzee uit. Zoutkoepels, waarvan de top niet te diep onder de zeebodem is gelegen – bij voorbeeld 200 à 300 meter op een plaats waar de zee niet dieper is dan ongeveer 40 meter – zouden in beginsel voor dit doel in aanmerking kunnen komen. Hierbij dient men zowel om mijnbouwkundige redenen als met het oog op de bovengrondse inrichting te denken aan de aanleg van een kunstmatig eiland boven een zoutkoepel, die na onderzoek als geschikt is aanvaard. Vanuit dit eiland kan dan een mijn in de zoutkoepel worden aangelegd op dezelfde wijze als bij de op land gelegen zoutkoepels wordt overwogen. Deze mogelijkheid is echter zowel wat het onderzoek als wat de constructie betreft zeer kostbaar. Uit de studies van de Stuurgroep Studie Noordzee-eiland en Terminal (STUNET) (Tweede Kamer zitting 1976/1977 – 14 626, nr. 1) blijkt dat voor de aanleg van een kunstmatig eiland in de Noordzee, afhankelijk van het type, een bedrag in een orde van grootte van 1 à 2 mld. gulden moet worden gerekend. Dit zou alleen tot acceptabele opslagkosten leiden, wanneer het draagvlak voldoende groot zou zijn, dat wil zeggen wanneer het radioactieve afval van een nucleair vermogen van 25 000 MW(e) tot 50 000 MW(e) opgeborgen zou kunnen worden. Voor Nederland zou dat betekenen dat een dergelijk project alleen te verwerkelijken zou zijn in internationale samenwerking. Onder het Nederlandse deel van het continentale plat bevinden zich, zoals uit een voorlopig onderzoek is gebleken, twee zoutkoepels die voor een verdere verkenning in aanmerking kunnen komen. Internationale medewerking voor een dergelijk project zal echter alleen verkregen kunnen worden, indien bij voorbaat vast staat dat bij gunstige resultaten ook het radioactieve afval van buitenlandse kerncentrales zal mogen worden opgenomen. Het verkrijgen en organiseren van de noodzakelijke internationale samenwerking en de aanleg van het kunstmatige eiland zouden echter veel tijd vergen. Bij een keuze voor deze optie zal derhalve met de mogelijkheid van een betrekkelijk langdurige interimopslag rekening moeten worden gehouden.

7.5. Opberging in diepe boorgaten vanaf een booreiland

In het rapport van de werkgroep C wordt melding gemaakt van een mogelijke opberging van KSA in diepe boorgaten vanaf de aardoppervlakte. Deze methode heeft in beginsel het voordeel dat gebruik gemaakt zou kunnen worden van zoutvoorkomens of andere geologische formaties, die zo diep zijn gelegen dat daarin geen mijn kan worden aangelegd. Ten aanzien van deze methoden te land zal nog veel studie en onderzoek vereist zijn, terwijl zij de ontwikkeling van speciale nieuwe technieken vereist. Indien deze methode echter voor toepassing te land voldoende ver zou zijn ontwikkeld zal het misschien mogelijk zijn haar ook op zee vanaf een booreiland toe te passen.

Lijst van afkortingen

BV	Besloten Vennootschap
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
HAVA	Hoog Actief Vast Afval
IAEA	International Atomic Energy Agency (Internationale Atoomorganisatie van de Verenigde Naties)
ICK	Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie
ICRP	International Commission on Radiological Protection
INFCE	International Nuclear Fuel Cycle Evaluation (Op initiatief van President Carter tijdelijk gevormde internationale werkgroep voor het beoordelen van verschillende aspecten van de splijtstofcyclus in het bijzonder met het oog op de non-proliferatie)
KSA	Kernsplijtingsafval
LAVA	Laag Actief Vast Afval
MAVA	Middel Actief Vast Afval
MW(e)	Megawatt Elektrisch
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEA	Nuclear Energy Agency (Nucleaire organisatie van de OESO)
NV	Naamloze Vennootschap
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
Subcommissie RAS	Subcommissie Radioactieve Afval Stoffen van de ICK
Trb.	Tractatenblad

Lijst van rapporten

– Radioactieve afvalstoffen in Nederland bij een vermogen aan Kernenergiecentrales van 3500 MWe.
Rapport van de Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie.
(VAR[1] Serie nr. 41; 1975).

– Kerncentrales en Volksgezondheid.
Advies uitgebracht door de Gezondheidsraad.
(VAR[1] Serie nr. 40; 1975).

– Eerste interimrapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland.
Rapport van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie.
(VAR[1] Serie nr. 56; 1978).

– Rapport van de Werkgroep Transmutatie Actiniden.
Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie.
(VAR[1] Serie nr. 57; 1978).

– Report to the President by the Interagency Review Group on Nuclear Waste Management.
Department of Energy. TID - 29442. Maart 1979.

In de bijlagen zijn literatuurlijsten over de afzonderlijke onderwerpen opgenomen.

[1] VAR = Verslagen, Adviezen en Rapporten uitgegeven door het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Lijst van bijlagen

Rapporten van de Werkgroepen van de ICK Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen.

Bijlage 1: Rapport van Werkgroep A inzake de financiële organisatorische en juridische vraagstukken. (17 oktober 1978)

Bijlage 2: Rapport van Werkgroep B met betrekking tot het onderzoek zoutvoorkomens. (31 januari 1978)

Bijlage 3: Tussentijds resumé van Werkgroep C met betrekking tot mijntechnische vraagstukken inzake opslag van radioactieve afvalstoffen in steenzoutformaties. (8 december 1978)

Bijlage 4: Rapport van Werkgroep D d.d. 3 oktober 1978 inzake de lange termijn risico's van de opslag van radioactieve vaste afvalstoffen in een zoutkoepel met bijlagen:

I. Aanvullende gegevens bij rapport «Selectie Steenzoutformaties».
Drs. Harsveldt (1973)

II. Enkele geologische gegevens voor het opstellen van een voorlopig model ten dienste van de risico-analyse van het opbergen van radioactief afval in een zoutkoepel in Noordoost-Nederland.
Rijks Geologische Dienst (1978)

III. Een voorlopig geohydrologisch model ten behoeve van de veiligheidsanalyse van de opslag van radioactieve afvalstoffen in een zoutkoepel.
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (1977/1978)

IV. Transport van in een zoutkoepel opgeslagen radionucliden naar en in de biosfeer (+ bijlagen). F. van Dorp, R. Eleveld, M. J. Frissel, P. Poelstra.
Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw (1978)

V. Berekeningen betreffende de trefkans van een onderaardse opslagplaats van radioactief afval door een meteoor.
Ir. R. W. van Otterloo, SEP (1977)

VI. Verkorte weergave van de belangrijkste punten van het commentaar van RID en RGD op het rapport «Enkele wetenswaardigheden over de zoutafzettingen in verband met eventuele lozingen van radioactief afval in deze afzettingen», door drs. T. Csengö van de NV Waterleidingmaatschappij «Drenthe» (WMD).

Bijlage 5: Rapport van Werkgroep E met betrekking tot de bovengrondse interimopslag van radioactief afval. (maart 1979)