

Herman Damveld



KERNAFVAL IN BEWEGING

**de discussie over
ondergrondse opslag
van radioactief afval
1976 - 2010**

34 jaar kernafval

In 1976 kwam de regering met het plan om kernafval op te slaan in de Noordelijke zoutkoepels. De regering dacht dat de opslag rond het jaar 2000 zou kunnen beginnen¹. Volgens J. Hamstra, destijds de belangrijkste regeringsadviseur, was de opslag in de zoutkoepel in het Duitse Asse een belangrijk argument om ook in Nederland zoutkoepels te onderzoeken³. Ik wilde toen weten hoe het opslagplan in elkaar zat en waarom Asse een goed voorbeeld was. Ik had namelijk een ethisch probleem. Wereldwijd is men begonnen met kernenergie, en daarmee met de aanmaak van kernafval, nog voordat er een oplossing was voor dit afval. Is dat ethisch verantwoord? De kerncentrale Borssele maakt kernafval, dat zeker een miljoen jaar gevaarlijk blijft³. Is kernenergie dan nog wel aanvaardbaar? In 1978 verscheen *'Het vergeten scenario; minder energie en toch welvaart'* van Theo Potma⁴. Dit plan gaf aan hoe we in het jaar 2000 veel minder olie, gas en kolen zouden kunnen gebruiken, terwijl zonne- en windenergie juist sterk zouden groeien. Dat vond ik een wenkend perspectief. Kerncentrales zouden dat toekomstbeeld verstoren. Daarom besloot ik zowel vanuit mijn verstand als vanuit mijn gevoel om me met kernenergie en kernafval bezig te gaan houden. Dat kernafval in 2010, het jaar waarin ik 65 hoop te worden, nog steeds deel zou uitmaken van mijn leven, kon ik toen niet voorzien. Evenmin voorzag ik dat in 2010 het besluit zou vallen om voor 3,9 miljard euro alle vaten kernafval weer uit de zoutkoepel in Asse te halen⁵. Met deze brochure geef ik een korte terugblik op de afgelopen 34 jaar.

Herman Damveld
Groningen, februari 2010

'beste herman'

??
? Van verschillende kanten kregen wij te ?
? horen, dat er bij mensen de behoefte is ?
? aan uitleg over een bepaald aspect van ?
? de kernenergie. ?
? Na intensief speurwerk hebben wij dan ook ?
? een bekend deskundige bereid gevonden in ?
? 'Atoomalarm' een rubriek te starten, ?
? waarin vragen van lezers beantwoord kunnen ?
? worden. ?
? In de hiernaast afgedrukte foto zal men ?
? gemakkelijk de kernspecialist Drs.H.Damveld ?
? herkennen; vragen gericht aan hem ('Beste ?
? Herman') kunnen naar de Kloosterstraat 45 ?
? in Groningen gestuurd worden. ?
??



Uit: 'Atoomalarm', maart 1979

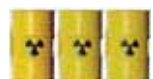
Herman Damveld

KERNAFVAL IN BEWEGING

de discussie over
ondergrondse opslag
van radioactief afval
1976 - 2010

INHOUD

1.	Kernafval in Nederland	5
2.	Nergens een plek voor hoogradioactief afval	13
3.	34 Jaar kernafval en zoutkoepels in vogelvlucht	27
	Noten	37



VOORWOORD

In maart 1969 werd in Dodewaard de eerste Nederlandse kerncentrale geopend, in oktober 1973 gevolgd door de tweede en voorlopig laatste, die in Borssele. Wat er met het radioactieve afval uit de centrales zou moeten gebeuren, was een zaak voor later.

In juli 1972 kwam de Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie met het advies om "bewaarplaatsen voor radioactief afval" in te richten "in stabiele zoutafzettingen".

In juni 1976 kwam de regering Den Uyl met het plan om het kernafval op te slaan in zoutkoepels in Noord-Nederland. De regering dacht dat de opslag rond het jaar 2000 zou kunnen beginnen. Het plan stuitte op veel verzet in de noordelijke provincies en het is er niet van gekomen. Het brede volksverzet deed de nucleaire industrie, in een in 2005 verschenen boek *'Dertig Jaar Nederlands Energiebeleid'*, verzuchten dat de



Op weg naar een duurzame energievoorziening.
Affiche 1981

aankondiging van proefboringen in 1976 achteraf gezien een grote fout was. Er is dan ook niet veel van die plannen terecht gekomen. Dat betekent overigens niet dat ze van tafel zijn.

Zo zei de Drentse commissaris van de koningin Jacques Tichelaar in januari 2010 opeens dat een Drents 'nee' tegen opslag in de provincie ongepast is en werd er een maand eerder een rapport bekend waarin gesproken wordt over het maken van een stappenplan om te komen tot "acceptatie van geologische berging".

De dreiging van definitieve opslag van hoogradioactief afval in de ondergrond blijft reëel.

Na de tijdelijke opslag van al het Nederlands radioactief afval bij de centrale opslagplaats in Vlissingen, 'tijdelijk' voor een periode van ongeveer 100 jaar, is het immers noodzakelijk om het afval noch enkele honderdduizenden jaren af te schermen van mens en milieu.

Een van de belangrijkste principiële uitgangspunten in de jaren '70 van de vorige eeuw tegen de opslag van kernafval in zoutkoepels, was dat we pas over de minst slechte opslagmethode mee zouden denken vanaf het moment dat we geen radioactief afval meer zouden produceren. En dat staat nog steeds: eerst stoppen met kernenergie!

Het is overbodig, onveilig, duur, vergroot mondiale ongelijkheid en instabiliteit, een oplossing voor het afval is er niet en de laatste maar niet de onbelangrijkste reden: kernenergie staat de ontwikkeling van een duurzame energievoorziening in de weg!

WISE,
Stichting Laka,
Zoutkoepeloverleg

*Amsterdam, Emmen,
februari 2010*



1. KERNAFVAL IN NEDERLAND

Inleiding

Dit eerste hoofdstuk gaat over wat kernafval is, over welke opslagplaatsen volgens de regering in aanmerking komen en wat de risico's zijn; maar ook over welke onderwerpen al vanaf 1976 regelmatig terugkomen. In Nederland wordt kernafval eerst tijdelijk bovengronds opgeslagen bij de COVRA in Borssele. Voor de definitieve ondergrondse opslag in zoutkoepels gaat het om een top-acht van locaties, bij klei is het onduidelijk welke plaatsen de overheid het meest geschikt vindt. Vervolgens komen in dit hoofdstuk de risico's van ondergrondse opslag aan de orde. Belangrijkste conclusies: de risico's zijn groot en het is zeer de vraag of een veilige definitieve opslag mogelijk is. Verkorting van de gevaarperiode van kernafval is een illusie, net als het idee dat kernenergie een oplossing is voor het broeikas-effect.

1.1. Kernafval: waar gaat het om?

Kerncentrales draaien op uranium. Dit uranium wordt gewonnen uit erts en ondergaat daarna verschillende bewerkingen voordat het geschikt is voor toepassing in een kerncentrale: zuivering van het erts, omzetting in een gasvorm, verrijking, omzetting van gasvorm naar vaste stof en fabricage van brandstofelementen voor gebruik in de kerncentrale. Bij elk van deze stappen, die - met uitzondering van verrijking - buiten Nederland gebeuren, ontstaat radioactief afval. Na een jaar of drie zijn ook de in de kerncentrale gebruikte brandstofelementen afval, in dit geval hoogradioactief afval.

Bij de kerncentrale zelf hebben we verder te maken met bedrijfsafval (filters, besmette kleding e.d.), dat behoort tot de categorieën laag- en middelactief afval. De kerncentrale moet na het verstrijken van de levensduur afgebroken (ontmanteld) worden. Doordat delen ervan radioactief zijn geworden geeft ook dat radioactief afval.

Het is dus duidelijk dat kernenergie radioactief afval oplevert. In de discussie wordt vaak verzwegen dat er ook in het buitenland veel afval vrijkomt vanwege de Nederlandse kerncentrales. Dit geldt speciaal voor radioactief afval afkomstig van de uraniumwinning: alleen al voor de kerncentrale Borssele gaat het om ongeveer 11.000 ton ertsafval per jaar. Het ertsafval bestaat uit een mengsel van zouten, zuren, zware metalen, fijn gemalen gesteente en radioactieve stoffen zoals radon, radium en thorium. Daarom is het radioactief afval.

De gebruikte brandstofelementen van de kerncentrale gaan, nadat ze voldoende zijn afgekoeld, naar een opwerkingsfabriek. De brandstof van Borssele gaat naar La Hague in Frankrijk. In een opwerkingsfabriek worden de gebruikte brandstofelementen eerst in kleine schijfjes gezaagd en daarna opgelost in chemische stoffen. Het doel van de



Affiche 1979



opwerking is om het plutonium dat in de kerncentrale gevormd is en dat in theorie opnieuw gebruikt zou kunnen worden, af te scheiden. Hetzelfde gebeurt met het uranium dat niet gebruikt is bij de elektriciteitsproductie in de kerncentrale. Deze scheidingsprocessen leveren een grote hoeveelheid afval op. Een deel daarvan is het hoogradioactieve, warmte afgevend en giftige kernsplijtingsafval, met stoffen als cesium en strontium. Over dit deel van het afval gaat het voornamelijk bij de ondergrondse definitieve berging in zoutkoepels. Alle stoffen die vrijkomen bij de opwerking blijven eigendom van de kerncentrales en alles behalve het plutonium komt sinds 2004 naar Nederland terug.⁶

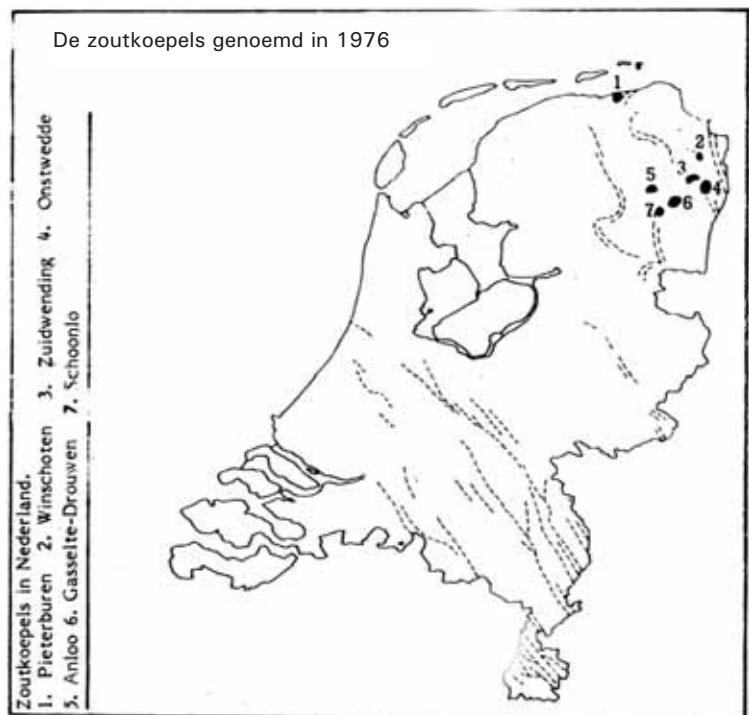
Jaarlijks wordt er in Nederland in totaal ongeveer 1000 kubieke meter kernafval geproduceerd. De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) bij Vlissingen is verantwoordelijk voor de opslag van alle soorten kernafval in Nederland. Bij de COVRA staan zo'n 40.000 vaten laag- en middelradioactief afval opslagen⁷ in een tien meter hoog betonnen gebouw met drie compartimenten van elk veertig bij zestig meter. Het hoogradioactieve afval wordt daar in het zogenoemde HABOG-gebouw tijdelijk (voor een periode van ongeveer 100 jaar) opgeslagen.⁸

Naast het afval van kerncentrales hebben we te maken met radioactief afval van laboratoria, onderzoeksinstellingen, industrie en ziekenhuizen. De suggestie die vaak gewekt wordt, als zou het overgrote deel van het kernafval afkomstig zijn uit ziekenhuizen e.d., is onjuist: zo'n 85 procent van de radioactiviteit is afkomstig van de kerncentrale Borssele.⁹

1.2. De locaties in zout en klei

In 1976 noemde de regering vijf zoutkoepels die in aanmerking zouden komen voor ondergrondse opslag van kernafval: Gasselte, Schoonlo, Pieterburen, Onstwedde en Anloo. In 1987 werden dat er meer. Een zoutkoepel is een natuurlijk ontstane holte in een zoutlaag. In 1987 verscheen het Tweede Tussenrapport van OPLA (OPLA is de afkorting van OPslag te Land, hoewel het om de ondergrond gaat), waarin 34 zoutkoepels en zoutlagen worden genoemd.¹⁰

Volgens de plannen uit 2001 van de door de regering ingestelde Commissie Radioactief Afval (CORA) wordt het kernafval op ongeveer 800 meter diepte opgeborgen, met rondom een zoutlaag van zeker 200 meter dikte. Dit betekent dat de afstand tussen het kernafval en



de aardlagen boven de zoutkoepel dus minstens 200 meter bedraagt.¹¹

Aan deze eisen voldoen in ieder geval negen zoutkoepels: Ternaard in Friesland; Zuidwending, Pieterburen, Onstwedde en Winschoten in de provincie Groningen; Schoonlo en Gasselte-Drouwen in Drenthe, gevolgd door de minder zekere zoutkoepels Hooghalen en Anloo in Drenthe. De zoutkoepel in Zuidwending is eigendom van en wordt gebruikt door AkzoNobel en valt daardoor af voor de opslag van kernafval. Zo houden we een top-acht over. In elk van deze zoutkoepels zou naar verwachting het afval van tientallen kerncentrales kunnen worden opgeslagen.¹²

In het CORA-rapport uit 2001 staat een hoofdstuk over klei. CORA stelt dat er maar weinig bekend is over klei in Nederland: *“Het beschikbare gegevensbestand over de eigenschappen van diepgelegen kleilagen in Nederland is uitermate beperkt.”* En *“de kennis omtrent klei is kleiner dan voor zout”*.¹³ Voor klei geldt de algemene eis dat een minimale opbergdiepte van 500 meter ondergronds gewenst is. Andere eisen zijn niet bekend. Kleilagen dieper dan 500 meter komen voor in de provincies Groningen, Friesland, Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Holland, Zuid-Holland, Flevoland, Noord-Brabant en Limburg. Waar de meest geschikte opslagplaatsen in klei zouden liggen is door CORA (of andere overheidscommissies) niet onderzocht of gepubliceerd. Wel lezen we in het CORA-rapport dat de klei het dikst is ten zuiden van Schiermonnikoog (275 meter), in de omgeving van Arnhem (250 meter) de Noordoostpolder (150 meter) en in het Peelgebied (100-150 meter). Dat zou een aanwijzing kunnen zijn van mogelijke opslagplaatsen.

1.3. Ogen soms dicht...

Het valt op dat de laatste jaren steeds vaker wordt gedaan of het lange termijn risico van kernafval niet bestaat. Men sluit er de ogen voor. Dat zien we bijvoorbeeld weer bij de plannen voor een tweede kerncentrale in Borssele die door het energiebedrijf Delta N.V. op 22 juli 2009, in de Startnotitie Milieueffectrapport Tweede Kerncentrale Borssele, ter inzage werden gelegd.¹⁴ In die Startnotitie heeft Delta het wel over honderd jaar bovengrondse opslag van kernafval. Het hoog radioactieve afval moet een miljoen jaar veilig opgeborgen worden.¹⁵ Wat er in de 999.900 jaar na de 100 jaar bovengrondse opslag moet gebeuren, daarover zwijgt Delta.

... Of ogen op zoutkoepels

Toch houden regeringen, van welke samenstelling dan ook, al decennia lang hun ogen gericht op zoutkoepels en sinds een aantal jaren ook kleilagen, die samen ook wel *“de diepe ondergrond”* genoemd worden.

De huidige CDA, PvdA en CU-regering verschilt wat dat betreft niet van de vorige regeringen. Minister Cramer van Milieu bijvoorbeeld, schreef op 30 juni 2009¹⁶ aan de Tweede Kamer: *“Naar de huidige stand van de wetenschap en techniek is alleen geologische berging (in de diepe ondergrond) van hoogradioactief afval een oplossing, die verzekert dat het afval ook na miljoenen jaren buiten de levensruimte (biosfeer) van de mens blijft.”* De minister stelde dat *“aangestuurd wordt op terugneembare eindberging van radioactief afval in de diepe ondergrond.”* Tevens merkte de minister op dat het rapport met de randvoorwaarden voor de bouw van nieuwe kerncentrales, dat in het voorjaar van 2010 zal verschijnen, ook zal gaan over *“mogelijk toekomstig beleid inzake radioactief afval.”*



1.4. Risico's opslag kernafval

1.4.1 Explosief zout

Het feit dat zout onder invloed van radioactiviteit een explosieve stof wordt, krijgt systematisch weinig aandacht in rapporten van de overheid. *“Als we bestraald zout opwarmen doen zich explosieve reacties voor. Soms is bij onze experimenten waargenomen dat een vrij zwaar platina dekseltje weg werd geblazen.”* Dat stelt professor H.W. den Hartog van het Laboratorium voor Vaste Stof Fysica van de Rijksuniversiteit Groningen. De in oktober 2009 overleden Den Hartog studeerde de afgelopen 20 jaar op de invloed van radioactieve straling op zout.¹⁷

Eén van de wetenschappelijke meningsverschillen bij de opslag van atoomafval in zout betreft de stralingsschade. Het radioactieve afval zendt straling uit dat in het zout terecht komt. Daardoor wordt zout gedeeltelijk omgezet in de bestanddelen waaruit het is opgebouwd, namelijk natrium en chloor. Den Hartog ging hier onderzoek naar verrichten, omdat bij stijging van de temperatuur van het zout er omvorming in omgekeerde richting plaats vindt: natrium en chloor gaan dan weer samen tot zout. Daarbij komt veel energie vrij met als gevolg dat vaten met kernafval smelten en verdampen. Dit geeft mogelijk een ondergrondse explosie. *“De zoutkoepel zal niet uit elkaar spatten”,* benadrukte Den Hartog, *“maar de explosieve kracht die ik heb berekend is niet gering en er kan flinke schade van komen.”*

1.4.2 Onbetrouwbare rekenmodellen

De rekenmodellen voor de veiligheid op lange termijn zijn onbetrouwbaar. De door de overheid ingestelde commissie over opberging van kernafval (OPLA), stelde in het eindrapport van 1993¹⁸ eigenlijk dat berekeningen over de risico's van de ondergrondse opslag van kernafval op lange termijn onbetrouwbaar zijn: de resultaten van modelberekeningen hangen af van het gebruikte model en van de persoonlijke inzichten van de makers van het model, terwijl fundamentele kennis veelal ontbreekt. De OPLA ging in haar eindrapport ook in op de vraag wanneer bewezen is dat een model klopt, ofwel 'gevalideerd' is en komt tot de conclusie dat dit alleen bereikt kan worden door vergelijking van de modelvoorspellingen met veldwaarnemingen: *“Dit proces zal gedurende een lange periode moeten plaatsvinden (bijvoorbeeld 30-50 % van de simulatieperiode) voordat het model als gevalideerd beschouwd kan worden. Dit is echter wel een 'ideaal validatieproces'. In de praktijk, en zeker in het kader van veiligheidsanalysestudies waar de geohydrologische modellen gebruikt worden om voorspellingen te doen voor periodes van een tiental duizenden jaren, kan dit type validatie niet uitgevoerd worden.”*¹⁹ Men zou dus duizenden jaren onderzoek moeten doen voordat men een uitspraak over de betrouwbaarheid van de modellen kan doen. Aan deze conclusies is sindsdien in feite niets veranderd: berekeningen over de veiligheid van opslag van kernafval blijven onbetrouwbaar.

1.4.3 Kleine hoeveelheid, langdurig gevaar

Regelmatig benadrukken voorstanders van kernenergie dat het maar om kleine hoeveelheden radioactief afval gaat. Maar bij kernafval gaat het niet alleen om het volume, maar vooral om het gevaar van zelfs een minieme hoeveelheid radioactiviteit. Dat kan duidelijk gemaakt worden aan de hand van het volgende.



Door het ongeluk in april 1986 met de kerncentrale in Tsjernobyl (toen in de Sovjet Unie, nu in Oekraïne) werd een groot deel van Europa besmet. Een berekening aan de hand van rapporten van het Nucleaire Energie Agentschap²⁰ laat zien dat er slechts 50 kilo langdurig gevaarlijke stoffen als cesium, strontium en plutonium verspreid werd. Toch betekent die vijftig kilo dat er omvangrijke gebieden in Wit-Rusland, Rusland en de Oekraïne langdurig besmet zijn. Een kleine hoeveelheid kernafval kan dus grote gevolgen hebben en is geen argument om net te doen of dit afval een te verwaarlozen probleem is.

1.4.4 Bewaren van kennis niet goed geregeld

Een kwestie die al decennia op de agenda van het kernafvalbeleid staat is het bewaren van kennis over en het markeren van de (ondergrondse) opslagplaats. Dat markeren moet op zo'n manier gebeuren dat (vele) toekomstige generaties begrijpen wat het is, ook al hebben ze er verder geen informatie meer over.

De Amerikaanse overheidsinstelling Environmental Protection Agency (EPA) heeft in 1998 een vergunning gegeven voor opslag van zogeheten niet-warmte afgevend transuraan-afval, dat ontstaan is bij de aanmaak van kernwapens, in de Waste Isolation Pilot Plant (WIPP) in Carlsbad, Nieuw-Mexico.²¹ Volgens de EPA zijn er vele onzekerheden in de scenario's waarmee wordt bestudeerd hoeveel radioactiviteit er de komende 10.000 jaar weer in de biosfeer terecht kan komen vanuit de opslagplaats. Daarom wil de EPA dat er bij WIPP extra maatregelen worden genomen:²² permanente markering van de opslagplaats, het bewaren van gegevens in openbare archieven en andere methoden om de kennis te kunnen behouden over plaats, ontwerp en inhoud van een opslagplaats van kernafval.

"We moeten de kennis over de ondergrondse opslagplaats voor kernafval bewaren. Dat moeten we zo organiseren, dat de mensen die bovengronds rondom de opslagplaats wonen, er trots op kunnen zijn." Dat schreven onderzoekers van het Nucleaire Energie Agentschap (NEA) in 2008.²³ Deze visie past bij het idee dat de lokale bevolking 'partners' moeten worden bij de opslag van kernafval, een visie die, volgens de NEA, al in verschillende Europese landen wordt toegepast.²⁴ Maar zo simpel is het niet.

Dat de kennis over de opslag van kernafval niet altijd goed bewaard wordt bleek vorig jaar nog weer eens. *"We hebben uw hulp nodig. Werkte u in de jaren -60, -70 of -80 bij ons, dan willen we graag met u praten om een duidelijk beeld te krijgen van het opgeslagen kernafval"*. De Engelse firma LLW Repository liet op 14 februari 2009 een advertentie met deze opmerkelijke tekst plaatsen in onder meer Engelse regionale bladen in de buurt van Sellafield, de regio waar een opwerkingsfabriek staat en waar kernafval is opgeslagen. In de advertentie gaat het om inlichtingen over laagradioactief afval dat vanaf 1959 bij het plaatsje Drigg is opgeborgen in met aarde bedekte greppels. Volgens Dick Razz, de directeur van LLW Repository zijn de gegevens over Drigg verre van volledig. De advertentie is volgens hem *"geen uiting van wanhoop, maar van het belang dat de firma hecht aan goede informatie."*²⁵ Helaas hebben we geen informatie kunnen vinden hoe men in Nederland denkt kennis over radioactief afval voor de toekomst te bewaren.





LLW Repository Ltd

WE NEED YOUR HELP



LLWR are looking for nuclear industry employees who have worked at Sellafield and have been involved in the consignment of waste to the Low Level Waste Repository near Drigg.

We are very keen to speak to people who were directly involved in consigning waste during the 1960's to the mid 1980's in order to build a comprehensive picture of the waste inventory in the trenches.

If you believe you can help us with this project
Contact Katherine Robinson on 020 8878 4226 or
katherine@ebmsc.com

De advertentie voor meer informatie over de radioactief afvalopslag

1.5. Denemarken als goed voorbeeld

Denemarken is het enige land waar de overheid eerst heeft onderzocht óf er wel een oplossing voor het kernsplijtingsafval mogelijk was, voordat men overging tot besluitvorming over het bouwen van kerncentrales en kernafvalproductie.

De Deense elektriciteitsbedrijven Elsam en Elkraft hebben in 1979 en 1980 zes zoutkoepels bestudeerd. Daarvan vielen er vijf om verschillende redenen af. Zo werd bij een zoutkoepel een kilometers lange breuk geconstateerd en bij een andere had men zout verwacht op 1200 meter, maar vond het pas op 2200 meter. Er bleef derhalve nog maar één geschikte zoutkoepel over,

die in Mors. Hier werden twee boringen verricht. Bij de eerste boring werden o.a. voor opslag ongunstige kalium-magnesium-zouten aangetroffen. De Deense Geologische Dienst (DGU) heeft in een rapport van december 1982 aangetoond dat de omgeving van de plaats waar de proefboring is gehouden, ongeschikt is voor opslag van atoomafval, omdat men er pekellbellen en gasinsluitingen kan verwachten.²⁶

De sociaal-democratische partij van Denemarken besloot daarop in 1984 af te zien van kernenergie. Het Deense parlement bepaalde in mei 1985 geen kerncentrales te bouwen.²⁷ Bij dit besluit hebben de negatieve resultaten van de proefboringen in zoutkoepels een belangrijke rol gespeeld. Denemarken besloot in te zetten op windenergie, met als gevolg dat nu 20% van de stroom uit wind komt en de Deense windindustrie één op de drie windmolens levert die wereldwijd worden geïnstalleerd.²⁸

1.6. Verkorting gevaarperiode kernafval illusie

In een kerncentrale ontstaan door het kernsplijtingsproces veel verschillende radioactieve stoffen. Sommige verliezen na korte tijd hun radioactiviteit, maar bij andere duurt dat honderdduizenden jaren. Deze langlevende stoffen zijn bepalend voor het risico op lange termijn. Als het nu mogelijk zou zijn de langlevende radioactieve stoffen om te zetten in kortlevende, zou het kernafval 'nog maar' bijvoorbeeld 700 tot 1500 jaar gevaarlijk blijven. Dan zou dus ergens tussen het jaar 2710 en 3510 onze zorg voor het kernafval op kunnen houden.



Al vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw doen voorstanders van kernenergie het voorkomen of de techniek van verkorting van de gevaarperiode (of ook wel 'levensduurverkorting' genoemd) van kernafval al bestaat of binnenkort verkrijgbaar zal zijn.^{29 30} De werkelijkheid is echter geheel anders. Volgens het hoofd van de afdeling Nucleaire Ontwikkeling van het Nucleaire Energie Agentschap (NEA) te Parijs in april 2009³¹ duurt het *"nog minstens dertig jaar voor de technologie voor de verkorting van de gevaarperiode van het kernafval op enige schaal praktisch toegepast kan worden. Voor het zover is, moet nog veel onderzoek gebeuren."*

We zijn dan dus op z'n vroegst in 2040. Het proces zelf, de daadwerkelijke verkorting van de gevaarperiode, vergt minstens 40 jaar. In het gunstigste geval zijn we dan in het jaar 2080. Deze omzetting kan met name toegepast worden in snelle kweekreactoren, een type reactor zoals gepland was in Kalkar, Duitsland. Die kweekreactor is in de jaren '90 na een investering van enkele miljarden euro's omgebouwd tot pretpark³², omdat het kweekproces onveilig en te duur was. We krijgen dan de absurde situatie dat er ergens een Kalkar-centrale gebouwd moet worden om de langlevende radioactieve stoffen van de kerncentrales Borssele en Dodewaard te behandelen. Verkorting van de levensduur van kernafval gaat dus gepaard met de bouw van nieuwe kerncentrales.

Ook Minister Jacqueline Cramer van VROM heeft twijfels bij de levensduurverkorting, blijkt uit een brief van 6 april 2009 aan de Tweede Kamer,³³ waarin ze schrijft: *"De technologie voor levensduurverkorting van radionucliden wordt op dit moment enkel op laboratoriumschaal toegepast. Nog steeds is onzeker óf, en zo ja wanneer, toepassing op grotere schaal aan de orde zal zijn."*

Behalve al deze problemen die eerst nog maar eens opgelost moeten worden, gaat deze technologie sowieso niet op voor al het tot nu toe geproduceerde hoog radioactieve kernafval van de kerncentrales Borssele en Dodewaard, omdat het, na opwerking, in glas is ingesmolten. Kortom, deze technologie, als het ooit toepasbaar wordt, gaat niet op voor het probleem dat er nu al is.

1.7. Kernafval, uraniumvoorraden en het broeikaseffect

We lezen de afgelopen jaren steeds vaker dat kerncentrales de oplossing moeten bieden voor het broeikaseffect. Het lijkt er dan op dat we het kernafval maar voor lief moeten nemen.

Kan kernenergie voor die oplossing

In 1976 schatte het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) dat in het jaar 2000 wereldwijd kerncentrales een vermogen van 2.300.000 Megawatt zouden hebben.⁴⁰ Voor Nederland was die schatting ook heel groot: in 1972 ging de Kernenergienota van minister van Economische Zaken Langman er vanuit dat er in Nederland in het jaar 2000 maar liefst 35.000 MW geïnstalleerd kernenergievermogen zou staan.⁴¹ In werkelijkheid was dat 450 MW.

Maar als die IAEA verwachting was uitgekomen, zou er vanaf 2000 jaarlijks 430.000 ton uranium nodig zijn geweest als brandstof voor die kerncentrales. Dat zou echter wel betekend hebben dat de bewezen en redelijk zekere geschatte voorraad uranium nu al op zou zijn geweest.

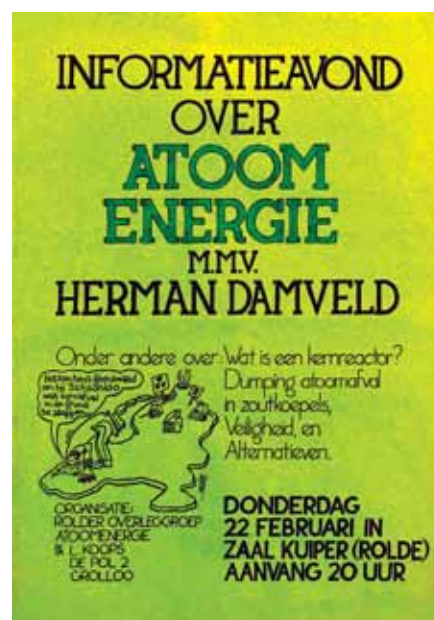


zorgen? Kernenergie kent naast de opslag van het radioactief afval verschillende problemen zoals de onveiligheid van kerncentrales,³⁴ de hoge kosten³⁵ en de beperkte productiecapaciteit van de kernindustrie.³⁶ Kernenergie is ook niet broeikasgasvrij.³⁷ Stel dat we deze (en nog andere) problemen buiten beschouwing laten, het probleem van het kernafval maar voor lief nemen, en alleen maar naar de situatie van kernenergie en de brandstof daarvoor, uranium, kijken.

Kernenergie zorgt nu voor 14% van het mondiale elektriciteitsgebruik, dat is 5,9% van het totale energiegebruik.³⁸ Er zijn nu niet veel meer kerncentrales dan 22 jaar geleden. Eind 1988 waren er wereldwijd 429 kerncentrales in bedrijf, in januari 1998 waren het er 428; het aantal kerncentrales nam toe tot 444 in 2002 om daarna af te nemen naar 436 begin 2010.^{39 40 41}

Alle kerncentrales wereldwijd gebruiken nu jaarlijks bijna 70.000 ton uranium. Volgens een rapport uit juni 2008 van het NEA,⁴² een instituut dat vóór kernenergie is, zijn de bewezen en geschatte voorraden (op grond van redelijk betrouwbare gegevens) samen 5,5 miljoen ton. Daarnaast schat NEA de niet-ontdekte en speculatieve voorraden uranium op 10,5 miljoen ton. Hoe lang die bewezen voorraad van 5,5 miljoen ton uranium mee gaat is natuurlijk afhankelijk van de vraag. Bij het huidige gebruik van uranium is de voorraad over 78 jaar op (78 maal huidig jaarlijks verbruik van 70.000 ton), maar als de vraag stijgt, zijn we natuurlijk sneller door de voorraad heen. Stel dat alle landen het voorbeeld van Frankrijk zouden volgen en besluiten dat kernenergie in 2030 zeventig procent van alle elektriciteit moet leveren, hetgeen ongeveer 7,5 maal zo veel is als het percentage nu. Kernenergie zorgt in dit voorbeeld voor 27% van het wereldwijde energiegebruik, de rest komt uit fossiele brandstoffen en duurzame energie. We kunnen dan bij benadering uitrekenen dat tot eind 2030 zo'n 6 miljoen ton uranium nodig is.⁴³ Dat is meer dan de totale bewezen en geschatte voorraden van 5,5 miljoen ton. In plaats van over 78 jaar is in dit voorbeeld de bewezen en geschatte voorraad uranium al over 20 jaar op en is men dan afhankelijk van onzekere speculatieve voorraden. Als er wereldwijd veel kerncentrales gebouwd worden om bijvoorbeeld het broeikaseffect te bestrijden, stuiten we al over enkele decennia op uraniumtekorten. Overigens is volgens het Weense Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) kernenergie in 2030 goed voor hooguit 7,3% van de energievoorziening in de wereld,⁴⁴ nu is dat ongeveer 5,9%.

Overigens: het NEA wijst in het in juni 2008 verschenen rapport op dat er vanaf 2013 een tekort aan uranium dreigt. De vraag wordt dan groter dan de productie. Op 10 maart 2009 heeft de directeur Jerry Grandey van Cameco, één van de grootste uraniumbedrijven ter wereld, deze datum ook genoemd.



Affiche voor een van de vele informatiebijeenkomsten, 1979



2. NERGENS EEN PLEK VOOR HOGRADIOACTIEF AFVAL

In Nederland horen we regelmatig dat het kernafvalprobleem in het buitenland wel is opgelost. Maar dat blijkt niet zo te zijn. Nergens ter wereld is een ondergrondse opslagplaats voor warmte producerend hoogradioactief afval in bedrijf. In dit hoofdstuk behandelen we de opslagplannen in zeven West-Europese landen en in Canada en de Verenigde Staten. Uit dit overzicht blijkt dat de plannen steeds worden opgeschoven in tijd (zie onderstaande tabel voor een korte samenvatting). Opmerkelijk is dat verschillende landen de afgelopen tien jaar hebben gebruikt voor bezinning: steeds meer landen erkennen dat het kernafvalprobleem bestaat en willen de bevolking nadrukkelijk bij de discussie en plannen betrekken.

Tabel 1: Vroegste tijdstip eindopslag hoogradioactief afval

Land	verwachting in 1989 ⁴⁷	verwachting in 1996 ⁴⁸	verwachting in 2010 ⁴⁹
Nederland	2000	??	??
België	2030	2035	2080
Duitsland	2005/10	2010	2035
Groot-Brittannië	??	2030	2040
Zweden	2020	2020	2023
Finland	2020	2020	2020
Frankrijk	2010	2020	2025
Zwitserland	2025	2020	2040
Canada	2015/25	2025	2035
U.S.A.	2010	2013	??

België

In België is na vele jaren discussie een opslagplaats gevonden voor laag- en middelradioactief afval. Het duurt naar verwachting nog tot 2080 voor de opslag van hoogradioactief afval in kleilagen zal beginnen.

In België is de NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen) verantwoordelijk voor opslag van kernafval. Deze instelling, die in 1980 werd opgericht, valt onder het ministerie van Economisch Zaken.

Laag- en middel radioactief

In 1982 stopte België, net als Nederland, met de dumping van laag- en middelradioactief afval in de Atlantische Oceaan, dat NIRAS omschrijft als de “zeebergings op grote diepte”.⁵⁰ Sindsdien studeert NIRAS op de berging boven- of ondergronds van alle soorten kernafval.

De NIRAS bracht in april 1994 een rapport uit over de bovengrondse opslag van laagradioactief afval. Er werden 98 mogelijk geschikte locaties genoemd. Het rapport leidde overal tot moties in de gemeenteraden waarin de opslag werd afgewezen.⁵¹ Kan dit radioactief afval naar één van de 25 militaire basissen die niet meer in gebruik



zijn, vroeg de regering eind 1996 aan de NIRAS. In juni 1997 bracht de NIRAS daar een rapport over uit, dat *“uiteindelijk slechts een voorbereidende oefening was, gebaseerd op bibliografische gegevens”*⁵², maar desondanks opnieuw aanleiding was tot ongerustheid. Alleen het gemeentebestuur van Beauraing waar de militaire basis Baronville ligt, wilde de opslag. Maar bij een referendum op 28 juni 1998 stemde 94 procent van de bevolking tegen de opslag.⁵³

Dit bracht de regering in verlegenheid. Zoals het vaker gaat in de politiek, kwam de regering met een wollig beleid om te werken aan *“een definitieve oplossing of een oplossing met definitieve, progressieve, flexibele en omkeerbare bestemming.”*⁵⁴ Het laag- en middelradioactief afval kan volgens de regering zowel dicht onder de oppervlakte als in diepe geologische klei-formaties opgeslagen worden.⁵⁵ Ze wijst geen plaatsen meer aan, maar legt de nadruk op het maatschappelijk draagvlak en gaat er van uit dat er draagvlak te vinden is bij de plaatsen waar al kernenergie-installaties staan: Doel (kerncentrales), Mol (Studiecentrum voor Kernenergie), Dessel (fabricage brandstofelementen), Fleurus (Instituut voor Radio-elementen) en Tihange (kerncentrales). Maar plaatsen mogen zich ook vrijwillig melden.⁵⁶ De NIRAS nam het regeringsbeleid over en stelde in 1998: *“Van bij het begin een echt partnerschap nastreven, in plaats van zich te beperken tot een tegensprekelijk debat, betekent een vernieuwing voor de sector van het nucleaire afval.”*⁵⁷

Na veel overleg sloot de NIRAS in 1999 een partnerschapovereenkomst af met Dessel en Mol. De keuze viel op Dessel. De bevolking van Dessel stemde in 2004 voor de zogeheten oppervlakteberging die in 2016 kan beginnen.^{58 59}

Hoogradioactief

België heeft vanaf begin jaren '70 plannen om hoogradioactief afval op te slaan in kleilagen. Vanaf 1974 tot 1989 is er een ondergrondse mijn gegraven in de klei onder de plaats Mol in de streek de Kempen. Het gaat hier om klei van een bepaald type, de zogeheten Boomse klei, dat ook in Nederland voorkomt. Volgens NIRAS koos België voor klei omdat er gegevens over beschikbaar waren; de keuze viel op Mol omdat daar het Studiecentrum voor Kernenergie was met de Eurochemie opwerkingsfabriek: het kernafval kon dan ter plekke ondergronds opgeborgen worden.⁶⁰

Tussen 1990 en het jaar 2000 is er gestudeerd op methoden om de veiligheid op lange termijn te beoordelen én op de eigenschappen van klei. Een van de belangrijkste vragen was wat er gebeurt als er kernafval uit de vaten lekt en in klei terecht komt. Uit het SAFIR 2 rapport van NIRAS⁶¹ uit 2002 bleek dat nog veel vragen naar de veiligheid van opslag van kernafval in klei onbeantwoord waren. Tot 2017 moeten er daarom elf kwesties met voorrang onderzocht worden. NIRAS wil de uitvoerbaarheid van de bestudeerde oplossing aantonen en bepalen hoe het kernafval opgeborgen moet worden. Daarna kan de aanleg van de opslagmijn beginnen. In de wat ingewikkelde woorden van de NIRAS: *“Zonder de basiskeuze van de Boom klei op losse schroeven te willen zetten, blijven er momenteel nog belangrijke vragen onbeantwoord zodat het voorbarig is zich vandaag reeds definitief uit te spreken over de technische uitvoerbaarheid van een berging in deze gastformatie of over de operationele en lange termijn veiligheid van een dergelijke berging.”*

Gevraagd naar de stand van zaken eind 2009 liet NIRAS weten dat er in België nog



geen beslissing is omtrent berging van hoogradioactief afval in klei. NIRAS werkt momenteel aan een Afvalplan,⁶² dat in 2010 aan de regering aangeboden moet worden, waarna er besluiten genomen kunnen worden. Als de regering dan kiest voor opslag in klei, dan duurt het nog tot 2080 voor de opslag van hoogradioactief afval kan beginnen.⁶³

Duitsland

In Duitsland dreigen twee zoutkoepels met radioactief afval in te storten. De kosten om die zoutkoepels zo goed mogelijk af te sluiten (maatregelen nemen om te voorkomen dat het kernafval vrij komt uit de vaten en in het milieu terecht komt) bedragen naar verwachting 6,1 miljard euro. De geplande opslag van hoogradioactief afval in Gorleben, waarvoor al 1,5 miljard euro is uitgegeven, is al 30 jaar het meest omstreden en zal niet voor 2035 beginnen.

De Asse-zoutkoepel

De buitenlandse ervaringen met opslag van kernafval in zoutkoepels zijn dramatisch slecht. In de Duitse deelstaat Nedersaksen ligt de zoutkoepel Asse, waarin tot 1978 zo'n 125.000 vaten laag- en middelradioactief afval zijn opgeslagen. Rond 1970 was



De 'opslag' van laag- en middelactief afval in Asse

het de bedoeling dat er ook hoogradioactief afval in zou komen. Dit Duitse plan was een belangrijke reden voor de Nederlandse overheid om te kiezen voor opslag in zoutkoepels. Het liep echter anders. Hoog radioactief afval is er nooit opgeborgen. In Asse is in 2008 op 700 meter diepte het radioactieve cesium-137 vastgesteld en werd bekend dat dit cesium al vanaf begin jaren '90 vrij komt.⁶⁴ Er stroomt namelijk



dagelijks 12.000 liter water de zoutkoepel in. Het gevormde pekkel heeft de vaten aangetast, waardoor er radioactiviteit uit de vaten lekt. Begin jaren '70 werd beweerd dat de opslag in Asse zeker 40.000 jaar veilig zou zijn.⁶⁵ Nu blijkt er al na 40 jaar radioactiviteit te lekken. Dit is een nog groter probleem omdat op 29 augustus 2009 bleek dat er geen 9,6 maar 28 kilo plutonium in Asse is opgeslagen⁶⁶, een stof die 240.000 jaar gevaarlijk blijft. De toenmalige Duitse minister van Milieu, Sigmar Gabriël, liet op 19 augustus 2009 weten dat het veilig afsluiten van Asse tussen de twee en vier miljard euro kost; de kernindustrie heeft voor die opslag 450.000 euro betaald; de belastingbetaler draait op voor de rest.⁶⁷

Maar het Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) laat op 3 september 2009 weten dat het onduidelijk is hoe lang het duurt voordat de schachten onder water komen te staan,⁶⁸ en dat daarom snel maatregelen nodig zijn. De regering-Merkel stemt daar mee in.⁶⁹ Op 15 januari 2010 kondigt het BfS aan dat alle vaten opgegraven moeten worden,⁷⁰ dat moet dan, zo is optimistisch berekend, in 10 jaar kunnen want het opgraven van één vat laagradioactief afval zal 4,8 minuten duren.⁷¹ Dit kost volgens de Duitse milieuminister Norbert Röttgen (CDU) 3,7 miljard euro,⁷² waar nog eens 200 miljoen euro bij komt voor de berging van middelactief afval.⁷³ Op 14 januari 2010 zei de Duitse minister van Onderzoek Annette Schavan (CDU) overigens dat men niet aan Asse had moeten beginnen.⁷⁴

In Asse zijn volgens een mededeling van de Duitse overheid van 16 maart 2009⁷⁵ scheuren ontstaan omdat gangen en ruimtes lange tijd open bleven; dat veroorzaakte onstabielheid en daarmee onveiligheid in de zoutkoepel. De Nederlandse regering wil terughaalbare ondergrondse opslag in zoutkoepels. Daarvoor moeten gangen en opslagr ruimtes altijd open blijven. De ervaring in Asse leert, dat terughaalbare ondergrondse opslag een illusie is.

De Morsleben-zoutkoepel

In de Duitse zoutkoepel in (het vroegere Oost-Duitse) Morsleben ligt laag- en middelradioactief afval. Het is de bedoeling de zoutkoepel af te sluiten. Dat kost de belastingbetaler 2,2 miljard euro.⁷⁶ In de mijn in de deelstaat Sachsen-Anhalt, zijn 37.000 m³ laag- en middelradioactief afval en 6.700 gebruikte stralingsbronnen opgeslagen. Het gaat hier om definitieve opslag.

Omdat de zoutkoepel vol water dreigde te lopen en in te storten, stopte de Duitse regering in 2000 met de opslag in Morsleben. In maart 2003 is besloten om zo snel mogelijk 670.000 m³ opslagr ruimte van de zoutkoepel op te vullen met zoutbeton, een mengsel van zout, steenkoolfilteras, cement en water. Men wil in totaal 4 miljoen m³ opvullen en hoopt daarmee het radioactieve afval voorgoed veilig af te sluiten van milieu-invloeden. Het Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) schat dat na het verkrijgen van de vergunning 15 jaar nodig is voor het opvullen en definitief sluiten van de zoutkoepel. Op 27 augustus 2009 bleek dat er duizenden tonnen zout uit het plafond van de opslagr ruimtes naar beneden kunnen vallen.⁷⁷

De Gorleben-zoutkoepel

De belangrijkste zoutkoepel in Duitsland is die in Gorleben. Het is wereldwijd hét voorbeeld voor opslag van hoogradioactief afval in zoutkoepels, hoewel opslag nog



lang niet gerealiseerd is. Waarom Gorleben uiteindelijk is gekozen is steeds meer een raadsel: op 30 januari 2010 werd bekend dat Gorleben aanvankelijk niet eens op de lijst van mogelijke zoutkoepels voorkwam.⁷⁸ Het onderzoek in en rond de zoutkoepel dat al sinds 1977 plaats vindt heeft tot nu toe al 1,5 miljard euro heeft gekost.⁷⁹ Men ontdekte daarbij dat de zoutkoepel in contact staat met grondwater. Uit een in november 2006 verschenen rapport van twee geologen blijkt dat de afdekkende laag boven het zout in een gebied van 7,5 vierkante kilometer ontbreekt.⁸⁰ Daarmee voldoet de koepel niet aan een centrale eis voor geschiktheid.

Ook in de visie van de toenmalige Duitse milieuminister Sigmar Gabriël is de zoutkoepel ongeschikt voor opslag van radioactief afval en hij noemde in augustus 2009 het veiligheidsrisico's als belangrijkste reden.⁸¹ Deze risico's waren echter 25 jaar geleden al bekend, maar de rapporten daarover zijn pas nu gepubliceerd. Een ander probleem is dat de contracten met eigenaren van de grond boven de zoutkoepel in 2015 aflopen. Volgens de mijnwet moet de aanleg van de geplande opslagmijn dan stoppen.

In het regeerakkoord van 26 oktober 2009 van de nieuwe CDU-CSU-FDP-regering verklaarde ze het moratorium van de vorige regering uit 2000 voor verder onderzoek in Gorleben op te willen heffen. Dat onderzoek moet transparant zijn en niet vooruitlopen op een bepaald resultaat. Ook moet de regio gecompenseerd worden voor het feit dat het gaat om een opslag die van nationaal belang is.⁸² Het moratorium is nog niet opgeheven. De opslag zal niet voor 2035 beginnen.

Groot-Brittannië

Door lokaal verzet besloot de regering in 1981 de opslagplannen voor hoogradioactief afval uit te stellen. In 2009 kwam de regering met een plan dat moet leiden tot definitieve opslag vanaf 2040. De regering zegt een advies van een commissie op te volgen, maar die vindt dat de regering een vertekend beeld geeft van het advies.

Laag- en middelradioactief

Onderzoek van 1978 tot 1981 naar opslag van hoogradioactief afval bij Caithness leidde tot veel verzet. In 1981 besloot de regering van Groot-Brittannië daarom een beslissing over opslag van hoogradioactief afval met 50 jaar uit te stellen.⁸³ Wel werd besloten te zoeken naar een opslagplaats voor laag- en middelradioactief afval. Daartoe riep de Engelse nucleaire industrie in 1982 Nirex in het leven. Na herhaaldelijk locaties te hebben uitgekozen en weer van de lijst af te voeren, koos Nirex in 1991 uiteindelijk Sellafield uit als opslaglocatie. In maart 1997 keurde de regering Sellafield echter af: de geologische omstandigheden zijn te ongunstig. Ook werd besloten dat een nieuwe locatie-keuze pas plaats kan vinden als de regering daarvoor nieuwe procedures heeft vastgesteld; en daar is inspraak een vereiste voor.⁸⁴
⁸⁵ ⁸⁶ Hoewel die nieuwe procedures al bijna tien jaar geleden zijn vastgesteld⁸⁷ is het zoeken naar een opslagplaats voor laag- en middelradioactief afval terug bij af, want tot de dag van vandaag⁸⁸ heeft een jarenlange informatiecampagne niet geleid tot een opslagplaats.



Hoog radioactief

In 2001 stelde het parlement nieuw kernafvalbeleid vast met als gevolg dat in 2002 de Nuclear Decommissioning Authority (NDA) werd opgericht. Een in 2003 gestarte onafhankelijke commissie (CoRWM) die advies moest uitbrengen over alle soorten kernafval, waarbij het winnen van het vertrouwen onder de bevolking en de bescherming van mens en milieu centrale uitgangspunten zijn, kwam in juni 2006 met haar advies; opslag in de diepe ondergrond na intensief onderzoek naar de lange termijn veiligheid van de opslag. Voor de realisering van de opslag is vrijwilligheid belangrijk: de lokale bevolking moet mee willen werken. De commissie benadrukt dat haar advies gaat over kernafval dat al bestaat: bij kernafval van nieuw te bouwen centrales spelen andere ethische en politieke aspecten een rol dan bij het afval dat er nu onvermijdelijk eenmaal is. Over kernafval van nieuwe centrales zou een aparte procedure opgestart moeten worden. De regering nam in oktober het rapport van de CoRWM over: de NDA wordt verantwoordelijk voor al het kernafval en Nirex wordt opgeheven.

Op 10 januari 2008 kondigde de regering de plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales aan, gevolgd op 12 juni door een nieuw kernafvalbeleid. De regering gaf aan geen onderscheid te maken tussen afval wat er onvermijdelijk nu eenmaal al is en kernafval dat nog geproduceerd gaat worden in nieuwe kerncentrales. Ze nam wel het beginsel van vrijwilligheid over en riep gemeentes op zich te melden voor opslag van kernafval. Omdat de ondergrond bijna overal geologisch stabiel is, zo stelt de regering, zijn er plaatsen genoeg. De opslag zou dan vanaf 2040 moeten beginnen.⁸⁹

Verschillende leden van de CoRWM zijn het niet met de regering eens. In een brief aan de staatssecretaris voor Energie en Klimaat, Ed Miliband, stellen ze op 20 november 2009 dat de regering het rapport van CoRWM onjuist en vertekend heeft weergegeven. Zo stelt de regering dat er goede regels zijn voor beheer en opslag van afval uit nieuwe kerncentrales. De CoRWM-leden stellen dat niet voldaan is aan de wetenschappelijke en sociale eisen voor opslag van kernafval: de regering kan daarom niet concluderen dat er goede regels zijn. Ook protesteren deze leden tegen het feit dat de regering geen onderscheid maakt tussen onvermijdelijk (al geproduceerd) en te vermijden (nieuw) kernafval.

Op 15 januari 2010 heeft de regering van Schotland laten weten dat kernafval juist bovengronds opgeslagen moet worden bij de bestaande installaties te Dounreay, Hunterston, Chapelcross en Torness. Al moet de bevolking daar dan nog inspraak over krijgen. Ondergrondse opslag komt niet in aanmerking, stelde de Schotse regering, want dan is controle op het afval veel moeilijker.⁹⁰

Kortom, de discussie over opslag van kernafval in Groot-Brittannië is nog lang niet voorbij, en dat maakt het noemen van een datum voor het begin van de ondergrondse opslag onzeker.

Zweden

Zweden wil vanaf 2023 hoogradioactief afval, verpakt in koper, in graniet opslaan. De koperen verpakking zou voor de veiligheid op lange termijn moeten zorgen.



Maar koper roest sneller weg dan tot voor kort gedacht. Ook staat de veiligheid van de locatie ter discussie.

Langdurige zoektocht

In Zweden besloot het parlement in 1977 tot een kernenergiewet, die een 'absoluut veilige oplossing' voor definitieve opslag van het kernafval vroeg. De Zweedse overheid startte daarop een procedure, wetenschappelijke 'mediatie' geheten, om de wetenschappelijke verschillen over eindberging (boven- ondergronds; steen, zout, graniet; verpakking, etc) op te helderen. Dit werd gevolgd door discussies met de bevolking, gericht op deelname aan de besluitvorming.⁹¹

Verskillende mogelijke vestigingsplaatsen voor de definitieve opslag zijn na referenda afgevallen, zoals Gaellivare en Malaa.⁹² Het zager lange tijd naar uit dat de overheid kernafval op wilde slaan in de directe omgeving van de kerncentrales Oskarshamn of Forsmark of bij de onderzoeksreactor Studsvik.⁹³ Het idee hierachter (zoals men ook in andere landen ziet) is dat men bij deze vestigingsplaatsen wel voldoende steun hoopt te vinden.⁹⁴ Volgens de plannen kunnen gemeentes zich vrijwillig aanmelden als vestigingsplaats, maar hebben ze ook het recht zich weer terug te trekken. Hoewel de overheid een aanwijzing kan geven, zal dit in de praktijk niet gebeuren.⁹⁵



Symbool uit 2007 om toekomstige generaties te waarschuwen voor radioactief afval

In 1998 geeft de directeur van SKB, de overheidsorganisatie die verantwoordelijk is voor opslag van kernafval in Zweden, aan wel te voelen voor financiële compensatie voor locaties die kernafval op willen slaan. Hij vergeleek dit met het geld dat de Zweedse regering betaalt aan plaatselijke overheden die vluchtelingen op willen nemen. Op eenzelfde manier zou opslag van kernafval ook vergoed moeten worden. Hij liet ook weten het moment en de methode van afsluiten van een opslagplaats niet nu al vast te willen leggen, maar dat pas op het moment dat de opslagplaats vol is te bekijken. Het is niet verstandig om nu een beslissing voor de komende 100.000 jaar te nemen, volgens de SKB-directeur.⁹⁶

Toen SKB in mei 1998 aankondigde de opslagplannen te herzien, niet langer de locaties bepaalde⁹⁷ en vrijwilligheid het uitgangspunt werd, bleek dat in de praktijk niet veel uit te maken.⁹⁸ Naast de plaatsen met kerncentrales meldde alleen Tierp zich aan. In november 2001 keurde de regering onderzoek goed bij Tierp, Forsmark en Oskarshamn. De gemeenteraad van Tierp besloot zich echter terug te trekken en in juni 2009 koos SKB uiteindelijk Forsmark als locatie voor de ondergrondse afvalopslag. In 2010 zal SKB naar verwachting een vergunning aanvragen. De bouw



van de opslagplaats zou dan kunnen beginnen in 2015 en het eerste afvalvat zou dan in 2023 naar beneden kunnen gaan.⁹⁹ Als alles naar plan verloopt.

Kritiek op veiligheid

Maar er is veel kritiek op de opslaglocatie. Het kernafval moet op 500 meter diepte in graniet komen. Volgens SKB gaat het om een stabiele formatie. De paleogeofysicus Nils-Axel Mörner stelt dat de Zweedse bodem niet stabiel is. Sinds het einde van de laatste ijstijd ging de bodem met een tempo van één millimeter per dag omhoog, waren er 58 ernstige aardbevingen en 16 tsunami's. Mede daarom vindt Mörner de opslagplaats niet stabiel en niet veilig.¹⁰⁰

In november 2009 kwam er nog een probleem naar boven: het gebruik van koper. Het kernafval wordt omhuld door een koperen laag van vijf centimeter, die 100.000 jaar intact moet blijven. Maar in een rapport van het Zweedse Koninklijk Instituut voor Technologie (KTH), staat dat koper niet alleen roest onder invloed van lucht, zoals gangbaar wordt aangenomen, maar ook in een zuurstofvrije omgeving als water. Dat blijkt uit onderzoek van koperen voorwerpen van het in 1628 gezonken Zweedse oorlogsschip Vasa: het koper is veel dunner geworden dan verwacht. Volgens Gunnar Hultqvist, onderzoeker van het KTH, moeten we daarom vraagtekens zetten bij het gebruik van koper als veilige verpakking van gebruikte brandstof van kerncentrales.¹⁰¹

Kortom, ook in Zweden is de opslag geen gelopen race.

Finland

Finland hoopt vanaf 2020 te kunnen beginnen met definitieve opslag in graniet.

Vorbereidingen voor de opslag van hoog radioactief afval begonnen eind jaren-70,¹⁰² in 1985 werden er 102 mogelijke vestigingsplaatsen geselecteerd. Dat resulteerde in 1992 in onderzoek op vier locaties, waarvan twee bij de bestaande kerncentrales Loviisa en Olkiluoto. In mei 1999 vroeg Posiva Oy (dat bestaat uit de eigenaren van de Finse kerncentrales) daarop een vergunning aan voor de opslag bij Olkiluoto in de gemeente Eurajoki.

In januari 2000 stemde het bestuur van Eurajoki in met de opslag, gevolgd door goedkeuring door regering en parlement in mei 2001. De bouwvergunning voor de opslag wordt naar verwachting in 2012 aangevraagd, waarop de opslag in 2018 gereed kan zijn. Posiva Oy verwacht dat de eerste vaten in 2020 naar beneden gaan. Tot het jaar 2112 worden er vaten opgeborgen. Rond 2120 wordt de opslagplaats definitief afgesloten.¹⁰³

Omdat Finland hetzelfde opslagconcept heeft als Zweden,¹⁰⁴ is er dezelfde kritiek; onder andere op de stabiliteit van het graniet en op het gebruik van koper,¹⁰⁵ zoals de Finse TV op 23 april 2009 heeft laten zien.¹⁰⁶

Frankrijk

Ook in Frankrijk is de opslag van radioactief afval omstreden. Actiegroepen vinden



de vanaf 2025 geplande opslag van hoogradioactief afval in klei bij Bure in strijd met de Franse kernenergiewetgeving.

In 1979 werd de ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) opgericht om te zorgen voor opslag van al het Franse kernafval. Van 1987 tot 1990 werd er veldonderzoek verricht dat moest stoppen na hevig lokaal verzet.¹⁰⁷ In 1991 nam het parlement een kernafvalwet aan, die bepaalde dat er minimaal twee ondergrondse onderzoekslaboratoria aangelegd zouden worden en in 2006 zou dan de beste plaats uitgekozen worden. Kort daarop, in 1991, begon ANDRA met onderzoek op drie nieuwe locaties, wat op heftig verzet stuitte.

De Franse overheid stopte het onderzoek en wilde de bevolking raadplegen. De regering liet dit uitvoeren door Christian Bataille, destijds lid van het parlement en onverholven voorstander van kernenergie. Hij bezocht verschillende locaties maar kon geen breed draagvlak creëren. Soms veroorzaakten de opslagplannen grote splitsingen in kleine lokale gemeenschappen, wat er toe leidde dat in 1994 burgemeester Michel Faudry van Chatain in het departement Vienne zelfmoord pleegde.¹⁰⁸ Bataille koos in 1994 drie locaties: Meuse, Gard en Vienne, waar een ondergronds laboratorium zou moeten komen. Of dat laboratorium vervolgens omgezet wordt in een opslagplaats is een open vraag en afhankelijk van de resultaten van het onderzoek. Wel wordt vastgelegd dat indien een vergunning voor de bouw van een ondergronds laboratorium gegeven wordt, het bestuur van de betreffende locatie een compensatie krijgt van omgerekend 10 miljoen euro per jaar gedurende de bouw en het bedrijf van het laboratorium.¹⁰⁹

Lokale groepen waren zeer ontevreden over de gang van zaken en begonnen met een intensieve campagne richting overheid, opdat die de plannen tot de bouw van ondergrondse laboratoria zou herzien. Uit de regio's komen de bekende wijnsoorten Cotes-du-Rhone en Roussillon. Wijnboeren vrezen dat hun afzetmarkt in zal storten indien bij hun in de buurt een kernafvalopslagplaats komt.^{110 111} Als



Gangen in een zoutlaag

reactie besloot de Franse overheid in 1997 dat er

verdere studie moet komen naar terughalbare opslag.¹¹² De door de Franse regering ingestelde Commission Nationale d'Evaluation (Nationale Wetenschappelijke Beoordelingscommissie, CNE) stelt in haar rapport uit 1998 voor dat de vergunning voor terughalbare opslag niet langer geldig is dan vijftig jaar. Dit om er zeker van te



zijn dat er regelmatig een besluit genomen moet worden over al dan niet doorgaan op het pad van de terughaalbaarheid.¹¹³ Tevreden over het CNE-rapport kon de regering in 1999 aan ANDRA het groene licht geven voor de aanleg van een ondergronds laboratorium bij Bure in het departement Meuse.

In 2006 moest de regering echter een uitweg zien te vinden uit een lastige situatie:



Affiche, 1978

de kernafvalwet uit 1991 schreef immers voor dat er minstens twee onderzoekslaboratoria hadden moeten komen, waaruit - na vergelijkbaar onderzoek - in 2006 een keuze gemaakt had moeten worden. De regering had in 2000 weliswaar naar locaties in graniet gezocht in Bretagne en het Centraal Massief, maar stopte daarmee door het verzet van de bevolking. Daarom is er alleen een laboratorium in Bure. Allerlei milieugroepen vonden dat de regering en ANDRA daarmee de wet overtraden. De Anti-Atomgroep Stop Bure uit het Duitse Trier benadrukte dat in december 2009 nog weer en stelde tevens dat geologische breuklijnen in de ondergrond van Bure, die volgens de groep een veiligheidsrisico zijn, door ANDRA worden ontkend.¹¹⁴

De Franse regering beroept zich op een CNE rapport uit maart 2006. CNE stelt daarin dat er eerst voldoende lang onderzoek in dit laboratorium in Bure moet gebeuren, om de uitvoerbaarheid van opslag in klei te bewijzen.

Ook moeten de eigenschappen van de aardlagen rondom de opslagplaats verder bestudeerd worden voor er een definitieve opslagplaats gebouwd kan worden. Dit CNE-advies voor verder onderzoek vinden we terug in het regeringsbesluit van 28 juni 2006. De opslag kan op z'n vroegst in 2025 beginnen. De opslag in de diep gelegen kleilagen moet 100 jaar terughaalbaar zijn.¹¹⁵

De vergunning voor het onderzoekslaboratorium te Bure liep aanvankelijk tot eind 2006, maar werd op 23 december 2006 door de regering verlengd tot eind 2011.¹¹⁶ Door terughaalbaarheid verplicht te stellen en langer onderzoek te laten verrichten, omzeilt de Franse regering de wet van 1991.

Zwitserland

In 1969 kwam Beznau 1, de eerste Zwitserse kerncentrale in bedrijf. Op z'n vroegst in 2040, dan zijn we minstens 70 jaar verder, komt er een opslagplaats voor het kernafval in bedrijf.

Nagra

In 1972 werd de Zwitserse organisatie die verantwoordelijk is voor de opslag van kernafval opgericht: de Nagra. De exploitanten van de kerncentrales zijn voor 95% eigenaar van de Nagra, de overheid heeft een aandeel van 5%. Nagra begon meteen met onderzoek naar de opslag van laag-, middel- en hoogradioactief afval.¹¹⁷



Laag- en middelradioactief afval

Uit een lijst uit 1978 van oorspronkelijk 100 locaties koos Nagra in 1993 Wellenberg in het kanton Nidwalden. Wellenberg was volgens Nagra geschikt uit veiligheidsoverwegingen, maar ook omdat er voldoende opslagruimte beschikbaar was.¹¹⁸ In de discussie die volgde brachten critici van het project naar voren dat de opslag terughaalbaar en gecontroleerd moest zijn. Nagra was het daar echter niet mee eens. De discussie mondde uit in een referendum in juni 1995, waarbij de meerderheid van Nidwalden zich tegen de opslag uitsprak. Hiermee was de opslag in Wellenberg van de baan. Nagra onderzocht vervolgens hoe er gestemd zou zijn, als de eis van terughaalbaarheid en controleerbaarheid ingewilligd was; 61 procent zou voor de opslag in Wellenberg zijn geweest.¹¹⁹

De Nagra wilde toch aan Wellenberg vasthouden en de overheid stemde daarmee in. In 1998 stelde het ministerie van Energie dat Wellenberg geschikt is voor terughaalbare en controleerbare opslag. Dit was de basis voor een nieuw referendum.¹²⁰ Op 22 september 2002 stemde 57,5% van de bevolking (bij een opkomst van 71%) opnieuw tegen de opslag in Wellenberg.¹²¹ De regering verklaarde dat de opslagplannen hiermee van de baan waren. Dit was een harde klap voor de atoomindustrie, die al 80 miljoen franc (55 miljoen euro) voor onderzoek en het gunstig stemmen van de bevolking had uitgegeven.¹²²

2008: plan voor hoogradioactief afval

Op 6 november 2008 kwam Nagra met een plan voor hoogradioactief afval. Dit moet veilig opgeslagen worden in een gegarandeerd stabiele formatie voor de komende 1 miljoen jaar.¹²³ Als eerste stap zijn er drie regio's uitgekozen: Zürcher Weinland, Nörlich Lägern en Bözberg. Het gaat hier om drie regio's in het Noorden van Zwitserland met een bepaald soort klei (opalinusklei). De plannen riepen opnieuw veel protest op. Vanaf 2011 moeten er nu volgens de regering regionale conferenties komen waar 100 tot 200 mensen aan deelnemen; per regio is jaarlijks 1,5 miljoen Franc (1 miljoen euro) beschikbaar gesteld.¹²⁴ Ergens tussen 2014 tot 2016 moeten er dan twee locaties gekozen worden, waarover een jaar of drie later dan een referendum voor de hele Zwitserse bevolking volgt. Als een meerderheid in dat referendum voor die locaties stemt, wordt er door de overheid één locatie uitgekozen, waar de opslag dan moet komen. Nadat de procedures zijn doorlopen en de opslagplaats is aangelegd, kan volgens Nagra op zijn vroegst vanaf 2040 met de feitelijke opslag worden begonnen.¹²⁵

Canada

De plannen voor opslag van kernafval hebben nog niet geleid tot de keuze voor een locatie. In 2009 is een nieuwe dialoog met de bevolking begonnen. Een ondergrondse opslagplaats komt niet voor 2035 in bedrijf.

Maatschappelijke discussie

In Canada wordt vanaf 1977 gezocht naar een opslagplaats voor kernafval.^{126 127 128} ¹²⁹ Belangrijk in het beleid is het uitgangspunt dat de bevolking de opslag aanvaardt. De regering stelde in 1992 dat naast technische ook ethische en maatschappelijke



kwesties erkend moeten worden bij de discussie over opslag. Als uitgangspunten golden verder dat de bevolking de gekozen procedure eerlijk moet vinden, over alle informatie moet beschikken en de mogelijkheid moet hebben om de locatiekeuze te beïnvloeden.¹³⁰

Dit discussiemodel had instemming bij zowel 'voorstanders' als 'tegenstanders' van de opslag en maakte het mogelijk om zinvol over de voors en tegens van de opslag te discussiëren.¹³¹

Laagradioactief afval

De maatschappelijke discussie over laagradioactief afval startte in 1988.¹³² Aan 850 gemeenteraden werd gevraagd of men interesse had, waarvan er 21 positief reageerden. In deze plaatsen werd een referendum gehouden, met als uitslag dat er slechts drie voor opslag stemden.¹³³ In 1994 bleef alleen Deep River in de provincie Ontario over. In 1995 stemde een ruime meerderheid bij een referendum voor de opslag van laagradioactief afval, met als voorwaarde dat de overheid een banengarantie zou geven voor 2000 mensen bij een plaatselijk kernenergieonderzoekscentrum. Begin 1998 zei de Canadese regering die garantie niet te willen verstrekken. Daarmee was de opslag van laagactief afval bij Deep River van de baan.¹³⁴

Hoogradioactief afval

Maar ook met de opslag van de gebruikte brandstofelementen uit de kerncentrales is de Canadese regering nog geen stap verder gekomen.¹³⁵ Het plan was om voor een bedrag tussen 8,7 en 13,3 miljard Canadese dollar (5,6 tot 8,6 miljard euro) een opslagmijn op 500 tot 1000 meter diepte in graniet aan te leggen.

Een adviescommissie, het Environmental Assessment Panel, heeft in de jaren-90 hoorzittingen gehouden. Begin 1998 publiceerde de commissie een rapport met als belangrijkste conclusie dat er geen maatschappelijk draagvlak is en dat vele ethische vragen nog open zijn. De commissie beveelt aan om eerst te werken aan de maatschappelijke en ethische kwesties en voorlopig niet te zoeken naar concrete opslagplaatsen.¹³⁶ ¹³⁷ De Canadese regering heeft hier hetzelfde jaar nog mee ingestemd.¹³⁸

Bijna vijf jaar later, in 2002, riep de Canadese regering een nieuwe organisatie in het leven voor de opslag van kernafval: de Nuclear Waste Management Organisation (NWMO). Deze organisatie wordt betaald door de exploitanten van de 22 kerncentrales in Canada.¹³⁹ In plaats van een organisatie die onafhankelijk is van de exploitanten van de kerncentrales, krijgen die exploitanten het nu voor het zeggen. Daarom vraagt bijvoorbeeld Greenpeace Canada zich af in hoeverre de NWMO de bevolking echt bij de besluitvorming zal betrekken.¹⁴⁰ De NWMO heeft van 2002 tot 2005 hoorzittingen gehouden.¹⁴¹ In mei 2009 begon de NWMO met een dialoog met belangstellenden om te komen tot een procedure voor de vestiging van een opslagplaats. De dialoog was eind 2009 nog niet afgerond. De opslag zal op z'n vroegst in 2035 in bedrijf kunnen komen, deelde de NWMO op 13 november 2009 mee.¹⁴²



Verenigde Staten

Het Amerikaanse kernafvalbeleid was in de jaren-60 gericht op ondergrondse opslag in zout. Vanaf 1987 ging het om opslag in tufsteen bij Yucca Mountain. Maar daar heeft President Obama vorig jaar een streep door gezet. Het kernafvalbeleid is wat betreft hoogradioactief afval terug bij af.

Geen hoog radioactief afval in zout

Al in 1957 zei de Amerikaanse Academie van Wetenschappen dat het kernafval het beste in zout opgeborgen zou kunnen worden,¹⁴³ en de Atoom Energie Commissie ontwikkelde daarvoor plannen. De in 1963 begonnen proefboringen in zout bij Lyons in de staat Kansas leverden ongunstige resultaten op, waarna men, ook zonder succes, op andere plaatsen in zout ging boren.¹⁴⁴

Vervolgens viel het oog op zout bij Carlsbad in New Mexico. De aanleg van de opslagmijn (met de naam Waste Isolation Pilot Plant -WIPP) kostte 2 miljard dollar (1,4 miljard euro).¹⁴⁵ Opslag zou aanvankelijk beginnen in 1988, maar omdat er water in de mijn lekte kon daar niet eerder mee begonnen worden dan in maart 1999.¹⁴⁶

¹⁴⁷ WIPP heeft een maximale toegestane opslagcapaciteit van 175.600 kubieke meter¹⁴⁸ ¹⁴⁹ en op 24 januari 2010 was er 65.000 kubieke meter opgeslagen.¹⁵⁰ Niet alle soorten kernafval mag in WIPP opgeslagen worden. De Amerikaanse overheid maakt een onderscheid tussen kernafval dat ontstaat bij de productie van kernwapens en kernafval dat ontstaat bij de productie van elektriciteit uit kerncentrales. Bij Carlsbad is de opslag van laag- en hoogradioactief afval uit kerncentrales voor de elektriciteitsproductie nadrukkelijk verboden,¹⁵¹ maar het niet-warmteproducerende hoogradioactieve deel van het afval van de kernwapenproductie mag daar wel naar toe.¹⁵²

In 1982 stelde de overheid de Nuclear Waste Policy Act vast. Deze Act gaf Staten met mogelijke vestigingsplaatsen een belangrijke rol bij het toezicht op de locatiekeuze. Zo zou er jaarlijks 10 miljoen dollar beschikbaar komen uit federale fondsen voor eigen onderzoek naar de geschiktheid van de locatie. Staten kregen ook de bevoegdheid om de opslag tegen te houden. Er zouden twee opslagplaatsen komen: voor beide locaties zou een keuze uit drie kandidaten gemaakt worden, waarvan de geschiktheid was onderzocht via proefboringen en ander onderzoek.¹⁵³ Het Amerikaanse ministerie van Energie veranderde de wet en plaatste in 1984 zout lager op de lijst. In 1985 werden alle zoutkoepels geschrapt behalve een zoutlaag bij Deaf Smith in de staat Texas.¹⁵⁴ Op 22 december 1987 besloot het Congres ook deze zoutlaag te schrappen. Men nam een amendement op de Nuclear Waste Policy Act aan: het afval zou in tufsteen moeten bij Yucca Mountain in Nevada.¹⁵⁵ Daar zou 63.000 ton gebruikte brandstofelementen van kerncentrales en 7000 ton afval van militaire-, onderzoeksreactoren, opwerkingsfabrieken en kernonderzeeërs opgeslagen moeten worden. Afval dat nu verspreid bovengronds op 131 plaatsen in de VS ligt.¹⁵⁶

Geen hoog radioactief afval bij Yucca Mountain

In 1987 viel –zoals vermeld– het besluit om kernafval op te slaan bij Yucca Mountain. De uitvoering van dit besluit verliep niet vlot. “*Yucca Mountain is niet via een wetenschappelijke methode gekozen, maar via een politiek proces*”, stelt Robert Loux. Hij werkte voor de regering van de staat Nevada als leider van het



projectbureau voor radioactief afval. *“De keuze van de opslagplaats leidde tot veel weerstand. De gouverneur, congres afgevaardigden, de lokale besturen en bijna de gehele bevolking was tegen.”* Yucca Mountain ligt in een aardbevingsgebied. Loux: *“Er zijn 32 ondergrondse breukvlakken en vier jonge vulkanen. In de zomer van 1992 deed zich een aardbeving voor met een kracht van 5,4 op de schaal van Richter. Dit leidde tot aanzienlijke schade. Daarom is Yucca Mountain ongeschikt. De regering van Nevada heeft wetten gemaakt die de opslag dan ook verbiedt.”*¹⁵⁷ In maart 1998 bleek uit een onderzoek van het California Institute of Technology dat de kans op aardbevingen en vulkaanuitbarstingen groter is dan tot dan toe aangenomen.¹⁵⁸

De opslag in Yucca Mountain zou, zo was in de jaren '80 de bedoeling, in 2010 in bedrijf moeten komen, maar het onderzoek liep zoveel vertraging op, dat de toenmalige president Bush pas in 2002 de opslag kon goedkeuren. Toen duurde het nog tot juni 2008 voor het ministerie van Energie een vergunning aanvraag om de opslag daadwerkelijk te bouwen,¹⁵⁹ maar de nieuwe Amerikaanse president Barack Obama maakte eind februari 2009 een eind aan de opslag plannen; Yucca Mountain is ongeschikt en onveilig en daarom *“geen optie”* volgens Obama.¹⁶⁰ Het onderzoek in Yucca Mountain heeft tot dan 6 miljard dollar gekost. Het aanleggen van de opslagmijn en de exploitatie zou volgens de Amerikaanse Rekenkamer (GAO) tussen 41 en 67 miljard dollar hebben gekost (in dollars van 2009; 28 tot 46,5 miljard euro).¹⁶¹ Het Amerikaanse kernafvalbeleid is dus terug bij af. Op 29 januari 2010 heeft Obama een commissie benoemd om een nieuwe strategie voor de opslag van hoogradioactief afval uit te werken.¹⁶² Een terugkeer naar zoutkoepels of zoutlagen is er niet eenvoudiger op geworden want volgens een 'Kernafval-vertrouwens-beslissing' van de Amerikaanse overheid uit 2008, is zout ongeschikt voor directe opslag van (warmteproducerende) kernbrandstof.¹⁶³



Herman Damveld op bezoek in de Gorleben-zoutkoepel, 1987



3. VIERENDERTIG JAAR KERNAFVAL EN ZOUTKOEPELS IN VOGELVLUCHT

Al 34 jaar bestaan er in Nederland regeringsplannen om radioactief afval op te slaan in zoutkoepels. De regering heeft herhaaldelijk gesteld over te willen gaan tot proefboringen en ander onderzoek in zoutkoepels. Daar is het door de aanhoudende protesten vanuit de noordelijke provincies, niet van gekomen. De belangrijkste gebeurtenissen uit die 34 jaar staan hier in het kort vermeld¹⁶⁴.

18 juni 1976

Op 18 juni 1976 schrijft minister van Economische Zaken (EZ) Ruud Lubbers een brief aan het College van Gedeputeerde Staten van Groningen en Drenthe, waarin wordt meegedeeld dat vijf zoutkoepels in aanmerking komen voor proefboringen voor opslag van kernafval: Gasselte, Schoonlo, Pieterburen, Onstwedde en Anloo. Overal in de provincies Groningen en Drenthe komt het meteen tot de oprichting van actiegroepen. Het is onduidelijk waar de rangorde van de opslagplaatsen op gebaseerd is. Er zijn wel zogeheten criteria voor de keuze van de zoutkoepels, maar de lijst met criteria roept veel vraagtekens op.



Affiche, 1978

5 februari 1977

Demonstratie in Onstwedde. Hieraan nemen enkele duizenden burgers en boeren, de laatsten met hun trekkers, deel. Dit is het begin van een langdurige strijd tegen de dumping van atoomafval die uitgroeit uit tot een breed volksverzet.

17 juli 1978

Aankondiging minister van Economische Zaken Gijs van Aardenne tot versnelde uitvoering van de proefboringen én een Brede Maatschappelijke Discussie.

28 november 1978

De Tweede Kamer neemt een CDA-motie aan om proefboringen uit te stellen tot er meer duidelijkheid is over de criteria waaraan de resultaten van de proefboringen zullen worden getoetst.

2 mei 1979

Er verschijnt een nota van een adviescommissie van de regering, de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK) 'Rapport over de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland' met opnieuw een voorstel tot proefboringen en een bijgestelde lijst met criteria voor keuze van zoutkoepels.



2 juni 1979

Demonstratie in Gasselte waaraan ongeveer 25.000 mensen meedoen.

17 juli 1979

De regering stelt voor om de proefboringen snel uit te voeren zodat de resultaten nog een rol kunnen spelen in de te houden Brede Maatschappelijke Discussie (BMD)

27 maart 1980

Tweede Kamer neemt een motie van het CDA aan om proefboringen uit te stellen tot na de BMD.

6 oktober 1982

Controversezitting in kader BMD over kernafval: veel vragen worden niet besproken, zodat de controverse op geen enkele manier wordt opgelost. Wel wordt duidelijk dat volgens de Rijksgeologische Dienst alle zoutkoepels af zouden moeten vallen, omdat ze niet voldoen aan de criteria die in mei 1979 zijn opgesteld door de ICK.

januari 1984

Het Eindrapport BMD vermeldt twijfels over criteria voor opslag van kernafval, maar stelt tevens dat het vertrouwen dat het probleem binnen tien tot twintig jaar is opgelost, groeit "in kringen van deskundigen". Wie die deskundigen zijn, wordt niet vermeld. Vanuit het Noorden (actiegroepen, bestuurders) komt er kritiek op deze conclusie van de BMD.

28 september 1984

De regering stelt de commissie Opslag te Land (OPLA) in met als doel de opslag in zoutkoepels voor te bereiden. Tot 1986 duurt fase 1 (bureaustudies); in fase 2 vinden op twee plaatsen proefboringen tot 500 meter diepte plaats en in fase drie op één plaats honderd boringen tot 500 meter en ook boringen tot diep in het zout. De kosten bedragen 74 miljoen gulden (1 euro is 2,2 gulden).

11 februari 1985

De Tweede Kamer stemt in met OPLA fase I. De ministers Gijs van Aardenne (EZ) en Pieter Winsemius (Milieu) noemen de criteria voor de opslag van 1979 "niet doelmatig": er zouden nieuwe criteria moeten komen. Dus: volgens de in 1979 gestelde criteria vallen de zoutkoepels af; maar in plaats van af te zien van opslag in zout, gaat de regering de criteria aanpassen. Dat roept wederom protest op.



Affiche, 1979



25 maart 1986

Eerste tussenrapport OPLA, waar niet veel informatie in staat.

25 februari 1987

Een nota van de Rijks Geologische Dienst (RGD) en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) over opslag chemisch afval in zout: 23 locaties worden genoemd.

mei/juni 1987

Het Tweede Tussenrapport OPLA noemt 34 zoutkoepels- en lagen in Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel (dus meer dan de 23 locaties van RGD en RIVM). Dit rapport wordt niet toegestuurd aan de gemeentebesturen waar de locaties liggen.

Het verzet in het Noorden tegen opslag van kernafval in zout leeft na het verschijnen van het tweede tussenrapport weer op. Voor het eerst is ook sprake van verzet tegen de opslag in Friesland, Gelderland en Overijssel. Op 18 mei 1987 informeert de Milieufederatie Groningen de betrokken gemeenten in het Noordoosten over het OPLA-rapport en vraagt om een reactie. Rond juni, juli staat de regionale pers bol van berichten over de OPLA-voornemens. In Het Financieel Dagblad meldt Commissaris der Koningin van Groningen, Henk Vonhoff ongelukkig te zijn met het voornemen van minister Rudolf de Korte (EZ) "een onderzoek te starten naar de mogelijkheden om kernafval te storten in Groninger zoutkoepels." De minister hoeft niet te rekenen op medewerking van het Groninger provinciebestuur. Vanuit het Friese provinciebestuur komen vergelijkbare reacties. De provincies Gelderland, Overijssel en Friesland zijn voor het eerst kandidaat voor opslag van kernafval, hetgeen aanleiding geeft tot vele politieke debatten en voorbereidingsbijeenkomsten van actiegroepen. Het is tevens het begin van het Zoutkoepeloverleg. Hierin zijn de activiteiten van lokale anti-opslag-groepen, de Milieufederaties Drenthe, Groningen, Friesland, Overijssel en Gelderland gebundeld.

15 september 1987

Milieuminister Ed Nijpels (VVD) brengt een basisnotitie "Toetsingscriteria ondergrondse Opberging Radioactief afval" (TOR) uit, met een inspraak-procedure. De inspraak tot 26 oktober leverde 4300, vooral afwijzende, reacties op, onder meer over de slechte leesbaarheid van de notitie.

12 oktober 1987

Minister Nijpels brengt een nota over chemisch afval uit ('Storten van niet verwerkbaar afval'). Hij zoekt naar een breed draagvlak. Opslag in zoutkoepels heeft zijn voorkeur, maar proefboringen zullen niet voor eind 1988 plaatsvinden.



Uit: 'Atoomalarm', april/mei 1983



23 december 1987

Minister Nijpels besluit in de TOR-procedure een extra fase in te lassen met een beter leesbare notitie. Ook belooft hij overleg met o.a. milieuorganisaties en hoorzittingen gespreid over het land.

23 april 1988

Demonstratie in Gasselte onder het motto: 'Afval in zout fout' trekt 3000 deelnemers.

21 oktober 1988

In antwoord op Kamervragen stelt Nijpels, dat de TOR-inspraakronde begin 1989 zal starten en belooft hij aan de organisatie van die inspraak veel aandacht te besteden.

15 juni 1989

Twee jaar na de tweede tussenrapportage verschijnt het Eindrapport van de commissie-OPLA over fase 1. De minister van EZ, Rudolf de Korte, schrijft aan de Kamer dat nog een extra fase nodig is "voordat een besluit mogelijk is over het overgaan tot fase 2", dat wil zeggen tot proefboringen. Die fase 1a zal 12,5 miljoen gulden gaan kosten.

28 september 1989

Minister Nijpels herhaalt, in antwoord op vragen van GroenLinks, de toezegging van ruime verspreiding, schriftelijke en mondelinge inspraak over de toetsingscriteria.

29 januari 1990

D'66 dient een motie in om niet in te stemmen met f 12,5 miljoen voor OPLA fase 1a. De motie wordt verworpen door CDA en VVD. PvdA en Groen Links steunen de motie. Afronding van fase 1 wordt nu eind 1992 voorzien.

22 februari 1990

Nieuwe milieuminister Hans Alders (PvdA) staakt de TOR-procedure en brengt dit onder bij een actiepunt (actie 62) van het Nationaal Milieubeleids Plan (NMP), namelijk de vraag of en zo ja onder welke voorwaarden afval ondergronds mag worden opgeborgen. Er "zal voor de uitvoering van actie 62 een overeenkomstige procedure worden gevolgd als voor de ontwikkeling van het toetsingscriterium was voorzien." Eind 1991 verwacht de minister het regeringsstandpunt vast te stellen.

24 april 1991

Brief van Alders aan de Tweede Kamer, waarin hij schrijft dat de resultaten van de inspraak uit 1987 "erg tegenvielen". Hij heeft nu vier organisaties benaderd, die een



Affiche, 1988



overzicht maken van de controverses. Daarover komt in juni een studiedag. Van de milieuorganisaties heeft hij de Stichting Natuur en Milieu benaderd, die “medewerking heeft toegezegd”.

7 mei 1991

Natuur en Milieu schrijft aan de Tweede Kamer dat medewerking helemaal niet is toegezegd.

16 mei 1991

De PvdA-fractie van de Tweede Kamer vraagt Alders schriftelijk waarom hij “denkt te moeten afwijken van de door zijn voorganger beloofde brede maatschappelijke inspraakprocedure” en waarom hij een studiedag wil.

21 augustus 1991

Het ministerie van VROM nodigt de regionale Milieufederaties en -raden uit voor de studiedag die (in plaats van in juni) op 12 september in Utrecht wordt gehouden.

5 september 1991

De Milieufederaties en -raden schrijven een brief aan minister Alders. Ze willen eerst weten wat het doel van de bijeenkomst is, welke vragen de minister heeft en op welke wijze hij in de betrokken regio's discussiebijeenkomsten gaat organiseren. Op deze brief is nooit geantwoord. Daarmee gaat de studiedag niet door.

26 oktober 1991

Minister Alders plaatst een onduidelijke en vrijwel onvindbare advertentie over de inspraak en dat roept weer veel verzet op.

20 november 1991

Zeven gemeentebesturen en het provinciaal bestuur van Groningen vinden de advertentie misleidend en vinden dat minister Alders een nieuwe advertentie moet zetten.

25 november 1991

Tommel (D'66) en Willems (Groen Links) hebben een motie ingediend om te stoppen met het OPLA-onderzoek. Minister Andriessen (EZ) ontraad de motie, die bij stemming in de Kamer dan ook alleen door de genoemde partijen gesteund wordt, de rest (VVD, CDA en PvdA) wijzen de motie af.

27 november 1991

Het Zoutkoepeloverleg, een overleggroep van lokale en regionale groepen in het Noordoosten van het land, stuurt de inspraakreactie op naar Alders en - ter kennisneming - naar betrokken gemeenteraden en dergelijke. Naar later blijkt wordt deze reactie bestuurlijk breed onderschreven.

11 december 1991

Minister Alders schrijft aan het Interprovinciaal Overleg (IPO) geen nieuwe advertentie



te willen zetten, omdat milieugroepen al zijn overgegaan tot het geven van meer bekendheid op lokaal en regionaal niveau. Hoewel de minister vindt dat het "voor een belangrijk deel (om) een ethische discussie" gaat, stelt hij: "Deze discussie kan niet worden gevoerd op basis van principiële stellingnamen".

1992

Bij de begroting van Economische Zaken voor 1992 wordt voor het jaar 1993 nog eens 6 miljoen gulden uitgetrokken voor kernafvalonderzoek. De Kamer stemt hiermee in.

14 mei 1993

Op 14 mei 1993 verschijnt het regeringsstandpunt naar aanleiding van de inspraakreacties. De regering (PvdA en CDA) vindt nu dat kernafval terughaalbaar op moet worden geslagen, maar waarom dat moet en wat terughaalbaarheid is, blijft duister. Milieuminister Hans Alders stelt dat zout "minder aantrekkelijk" is voor een "permanent terugneembare berging"; maar "het is niet zinvol één alternatief, nl. zoutmijnen, op voorhand uit te sluiten." Zoutkoepels blijven dus in beeld, maar eerst moet verder gestudeerd worden.

november 1993

Het 'Aanvullend Onderzoek Fase 1' door OPLA verschijnt. Een belangrijk thema daarin zijn de rekenmodellen om de veiligheid van de opslag te kunnen berekenen. Conclusie in gewoon Nederlands: veiligheidsmodellen kunnen niet worden getoetst omdat daarvoor dertig tot vijftig procent van de totale opslagtijd van enkele honderdduizenden jaren nodig is.

1996

De regering stelt de Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA) in om te studeren

* * ALTERNATIEF DRENTS VOLKSLIED

'k Heb joe lief mien mooie Drente,
'k Heb joe lief mien Drentelaand,
Met joen bossen en joen heide,
En joen rekreaotiestraand,
Joen klein verstilde dörpies,
Waar westerlingen woont,
Joen briede autostraoten,
Voert oes langs al dat "schoons".

'k Heb joe lief mien mooie Drente,
'k Heb joe lief mien Drentelaand,
Voelnisvat binst doe veur alles,
Alle troep giet under 't zaand,
Ok al stört ze in joen eerde,
Atoomafval oet 't hiele laand,
Ik blief van Drente hollen,
'k Heb an joe mien hart verpaand.

'k Heb joe lief mien mooie Drente,
'k Heb joe lief mien Drentelaand,
Den Haag zien gemiene plannen,
Brengt mij dikkels van 't verstaand,
Veur joen schoonheid zal ik strieden,
Veur 't mooie wat joe rest,
Al 't liefs wat hej te bieden,
Mag niet meer wödden verpest.

'k Heb joe lief mien mooie Drente,
'k Heb joe lief mien Drentelaand,
En volk, heurt naor dit liedtie,
Blief strieden haand in haand,
Gien atoomafval in Drente,
Gien militair op oeze hei,
Hol Drente veur de mensen,
Wij Drenten, wij blieft vrij!

Uit: 'Atoomalarm', juni 1981



op terughaalbare opslag van kernafval. CORA wil de technische mogelijkheden van terugneembaarheid onderzoeken en onderling vergelijken. De commissie noemt: opslag in bunkerachtige constructies bovengronds of dicht aan het oppervlak en opberging in mijnen in zout en klei. Daarnaast moet er een studie komen naar ethische en maatschappelijke vragen van de opslag van kernafval.

oktober 2000

In oktober 2000 komt een meningsverschil tussen Gedeputeerde Staten van Groningen en het ministerie van Economische Zaken aan het licht. GS Groningen stellen in het ontwerp-Provinciaal Omgevings Plan (POP): *“De diepe ondergrond mag niet gebruikt worden voor de opslag van radioactief afval en gevaarlijke afvalstoffen. Proefboringen in verband met de opslag van de hiervoor genoemde afvalstoffen in en nabij bijvoorbeeld zoutkoepels worden tegengegaan.”* De minister van Economische Zaken, Jorritsma, is het daar niet mee eens. Die ruzie tussen de provincie en EZ duurt februari 2010 nog steeds voort.

februari 2001

Het CORA-rapport *‘Terugneembare berging, een begaanbaar pad?’* verschijnt. Proefboringen en ander onderzoek in zoutkoepels of kleilagen worden niet voorgesteld, maar zijn ook niet van de baan. Voorlopig blijft het kernafval bovengronds. Wel is onderzoek naar ondergrondse opslag nodig: dat moet in het buitenland gebeuren. Daarna komt opslag in zout of klei in Nederland weer aan de orde, mits er voldoende draagvlak voor is.

11 november 2002

De regering-Balkenende geeft, door de val van kabinet Paars II, als erg late reactie op het CORA-rapport aan het bestaande beleid voor de terughaalbare opslag van radioactief afval in de diepe ondergrond te willen voortzetten. De regering stelt: *“De beperkte omvang van het Nederlandse kernenergieprogramma en de relatief geringe hoeveelheid radioactief afval die daaruit is voortgekomen, rechtvaardigt de aanleg van een eigen ondergronds laboratorium nauwelijks”*. De regering doelt hier op een ondergronds laboratorium voor onderzoek, voorafgaand aan de daadwerkelijke opslag.

Echter, waarom is de *“relatief geringe hoeveelheid”* een argument om geen grote uitgaven te doen? Strookt dit wel met de normen en waarden die de regering zegt na te streven? Over morele en ethische vragen zwijgt de regering. Wel wil de regering een (niet nader uitgewerkt) onderzoek tot 2010.

april 2003

In april 2003 wijzen de provincies Groningen, Fryslan, Drenthe, Overijssel, Gelderland, Flevoland, Noord-Brabant en Limburg eensgezind de opslag van radioactief afval in zout of klei af. Ze schrijven dat aan staatssecretaris Van Geel van Milieu. Hij zegt op 18 juni 2003 in de Tweede Kamer *“enigszins verbaasd”* te zijn over deze brief, want *“Nederland gaat voorlopig uit van bovengrondse opslag”* en *“voorlopig wordt nog acht jaar verder gestudeerd”*.



2003/2005

De Europese Commissie (EC) brengt op 30 januari 2003 een ontwerp-richtlijn over de opslag van kernafval uit. De Commissie wil dat de lidstaten uiterlijk in 2018 met de opslag beginnen. Het Europees Parlement verwerpt die richtlijn.

juli 2005

Het Energierapport van 8 juli 2005 zegt dat de regering het onderzoek naar het kernafvalprobleem op peil wil houden. De overheid wil wel de zeggenschap over de bodem naar zich toetrekken. Maar de noordelijke provincies eisen dat de Kamer dit uit de Mijnbouwwet houdt en dat gebeurt ook in maart 2006.



Demonstratie Gasselte, 23 april 1988

december 2005

De aankondiging van de proefboringen in de Noordelijke zoutkoepels voor de opslag van radioactief afval in 1976 was – in de visie van de atoomlobby – een enorme tactische fout, die de plannen voor de bouw van nieuwe kerncentrales verhinderde. Dat staat in het nu verschenen boek *'Dertig Jaar Nederlands Energiebeleid'*, geschreven door medewerkers van Clingendael waarvan de hoofdauteur tot in de jaren-80 bij het ministerie van Economische Zaken werkte aan kernenergie.

Hier uit blijkt dat het verzet tegen de proefboringen veel gevolgen gehad heeft.

25 april 2006

In de Toekomstagenda Milieu schrijft staatssecretaris Van Geel dat de regering "rond de zomer 2006" een notitie stuurt "waarin komt te staan onder welke randvoorwaarden de bouw van nieuwe kerncentrales in Nederland acceptabel wordt geacht" ... "Het kabinet wil toewerken naar duidelijkheid over de uiteindelijke bestemming van het nucleaire afval".

oktober 2008

Minister Cramer van Milieu wil in 2009 beginnen met een nieuw onderzoeks-



programma 'Terugneembare ondergrondse berging van radioactief afval (TOBRA)'. Het onderzoek gaat om technische en ethisch maatschappelijke aspecten. Het onderzoek kost in totaal ongeveer 6 miljoen euro voor 8 tot 10 jaar.

30 juni 2009

Minister Cramer van Milieu schrijft aan de Tweede Kamer: "Naar de huidige stand van de wetenschap en techniek is alleen geologische berging (in de diepe ondergrond) van hoogradioactief afval een oplossing, die verzekert dat het afval ook na miljoenen jaren buiten de levensruimte (biosfeer) van de mens blijft." De minister stelt dat het rapport over de randvoorwaarden voor de bouw van nieuwe kerncentrales in het voorjaar van 2010 zal verschijnen (vier jaar later dan gepland). Het rapport zal ook gaan over "mogelijk toekomstig beleid inzake radioactief afval."¹⁶⁵

december 2009

De regering is in de herfst van 2009 begonnen met een discussieronde over kernenergie met "betrokkenen en deskundigen" dat moet resulteren in energiescenario's als voorbereiding voor besluitvorming in een volgend kabinet over nieuwe kerncentrales. De uitgenodigde milieuorganisaties en de provincie Groningen laten weten geen reden te zien om opnieuw over kernenergie te praten. Als voorbereiding van dat overleg liet de regering de Nuclear Research & consultancy Group (NRG) te Petten een vertrouwelijk rapport maken, dat op 14 december 2009 uitlekte via het Dagblad van het Noorden. Het rapport stelt dat de regering meer moet doen om bestuurders en burgers te overtuigen van de noodzaak van opslag van kernafval. NRG gaat echter aan de risico's en gevaren voorbij. In het rapport wordt gesproken over de opslag van kernafval in diep gelegen stabiele geologische formaties. Als voorwaarden voor de bouw van een nieuwe kerncentrale die in 2020 in bedrijf moet komen, geldt: "eindberging is (een) geaccepteerd idee in 2015." En er moet een "stappenplan komen voor acceptatie van geologische berging", stelde NRG. Dit rapport riep opnieuw veel protesten op in het Noorden van het land.

januari 2010

Op 7 januari 2010 stelt de Drentse commissaris van de koningin Jacques Tichelaar dat een Drents nee tegen kernafval ongepast is¹⁶⁶ en hij herhaalt dit op 28 januari 2010.¹⁶⁷ Op 8 januari 2010 verschijnt een advies van de Commissie voor de Milieueffectrapportage over de bouw van een nieuwe kerncentrale te Borssele.¹⁶⁸ Daarin staat als eis aan Delta "Ga ook in op de mogelijkheden voor definitieve berging van radioactief afval." Daarbij gaat het om berging in zout of klei.

Conclusie:

Vanaf 1976 tot en met 2010, welgeteld 34 jaar lang, duikt het plan om kernafval op te slaan in zoutkoepels telkens op. De afgelopen maanden staan de zoutkoepels weer volop in de belangstelling.





Noten

- 1 ICK-commissie Subcommissie Radioactieve Afvalstoffen (RAS), *'Eerste interimrapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland'*, 1977.
- 2 Atoomenergie, juli/augustus 1974, pp. 175-181.
- 3 Onder meer Zwitserland en Duitsland gaan er van uit dat geologische stabiliteit en dus een veilige opslagperiode van 1 miljoen jaar gegarandeerd moet zijn; zie Nagra, Medienmitteilung, 6 november 2008 en http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/endaussagen_sicherheitsanforderungen_bf.pdf, juli 2009.
- 4 Theo Potma, *'Het vergeten scenario; minder energie en toch welvaart'*, Meulenhoff Amsterdam, 1978.
- 5 http://www.fr-online.de/top_news/2243215_Milliardengrab-Asse.html, 29 januari 2010. *"Die Sanierung des maroden Atomlagers Asse könnte deutlich teurer werden als bisher erwartet. Die geplante Rückholung der radioaktiven Abfälle werde voraussichtlich 3,7 Milliarden Euro kosten, sagte Bundesumweltminister Norbert Röttgen (CDU)"*.
- 6 R.Jansma, *'Ontwikkelingen met betrekking tot eindverwerking van gebruikte splijtstof'*, NRG, Petten, 13 april 2005, p 22.
- 7 Email COVRA aan Herman Damveld 10 februari 2010
- 8 <http://www.covra.nl/1024x768/pagina6.html>
- 9 De gegevens uit deze alinea komen uit: Herman Damveld et. al., *'Kernafval in zee of zout? Nee fout!'*, Greenpeace Amsterdam, 1994, pp. 13-15; Herman Damveld et. al., *'Atoomafval in beweging'*, Milieufederatie Groningen, 1982, p 56.
- 10 Commissie Opberging te Land (OPLA), *'Onderzoek inzake geologische opberging van radioactief afval in Nederland'*, Tweede Tussenrapport over Fase 1 (januari 1986-januari 1987), 1987, p. 31 en p. 58.
- 11 Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA), *'Terugneembare berging, een begaanbaar pad?'*, februari 2001, pagina's 26 en 41.
- 12 C.D. Andriess en A. Heertje, *'Kernenergie in beweging'*, Keesing boeken Amsterdam, 1982, p. 234.
- 13 CORA, 2001, op. cit., pagina 91.
- 14 26 Delta, *'Startnotitie Milieueffectrapport Tweede Kerncentrale Borssele. Het gefaseerd bouwen en vervolgens bedrijven van een nucleaire elektriciteitscentrale met een vermogen van maximaal 2500 MWe'*, juni 2009, pagina's 12 en 25.
- 15 Onder meer Zwitserland en Duitsland gaan er van uit dat geologische stabiliteit en dus een veilige opslagperiode van 1 miljoen jaar gegarandeerd moet zijn; zie Nagra, Medienmitteilung, 6 november 2008 en http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/endaussagen_sicherheitsanforderungen_bf.pdf, juli 2009.
- 16 Ministerie VROM, kenmerk RB/2009040895, 30 juni 2009
- 17 Zie onder meer Universiteitskrant Groningen, 29 maart 2007, pagina 6, over een proefschrift van Anton Sugonyako, een medewerker van Den Hartog.
- 18 Commissie Opberging te Land (OPLA), *'Onderzoek naar de geologische opberging van radioactief afval in Nederland'*. Eindrapport Aanvullend onderzoek van Fase 1 (1A), (1993).
- 19 Commissie Opberging te Land (OPLA), *'Eindrapport aanvullend Onderzoek van Fase 1'*, (1993). Bijlage 'Samenvattingen van de deelstudies', 6A: RIVM, *'Validatie van modellen en internationale samenwerking'*, 1993, pp. 4 en 5.
- 20 NEA, *'Chernobyl Ten Years On. Radiological and Health Impact'*, Parijs, 1996, p 29. NEA, *'Sarcophagus Safety '94. The State of the Chernobyl Nuclear Power Plant Unit 4'*, Proceedings of an International Symposium Zeleny Mys, Chernobyl, Ukraine, 14-18 maart 1994, p 46.
- 21 *'EPA Issues Safety Certification of DOE Plan to Dispose of Radioactive Waste in New Mexico'*, persbericht US Environmental Protection Agency, 13 mei 1998.
- 22 Title 40 CFR Part 191, *'Compliance Certification Application for the Waste Isolation Pilot Plant'*, Appendix Passive Institutional Controls, Conceptual Design Report, Revision 0, United States Department of Energy, Waste Isolation Plant, Carlsbad Area Office, Carlsbad, New Mexico, 14 november 1996.
- 23 C. Pescatore, C. Mays, *'Geological disposal of radioactive waste: records, markers and people. An integration challenge to be met over millennia'*, NEA updates, NEA News 2008 – No. 26, p. 26-30.
- 24 NEA updates, NEA News 2009 – No. 27.2, p. 15-17, december 2009.
- 25 Onder meer: The Guardian, 14 februari 2009.
- 26 Nucleonics Week, 16 december 1982, p 9.
- 27 Atomwirtschaft, juni 1986, p 310.
- 28 <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,1881646,00.html>, 25 februari 2009.
- 29 *'Advies inzake een programma inzake het beheer en de opslag van radioactieve afvalstoffen'*, Advies van het



Boek *'Atoomafval in Beweging'*, Damveld, Boer, Van Duin, Wind; 1982



Economisch en Sociaal Comité der EG.; Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen nr. C. 263, 17 november 1975, p 52.

30 Europese Commissie, 'Proceedings of the Workshop on Partitioning and Transmutation of Minor Actinides', Karlsruhe, 16-18 oktober 1989, p V.

31 Stan Gordelier, hoofd Nucleaire Ontwikkeling, Nuclear Energy Agency, in: Technisch Weekblad, 25 april 2009, pagina 5.

32 Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, Aangangsel nr 545, antwoorden Minister EZ, Andriessen op vragen Feenstra en Zijlstra, 1 mei 1991.

33 Ministerie VROM, 30429, nr. 17, 6 april 2009.

34 Zienswijze van 24 juni 2008 van de gezamenlijke Milieufederaties over Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening.

35 WISE/NIRS, Nuclear Monitor, 28 augustus 2008, 25 september 2008, 17 september 2009 en 11 december 2009.

36 Mycle Schneider et. al., "The World Nuclear Industry Status Report 2009", Commissioned by German Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Reactor Safety, Paris, August 2009.

37 <http://www.tegenstroom.nl/node/958>

38 IAEA, 'Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030', 2008 Edition, Wenen, 11 september 2008, p. 35.

39 IAEA, 'Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2005', Reference Data Series No. 1, juli 1989 Edition.

40 Eind 1988 waren er wereldwijd 429 kerncentrales in bedrijf en 105 in aanbouw. Tussen 1987 en eind 1997 zijn wereldwijd 18 nieuwe kerncentrales in bedrijf gekomen. Het aantal kerncentrales bedroeg eind 1994 432, met een vermogen van 340 Gigawatt (GW; 1 GW=1000 Megawatt (MW); 1 MW=1000 Kilowatt), eind 1995 437 (en 343 GW) eind 1996 442 (met 350 GW). In januari 1998 waren er 428 kerncentrales met een vermogen van 344 GW in bedrijf (en 30 kerncentrales in aanbouw). In januari 2010 ging het om 436 kerncentrales met een vermogen van 372 GW.

41 http://www.world-nuclear-news.org/NN_Two_up_two_down_0401101.html, 4 januari 2010.

42 Nuclear Energy Agency, 'Uranium 2007: Resources, Production and Demand', Parijs, 3 juni 2008.

43 Volgens het IAEA was het totale energiegebruik in 2007, uitgedrukt in Exajoule (EJ) 510 EJ, waarvan kernenergie 5,9%, dat is 30EJ. Voor 2030 verwacht het IAEA een wereldwijd energiegebruik van 826EJ, waarvan 39% elektriciteit ofwel 322EJ. Stel kernenergie zorgt voor 70% van het elektriciteitsgebruik in 2030, overeenkomend met 225EJ. Kernenergie gaat dan van 30EJ naar 225EJ, dat is 7,5 keer zoveel. Er is dan ook 7,5 zoveel uranium nodig in 2030, dwz. 525.000 ton in dat jaar. Bij benadering is gemiddeld tussen nu en 2030 zo'n 300.000 ton uranium nodig. Over 20 jaar is dat 6 miljoen ton.

44 IAEA, 'Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030', 2008 Edition, Wenen, 11 september 2008.

45 Herman Damveld et. al. 'Atoomaafval in beweging', uitgave Milieufederatie Groningen, 1982, p 7.

46 'Nota inzake het kernenergiebeleid', Tweede kamer zitting 1971-1972. 11 761 nr 2.

47 Stewart Kemp (ed), 'Management of Radioactive Waste. The Issues for Local Authorities', Proceedings of the conference organized by the National Steering Committee, Nuclear Free Local Authorities, and held in Manchester on 12 February 1991, Thomas Telford, Londen, 1991, p. 42.

48 Nuclear Energy Agency, 'Radioactive Waste Management in Perspective', Parijs, juni 1996.

49 Data zoals beargumenteerd in dit hoofdstuk.

50 NIRAS, 'Het beheer van het radioactieve afval', vouwblad 7: 'De berging van het radioactieve afval', Brussel, z.j..

51 Erik van Hove, 'Accounting for Socio-economic Effects in Nuclear Waste Disposal Projects', in: Nuclear Energy Agency, 'Informing the Public about Radioactive Waste Management', Proceedings of an NEA International Seminar, Rauma, Finland, 13-15 juni 1995, Parijs, 1996, p 161-171.



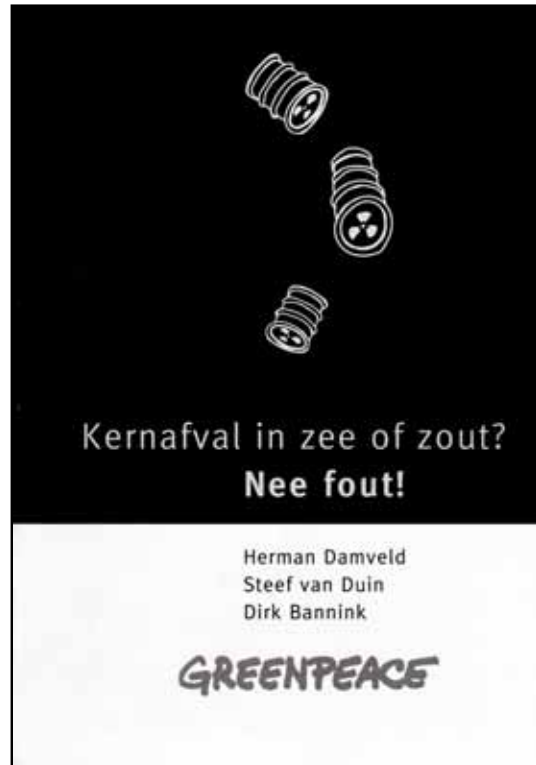
Boek 'Touwtrekken om kernafval', Damveld; 2001



- 52 NIRAS, persbericht, Brussel, 16 maart 1998, p 3.
- 53 TV België-1, journaal 19.00 uur, 28 juni 1998.
- 54 NIRAS, 'Informatiefiche', Brussel, 2 maart 1998.
- 55 Nuclear Energy Agency, 'Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries', Belgium, Parijs, 25 mei 1998.
- 56 NIRAS, 'Informatiefiche', Brussel, 2 maart 1998, p 11.
- 57 NIRAS, 'Partnerschap staat centraal in nieuw werkprogramma van NIRAS', persbericht, Brussel, 16 maart 1998, p 3 en 4.
- 58 http://www.niras.be/nederlands/7.5.1_categorieA_nl.html
- 59 Het gaat om 70.000 m³ laagactief en kortlevend kernafval binnen de gemeentegrenzen. Het kernafval komt in een aan te leggen heuvel van 420 bij 340 meter, die 23 meter hoog wordt. Rekening houdend met de bijkomende bedrijfsgebouwen, vereist de opslag 30 hectare. Over 50 jaar is de opslag voltooid en dan kan men beslissen of het dak vervangen wordt door een definitieve afdekking. Daarna start een periode van 300 jaar controle van de opslagheuvel.
- 60 NIRAS, 'SAFIR Syntheseverslag', Brussel, juni 1989, p. 7 en 8.
- 61 NIRAS, 'Naar een duurzaam beheer van radioactief afval'. Het rapport SAFIR 2 (Safety Assessment and Feasibility Interim Report) en z'n context, met als bijlage rapport NIROND-2001-07N, 4 februari 2002.
- 62 <http://www.niras-afvalplan.be>.
- 63 Sigrid Eeckhout van de afdeling Corporate Communication van NIRAS, email aan Herman Damveld op 8 december 2009, 15.51 uur.
- 64 Süddeutsche Zeitung, 25 juni 2008. BMU, persbericht 2 september 2008.
- 65 Bündnis90 Die Grünen, 'Asse-Chronik –Vom Umgang mit Atommüll in Niedersachsen', Hannover juni 2009.
- 66 <http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/15/0,3672,7621807,00.html>.
- 67 TV-programma 'Hartaberfair', Erste Deutsche Fernsehen, 18 augustus 2009.
- 68 Pressemitteilung des Bundesamtes für Strahlenschutz, 3. September 2009, 29/09.
- 69 'Merkel sichert Sanierung von Asse zu', <http://www.mdr.de/nachrichten/6657769.html>.
- 70 'BfS stellt Ergebnis des Optionenvergleichs zur Schließung der Asse vor', Pressemitteilung 01/10, 15. Januar 2010: "Die Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage Asse II ist nach jetzigem Kenntnisstand die beste Variante beim weiteren Umgang mit den dort eingelagerten radioaktiven Abfällen. ... Ergebnis des Vergleichs ist, dass auf Basis des heutigen Wissenstands die vollständige Rückholung der Abfälle aus der Asse anzustreben ist."
- 71 <http://www.contratom.de/news/rssanzeige.php?newsid=20658>, 16 januari 2010.
- 72 http://www.fr-online.de/top_news/2243215_Milliardengrab-Asse.html, 29 januari 2010.
- 73 <http://umwelt-panorama.de/news.php?id=1332>, 6 februari 2010.
- 74 Annette Schavan (CDU): "Nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik ist klar, dass man ein ausgedientes Bergwerk nicht zur Einlagerung von Atommüll nutzen kann", <http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/27/0,3672,8011259,00.html>, 14 januari 2010.
- 75 Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), persbericht, 16 maart 2009.
- 76 Bundestag, hib-Meldung, 8 augustus 2008, 2008_227/01.
- 77 Bundesamt für Strahlenschutz, persbericht 27 augustus 2009.
- 78 Elbe-Jeetzel-Zeitung, 30 januari 2010: "Inzwischen liegen dem Landtag in Hannover und anderen interessierten Gruppen Akten aus jener Zeit vor, als Gorleben Standort eines Nuklearen Entsorgungszentrums (NEZ) werden sollte, also 1976/1977. Was darin zum Auswahlverfahren zu finden ist, widerspricht den Behauptungen des NMU. In dem einzigen unabhängigen Gutachten, das zu Vorbereitung der Kabinettsentscheidung erstellt worden war, ist der Name Gorleben ursprünglich überhaupt nicht zu finden." <http://www.ejz.de/index.php?&kat=50&artikel=109364609&red=28&ausgabe=>
- 79 Bundestag, hib-Meldung, 8 augustus 2008, 2008_227/01.
- 80 Detlef Appel en Jürgen Kreusch, http://www.greenpeace.de/themen/atomkraft/atommuell_zwischen_endlager/artikel/das_mehrbarrierensystem_bei_der_endlagerung_radioaktiver_abfaelle_kurzfassung/
- 81 ZDF, 12 augustus 2009; <http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/12/0,3672,7620332,00.html>
- 82 'Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FPD', goedgekeurd op 26 oktober 2009, pagina 21.
- 83 We volgen hier de analyse van Gordon Mackerron and Frans Berkhout, 'Learning to listen: institutional change and legitimation in UK radioactive waste policy', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 989 – 1008.
- 84 J. Knill, 'Radioactive Waste: Introduction and Overview', in: Stewart Kemp (ed), 'Management of Radioactive Waste. The Issues for Local Authorities', Proceedings of the conference organized by the National Steering Committee, Nuclear Free Local Authorities, and held in Manchester on 12 February 1991, Thomas Telford, Londen, 1991.
- 85 P. J. Curd, 'Public Perception of Radioactive Waste management and Lessons Learned', PIME '89, Montreux, Zwitserland, 22-25 januari 1989; P.J. Curd, 'The Sellafield Repository Project Information Programme', PIME '93, 31 januari - 3 februari 1993; The Independent, 23 maart 1997.
- 86 John Knill, 'Radioactive Waste Management: Key Issues for the Future', in: F. Barker (ed), 'Management of Radioactive Waste. Issues for Local Authorities'. Proceedings of the UK Nuclear Free Local Authorities Annual Conference 1997 held in Town House, Kirkcaldy, Fife, on 23 October 1997, Uitgever Thomas Telford, Londen, 1998, p 1 - 17.



- 87 De procedures werden in 2001 vastgesteld: Gordon Mackerron and Frans Berkhout, 'Learning to listen: institutional change and legitimation in UK radioactive waste policy', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 999.
- 88 Gordon Mackerron and Frans Berkhout, 'Learning to listen: institutional change and legitimation in UK radioactive waste policy', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 989
- 89 World Nuclear News, 12 juni 2008.
- 90 http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/scotland/8461290.stm, 15 januari 2010.
- 91 Matthijs Hissemöller and Cees J.H. Midden, 'Technological Risk, Policy Theories and Public Perception in Connection with the Siting of Hazardous Facilities', Charles Vlek and George Cvetkovitch (eds), 'Social Decision Methodology for Technological Projects', Kluwer Academic Publishers, 1989, p 173-194
- 92 PJ Richardson, 'Public Involvement in the Siting of Contentious Facilities; Lessons from the radioactive waste repository siting programmes in Canada and the United States, with special reference to the Swedish Repository Siting Process', p 27.
- 93 Nuclear Fuel, 16 juni 1997, p 17; Nucleonics Week, 25 september 1997, p 15.
- 94 Marianne Löwgren, 'Nuclear Waste Management in Sweden: Balancing Risk Perceptions and Developing Community Consensus', in: Eric B. Herzik and Alvin H. Mushkatel, 'Problems and Prospects for Nuclear Waste Disposal Policy', Greenwood Press, Westport, Connecticut / Londen, 1993, p 105 - 121.
- 95 Olof Söderberg, 'Who Makes Which Decisions When?', in 'Proceedings DisTec'98, Disposal Technologies and Concepts 1998, International Conference on Radioactive Waste Disposal', 9-11 september, Hamburg, p 633-639.
- 96 Peter Nygaards directeur SKB in Nuclear Fuel, 9 maart 1998, p 8 en 9.
- 97 Nuclear Fuel, 1 juni 1998, p 16.
- 98 Mark Elam and Göran Sundqvist, 'The Swedish KBS project: a last word in nuclear fuel safety prepares to conquer the world?', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 969 – 988.
- 99 <http://www.world-nuclear.org/info/inf42.html>, september 2009.
- 100 http://www.pog.nu/01research/1-2_fennoscandia.htm; <http://nonuclear.se/files/morner20080426.pdf>, 26 april 2008.
- 101 Technisch Weekblad, 21 november 2009.
- 102 http://www.posiva.fi/en/nuclear_waste_management/selecting_the_site_the_final_disposal_at_olkiluoto
- 103 http://www.posiva.fi/en/final_disposal/general_time_schedule_for_final_disposal
- 104 Mark Elam en Göran Sundqvist, 'The Swedish KBS project: a last word in nuclear fuel safety prepares to conquer the world?', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 969 – 988.
- 105 Dr Johan Swahn, the Director of MKG in Sweden wrote in December 2009: "There is no way that anyone can honestly claim that Posiva has a completed robust safety case. The Posiva safety case has not been developed independently, but relies entirely on the Swedish safety case work. The final test of the Swedish safety case will not be done until the Swedish Radiation Safety Authority gives an approval of the safety analysis... This will not be the case before 2013-2014." ... "Already now there is concern from the authority about the barrier systems of copper and clay. It is not clear if all relevant copper corrosion processes are known and the risk for clay erosion is still not understood. So an approval is not at all certain. And nothing can today be claimed to be robust." In: [http://www.nuclearwasteadvisory.co.uk/uploads/5964MemorandumforNuclearWasteAdvisoryAssociates\[Final\].doc](http://www.nuclearwasteadvisory.co.uk/uploads/5964MemorandumforNuclearWasteAdvisoryAssociates[Final].doc), 15 januari 2010.
- 106 www.arena.yle.fi/toista?id=2149790
- 107 Dit verzet en het gevolg daarvan is beschreven door Yannick Barthe in een studie van december 2009; 'Framing nuclear waste as a political issue in France'. In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, p.941 – 954, december 2009.
- 108 Nuclear Fuel, 31 januari 1994, p 5 en 6.
- 109 Nuclear Fuel, 31 januari 1994, p 5 en 6.
- 110 Nuclear Fuel, 29 december 1997, p 9 en 10.
- 111 Nucleonics Week, 24 april 1997, p 13 en 14.
- 112 Nuclear Fuel, 22 september 1997, p 8 en 9.



Boek 'Atoomafval in zee of zout? Nee fout!', Damveld, Van Duin, Bannink; 1994



- 113 Nucleonics Week, 25 juni 1998, p 11; Nuclear Fuel 13 juli 1998, p 11 en 12.
- 114 Email Markus Pflüger, Antiatomgruppe Stop Bure Trier, 5 december 2009.
- 115 <http://www.andra.fr/international/pages/en/menu21/waste-management/waste-management-issues-at-national-level/high-level-waste-and-long-lived-intermediate-level-waste-1618.html>.
- 116 http://www.nea.fr/html/rwm/profiles/France_report_web.pdf
- 117 Nuclear Energy Agency, 'Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries', Paris, 2005, Switzerland; Nagra, "Zeit zum Handeln", november 2008.
- 118 M. Fritschi, 'Standortwahl', in: Nagra Informiert, Nr. 24, juni 1994, p 6-12.
- 119 Nagra Report, 16. Jg., Nr. 1/96, p 2 en 3.
- 120 Nucleonics Week, 24 september 1998, p 9 en 10.
- 121 Nuclear Energy Agency, 'Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries', Paris, 2005, Switzerland.
- 122 WISE/NIRS Nuclear Monitor 574, 4 October 2002 p.10
- 123 Nagra, 'Zeit zum Handeln', november 2008; Nagra Persbericht 6 november 2008.
- 124 http://www.nzz.ch/nachrichten/schweiz/das_nationale_endlager_wird_zur_lokalen_frage_1.4145653.html, 10 december 2009.
- 125 Nagra, 'Zeit zum Handeln', november 2008.
- 126 M.A. Greber, E.R. Frech and J.A. Hillier, 'The Disposal of Canada's Nuclear Fuel Waste: Public Involvement and Social Aspects', AECL Research, Whiteshell Laboratories, Pinawa, Manitoba, juli 1994 (AECL-10712 COG-93-2); dit rapport van 260 pagina's bevat een gedetailleerde beschrijving van de discussie in Canada tot medio 1994.
- 127 C.J. Allan and M.A. Greber, 'Social and Ethical Issues Surrounding the Disposal of Nuclear Fuel Waste - A Canadian Perspective', AECL Research, Whiteshell Laboratories, Pinawa, Manitoba, 1995 (Technical Record TR-705 COG-95-405).
- 128 J.A.R. Hillier and R.S. Dixon, 'Nuclear Fuel Waste Disposal. Canada's Consultative Approach, Notes for a Presentation at ENS PIME'93', Karlovy Vary, 3 februari 1993.
- 129 Fred Roots, 'Radioactive Waste Disposal - Ethical and Environmental Considerations - A Canadian Perspective', in: Nuclear Energy Agency, 'Environmental and ethical aspects of long-lived radioactive waste disposal', Proceedings of an International Workshop organised by the Nuclear Energy Agency in co-operation with the Environment Directorate, Paris, 1-2 September 1994, p 71-93.
- 130 Fred Roots, op. cit., p 76 en 77.
- 131 Kevin R. Ballard and Richard G. Kuhn, 'Developing and Testing a Facility Location Model for Canadian Nuclear Fuel Waste', in: Risk Analysis, Vol. 16, No. 6, 1996, p 821-832.
- 132 Robert Morrison and Peter Brown, 'Radioactive Waste Management in Canada', Proceeding of the Uranium Institute Annual Symposium 1991, september 1991, Londen, 1992.
- 133 PJ Richardson, 'A Review of Benefits Offered to Volunteer Communities for Siting Nuclear Waste Facilities', prepared for Dr. Olof Soderberg, Swedish National Co-ordinator for Nuclear Waste Disposal, maart 1998, p 4.
- 134 Nucleonics Week, 28 september 1995, p 3 en 4; Nucleonics Week, 9 januari 1997, p 4 en 5; Nuclear Fuel, 28 juli 1997, p 8 en 9; Nucleonics week, 22 januari 1998, p 9.
- 135 Darrin Durant, 'Radwaste in Canada: a political economy of uncertainty', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 897 – 919.
- 136 Report of the Nuclear Fuel Waste Management and Disposal Concept Environmental Assessment Panel, 'Nuclear Fuel Waste Management and Disposal Concept', Minister of Public Works and Government Services Canada, februari 1998; verscheen op 13 maart 1998.
- 137 Canadian Environmental Assessment Agency, Persbericht 'Government Releases Report of Panel Studying the Disposal of Nuclear Fuel Waste', Ottawa, 13 maart 1998.
- 138 Nucleonics Week, 19 maart 1998, p 8 en 9.
- 139 Darrin Durant, 'Radwaste in Canada: a political economy of uncertainty', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 898.
- 140 Darrin Durant, 'Radwaste in Canada: a political economy of uncertainty', In: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, december 2009, p. 910.
- 141 http://www.nwmo.ca/news?news_id=107&uniqid=2635
- 142 <http://www.csmonitor.com/World/Americas/2009/1210/p12s01-woam.html>, 10 december 2009.
- 143 <http://www.wipp.energy.gov/fctshts/Chronology.pdf>, 5 februari 2007.
- 144 Voor gedetailleerde bespreking van de geschiedenis van de plannen voor opslag van kernafval in de Verenigde Staten verwijzen we naar: 1. Ronnie Lipschutz, 'Radioactive Waste: Politics, Technology and Risk', Cambridge USA, 1980; 2. A.A. Albert de la Bruhèze, 'Political Construction of Technology. Nuclear Waste disposal in the United States, 1945-1972', WMW-publikatie 10, Faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen Universiteit Twente, Enschede, 1992; 3. Roger E. Kasperson, 'Social Issues in Radioactive Waste Management: The National Experience', in: Roger E. Kasperson (ed), 'Equity Issues in Radioactive Waste Management', Oelgeschlager, Gunn & Hain Publishers, Cambridge, Massachusetts, 1983, hoofdstuk 2.
- 145 Nuclear Fuel, 9 maart 1998, p 6 en 7.



- 146 <http://www.sric.org/nuclear/docs/WIPPCHRON.html>, september 2000.
- 147 <http://www.wipp.energy.gov/fctshts/Chronology.pdf>, 5 februari 2007.
- 148 Eind jaren-20 zal de 175.600 kubieke meter bereikt worden, waarop de opslag stopt per oktober 2030; de mijn zal dan in 2038 worden afgesloten.
- 149 http://www.wipp.energy.gov/library/rcrapermit/WIPP_HWFP%20Renewal%20Application_4_09/310%20ch-l-4-18-09%20Version%200.5.pdf
- 150 <http://www.wipp.energy.gov/shipments.htm>, 25 januari 2010.
- 151 http://www.wipp.energy.gov/fctshts/Why_WIPP.pdf, 5 februari 2007.
- 152 Luther. J. Carter, 'Waste Management; Current Controversies over the Waste Isolation Pilot Plant'; in: Environment, Vol. 31, no. 7, september 1989, p 5, 40 en 41.
- 153 Ralph. L. Keeney and Detlof von Winterfeldt, 'Managing Waste from Power Plants', in: Risk Analysis, Vol. 14, No. 1, 1994, p 107-130.
- 154 U.S. Department of Energy, 'Mission Plan for the Civilian Radioactive Waste Management Program', juni 1985, Volume 1, p 41.
- 155 Howard Kunreuter, Douglas Easterling, William Desvougues and Paul Slovic, 'Public Attitudes Toward Siting a High-Level Nuclear Waste Repository in Nevada', in: Risk Analysis, Vol. 10, No. 4, 1990, p 469-484.
- 156 Technisch Weekblad, 10 oktober 2009.
- 157 Interview van Herman Damveld met Robert Loux, in: Herman Damveld, Steef van Duin en Dirk Bannink, 'Kernafval in zee of zout? Nee fout!', Uitgave van Greenpeace Nederland, Amsterdam, 1994, p 29 en 30.
- 158 Nuclear Fuel, 6 april 1998, p 13.
- 159 Barry D. Solomon, 'High-level radioactive waste management in the USA', in: Journal of Risk Research, Volume 12 Issue 7 & 8 2009, p. 1009 – 1024.
- 160 World Nuclear News, 19 januari en 27 februari 2009; Technisch Weekblad 7 maart 2009, p. 1; Energy Central, 23 november 2009.
- 161 World Nuclear News, 3 december 2009.
- 162 http://www.world-nuclear-news.org/WR_Post-Yucca_nuclear_waste_strategy_group_0102101.html, 1 februari 2010: "One issue that will not be on the table is the exact location of any eventual waste facilities. The 'Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future' is only to consider strategy, not implementation".
- 163 US. Nuclear Regulatory Commission, Waste Confidence Decision Update, 2008: "Salt formations currently are being considered as hosts only for reprocessed nuclear materials because heat-generating waste, like spent nuclear fuel, exacerbates a process by which salt can rapidly deform. This process could potentially cause problems for keeping drifts stable and open during the operating period of a repository".
- 164 De hier genoemde kwesties tot 2009 staan uitgebreid beschreven in Herman Damveld, 'Touwtrekken om kernafval', Groningen, 2001 en in de Nieuwsbrief Zoutkoepeloverleg (te vinden op de website van de Milieufederatie Groningen).
- 165 Ministerie VROM, kenmerk RB/2009040895, 30 juni 2009.
- 166 Dagblad van het Noorden, 8 januari 2010.
- 167 Dagblad van het Noorden, 28 januari 2010.
- 168 Commissie voor de Milieueffectrapportage, 'Realisatie tweede kerncentrale te Borssele', rapportnummer 2295-48, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=36718>



Adressen, links en verder lezen:

Stichting Milieufederatie Drenthe
Hertenkamp 6
9401 HL Assen
0592 311150
www.mfdrenthe.nl

Zoutkoepeloverleg
Entingehof 42
7824 AT, Emmen
0591-624233

WISE (World Information Service on Energy)
Postbus 59636
1040 LC Amsterdam
020-6126368
www.tegenstroom.nl

Stichting Laka, documentatie en onderzoekscentrum over kernenergie
Ketelhuisplein 43
1054 RD Amsterdam
020-6168294
www.laka.org

Meer weten over de geschiedenis van het debat over kernenergie en kernafval in Nederland?
Kijk op www.kernenergieinnederland.nl

Om op de hoogte te blijven van ontwikkelingen over kernafval en kernenergie in Nederland is het mogelijk je –geheel gratis- te abonneren op de per email verstuurde kernenergienieuwtjes die door de stichting Laka wordt verzorgd. Mail daarvoor naar info@laka.org



**Uitgave van WISE, Stichting Laka en het Zoutkoepeloverleg
ter gelegenheid van de 65ste verjaardag van Herman Damveld.
Februari 2010
ISBN: 978-94-90762-01-8**

**Tekst: Herman Damveld
Eindredactie: Dirk Bannink
Productie: Peer de Rijk
Vormgeving: Robin Grashuis
Druk: Raddraaier, Amsterdam
Oplage: 750**

**De omslag is een bewerking van een affiche van het
Utrechts Energie Werkverband uit 1982:
'Radioactief afval: zout erover?'
De inhoud is bijgewerkt tot 1 februari 2010**

**Deze uitgave is mede tot stand gekomen dankzij
een financiële bijdrage van GroenLinks Drenthe en de SP Drenthe.**