

**PROJECTPLAN VERKENNENDE STUDIE NAAR
DE LANGE TERMIJN BEHEEROPTIES VOOR
RADIOACTIEF AFVAL EN VERBRUIKTE
SPLIJTSTOFFEN**

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

2 oktober 2013
077205935:C.1 - Definitief
B02047.000139.0100



Inhoud

1	Introductie.....	3
2	Achtergrond.....	4
2.1	Inleiding.....	4
2.2	Richtlijn.....	4
2.3	Nationaal Programma.....	4
2.4	Beleid.....	5
2.5	Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.....	5
2.6	Betrokken Organisaties.....	6
2.6.1	Initiatiefnemer.....	6
2.6.2	Advisering reikwijdte en detail.....	6
2.7	Karakteristieken van het radioactieve afval.....	8
2.7.1	Hoogradioactief afval.....	8
2.7.2	Laag- en middelradioactief afval.....	8
2.7.3	NORM afval.....	8
3	Beheeropties.....	10
3.1	Huidige beheermethode.....	10
3.1.1	Hoogradioactief afval.....	10
3.1.2	Laag- en middelradioactief afval.....	11
3.1.3	NORM AFVAL.....	11
3.2	Beheeropties.....	12
3.2.1	Huidige situatie: 100 jaar bovengrondse opslag.....	13
3.2.2	Multinationale berging.....	14
3.2.3	Bovengrondse opslag.....	14
3.2.4	Oppervlakteberging.....	15
3.2.5	Zeeberging.....	16
3.2.6	Berging in ijskap.....	17
3.2.7	Directe injectie.....	18
3.2.8	Fusie met gasgesteente.....	19
3.2.9	Berging in de ruimte.....	20
3.2.10	Geologische berging.....	20
3.2.11	Partitie en transmutatie.....	23
4	Aanpak en afwegingskader.....	25
4.1	Inleiding.....	25
4.2	Afbakening Rapport Lange Termijn Beheeropties.....	25
4.3	Aandachtsgebieden.....	26
4.3.1	Geologie.....	26
4.3.2	Veiligheid.....	27
4.3.3	Economie.....	28
4.3.4	Ethiek.....	28
4.4	Afwegingskader.....	29

5	Proces	30
Bijlage 1	Begrippen en afkortingen	32
Bijlage 2	Referenties	33

1

Introductie

In Nederland wordt voor zeer diverse toepassingen gebruik gemaakt van technologieën waarbij radioactief afval¹ ontstaat. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de bereiding en het gebruik van medische radioactieve isotopen in ziekenhuizen, werkzaamheden in de olie- en gasindustrie, onderzoekstoepassingen en de opwekking van elektriciteit in kerncentrales. Conform het huidige Nederlandse beleid voor radioactief afval wordt het afval ten minste 100 jaar bovengronds opgeslagen, bij de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Zeeland, waarna eindberging voor al het afval is voorzien.

De richtlijn 2011/70/Euratom verplicht Lidstaten om een Nationaal Programma op te stellen waarin beschreven wordt hoe verbruikte splijtstof en radioactief afval, nu en in de toekomst, veilig en verantwoord wordt beheerd. Verschillende aspecten van het beheer, zoals de financieringsregeling van een eindoplossing, de huidige en toekomstige afvalinventaris, de tijdsplanning inclusief mijlpalen, de (te ontwikkelen) beheermethoden en het benodigde onderzoek daarvoor, moeten hierin worden beschreven. In het Nationaal Programma wordt geen keuze gemaakt voor een locatie waar een eindberging gerealiseerd moet of kan gaan worden.

Om de gevolgen voor mens, milieu en maatschappij van de verschillende toekomstige lange termijn beheermethoden voor radioactief afval te kunnen vergelijken, wordt ten behoeve van het Nationaal Programma een ‘verkennende studie naar de lange termijn beheeropties voor radioactiefafval en verbruikte splijtstoffen’ (hierna: Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties) uitgevoerd. De lange tijdshorizon en het feit dat in het Nationaal Programma nog geen locatiekeuze aan de orde is, resulteert erin dat het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties een hoog abstractie niveau zal hebben en niet op alle details kan ingaan. Het is dan ook slechts een stap in een traject wat verscheidene decennia zal lopen.

Het voorliggende Projectplan is de eerste stap in de totstandkoming van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Het bevat achtergrondinformatie, een globale beschrijving van verschillende lange termijn beheermethoden en overwegingen om deze wel of niet in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties op te nemen. Het Projectplan is bedoeld als startdocument in de dialoog over de reikwijdte en het detailniveau van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties met verschillende deskundigen.

¹ Waar in dit rapport wordt verwezen naar radioactief afval wordt hiermee tevens verbruikte splijtstof bedoeld.

2

Achtergrond

2.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk geeft de achtergronden bij dit Projectplan. Het Projectplan is het startdocument voor het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Dit Rapport wordt opgesteld, omdat op basis van de Europese richtlijn 2011/70/Euratom (zie §2.2), Lidstaten verplicht zijn een Nationaal Programma (§2.3) voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof op te stellen. Het Rapport (§2.5) dient als verkenning ten behoeve van het Nationaal Programma, waarin niet alleen technisch inhoudelijke factoren, maar ook de gevolgen van de beheeropties voor mens en milieu in kaart worden gebracht. Daarbij worden de uitgangspunten van het Nederlandse beleid (§2.4) van radioactief afval gevolgd. In §2.6 worden de organisaties die op basis van dit Projectplan worden geïnformeerd over de reikwijdte en detailniveau van het Rapport beschreven. Voor een goed begrip van dit Projectplan en het Rapport licht §2.7 de karakteristieken van het radioactief afval dat in Nederland ontstaat en wordt opgeslagen toe.

2.2 RICHTLIJN

De richtlijn 2011/70/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval verplicht de Lidstaten tot het opstellen van een Nationaal Programma voor het beheer van hun verbruikte splijtstoffen en radioactief afval. In het Nationaal Programma wordt het nationale beleid beschreven voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof vanaf het ontstaan ervan tot aan de eindbestemming. Eén van de doelstellingen van de richtlijn is het voorkomen of tegengaan van zogenaamd “wait and see”-beleid. De verantwoordelijkheid voor het beheer van radioactief afval en de daarmee samenhangende lasten zullen moeten worden neergelegd bij de generatie die ook profiteert van de technologieën waarbij het radioactief afval wordt gegenereerd. Er mogen geen onnodige lasten doorschuiven naar toekomstige generaties.

2.3 NATIONAAL PROGRAMMA

Het Nationaal Programma beschrijft het nationale beleid inzake het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof en dient onder meer concrete plannen te bevatten richting een eindoplossing hiervoor, voorzien van mijlpalen en data, evenals een financiële onderbouwing. Daarnaast gaat het Nationaal Programma in op:

- de globale doelstellingen van het beleid voor het beheer van radioactief afval en verbruikte splijtstof;
- de belangrijkste mijlpalen en de perioden waarin deze worden bereikt;
- een inventaris van al het radioactieve afval en verbruikte splijtstof en een raming van de toekomstige hoeveelheden daarvan;
- plannen voor de periode na de sluiting van de eindberging;
- een onderzoek- en ontwikkelingsprogramma voor het realiseren en exploiteren van een eindberging;

- wie verantwoordelijk is voor de uitvoering van het Nationaal Programma en hoe de voortgang van de uitvoering wordt bewaakt;
- een begroting van de kosten van het Nationaal Programma en de veronderstellingen die hieraan ten grondslag liggen, met inbegrip van een tijdsprofiel;
- de regelingen waarmee het Nationaal Programma wordt gefinancierd; en
- de wijze waarop burgers en overige betrokkenen worden geïnformeerd over het beheer van radioactief afval en verbruikte splijststof en de wijze waarop zij worden betrokken bij de totstandkoming van het Nationaal Programma.

Nederland is, net als de andere EU-Lidstaten, verplicht om uiterlijk 23 augustus 2015 het Nationaal Programma voor te leggen aan de Europese Commissie. Minister Verhagen heeft in februari 2011 aan de Tweede Kamer toegezegd dat hij het Nationaal Programma eind 2014 aan de Kamer zal sturen (TK 2010-2011, 32 645, nr. 1).

In augustus 2015 moet er tevens een rapportage over de uitvoering van de richtlijn (zie artikel 14 richtlijn) naar de Europese Commissie gestuurd worden. Dit implementatie rapport moet vervolgens elke drie jaar worden opgesteld en opgestuurd en stelt de Europese Commissie in staat de voortgang in de verschillende lidstaten te monitoren.

2.4 BELEID

Het huidige Nederlandse beleid voor het beheer van radioactief afval is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

1. minimalisatie van het ontstaan van radioactief afval;
2. een veilig beheer van radioactief afval (volgens het IBC principe: Isoleren, Beheren, Controleren);
3. geen onredelijke lasten op de schouders van latere generaties;
4. de veroorzakers van het radioactief afval dragen de kosten van het beheer ervan.

In aanvulling hierop geldt dat de exploitant van een reactor zelf mag bepalen of de verbruikte splijststof (in een installatie in het buitenland) wordt opgewerkt, of dat deze “direct” als radioactief afval naar COVRA wordt afgevoerd. In geval van opwerking zal uiteindelijk het hoogradioactieve opwerkingsafval naar COVRA worden geretourneerd. Indien niet wordt opgewerkt wordt de verbruikte splijststof beschouwd als radioactief afval.

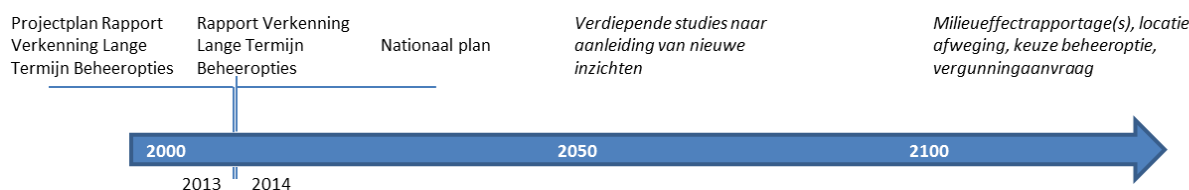
Gedurende de bovengrondse opslag periode worden de benodigde middelen gespaard voor het realiseren van een eindberging doordat deze kosten worden verdisconteerd in de tarieven die de aanbieders van het afval betalen op het moment dat zij het afval overdragen aan COVRA (“de vervuiler betaalt”). Ook wordt in deze periode onderzoek naar eindberging verricht. Voor de eindberging voor radioactief afval is in het beleid de eis gesteld dat deze terugneembaar dient te zijn, zolang als dat noodzakelijk wordt geacht.

2.5 RAPPORT VERKENNING LANGE TERMIJN BEHEEROPTIES

De keuze voor een bepaald type eindberging voor radioactief afval is niet alleen afhankelijk van technisch inhoudelijke factoren, er moet ook rekening gehouden worden met de gevolgen voor de mens en milieu. Ten behoeve van het Nationaal Programma wordt daarom een Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties opgesteld.

Het Rapport is bedoeld als verkenning ten behoeve van het Nationaal Programma. Er worden in het Nationaal Programma geen definitieve beslissingen genomen of strikte kaders gesteld. In het Nationaal Programma wordt de beleidslijn uitgezet die **volgens de huidige inzichten** tot de beste oplossing voor eindberging voor het radioactieve afval leidt. Met het verstrijken van de tijd zullen sommige van deze

huidige inzichten wellicht veranderen of juist versterkt worden. Vergelijkende studies naar de verschillende opties moeten gedurende de komende 100 jaar opnieuw uitgevoerd worden indien dat nodig wordt geacht door veranderende inzichten of bij belangrijke momenten in de besluitvorming. Hoe dichterbij een definitieve keuze voor eindberging in de toekomst, hoe concreter soortgelijke studies uitgevoerd dienen te worden. De laatste stap in deze serie van studies zal met de huidige inzichten de ontwikkeling van een locatie specifiek milieueffectenrapport bij de vergunningsprocedure voor een uiteindelijke eindbergingsfaciliteit zijn.



Figuur 1 Huidige en (mogelijke) toekomstige stappen in keuze lange termijn beheeroptie

Het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties geeft een overzicht van de voor en nadelen op de zeer lange termijn van een aantal verschillende beheeropties. Deze voor- en nadelen worden onderzocht op basis van de huidige gegevens en inschattingen. De beheeropties die in het Rapport onderzocht worden, worden op dit moment in zowel technisch als juridisch opzicht als een optie voor eindberging van het radioactieve afval beschouwd. De keuze voor deze opties betekent niet dat andere opties nooit toegepast zullen of kunnen worden. Het betekent wel dat met de huidige (inter)nationale wetgeving, sociaal maatschappelijk inzichten en technische mogelijkheden deze opties nu niet realistisch zijn. Als in de toekomst andere opties in beeld komen door bijvoorbeeld technologische ontwikkelingen of veranderende inzichten, dan kunnen deze alsnog onderzocht worden in een nieuwe studie.

Voor het Nationaal Programma geldt niet de plicht om een Milieueffectrapport (MER) op te stellen. Omdat de m.e.r.-procedure goede aanknopingspunten biedt voor inspraak en onafhankelijke toetsing is er voor gekozen om voor het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wel de lijnen van de m.e.r.-procedure te volgen. In hoofdstuk 5 wordt het proces van inspraak en toetsing rond het Rapport toegelicht.

2.6 BETROKKEN ORGANISATIES

2.6.1 INITIATIEFNEMER

Ministerie van Economische Zaken
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

De Minister van Economische Zaken is verantwoordelijk voor het opstellen van het Nationaal Programma en tevens Bevoegd Gezag op grond van de Kernenergiewet. Daarnaast is de Minister ook de initiatiefnemer voor het opstellen van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties bij het Nationaal Programma.

2.6.2 ADVISERING REIKWIJDTE EN DETAIL

Onderstaande organisaties zullen op basis van dit Projectplan gevraagd worden voor een advies over de reikwijdte en het detailniveau van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie-m.e.r.)

Het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties zal getoetst worden door een onafhankelijke instantie. In Nederland is de Commissie-m.e.r. een bij wet ingestelde onafhankelijk adviseur, die deze toetsing goed kan uitvoeren. Zij adviseert het bevoegd gezag over de inhoud en kwaliteit van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Op basis van dit projectplan adviseert de Commissie tevens over de reikwijdte en het detailniveau van het Rapport. Een ieder kan een zienswijze op het projectplan en het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties indienen. De Commissie-m.e.r. zal deze zienswijzen ook meenemen in het advies.

Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA)

Op grond van het Besluit stralingsbescherming is een ieder verplicht om radioactieve stoffen zo snel als redelijkerwijs mogelijk af te voeren. In Nederland is COVRA aangewezen als instelling voor het ontvangen en beheren van radioactief afval. Om de zorgtaak voor het radioactieve afval te kunnen uitvoeren heeft COVRA een opslag- en verwerkingsfaciliteit gerealiseerd in Zeeland, op het haven terrein Vlissingen-Oost in de gemeente Borsele.

Interprovinciaal Overleg (IPO)

Het IPO is in 1986 opgericht en is de belangenbehartiger van en voor de provincies in 'Den Haag' en 'Brussel'. Ook is het IPO het platform van de provincies voor innovatie en kennisuitwisseling.

Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG)

De VNG is de belangenbehartiger van alle gemeenten (inclusief Bonaire, Saba en St. Eustatius).

Unie van Waterschappen

De Nederlandse waterschappen zijn verenigd in de Unie van Waterschappen. De Unie van Waterschappen behartigt de belangen van de waterschappen en zorgt voor kennisuitwisseling en samenwerking tussen de waterschappen.

Vereniging van de drinkwaterbedrijven in Nederland (Vewin)

Vewin is de branchevereniging van de drinkwaterbedrijven in Nederland en heeft als belangrijkste taak het behartigen van de (gezamenlijke) belangen van de drinkwaterbedrijven in 'Den Haag' en 'Brussel'.

Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)

De Inspectie Leefomgeving en Transport houdt toezicht op de naleving van wet- en regelgeving voor een veilige en duurzame leefomgeving en transport. Hieronder valt ook de opslag van radioactief afval. Daarnaast handhaaft de ILT deze wetten en regels.

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM)

SodM houdt toezicht op de naleving van wettelijke regelingen voor het opsporen, winnen, opslaan en transporteren van delfstoffen. De dienst richt zich hierbij op veiligheid, gezondheid, milieu, doelmatige winning en bodembewegingen.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), structuurvisie diepe ondergrond

IenM is bevoegd gezag voor de structuurvisie diepe ondergrond. Het project structuurvisie diepe ondergrond moet richting geven aan een duurzaam en verantwoord gebruik van de ondergrond.

Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE)

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed onderzoekt welke aspecten van het erfgoed het beste zijn om te bewaren. En hoe die cultuurhistorische waarden het beste onderhouden kunnen worden.

Op basis van dat onderzoek adviseert de dienst anderen over het behoud van de waardevolle elementen en denkt mee bij het ontwikkelen van plannen.

2.7 KARAKTERISTIEKEN VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

Het Nederlandse beleid voorziet vooralsnog in het ten minste 100 jaar bovengronds opslaan van radioactief afval, gevolgd door eindberging. Dit geldt zowel voor het (al dan niet warmteproducerend) hoogradioactief afval (HRA) als voor het laag- en middelradioactief afval (LMRA) wat na de langdurige bovengrondse opslagperiode nog niet vervallen is. De paragrafen hierna beschrijven de karakteristieken van de verschillende typen radioactief afval.

2.7.1 HOOG-RADIOACTIEF AFVAL

Op dit moment is in Nederland 68 m³ hoogradioactief afval aanwezig.² Dit afval bestaat voornamelijk uit verglaasd opwerkingsafval (afval dat na opwerking wordt verpakt in glas) en gecompacteerd metallisch afval met een zeer lange levensduur uit de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard. Daarnaast betreft het een gedeelte van het afval dat ontstaat bij de productie van medische isotopen als ook het verbruikte splijtstof afkomstig uit de onderzoeksreactoren in Petten en Delft. Dit verbruikte splijtstof uit de onderzoeksreactoren bevat naast splijttingsproducten in hogere mate de zwaardere actinides, waaronder uranium en plutonium en kent daarom een langere levensduur dan de opgewerkte splijtstofstaven.

2.7.2 LAAG- EN MIDDEL-RADIOACTIEF AFVAL

Aan laag- en middelradioactief afval ligt in Nederland circa 10.000 m³ opgeslagen bij COVRA.³ Van deze hoeveelheid afval is ongeveer de helft afkomstig van de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard. Een gedeelte van het laag- en middelradioactief afval zal in de komende 100 jaar vervallen tot onder de vrijgavegrens en zal daarom niet in een eindberging hoeven te worden gebracht.

Het laag- en middelradioactief afval wordt in Nederland in 4 klassen onderverdeeld:

A: hierin bevinden zich alfa-emitters, dit is afval met de langere halfwaardetijden

B: dit is afval uit kerncentrales met bèta- of gamma-emitters

C: dit is overig bedrijfsafval met bèta- of gamma-emitters met een halfwaardetijd van meer dan 15 jaar

D: hierin bevindt zich afval met bèta of gamma-emitters met een halveringstijd korter dan 15 jaar.

2.7.3 NORM AFVAL

Een aparte vorm van laag- en middelradioactief afval is NORM afval. NORM is het acroniem van "Naturally Occuring Radioactive Material". Het betreft hier afval met een verhoogde concentratie natuurlijke radioactiviteit, zoals calcinaat en verarmd uranium. Calcinaat ontstaat bij de verwerking van erts en bevat geconcentreerde natuurlijke radioactieve stoffen, zoals polonium, lood, en bismut. Dit zijn vervalproducten van de uranium en thoriumreeksen. Verarmd uranium is een bijproduct dat ontstaat bij de verrijking van uranium, dat wordt gebruikt bij de productie van reactorbrandstof. NORM afval komt

² Opgeslagen hoeveelheid bij COVRA eind 2012.

³ Opgeslagen hoeveelheid bij COVRA eind 2012.

dus niet vrij bij de productie van kernenergie. Wel ontstaat NORM afval bij het maken van grondstoffen (verrijkt uranium) voor kernreactoren.

Net als bij het andere laag- en middelradioactief afval zal een gedeelte van het NORM afval vervallen tijdens de komende honderd jaar. Calcinaat vervalt binnen de termijn van honderd jaar. Verarmd uranium niet. Dit zal, als het niet wordt ingezet voor andere doeleinden, in de eindberging worden geborgen. Het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties houdt hier rekening mee. Op dit moment is circa 15.000 m³ NORM afval bij COVRA opgeslagen.⁴

⁴ Opgeslagen hoeveelheid bij COVRA eind 2012.

3

Beheeropties

Een radioactieve afvalstof is gedefinieerd als materiaal waarvan de radioactiviteit de vrijstellingsgrenzen overschrijdt en waarvoor geen hergebruik meer voorzien is. Afhankelijk van de halveringstijd kan dit materiaal gedurende korte of langere tijd (tot wel honderdduizenden jaren) risico's met zich meebrengen voor de volksgezondheid en het milieu. Gedurende deze periode moet radioactief afval daarom op een zodanige wijze worden beheerd dat de straling ervan geen gevaar meer oplevert voor mens en milieu.

3.1 HUIDIGE BEHEERMETHODE

Momenteel vindt opslag van radioactief afval plaats bij COVRA. Deze organisatie is als enige organisatie in Nederland aangewezen voor het beheer van radioactief afval. Een ieder die radioactief afval genereert is verplicht dit zo snel als redelijkerwijs mogelijk aan COVRA aan te bieden. Het radioactief afval wordt voor ten minste honderd jaar bovengronds opgeslagen op het COVRA terrein. Het COVRA-terrein is ongeveer 20 hectare groot. Dat is ruim genoeg om het afval dat gedurende de in het beleid voorziene periode ontstaat op te slaan.

Hierna wordt kort toegelicht hoe het radioactief afval bij COVRA wordt beheerd. Bij COVRA wordt er onderscheid gemaakt tussen de opslag van hoogradioactief afval (HRA) enerzijds en laag- en middelradioactief afval (LMRA) anderzijds.

3.1.1 HOOGRADIOACTIEF AFVAL

Het hoogradioactief afval wordt bij COVRA opgeslagen in het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslaggebouw (HABOG). Naast hoogradioactief (opwerkings)afval worden ook verbruikte splijststofelementen van de Nederlandse onderzoeksreactoren en de filters afkomstig van de productie van medische isotopen opgeslagen in het HABOG. Dit gebouw is bestand tegen allerlei extreme invloeden van buitenaf zoals windhozen, gaswolkexplosies, aardbevingen, overstromingen en vliegtuigongevallen. Door middel van metingen en controles wordt het afval voortdurend bewaakt.

Het hoogradioactieve afval zit in speciale containers. Om de warmte die het hoogradioactieve afval produceert af te voeren, beschikt het HABOG over een passief koelsysteem, waarbij buitenlucht langs de buizen met afval stroomt en de door het afval opgewarmde lucht weer naar buiten wordt geleid. Aangezien het afval afgeschermd is van de omgeving wordt de langsstromende lucht niet radioactief besmet.

Het HABOG is een modulair ontworpen gebouw waarbij rekening is gehouden met toekomstige uitbreidingen. De muren zijn van 1,70 meter dik beton en zijn zodanig geconstrueerd dat het gebouw bestand is tegen extreme invloeden van buitenaf. Daarnaast houden de muren de straling tegen en

beschermen zo de medewerkers en omgeving. Het gebouw is ontworpen voor ten minste 100 jaar en kan met inspectie en onderhoud voor een nog langere periode gebruikt worden.



Figuur 2 HABOG

3.1.2 LAAG- EN MIDDEL RADIOACTIEF AFVAL

Het laag- en middelradioactief afval wordt in het AfvalVerwerkingsGebouw (AVG) tot een zo klein mogelijk volume verwerkt. Hierna wordt het in vaten geplaatst die vervolgens worden volgestort met beton. Het beton heeft twee functies, het immobiliseert het afval en zorgt voor afscherming van de straling. In geval van afval met een wat hogere activiteit worden de met afval en beton gevulde vaten geplaatst in een betonnen omhulsel, waarbij dit omhulsel voor extra afscherming zorgt. De vaten worden genummerd zodat achteraf altijd te herleiden is wat de precieze inhoud is. Vervolgens worden ze in rijen opgestapeld in het Laag- en middelradioactief OpslagGebouw (LOG), hierdoor kunnen ze goed geïnspecteerd worden.



Figuur 3 Stapeling van vaten met laag- en middelradioactief afval in het LOG

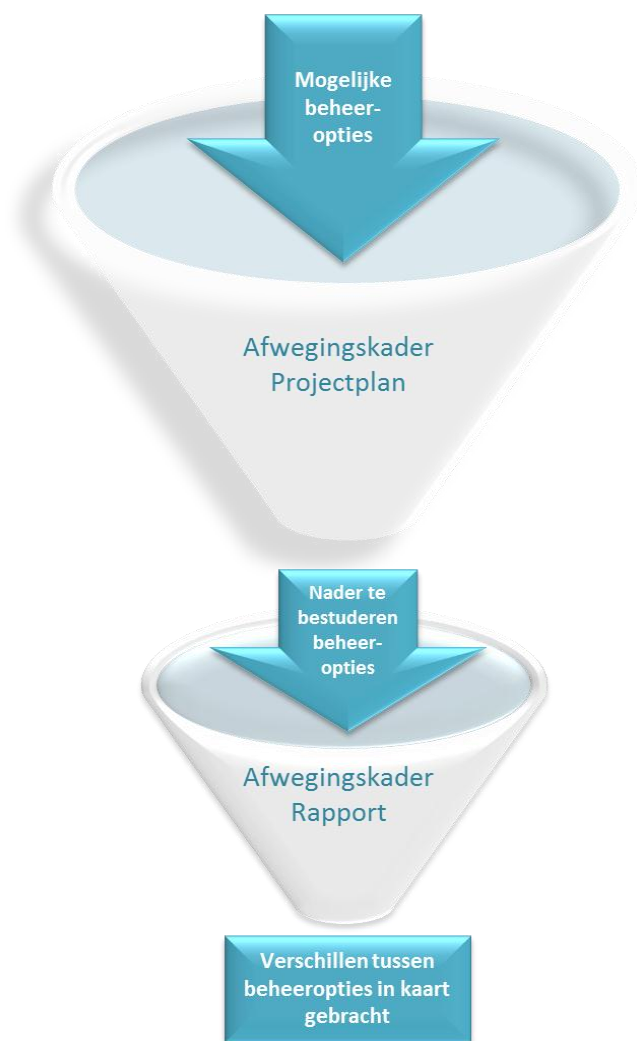
3.1.3 NORM AFVAL

Het NORM afval wordt opgeslagen in het Container OpslagGebouw (COG) en het Verarmd uranium OpslagGebouw (VOG). In het COG worden versterkte zeecontainers met NORM afval-opgeslagen. Deze

zeecontainers van kwalitatief hoogwaardig materiaal zijn gevuld met calcinaat. In het VOG worden kubusvormige (DV70) containers met verarmd uraniumoxide opgeslagen.

3.2 BEHEEROPTIES

Het huidige beleid voor het beheer van radioactief afval is erop gericht het afval ten minste honderd jaar bij COVRA op te slaan. Daarna wordt het deel van het afval dat dan nog radioactief is verplaatst naar een definitieve bestemming, een eindberging. Voor deze eindberging zijn verschillende mogelijkheden. Omdat niet alle lange termijn beheeropties realistische opties zijn voor Nederland, wordt in twee stappen een trechtering gemaakt naar geschikte beheeropties voor Nederland. Figuur 4 geeft deze trechtering weer.



Figuur 4 Trechteringsstappen lange termijn beheeropties

Het afwegingskader dat in de eerste trechteringsstap in dit Projectplan wordt gehanteerd is hierna beschreven. Het afwegingskader in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wordt toegelicht in hoofdstuk 4 van dit Projectplan.

Afwegingskader Projectplan

In dit Projectplan wordt de afweging gemaakt welke lange termijn beheeropties wel en niet nader worden bestudeerd in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Lange termijn beheeropties worden

niet bestudeerd in het Rapport wanneer deze verboden zijn op basis van de huidige wet- en regelgeving of als de techniek voor de beheeroptie nog niet voldoende volwassen is om deze als realistische optie nader te onderzoeken. Hoewel Nederland eventuele internationale samenwerking op het gebied van eindberging niet uitsluit, gaat het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties enkel in op beheeropties voor de nationale afvalinventaris op Nederlandse bodem. Naar huidig inzicht is de enige realistische beheeroptie die nu niet wordt meegenomen, omdat deze in Nederland niet aan de orde is, geologische berging in graniet.

Het eerste afwegingskader filtert de opties dus op basis van de kennis van nu (wet- en regelgeving en stand van de techniek) en op het uitgangspunt dat de beheeroptie in Nederland kan worden gerealiseerd. Mochten hierop in de toekomst wijzigingen plaatsvinden, moet daar flexibel op in worden gespeeld. Opties die nu niet als realistisch beschouwd worden, kunnen dan alsnog worden onderzocht.

Tabel 1 hierna geeft verschillende eindbergingsopties, innovatieve technieken en de huidige wijze van opslag weer. De tabel geeft aan of deze opties wel of niet nader worden bestudeerd in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Een toelichting op de beheeropties volgt in de paragrafen 3.2.1 tot 3.2.11 hierna.

Beheeroptie	Nader te bestuderen in Rapport	Toelichting in paragraaf
Nulalternatief: 100 jaar bovengrondse opslag	Ja	3.2.1
Multinationale berging	nee	3.2.2
Bovengrondse opslag	Ja	3.2.3
Oppervlakteberging	Ja	3.2.4
Zeeberging	Nee	3.2.5
Berging in ijskap	Nee	3.2.6
Directe injectie	Nee	3.2.7
Fusie met gasgesteente	Nee	3.2.8
Berging in de ruimte	Nee	3.2.9
Geologische berging (in diepe boorgaten of stabiele aardlagen)	Ja	3.2.10
Partitie en transmutatie	Nee	3.2.11

Tabel 1 Overzicht beheeropties

3.2.1 HUIDIGE SITUATIE: 100 JAAR BOVENGRONDSE OPSLAG

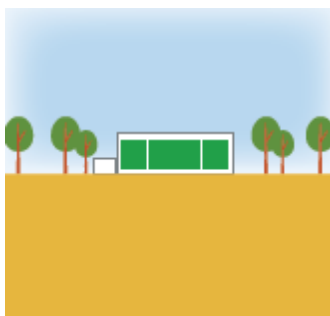
Het huidige Nederlandse beleid is gericht op ten minste 100 jaar bovengrondse opslag. Hoewel deze optie geen definitieve verwijdering van het afval tot gevolg heeft, zal deze als referentiekader dienen voor de gevolgen voor de te onderzoeken lange termijn beheermethoden. Een keuze voor een eindbergingsmethode dient in deze optie alsnog genomen te worden.

Een van de uitgangspunten van het huidige beleid is dat het beheer van radioactief afval veilig moet zijn. Om dit te realiseren is het beleid gericht op het isoleren, beheersen en controleren (IBC-principe) van het radioactieve afval. Daartoe wordt al het radioactieve afval gedurende ten minste 100 jaar op één locatie veilig opgeslagen in speciaal daarvoor ontworpen gebouwen op het COVRA terrein. Gedurende die periode kunnen de financiële middelen worden gespaard die nodig zijn voor de realisatie van een eindberging en is er voldoende tijd om het onderzoek te doen dat nodig is om een faciliteit voor eindberging te kunnen realiseren.

3.2.2 MULTINATIONALE BERGING

Bij multinationale berging realiseren verschillende landen samen de eindberging. Uitgangspunt in het Nederlandse en Europese beleid is dat elke lidstaat zelf verantwoordelijk is voor de eindberging van radioactief afval. Dit betekent echter niet dat onderlinge samenwerking tussen lidstaten uitgesloten is. Alhoewel een multinationale eindberging op termijn niet wordt uitgesloten, wordt deze optie nog niet uitgewerkt in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. In dit Rapport worden alleen oplossingen voor de nationale afvalinventaris op Nederlandse bodem verkend. In latere studies kan deze optie verder worden uitgewerkt indien dat aan de orde is.

3.2.3 BOVENGRONDSE OPSLAG



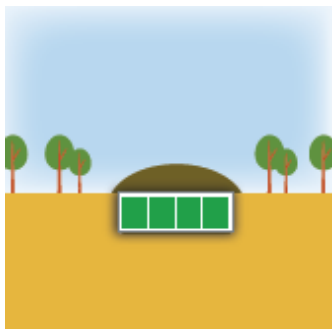
Figuur 5 Bovengrondse opslag

Een methode om het radioactieve afval langdurig veilig te beheren is om ervoor te kiezen de bestaande beheermethode (bovengrondse opslag) voor eeuwig te continueren. Bij eeuwigdurende opslag moeten er elke 100-300 jaar nieuwe opslaggebouwen worden gebouwd, of moeten de bestaande gebouwen worden aangepast. Het afval dat dan voldoende vervallen is kan afgevoerd worden. Voor het overige afval zullen de verpakkingen gecontroleerd moeten worden en, indien nodig, dienen deze omgepakt te worden. Deze continue vernieuwingen en aanpassingen zorgen voor een toename van de hoeveelheid radioactief afval in de loop van de tijd. Voor kortlevend afval is deze opslagmethode wel een mogelijke optie. Eeuwigdurende opslag vergt bovendien een actief beheer waarmee (hoge) kosten zijn gemoeid. Zonder van de lusten genoten te hebben worden de lasten hierdoor op de schouders van vele latere generaties gelegd. Het is noodzakelijk dat de kennis over het radioactieve afval en de installaties beschikbaar blijft. Ten slotte blijft een goede beveiliging noodzakelijk. Ook deze zaken brengen kosten met zich mee.

Het voordeel van bovengrondse opslag is dat het afval gemakkelijk toegankelijk en terugneembaar is. Dit heeft weer als voordeel dat de mogelijkheid deels wordt open gehouden voor eventueel toekomstig beschikbare geavanceerde alternatieve nucleaire technologieën zoals partitie en transmutatie (zie § 3.2.11). Dergelijke technologieën kunnen er mogelijk in de toekomst voor zorgen dat de levensduur van het langlevend afval verkort wordt.

De belangrijkste nadelen van bovengrondse opslag is het verhoogde risico op breuk van de opslag, door invloeden van buitenaf en het risico op breuk in de keten van actief beheer (management, controle, onderhoud, middelen etc.). Tevens is een nadeel dat er ook nog een geschikte berging voor het langlevend en/of hoogradioactief afval moet komen.

3.2.4 OPPERVLAKTEBERGING



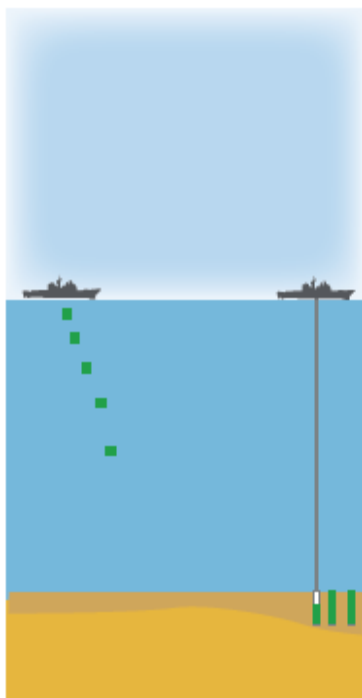
Figuur 6 Oppervlakteberging

Bij oppervlakteberging wordt kortlevend laag- en middelradioactief afval (LMRA) in modules aan of net onder het aardoppervlak geborgen. Hierbij wordt het radioactief afval op zo'n manier ingesloten en afgezonderd dat mens en milieu optimaal beschermd worden. Dit zowel gedurende de tijd waarin er actief toezicht op de berging is, als daarna. Bij het sluiten van de berging worden de laatste barrières voor de passieve insluiting en afzondering rond het afval aangebracht, en spreken we van een passief systeem. De generaties na ons hoeven dan, in tegenstelling tot de bovengrondse opslag van radioactief afval, niet meer actief te handelen om de veiligheid te garanderen. Toezicht blijft wel steeds mogelijk, zolang toekomstige generaties dit wensen.

Het voordeel van een oppervlakteberging is dat de bergingsmodules zichtbaar zijn. De belangrijkste nadelen van bovengrondse opslag is het verhoogde risico op breuk van de opslag, door invloeden van buitenaf en het feit dat er tevens nog een geschikte berging voor het langlevend en/of hoogradioactief afval moet komen. Ook het monitoren van het afval in de verre toekomst en eventuele terughaalbaarheid zijn makkelijker te realiseren dan bij geologische berging.

Oppervlakteberging is alleen geschikt voor kortlevend LMRA. Er kan alleen radioactief afval geborgen worden dat na 300 jaar geen risico meer mee brengt. In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wordt daarom het bergen van kortlevend LMRA in oppervlakteberging meegenomen.

3.2.5 ZEEBERGING



Figuur 7 Zeebergiging op of in de zeebodem

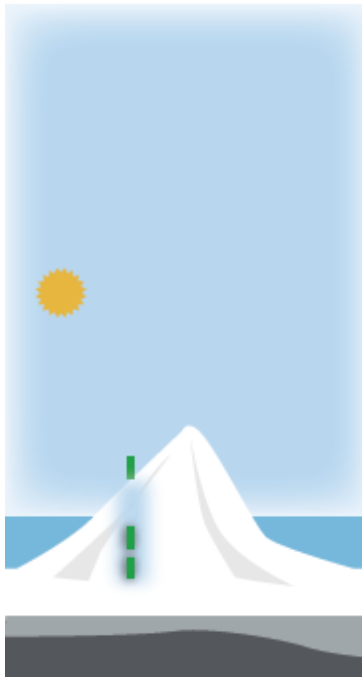
Het bergen van radioactief afval in de zee zou ook een bergingsoptie kunnen zijn. Een belangrijk nadeel van deze beheeroptie is dat de terugneembaarheid van de vaten zeer lastig te realiseren is. Om de vervuiling van de zeeën en oceanen terug te dringen heeft Nederland in 1972 het Verdrag van London (*Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter '72*⁵) getekend. Dit verdrag is op 1 januari 1978 in werking getreden en bevat afspraken over dumping van afval (waaronder hoogradioactieve stoffen) en andere stoffen in zee. Dit verdrag is in 1996 opgevolgd door een Protocol, waarin een algemeen dumpingsverbod is vastgelegd, met uitzondering van enkele niet-radioactieve stoffen (inwerkingtreding 24/10/2008). Het dumpen van radioactief afval in de noordoostelijke Atlantische Oceaan is daarnaast ook verboden op grond van het OSPAR-Verdrag⁶. Dit verdrag is in werking getreden in 1998 en heeft als belangrijkste doel het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten ten einde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en, wanneer uitvoerbaar, aangetaste zeegebieden te herstellen. Verder is het erop gericht om te komen tot een duurzaam beheer van het zeegebied waarop het OSPAR-Verdrag van toepassing is.

Met het aannemen van deze verdragen wordt het bergen van radioactief afval in zee uitgesloten. Deze optie wordt dan ook niet verder onderzocht in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Het Zweedse concept waarbij een eindbergiging vanaf vaste wal onder de zeebodem wordt gemaakt wordt beschouwd als geologische berging (§ 3.2.10).

⁵ www.imo.org

⁶ www.ospar.org

3.2.6 BERGING IN IJSKAP

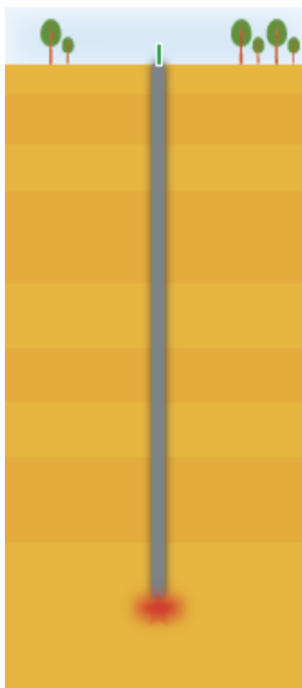


Figuur 8 Berging in een ijskap

Gerelateerd aan zeeberging is berging in een ijskap. Hierbij wordt warmtegenererend afval op het ijs geplaatst waardoor het ijs smelt en de container in de ijskap zakt. Na bevroering van het gesmolten ijs is de container geïmmobiliseerd in de ijslaag. Deze verwijderingsmethode is enkel geschikt voor warmtegenererend afval. Belangrijk nadeel van deze beheeroptie is dat de terugneembaarheid van de vaten zeer lastig te realiseren is. Met het aannemen van het Antarctische Verdrag (Washington, 1 december 1959) komt deze optie niet in aanmerking voor eindberging van radioactief afval. Het Antarctische Verdrag geldt voor het hele gebied onder de 60 graden zuiderbreedtelijn en stelt dat Antarctica enkel voor vredelievende doeleinden gebruikt mag worden. Nucleaire explosies en definitieve verwijdering van radioactief afval worden in het Verdrag verboden. Naast Antarctica heeft Groenland ook een geschikte ijskap. Denemarken laat echter geen eindberging van radioactief afval in Groenland toe.

Berging in een ijskap kan niet in Nederland worden gerealiseerd en is tevens op basis van verdragen niet mogelijk. Daarom wordt deze optie niet verder onderzocht in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

3.2.7 DIRECTE INJECTIE



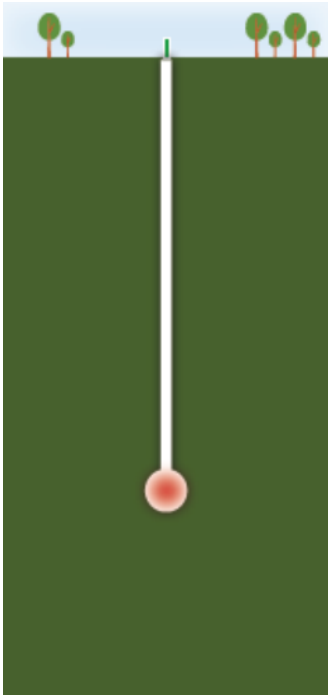
Figuur 9 Directe injectie

Vloeibaar radioactief afval kan in een, zich op grote diepte bevindende, geschikte gesteentelaag worden geïnjecteerd. Hierbij wordt het afval in de poriën van het gesteente opgenomen en door de omliggende lagen vastgehouden.

Directe injectie is in het verleden in de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie op beperkte schaal toegepast. Grootste bezwaar om deze optie toe te passen is de grote onzekerheid over de eventuele migratie van radionucliden. Dit komt mede doordat het afval op een relatief ongecontroleerde manier op grote diepte wordt gebracht. Directe injectie is alleen geschikt voor vloeibaar afval, het merendeel van het Nederlandse (hoogradioactieve) afval is niet vloeibaar. Daarnaast wordt in het Besluit Stralingsbescherming (artikel 35) lozing van radioactieve stoffen in de bodem verboden.

Directe injectie valt hierdoor af als eindbergingsmethode voor vloeibaar radioactief afval en wordt niet meegenomen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

3.2.8 FUSIE MET GASGESTEENTE

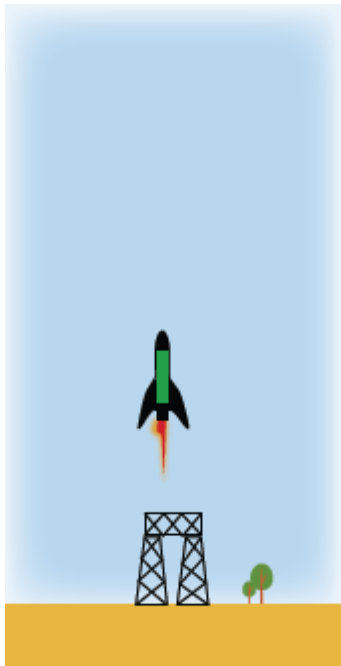


Figuur 10 Fusie met gasgesteente

Een optie voor warmteproducerend materiaal is het plaatsen van dit materiaal met een minimum aan pakking op 2 of 3 km diepte. Door de gegenereerde warmte smelt het omringende gesteente waardoor het afval in het gesteente zakt. Na afkoeling is een goed afgedichte laag rondom het afval ontstaan. De methode kent nog geen praktische toepassing en is alleen een optie voor sterk warmteproducerend materiaal. Er is nog weinig onderzoek naar deze methode gedaan. Daarnaast is een belangrijk nadeel dat de migratie van radionucliden in deze optie niet met voldoende nauwkeurigheid bepaald kan worden.

Net als directe injectie valt deze optie af onder het Besluit Stralingsbescherming (artikel 35). De optie wordt niet verder onderzocht in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

3.2.9 BERGING IN DE RUIMTE



Figuur 11 Berging in de ruimte

Onder berging in de ruimte wordt het brengen van radioactief afval naar een baan om de aarde of daarbuiten verstaan. Schadelijke besmetting van de ruimte is door middel van het ruimteverdrag (1976) uitgesloten. Daarnaast worden, sinds het ongeluk met de spaceshuttle Challenger in 1986, de risico's van dit soort berging onaanvaardbaar geacht.

Berging in de ruimte wordt daarom niet verder onderzocht in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

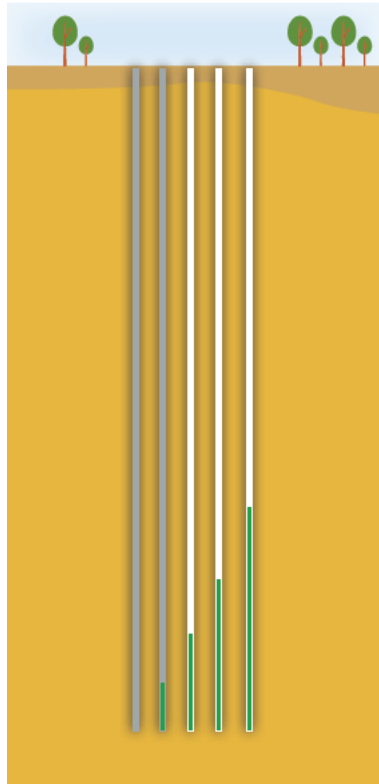
3.2.10 GEOLOGISCHE BERGING

Geologische berging is naar de huidige stand van de wetenschap en techniek een oplossing die verzekert dat het afval ook na duizenden jaren buiten de levensruimte (biosfeer) van de mens blijft. Bij geologische berging wordt het afval in geologische formaties op enkele honderden meters diepte geplaatst. Tijdens exploitatie van de berging en enkele decennia daarna wordt de insluiting van het radioactieve materiaal geborgd door een multi-barrière systeem. Barrières die het afval insluiten zijn onder andere de speciaal ontwerpen containers waarin het afval verpakt wordt, de faciliteit die voor het afval gebouwd wordt en de geologische laag, waarin de faciliteit voor het afval wordt gebouwd. Geschikte geologische lagen voldoen aan een aantal criteria, zoals bijvoorbeeld:

- door de laag is geen of een lage migratie van grondwater;
- de laag vertraagt de diffusie van vrijgekomen radionucliden naar het oppervlakte (bijvoorbeeld door adsorptie);
- de laag heeft een voldoende homogene en gemakkelijk te karakteriseren samenstelling;
- de laag bevindt zich niet in de buurt van seismische of vulkanische activiteit;
- de laag is voldoende groot om te voorkomen dat het afval niet snel naar het oppervlakte kan migreren (juiste dikte en diepte);
- er mogen geen natuurlijke rijkdommen in de omgeving van de geologische laag aanwezig zijn om verstoring in de toekomst te vermijden.

Geologische berging kan worden gerealiseerd door het afval in een geologische laag te plaatsen door middel van diepe boorgaten of in een, in de geologische laag, speciaal ontworpen faciliteit. Deze opties worden hierna verder toegelicht.

Geologische berging in diepe boorgaten



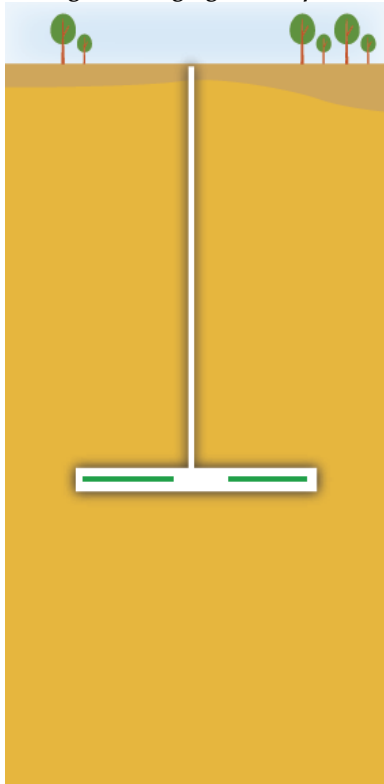
Figuur 12 Berging in diepe boorgaten

Bij het bergen van radioactief afval in diepe boorgaten wordt het afval in containers geplaatst met een diameter van maximaal 100 cm. Deze containers worden in boorgaten met een diepte van ongeveer 4 km geplaatst waarbij de onderste 2 km gebruikt kunnen worden voor het plaatsen van afval en de bovenste 2 km gebruikt worden voor afdichting. Tussen de verschillende containers komt een buffermateriaal zoals beton.

In een boorgat is niet te garanderen dat de containers lang intact blijven, de druk op deze diepte is dusdanig hoog dat welke constructie dan ook op relatief korte termijn zijn integriteit zal verliezen. Voordat er tot deze optie kan worden over gegaan moet dus worden uitgesloten dat het radioactieve materiaal te snel kan migreren naar de oppervlakte. Dat betekent dat er strenge eisen moeten worden gesteld aan de locatie.

Naar eindberging in boorgaten is in onder andere Zweden en de Verenigde Staten onderzoek gedaan. Dit onderzoek heeft echter nog niet geleid tot een operationele toepassing van het gebruik van boorgaten. Veel aanvullend onderzoek is nodig voordat deze techniek in Nederland toegepast kan gaan worden.

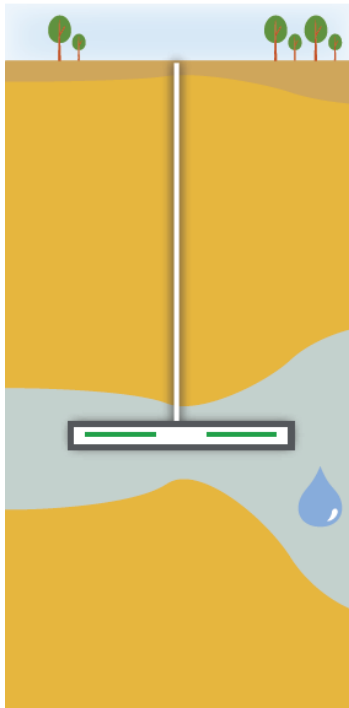
Geologische berging in een speciaal ontworpen faciliteit



Figuur 13 Berging in een speciaal ontworpen faciliteit

In diverse landen is en wordt onderzoek gedaan naar eindberging in geologische lagen als graniet, zout en klei. In Nederland zijn daarvoor twee geschikte geologische formaties voorhanden; zout (zoutlagen en zoutkoepels) en klei. Onderzoek naar berging in zout wordt al langere tijd uitgevoerd, in de Verenigde Staten is al een eindberging in zout in gebruik voor militair radioactief afval. Er is in het verleden onderzoek gedaan naar eindberging van radioactief afval in Nederlandse zoutlagen. Op dit moment wordt in het Onderzoek Programma Eindberging Radioactief Afval (OPERA) gekeken naar de mogelijkheden van berging in klei.

In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties afval worden deze twee opties (boorgaten en speciaal ontworpen faciliteit) van geologische berging als mogelijk beheeroptie meegenomen.

Geologische berging door kooiconstructie

Figuur 14 Kooiconstructie

Het bergen van radioactief afval en verbruikte splijststoffen door middel van een hydraulische kooiconstructie bestaat uit het bergen in een constructie van verticale tunnels met een of meerdere silo('s). De silo's worden omsloten met doorlatend materiaal waardoor grondwater zorgt voor de afvoer van de warmte. Er zijn nog heel veel onzekerheid omtrent deze variant. Door de lange termijn is het onvoldoende duidelijk is wat de effecten van het grondwater op de silo kunnen zijn. Omdat lozingen naar grondwater vooralsnog niet voldoende kunnen worden uitgesloten, is deze optie niet verenigbaar met Besluit Stralingsbescherming (artikel 35). De variant van geologische berging wordt daarom niet verder meegenomen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

3.2.11 PARTITIE EN TRANSMUTATIE

Partitie en transmutatie (P&T) is het veranderen van hoogradioactief afval met lange levensduur naar radioactief afval met een kortere levensduur zodat er uiteindelijk een kleinere hoeveelheid hoogradioactief afval overblijft. Partitie betekent dat de niet herbruikbare en langlevende componenten (plutonium en americium), uit gebruikte splijstof worden gehaald. Vervolgens vindt transmutatie plaats. Dit houdt in dat die componenten opnieuw de reactor ingaan waar ze vervallen tot stoffen met een kortere levensduur (tot ongeveer driehonderd jaar). Momenteel worden deze langlevende componenten 'verglaasd', verpakt in glas, opgeslagen bij COVRA.

Sinds de jaren '50 van de 20^e eeuw wordt er al onderzoek gedaan naar partitie en transmutatie. Op laboratorium schaal is levensduurverkorting mogelijk gebleken. De technologie is echter nog niet geschikt om op grote schaal toe te passen. Zelfs als er verdere ontwikkelingen volgen zal er noodzaak blijven voor berging van hoogradioactief afval. Het proces zal namelijk ook hoogradioactief afval genereren. Er zal echter wel minder opslagcapaciteit nodig zijn doordat de totale hoeveelheid hoogradioactief afval kleiner wordt (Swedish reference group for P&T research 2010). Andere nadelen van P&T zijn dat er meer handelingen met de gebruikte splijstof moeten worden uitgevoerd, inclusief de bijbehorende

veiligheidsrisico's en dat het niet kan worden toegepast op het reeds verglaasde afval. Voordeel van P&T is dat het de risico's voor de toekomst verminderd, omdat minder berging van langlevend afval nodig is.

Omdat partitie en transmutatie niet leidt tot definitieve verwijdering van radioactief afval en de techniek nog onvoldoende volwassen is wordt dit niet meegenomen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

4

Aanpak en afwegingskader

4.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak en het afwegingskader van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. In § 4.2 wordt eerst de afbakening van het Rapport toegelicht. Deze afbakening is van belang, omdat dit het vertrekpunt vormt voor de gekozen wijze van afwegen en de aandachtsgebieden (geologie, veiligheid, economie en ethiek). In § 4.3 wordt vervolgens de toetsing per aandachtsgebied toegelicht.

4.2 AFBAKENING RAPPORT LANGE TERMIJN BEHEEROPTIES

Het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties heeft een abstract karakter. Het is dan ook de eerste stap in een reeks steeds concreter wordende stappen die de komende 100 jaar worden genomen om tot een definitieve keuze voor een beheeroptie en locatie daarvoor te komen. Omdat op dit moment een locatiekeuze nog niet aan de orde is en omdat het nu nog geen zin heeft vooruit te lopen op (technische) details van beheeropties die pas over tientallen jaren definitief worden uitgewerkt, wordt in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties een afweging op hoofdlijnen gemaakt. Dit betekent dat:

- een kwantitatieve beoordeling nog niet aan de orde is;
- niet alle reguliere milieuaspecten (kunnen) worden beschouwd;
- alleen effecten na sluiting van de berging worden beschouwd.

Hierna wordt toegelicht waarom voor deze afbakening is gekozen. Dit neemt niet weg dat in latere stadia wel alle milieuaspecten beoordeeld zullen worden, waaronder ook op basis van kwantitatieve beoordeling. Dit is nu echter niet aan de orde.

Geen kwantitatieve beoordeling

Zonder technische uitwerking van de beheeropties en zonder specifieke omgeving waarop een beheeroptie effecten heeft is het niet zinvol te rekenen aan de effecten. Er moeten dusdanig veel aannames worden gedaan dat de uitkomsten in dit stadium weinig waarde hebben. Een kwantitatieve uitwerking zou dan ook een vals gevoel van nauwkeurigheid geven. Daarbij komt nog dat deze nauwkeurigheid op dit moment niet voor alle beheeropties in dezelfde mate gehaald kan worden, en dat deze ook niet nodig is in het kader van het Nationaal Programma.

In plaats van een kwantitatieve beoordeling zal een kwalitatieve beoordeling worden gegeven door experts op de aandachtsgebieden geologie, veiligheid, economie en ethiek. Deze kwalitatieve beoordeling houdt in dat per beheeroptie een beschrijving wordt gegeven van effecten die wel en niet verwacht worden (zie voor een uitwerking per aandachtsgebied §4.3). Op basis van die beschrijving worden de voor- en nadelen van de beheeropties vanuit het perspectief van elk van de aandachtsgebieden in kaart gebracht.

Niet alle reguliere milieuaspecten worden beschouwd

Niet alle reguliere milieueffecten, zoals lucht, geluid, ecologie, landschap, cultuurhistorie en archeologie worden in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties beschouwd. De afweging van deze effecten heeft een sterke relatie met de omgeving. Nu de beheeropties niet locatie specifiek beschouwd worden, is het weinig zinvol om in deze fase een afweging op deze aspecten uit te voeren.

In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wordt een afweging van de beheeropties gemaakt op basis van vier aandachtsgebieden, namelijk:

- Geologie;
- Veiligheid;
- Economie;
- Ethiek.

Deze aandachtsgebieden vormen de belangrijkste perspectieven van waaruit in dit stadium de beheeropties afgewogen kunnen worden. Hoewel hier onder elkaar gepresenteerd, houdt dit niet in dat elk van deze afwegingskaders gelijkwaardig aan elkaar zijn.

Alleen effecten na sluiting van de berging

Voor de beheeropties kunnen twee fases geïdentificeerd worden; (1) de fase van constructie, exploitatie en sluiting van de berging en (2) de lange fase na sluiting van de berging. De effecten in de fase van constructie, exploitatie en sluiting van de berging zijn sterk afhankelijk van het precieze technisch ontwerp en de locatie. Daarnaast zijn deze effecten op de lange termijn waarop de beheeropties afgewogen worden, vele malen kleiner, dan de effecten na sluiting van de berging. Daarom beperkt het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties zich tot de effecten na sluiting van de berging.

4.3 AANDACHTSGEBIEDEN

4.3.1 GEOLOGIE

Voor geologie wordt gekeken naar onderscheidende geologische factoren en naar het medegebruik van de ondergrond waarin de beheeropties zouden kunnen worden gerealiseerd.

Geologische factoren

Berging van radioactief afval in de diepe ondergrond stelt verschillende eisen aan de ondergrond (geen of lage migratie grondwater; beperking diffusie vrijgekomen radionucliden; homogene en goed te karakteriseren samenstelling laagpakket; voldoende verbreiding en dikte laagpakket; geen seismische of vulkanische activiteit). Basis voor het beschrijven van de effecten zijn de effectketens die spelen rond de lange termijn berging in de ondergrond. Het algemene geologische kader wordt beschreven (Rijndal – Noordzee slenk) met aandacht voor de voorkomens en verbreiding van de verschillende laagpakketten waarvan in het huidige tijdsgewricht wordt aangenomen dat deze in potentie mogelijkheden bieden voor passieve berging. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de eisen die bovengrondse opslag en oppervlakte berging stellen aan de ondergrond.

Medegebruik

Ook wordt in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties aandacht besteedt aan het huidige en toekomstige medegebruik van de ondergrond, waaronder de winning van water, van delfstoffen (conventionele koolwaterstoffen, schaliegas en steenkoolgas, zouten), de winning van aardwarmte en warmte- en koudeopslag en de opslag van gas en CO₂. Ten slotte wordt de tektonische setting (breuken)

globaal beschouwd, met inbegrip van de potentiële re-activatie. Met re-activatie wordt bedoeld, het opnieuw in beweging komen van gesteenten in bestaande breukvlakken. Dit kan veroorzaakt worden door natuurlijke oorzaken of door menselijke ingrepen in de ondergrond.

4.3.2 VEILIGHEID

Wereldwijd wordt het beheer van de radioactief afval gereguleerd door nationale wetgeving en internationale verdragen. In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wordt ingegaan op de beheeropties (kunnen) voldoen aan deze nationale en internationale kaders. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Fundamentele Veiligheidsprincipes (*Fundamental safety principles*)⁷ van het International Atomic Energy Agency (IAEA). Deze internationale organisatie, waar ook Nederland bij is aangesloten, heeft verschillende richtlijnen opgesteld over het gebruik, beheer en omgang van radioactief materiaal waaronder radioactief afval.

Om een goed afwegingskader voor veiligheid van de beheeropties neer te zetten zal in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties gebruik worden gemaakt van de IAEA veiligheidsstandaard voor het eindbergen van radioactief afval (*Disposal of radioactive waste*)⁸. Deze veiligheidsstandaard richt zich specifiek op veiligheidsaspecten voor de berging van radioactief afval. In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties gaan wij uit van de berging nadat deze is gesloten. In de hierboven genoemde standaard zijn voor bergingslocaties verschillende criteria opgenomen⁹ die verband houden met de dosis limieten. In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties gaan wij ervan uit dat bij een toekomstige berging aan deze criteria moet worden voldaan.

In de veiligheidsstandaard staan naast de criteria over dosis limieten ook verschillende veiligheidseisen waaraan een berging moet voldoen voor het veilig bergen van radioactief afval. Meerdere eisen zijn direct gerelateerd aan het ontwerp, uitvoering en technische voorzieningen van een eindberging. Deze eisen zullen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties niet worden behandeld, omdat deze nauwe samenhang hebben met de locatie en exacte ontwerp van de faciliteit. Er zijn ook een aantal eisen die een algemeen karakter hebben en wel in deze fase aan de beheeropties getoetst kunnen worden. Het betreft hier eis 5) Passieve veiligheidsvoorzieningen voor bergingsfaciliteit, eis 7) Meerdere veiligheidslagen, eis 8) Verpakking van radioactief afval, eis 9) Isolatie van radioactief afval en eis 10) Toezicht en controle op passieve voorzieningen.

Op basis van bovenstaande eisen worden de beheeropties afgewogen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties. Zoals aangegeven is veiligheid mede afhankelijk van het ontwerp, de uitvoering en technische voorzieningen (en toezicht daarop) die uiteindelijk worden toegepast. Hier zal ten tijde van uitvoering door middel van onderzoek en studie nader aandacht aan worden gegeven.

In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties zullen geen radiologische dosisberekeningen worden uitgevoerd voor mens of natuur. De strategische aard van de verkenning, de generieke beschrijving van de beheeropties en de onzekerheid over de locatie laten dit niet toe.

⁷ IAEA Safety Standards; Fundamental Safety Principles; Safety Fundamentals, No.SF-1

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf

⁸ IAEA Safety Standards; Disposal of Radioactive Waste; Specific Safety Requirements, No. SSR-5

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1449_web.pdf

⁹ Ibid. pag. 13-14.

4.3.3 ECONOMIE

Het vraagstuk van berging van radioactief afval vereist een wat afwijkende benadering dan de 'standaard' OEEI-methodiek¹⁰, zoals deze gebruikt wordt bij de economische beoordeling van projecten en programma's van de (rijks)overheid. Dit houdt vooral verband met de waardering van risico's, de zeer lange tijdsduur die in beschouwing moet worden genomen en de hiermee weer verband houdende aspecten van de te gebruiken discontovoet en het verdelingsvraagstuk tussen generaties. Het abstracte karakter van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties leidt ertoe dat een kwantitatieve beoordeling van de beheeropties nog niet realistisch is. Het economisch afwegingskader zal daarom met name een beschrijving geven van de orde grootte kosten van de alternatieven ten opzichte van elkaar.

Naast de gebruikelijke onderdelen van het economisch afwegingskader, zoals investering en financiering, zal bij de uitwerking vooral aandacht gegeven worden aan een adequate invulling van de volgende zaken:

- De waardering van de relevante risico's bij de berging van radioactief afval, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen bekende en onbekende risico's; Dit heeft een sterke relatie met het aandachtsgebied veiligheid.
- Of en zo ja, welke discontovoet en project specifieke risicotoeslagen gehanteerd moeten worden; in hoeverre kan hier worden aangesloten bij de wetenschappelijke inzichten met betrekking tot klimaat effecten in maatschappelijke kosten-batenanalyses?
- Hoe om te gaan met de herverdeling van kosten en baten tussen generaties. Dit raakt tevens zaken die in het ethische afwegingskader van belang zijn.

4.3.4 ETHIEK

In het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties worden vanuit de invalshoeken van veiligheid, economie en geologie de voor- en nadelen van beheeropties beschreven. In de ethische afweging worden deze voor- en nadelen, vaak gekoppeld aan maatschappelijke en milieugerelateerde waarden, verder uitgewerkt en in kaart gebracht. Vervolgens wordt er op de verschillende argumenten van de beheeropties gereflecteerd.

De ethische reflectie van de beheeropties start met het gebruik van de "Ethical Matrix" (Mepham 1996 en Mepham 1999). De ethical matrix is een hulpmiddel bij het maken van beleidsbeslissingen en in het bijzonder bij het onderzoeken van de introductie van nieuwe technologieën in de maatschappij. De matrix zorgt voor een overzichtelijke analyse van verschillende perspectieven van alle betrokken partijen. In deze matrix worden de voor- en nadelen van de verschillende beheeropties onderzocht op in hoeverre ze per betrokken partij de volgende principes behartigen of schaden:

- Welzijn (gezondheid en welvaart);
- Autonomie (vrijheid en keuze);
- Rechtvaardigheid ("justice and fairness").

Deze drie principes worden in een maatschappelijk debat over nieuwe technologieën als belangrijkste geacht en komen bovendien overeen met drie belangrijke ethische theorieën: utilisme, deontologie en Rawlsiaanse rechtvaardigheid. Bovendien doet het principe van 'rechtvaardigheid' recht aan de IAEA Fundamentele veiligheidsprincipes, als het gaat om inter- en intragenerationele billijkheid (4, 5 en 7)¹¹.

¹⁰ Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEEI).

¹¹ IAEA Safety Standards; Fundamental Safety Principles; Safety Fundamentals, No.SF-1
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf

Per beheeroptie zal een matrix worden gemaakt en onderzocht worden wat het effect is voor de betrokken partijen. Te denken is aan:

- Burgers/inwoners;
- Milieu / natuurlijke (leef)omgeving;
- Dieren;
- Volgende generaties.

De verschillende matrices zullen, door het tonen van de verschillende argumenten geordend naar de drie principes, de complexiteit van de morele problematiek rondom verschillende bergingsopties inzichtelijk maken. Op basis van dit overzicht zal een ethische reflectie plaatsvinden.

4.4 AFWEGINGSKADER

In Tabel 2 hierna staat het overzicht van de aandachtsgebieden en de criteria waarop de alternatieven worden gewogen in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

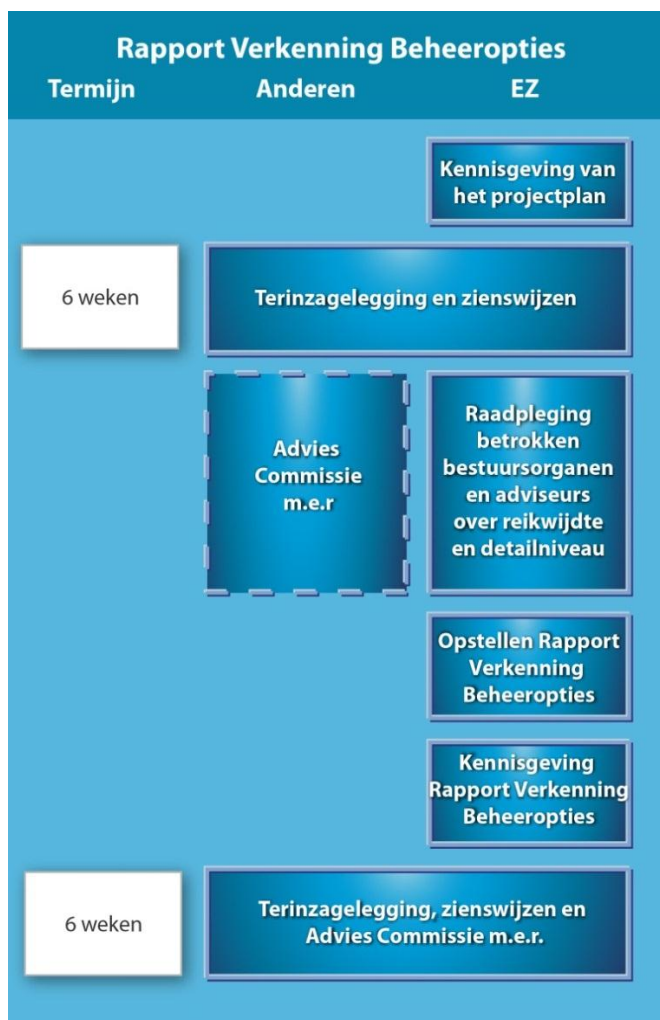
Aandachtsgebied	Afwegingscriteria
Geologie	▪ Geen of lage migratie grondwater ▪ Beperking diffusie vrijgekomen radionucliden ▪ Homogene en goed te karakteriseren samenstelling laagpakket ▪ Voldoende verbreiding en dikte laagpakket ▪ Geen seismische of vulkanische activiteit ▪ Huidig en toekomstig medegebruik
Veiligheid	▪ Veiligheid wordt verzekerd door passieve voorzieningen. Actief beheer na sluiting van de faciliteit wordt geminimaliseerd ▪ Het afval wordt ingesloten door meerdere fysieke barrières ▪ Deze barrières voorzien in fysieke en chemische eigenschappen die bijdragen aan insluiting en isolatie ▪ De bergingsfaciliteit voorziet in meer dan één veiligheidsfunctie ▪ Insluiting wordt verzekerd totdat radioactief verval het gevaar van het afval significant heeft verminderd ▪ Het terrein, ontwerp en bedrijfsprocessen dragen bij aan het isoleren het afval van de mens en zijn omgeving ▪ Hoog- en middelradioactief afval wordt voor ten minste duizenden jaren geïsoleerd ▪ Lange termijn veiligheid is niet afhankelijk van actieve institutioneel beheer
Economie	▪ Investering – Kosten voor beheer en onderhoud (waaronder beveiliging en monitoring) ▪ Financiering van berging en risico's – Verdeling van effecten binnen generaties – Verdeling van effecten tussen generaties
Ethiek	▪ Welzijn ▪ Autonomie ▪ Rechtvaardigheid

Tabel 2 Afwegingskader Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties

5

Proces

Zoals beschreven in § 2.5 wordt voor het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties de m.e.r.-procedure als leidraad genomen om een transparant proces te doorlopen bij het opstellen en vaststellen daarvan. In Figuur 15 wordt weergegeven welke stappen doorlopen worden met het Rapport en wat de momenten van inspraak en toetsing zijn. Na de figuur volgt een korte toelichting op de stappen in het proces voor het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.



Figuur 15 Stappen Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties

Kennisgeving Projectplan Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties

Het proces gaat van start met een openbare kennisgeving en de terinzagelegging van dit Projectplan. Belanghebbenden worden in de gelegenheid gesteld om met hun zienswijzen, een reactie te geven op de voorgestelde aanpak voor het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

Adviesronde en zienswijzen

Naast de openbare kennisgeving en terinzagelegging worden tevens betrokken bestuursorganen en wettelijk adviseurs direct geraadpleegd over de reikwijdte en het detailniveau van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties

Vervolgens wordt het noodzakelijke onderzoek uitgevoerd. De ingebrachte adviezen en zienswijzen worden hierbij betrokken. Het onderzoeksresultaat wordt gebundeld in het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties.

Terinzagelegging en toetsing

Het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties wordt ter inzage gelegd samen met het Nationaal Programma. Tijdens de terinzagelegging is er gelegenheid tot het indienen van zienswijzen.

Een speciaal aandachtspunt is de toetsing van het Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties door de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage. De Commissie toetst of het Rapport aan het gestelde reikwijdte en het detailniveau voldoet. Uitkomst van deze toetsing is een positief of negatief advies aan het bevoegde gezag.

Bijlage 1

Begrippen en afkortingen

Commissie-m.e.r.	Commissie voor de milieueffectrapportage
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
HABOG	Hoogradioactief Afval Behandelings- en OpslagGebouw (bij COVRA)
HRA	Hoogradioactief Afval
IenM	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
IPO	Interprovinciaal Overleg
LMRA	Laag- en middelradioactief Afval
LOG	Laag en middelradioactief OpslagGebouw (bij COVRA)
M.e.r.-procedure	Milieueffectrapportage procedure
MER	Milieueffectrapport
OEI	Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur
OPERA	Onderzoek Programma Eindberging Radioactief Afval
Rapport Verkenning Lange Termijn Beheeropties	Verkennende studie naar de lange termijn beheeropties voor radioactief afval en verbruikte splijtstoffen
RCE	Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
TK	Tweede Kamer
Vewin	Vereniging van de drinkwaterbedrijven in Nederland
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten

Bijlage 2 Referenties

Beleidsnota opbergen van afval in de diepe ondergrond (Kamerstukken II, 1992-1993, 23163 nr. 1)

Beleidsstandpunt over het eindrapport van de Commissie Opslag Radioactief afval "terugneembare berging, een begaanbaar pad?" ([Kamerstukken II, 2002/03, 28 674, nr. 1](#))

Besluit tot wijziging van het Besluit in-, uit- en doorvoer radioactieve afvalstoffen en bestraalde splijtstoffen, het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen en het Besluit stralingsbescherming in verband met de implementatie van richtlijn 2011/70 /Euratom, Nota van Toelichting

Brief van de minister van economische zaken, landbouw en innovatie inzake Kernenergie ([Kamerstuk 32645 nr. 1, Vergaderjaar 2010-2011](#))

Matthew Cotton 2009 "Evaluating the ethical matrix as a radioactive waste management deliberative decision-support tool", *Environmental values*, 18: 153-176

Mepham, B. 1996, 'Ethical analysis of food biotechnologies: an evaluative framework', in B. Mepham (ed), *Foodethics* (London: Routledge), pp. 101-119

Mepham, B. 1999 'A framework for the ethical analysis of novel foods: the ethical matrix', *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 12:165-176

Nota Radioactief afval (Kamerstukken II, 1983/84, 18 343, nrs. 1-2)

Opslag en bergingsmethodes, <http://world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Nuclear-Wastes/Appendices/Radioactive-Waste-Management-Appendix-2--Storage-and-Disposal-Options>, bezocht 31-7-2013

Oppervlakte berging in België, <http://www.niras-cat.be/nl/getpage.php?i=7>, bezocht 31-7-2013.

Richtlijn 2011/70/Euratom, tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, van de Raad van 19 juli 2011.

Safety Guide "Classification of Radioactive Waste", No. GSG-1, International Atomic Energy Agency, Wenen, 2009

Safety Standards; Fundamental Safety Principles; Safety Fundamentals, No.SF-1, International Atomic Energy Agency, http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf, bezocht 8-8-2013

Safety Standards; Disposal of Radioactive Waste; Specific Safety Requirements, No. SSR-5, International Atomic Energy Agency, http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1449_web.pdf, bezocht 8-8-2013

Swedish reference group for P&T research 2010, TR-10-35; Partitioning and transmutation - Current developments – January 2010