

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

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

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

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

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

The Laka-library

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

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

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

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

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



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



CHEMISCHE LABORATORIA DER RIJKSUNIVERSITEIT
ZERNIKELAAN, PADDEPOEL, GRONINGEN

VRJJE STUDIERICHTING
SCHEIKUNDE

NOTITIES OVER KERNAFVAL

H. Damveld

K. Nienhuys

augustus 1978

Collectie Stichting Laka

www.laka.org
Gedigitaliseerd 2021

Inhoudsopgave

Deel 1: Inleiding	p. 1
Deel 2: Waarom radioactief afval in zoutkoepels?	p. 2
Deel 3: Invloed van afvalwarmte op een zoutkoepel	p. 9
Deel 4: Stortholte en/of mijn	p.11
Deel 5: Enkele mythes over kernafval doorgeprikt	p.13

INLEIDING

ZOUTKOEPELS EN RADIOAKTIEF AFVAL

In een brief, gedateerd 18 juli 1978 kondigt de minister van Economische Zaken, mede namens drie van zijn ambtgenoten, "een maatschappelijke diskussie over de toepassing van de kernenergie voor de elektriciteitsopwekking" aan.

In hun brief schrijven de ministers dat tegen het eind van de tachtiger jaren de huidige elektriciteitscentrales vervangen moeten worden: vanwege de lange bouwtijd van een kerncentrale moet de besluitvorming in 1982 afgerond zijn, wil in 1990 een nieuwe kerncentrale gereed zijn.

Volgens de regeringsverklaring van november vorig jaar dient echter eerst een aanvaardbare oplossing voor de opslag van radioactief afval zijn, voordat er kerncentrales gebouwd mogen worden. Ook in de maatschappelijke diskussie over kernenergie is dit één van de centrale punten.

De Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK) heeft evenwel in haar eerste interim-rapport laten weten dat ze 4 tot 6 jaar nodig denkt te hebben voor het onderzoek van de zoutkoepels die ze heeft uitgezocht als mogelijke opslagplaats voor kernafval.

Men zou dus denken dat op z'n vroegst tussen 1983 en 1985 een besluit over de bouw van kerncentrales kan worden genomen, rekening houdend met nog een jaar tijd voor diskussie over de resultaten van het onderzoek. Maar omdat de ministers de besluitvorming in 1982 af willen ronden, zijn ze van mening "dat het onderzoek versneld zal moeten worden uitgevoerd". De regering heeft de betrokken organisaties derhalve verzocht tot deze versnelde uitvoering over te gaan en verder heeft de regering "een beroep gedaan op de besturen van de betrokken provincies en gemeenten om medewerking te verlenen om het onderzoek mogelijk te maken."

We maken bezwaar tegen deze gang van zaken. Het verzet tegen het onderzoek naar de opslag van kernafval is met name gericht tegen de vooronderstellingen, methode en opzet van het onderzoek. Nu blijkt dat over deze zaken niet gediskussieerd mag worden. Dit is een ernstige inperking van de maatschappelijke diskussie over kernenergie.

DEEL 2

WAAROM RADIOACTIEF AFVAL IN ZOUTKOEPELS?

door Herman Damveld

Inleiding

In dit artikel zullen we de plannen om radioactief afval op te slaan in zoutkoepeles bespreken. Maar eerst stippen we de voorgeschiedenis aan, te beginnen bij de Energienota 1974 (1). In deze nota kondigt de minister van Economische Zaken aan dat door de regering in beginsel is besloten om drie kerncentrales van elk 1000MWe te bouwen. Het beginselbesluit is gebonden aan een aantal voorwaarden. De minister vraagt om drie studies over de veiligheid van kernenergie, daarbij inbegrepen de behandeling en opslag van radioactief afval. De studies zijn in 1975 uitgebracht. Het rapport van de Gezondheidsraad bevat als bijlage een veiligheidsanalyse van de opslag van radioactief afval in zoutkoepeles.

Eind 1975 vergadert de ministerraad over de vraag of de drie kerncentrales nu wel of niet gebouwd zullen worden. De beslissing wordt uitgesteld. Over het probleem van het radioactief afval komt men wel tot overeenstemming. De ministerraad besluit "een integraal onderzoek in te doen stellen naar alle fasen van de verwerking van radioactief afval. Daarbij zal ook het onderzoek naar de mogelijkheden tot definitieve verwijdering van het radioactief afval met kracht worden voortgezet. Een in te stellen interdepartementale werkgroep zal tesamen met deskundigen van de Rijksgeologische Dienst en het RCN een onderzoek - met inbegrip van proefboringen - doen instellen naar de mogelijkheid en aanvaardbaarheid van opslag in zoutformaties. Daartoe zal terzake nauw contact worden onderhouden met de betrokken provinciale en gemeentelijke autoriteiten." (2) Met het onderzoek werd de Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen belast, een sub-commissie van de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie.

De keuze van 5 zoutkoepeles

Het is niet zo, dat de ministerraad in een creatief moment op het idee kwam dat steenzout in aanmerking komt voor de opslag van kernafval. Al eerder waren rapporten verschenen waarin steenzout als mogelijkheid werd genoemd. Zo heeft in 1973 de Rijksgeologische Dienst (RGD) op het verzoek van het Reactorcentrum Nederland - het huidige Energieonderzoekscentrum Nederland ECN - een studie verricht naar steenzoutformaties die mogelijk in aanmerking zouden kunnen komen voor de opslag van laag- en middelactief vast afval. Aan de hand van seismische gegevens koos de RGD 11 zoutvoorkomens uit, die nog niet voor de winning van delfstoffen in gebruik waren. De gegevens over deze zoutvoorkomens zijn nader bestudeerd door de Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen. Volgens deze Sub-Commissie mag het afval niet op grotere diepten dan 1000 meter opgeborgen worden: bij opslag dieper dan 1000 meter zou het zout als gevolg van de gekombineerde effecten van temperatuurstijging en druk plastisch kunnen vervormen.

Ook moet volgens de Veiligheidsvoorschriften van het Staatstoezicht op de Mijnen tenminste een veiligheidsdak van 200 meter laagdelijk steenzout boven en beneden de opberggruimte zijn.

Door deze eisen vallen er van de 11 zoutvoorkomens 5 af. Eén zoutkoepel bevindt zich in een gebied waarvoor een konsessie of boorvergunning is verleend. Derhalve blijven er 5 zoutkoepels over:

- a. Gasselte-Drouwen, gelegen in de gemeenten Borger en Gasselte
- b. Schoonlo, gelegen in de gemeente Schoonlo
- c. Pieterburen, gelegen in de gemeente Eenrum
- d. Onstwedde, gelegen in de gemeente Stadskanaal
- e. Anlo, gelegen in de gemeente Anlo.

De zoutformaties Gasselte-Drouwen en Schoonlo lijken wat beter geschikt dan de overige drie, die onderling gelijkwaardig zijn.(5)

Misschien vindt de lezer bovenstaande informatie wel erg summier. Dat ligt echter niet aan de luiheid van de schrijver, maar aan de beperkte informatie die beschikbaar is. Het rapport van de Rijksgeologische Dienst van 1973 is geheim. Het moet ook geheim blijven, want - zo formuleerde de minister van Economische Zaken het - "Het belang van een dergelijke publicatie weegt niet op tegen het belang onevenredige benadeling van natuurlijke personen of rechtspersonen, die de publicatie tot gevolg zou kunnen hebben, te voorkomen."(3) Met andere woorden: we hebben geen toegang tot de informatie en we mogen ook niet over alle informatie beschikken, omdat daarmee belangen van bepaalde bedrijven geschaad zouden kunnen worden. Deze partikuliere ondernemingsbelangen tellen voor de minister zwaarder dan het algemene belang van een open en democratische besluitvorming over de opslag van radioactief afval.

Over welk afval gaat het?

De studie van de RGD van 1973 gaat over de opslag van laag en middelactief vast afval. Dit afval is afkomstig uit ziekenhuizen, industrie en onderzoekslaboratoria waar men met radioactieve stoffen werkt, en afval uit de kernenergiecyclus, dwz. uit kerncentrales, uraniumverrijking en de fabricage van splijtstofelementen. Dit soort afval wordt door het ECN te Petten in de oceaan gedumpt. Echter, uit de kernenergiecyclus komt veel meer afval: tijdens het bedrijf van een kerncentrale ontstaat hoogactief afval, terwijl de splijtstoffen zelf ook zeer radioactief worden. Als men de gebruikte splijtstofstaven naar een opwerkingsfabriek stuurt, hetgeen niet absoluut noodzakelijk is, ontstaat daar laag, middel en hoogactief afval. Een deel van dit hoogactieve afval noemt men ook wel kernsplijttingsafval (KSA). Bovendien moet men na het buiten gebruik stellen van kernbedrijven ook met grote hoeveelheden rekening houden.

Het is uiterst merkwaardig dat de studie van de RGD alleen tot het eerstgenoemde laag en middelactief afval beperkt bleef. In 1973 maakte men zich blijkbaar alleen druk over deze soorten afval: wellicht zou het bij een toenemend aantal kerncentrales erg duur worden dit afval naar de oceaan te brengen en/of voorzagen men op betrekkelijk korte tijd een verbod de oceaan nog langer als internationale vuilnisbelt te gebruiken.

In 1975 is men tot de ontdekking gekomen dat ook het KSA in Nederland opgeborgen zal moeten worden: "Er moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat na 1985 de buitenlandse opwerkingsfabrieken niet langer bereid zullen zijn de zorg voor het KSA op zich te nemen en dit terug zullen zenden naar het land van herkomst van de splijtstofelementen."(7)

Wat betreft het overige afval van een opwerkingsfabriek gaat men er rustig van uit dat het niet naar Nederland teruggestuurd zal worden. Dat verlicht de problemen: om een voorbeeld te geven, in het middelactieve afval van een opwerkingsfabriek zit ongeveer evenveel plutonium als in het KSA. Doordat het KSA teruggestuurd wordt naar Nederland is het opslagprobleem groter geworden. Het KSA bevat actiniden met een zeer lange halveringstijd en "is daarom bepalend voor het risico op zeer lange termijn"(8)

Waarom is de keuze: zoutkoepels?

In het rapport uit 1975 kwam de Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen tot de conclusie, dat van de theoretische mogelijkheden om het afval op te bergen (zoals wegschieten in de ruimte, opslag op oceaانبodem, bovengrondse opslag) in Nederland enkel de mogelijkheid van opslag op grote diepte in daarvoor geschikte gesteenten overblijft.

Een dergelijk gesteente moet voldoen aan twee eisen: ten eerste moet het gesteente redelijk stabiel zijn en ten tweede moeten er natuurlijke barrières bestaan tussen het radioactief afval en de biosfeer.

In Nederland komt steenzout in aanmerking, want - zo kunnen we lezen in dit rapport uit 1975 - "Van de in de Nederlandse bodem voorkomende zoutafzettingen zijn vele ontstaan in de als Zechstein aangeduide periode, 200-220 miljoen jaar geleden. Sinds deze periode heeft het deel van de aardkorst dat thans Nederland heet, zeer grote veranderingen meegemaakt. Grote stijgingen en dalingen hebben zich voorgedaan. Gebergten hebben zich gevormd en zijn weer verdwenen. (.....)

In de gehele periode, die zeer veel langer is dan het bestaan van de mensheid en ondanks alle hierboven aangegeven veranderingen, zijn de zoutafzettingen blijven bestaan, zodat ze aan de eis van redelijke stabiliteit voldoen.

Wat betreft de tweede eis, het geïsoleerd zijn van de biosfeer, kan uit het feit dat de staanzoutafzettingen reeds zo lang bestaan, worden geconcludeerd, dat zij gedurende die periode niet of nauwelijks door water zijn aangetast."(7).

De argumentatie van de Sub-Commissie is dus, dat het steenzout tot nu toe voldaan heeft aan de twee genoemde eisen. Waar het echter om gaat is het bewijs, dat het steenzout tot in de verre toekomst redelijk stabiel en onaangetast zal blijven. Dat kunnen we zeker niet weten om de volgende redenen:

Als men radioactief afval er in opbergt, verandert de situatie in de zoutkoepel: er wordt een mijn aangelegd en het afval produceert warmte. Daarom kan volgens de Marsily (9) niet zonder meer gesteld worden dat een zoutkoepel redelijk stabiel zal blijven. Daar komt dan nog bij, dat een zoutkoepel langzaam omhoog komt en volgens de Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen "Oplossen van de steenzoutformaties door ondergrondse waterstromingen niet geheel uit te sluiten is" (8)

De radioactieve stoffen waar het hier om gaat moeten tienduizenden tot miljoenen jaren opgeborgen worden. Een uitspraak over de toekomstige stabiliteit van een zoutkoepel is gebaseerd op onze huidige kennis. Men gaat er daarbij stilzwijgend van uit, dat de huidige kennis eeuwigheidswaarde heeft en dat dus geen nieuwe kennis toegevoegd zal worden aan de huidige kennis, waardoor onze inzichten ingrijpend zouden kunnen veranderen.

Argumenten waarin de veronderstelde stabiliteit van zoutkoepels ter discussie wordt gesteld, zijn door de overheid nooit in de beschouwing betrokken. Of, zoals de minister van Economische Zaken dat zei in 1977: "Een groot aantal gegevens (.....) duiden erop, dat de opslag van radioactief afval in steenzoutformaties de beste garanties kan bieden met betrekking tot de bescherming van de volksgezondheid en het milieu." (4)

De vraag is echter of de beste garanties goed genoeg zijn, gezien het probleem waar het hier om gaat.

Opzet en uitvoering van het onderzoek - inclusief proefboringen.

Bovengenoemde sub-commissie heeft in 1976 werkgroepen ingesteld, die elk een bepaald deel van het onderzoek bestrijken. Deze werkgroepen zijn samengesteld uit ambtenaren uit departementen en rijksdiensten en als adviseurs deskundigen van buiten het ambtelijk apparaat, b.v. ECN, RGD en Technische Hogeschool Delft. In deze werkgroepen zitten dus geen deskundigen die zich kritisch tegen kern-energie of de opslag van kernafval hebben opgesteld. Dit leidt tot een eenzijdige stellingname, getuige b.v. het feit, dat in de rapporten tot nu toe men er kollektief van uitgaat, dat de Nederlandse brandstofstaven dienen te worden opgewerkt.

Voor de uitvoering van het onderzoek zullen gespecialiseerde ondernemingen moeten worden ingeschakeld. Dit zal gedaan worden door het ECN, dat optreedt als directievoerder. Een andere instantie, de RGD, zal het onderzoek begeleiden. Het ECN en de RGD geven dus niet slechts advies, maar krijgen zelfs een belangrijke taak bij de uitvoering van het onderzoek. Hierdoor treedt een vermenging van advisering en uitvoering op. Wanneer de instantie die het onderzoeksprogramma ontwerpt niet onafhankelijk is van de instantie die het onderzoek uitvoert en evalueert, wordt een democratische controle onmogelijk gemaakt.

Het onderzoek zelf bestaat uit een aantal fasen. De eerste fase bestaat uit 'geologisch en hydrologisch onderzoek van de matig diepe ondergrond ter plaatse van de 5 zoutformaties' (5). In de omgeving van de zoutkoepels zullen een aantal ondiepe boringen verricht worden (minder dan 300 meter diep) om vast te stellen of de zoutkoepel geen contact heeft met het grondwater. Per zoutkoepel zijn hiervoor - volgens de plannen - ten hoogste zes boringen nodig.

De volgende fase zal bestaan uit proefboringen in het zout zelf. De uitvoering hiervan hoeft niet noodzakelijk te wachten op de eerste fase (5).

De proefboringen zullen zoveel mogelijk gebeuren boven de top van de zoutkoepel. De boorgaten moeten op een afstand van ongeveer 250 meter liggen. Aanvankelijk waren, volgens antwoorden van de regering op Kamervragen (6) in elke zoutkoepel

3 proefboringen nodig; later bleken 2 diepe boringen voldoende om inzicht te krijgen in de samenstelling van de zoutkoepel. Waarom eerst drie en later twee? Waarom geen 23 diepe boringen? Ten ene male ontbreekt alle informatie op grond waarvan de regering 2 diepe boringen voldoende vindt. Ter vergelijking: volgens de geoloog Richter-Bernburg (11) kan de geschiktheid van een zoutkoepel slechts bewezen worden na de aanleg van een schacht van waaruit horizontale proefboringen zouden moeten worden gedaan.

Met behulp van deze proefboringen is het volgens de Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen mogelijk vast te stellen in hoeverre de zoutkoepels voldoen aan de criteria, die als volgt luiden (7):

- a. de top van het steenzout dient te liggen beneden het niveau waar ter plaatse nog grondwater aan de hydrologische kringloop deelneemt;
- b. de dikte van de zoutafzettingen dient tenminste 500 meter te bedragen;
- c. de zoutkoepel dient bij voorkeur afgedekt te zijn door een laag z.g. caprock, bestaande uit anhydriet-gips of ander ondoorlatend materiaal;
- d. boven de caprock dient zich een kleilaag of zandige laag te bevinden;
- e. bij voorkeur dient een afsluitende kleilaag of zandige laag aanwezig te zijn beneden het watervoerende pakket, dat aan de hydrologische kringloop deelneemt;
- f. de voorkeur verdient een tectonisch rustige zoutkoepel in verband met de zoutkruip;
- g. het steenzout moet zo zuiver mogelijk van samenstelling zijn en goede sterkte-eigenschappen bezitten;
- h. er mogen in het steenzout ter plaatse van de aan te leggen stortholte geen kalium/magnesium of lagen van klei, kalksteen of anhydriet aanwezig zijn;
- i. de aanwezigheid in het zout van gas- of zoutwater insluitingen noopt tot grote voorzichtigheid;
- j. in of rondom de zoutkoepel dienen geen bitumina prospects aanwezig te zijn;
- k. tectonische werking in of rondom de zoutkoepel dient afwezig te zijn;
- l. er dient geen concessie of boorvergunning ten aanzien van de zoutkoepel te bestaan;
- m. de zoutkoepel dient vrij te zijn van andere bestemmingen, zoals berging van olie, gas of chemisch afval;
- n. rekening moet worden gehouden met werken ten behoeve van de drinkwatervoorziening of plannen daarvoor;
- o. grote aandacht dient te worden geschonken aan voorkoming van aantasting van natuurgebieden tengevolge van toegangswegen en boven- en ondergrondse werken;
- p. eveneens dient rekening gehouden te worden met andere factoren van planologische aard.

Volgens de eerder geformuleerde eisen moet een zoutkoepel redelijk stabiel zijn en moeten er natuurlijke barrières bestaan tussen het radioactief afval en de biosfeer.

Wat betreft de redelijke stabiliteit levert het onderzoek zeer minimale informatie. Volgens criterium f. verdient een tectonisch rustige zoutkoepel de voorkeur, terwijl volgens criterium k. tectonische werking in of rondom de zoutkoepel afwezig dient te zijn. Zoals we in het voorgaande al hebben aangetoond, gaat het erom dat tectonische werking afwezig dient te blijven; daar kan het onderzoek ons geen uitsluitsel over geven.

Natuurlijke barrières tussen het radioactief afval en de biosfeer worden gevormd door het zout zelf en door een ondoordringbare laag om de zoutkoepel, de zgn. caprock. Blijkens criterium c. wordt enkel 'de voorkeur' uitgesproken voor een ondoordringbare laag om het zout. Dit criterium is derhalve een afzwakking van de eis van natuurlijke barrières.

Vele andere criteria zijn erg vaag en onduidelijk geformuleerd. In de criteria c., e. en f. is sprake van 'bij voorkeur'; criterium g. geeft aan dat het zout 'zo zuiver mogelijk' moet zijn. In criteria n., o. en p. staat: 'rekening moet worden gehouden met' en 'grote aandacht moet worden geschonken aan'. Het is ons niet duidelijk wat men precies met deze termen bedoelt; wat is 'zo zuiver mogelijk', hoe zwaar telt 'grote aandacht'? Kortom, de criteria zijn dermate vaag en onduidelijk geformuleerd, dat de resultaten van het onderzoek gemakkelijk zo geïnterpreteerd kunnen worden, dat een zoutkoepel geschikt is voor de opslag van kernafval.

Met behulp van de resultaten van het onderzoek zullen risico-analyses worden opgesteld (5). Een risico-analyse wordt ook al genoemd in het rapport Geologic Waste Disposal Program van de Rijksgeologische Dienst (10). In dit rapport staat dat één van de taken die in verband met de opslag van het afval moet worden verricht is "Geschiktheidsstudie en algemene risico-analyse met het doel de aanvaarding door het publiek en het bestuur te verkrijgen".

De risico-analyse heeft dus als doel de bevolking er van te overtuigen dat het afval in het zout opgeborgen kan worden. We bespeuren hier een verschuiving van de betekenis van het onderzoek: het onderzoek gaat niet om de beantwoording van de vraag óf opslag in zout mogelijk is, zoals de opdracht luidde, maar om de selectie van de beste - oftewel de minst slechte - zoutkoepel. Met behulp van wetenschappelijke rapporten moet de bevolking er van worden overtuigd, dat deze zoutkoepel voldoet aan de gestelde eisen. De uitslag van het onderzoek staat kennelijk al van te voren vast; ook de flexibele formulering van de criteria wijst hierop. De proefboringen hebben dus slechts als doel het geheel een schijn van

wetenschappelijke objectiviteit te geven, opdat de bevolking - vertrouwend op de wetenschap en de deskundigen - rustig gaat slapen.

Referenties.

1. Energienota 1974, nr. 13.122, Staatsuitgeverij, Den Haag.
2. Energienota 1974, nr. 13.122, nr. 12.
3. Tweede Kamer, zitting 1977, Aanhangsel nr. 475.
4. Brief van de minister van Economische Zaken aan o.a. de gemeente Stadskanaal, d.d. 3 februari 1977. Opvallend is de grote overeenkomst met een citaat van blz. 21 van referentie 5: "Hoewel het onderzoek nog niet is afgesloten (.....) hebben noch tot op heden verrichte studies, noch het in tal van andere landen verricht onderzoek, aanwijzingen opgeleverd, dat berging van radioactieve afvalstoffen in steenzout niet mogelijk en niet aanvaardbaar zou zijn."
5. Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen: Eerste interim-rapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland, mei 1977.
6. Tweede Kamer, zitting 1977, Aanhangsel nr. 228.
7. Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen: Radioactieve afvalstoffen in Nederland bij een vermogen aan kernenergiecentrales van 3500MWe. No. 41 in de serie Verslagen, Adviezen, Rapporten 1975 van het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.
8. Sub-Commissie Radioactieve Afvalstoffen: Eerste interim-rapport betreffende de mogelijkheden van opslag van radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland, oktober 1977.
9. G. de Marsily e.a.: Nuclear Waste Disposal: Can the Geologist Guarantee Isolation, Science, 5 augustus, 1977, vol. 197, nr. 4303, p. 519-527.
10. Rijksgeologische Dienst, Geologic Waste Disposal Program, 21 december, 1976.
11. G. Richter-Bernburg: Sicher im Salz. In: Bild der Wissenschaft, 12 - 1977, p. 81-100.

DEEL 3

INVLOED VAN AFVALWARMTE OP EEN ZOUTKOEPEL.

Door Klarisse Nienhuys

De warmteproductie van het kernsplijtingsafval (KSA) hangt af van het gehalte aan splijtingsprodukten in het glas en de afkoelingsperiode voorafgaand aan de definitieve opslag. De inhoud aan splijtingsprodukten loopt uiteen van 9% tot 50%, afhankelijk van het proces, en wellicht ook van wensen van de klant (KBS, IV, 60; Bokelund, 1976; Morris, 1978)

Let wel: ook de hele verpakte splijtstofstaven geven natuurlijk warmte af. De meeste warmte ontstaat in de beginjaren, vooral door het verval van relatief kortlevende splijtingsprodukten. De totale hoeveelheid daarvan is voor KSA en hele staven gelijk; de warmteproductie per volume-eenheid verschilt echter nogal. KSA is heter doordat de splijtingsprodukten in KSA in een 10 tot 5 maal kleiner volume terecht komen. Behalve KSA geven ook de hoogactieve hulzen en het trans-uraniumafval warmte af, zij het wel veel minder.

Door de Amerikanen Cheverton en Turner zijn berekeningen gemaakt voor de temperatuurverdeling rond de KSA-container die volgens de veiligheidsanalyse over kernafval overdrachtelijk op de Nederlandse situatie toegepast kunnen worden (Hamstra, 1975, p.13).

Intussen heeft Hamstra de temperatuurverdeling voor een mogelijke Nederlandse situatie berekend. Cheverton en Turner gingen uit van cylinders met 10 jaar oud afval, die elk 5,3kw aan warmte produceerden. Hamstra gaat uit van cylinders die vrijwel even oud afval, maar 10 keer minder bevatten. De initiële warmteproductie is daardoor 0,6 kw per cylinder. Wanneer er 25 op elkaar staan, wordt de temperatuur in de buurt van de container na 26 jaar ongeveer 100-115°C (Verkerk, 1977,2) Volgens recente Amerikaanse berekeningen zou kernafval in zout tot 300°C kunnen oplopen (McCarthy). Uitgaande van een tussenopslag van 30 jaar berekende men in Duitsland 60°C als maximale temperatuur voor de omgeving van in rots opgeslagen glasblokken (Ploumen, 1978).

De berekeningen van Cheverton en Turner zijn echter gemaakt voor een homogene omgeving van puur zout (NaCl). Het ECN gebruikt op basis van niet-openbare gegevens waarden, die afhankelijk van de temperatuur 12% minder tot 27% meer optimistisch zijn dan de goed-gedefinieerde waarden die men op de TH Delft in de open literatuur kon vinden. Deze laatste zijn gebaseerd op metingen aan monsters van natuurlijk steenzout dat geen onzuiverheden groter dan 0,01% bevatte (Broek, 1978).

Nu wordt een zoutkoepel gevormd door het uitstulpen van een dikke zoutlaag. Deze bestond oorspronkelijk uit boven op elkaar liggende lagen van steenzout, dwz. NaCl, met daartussen lagen van kaliumzouten, waaronder sylvien (KCl), magnesiumzouten en calciumzouten, waaronder anhydriet CaSO_4 , en complexe zouten als kalium-magnesiumzouten (bv. karnalliet $\text{KClMgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Hoeveel van een zout in een laag aanwezig is en de volgorde of menging van lagen hangt af van de ontstaansgeschiedenis van de zoutlaag. Door het opstijgen van de zoutkoepel worden de oorspronkelijke lagen als een deegmassa door elkaar geroerd. Volgens Richter-Bernburg kunnen andere lagen, die op deze manier tussen een laag van puur zout geschoven zijn, aanmerkelijke diskontinuiteiten opleveren die iedere berekening onmogelijk kunnen maken (Richter-Bernburg, 1978).

Volgens de geophysicus Hyder is er in de praktijk nooit sprake van puur zout op een schaal van een paar centimeter. Onzuiverheden, dwz. andere zouten, brengen een aantal effecten met zich mee die de kristalstructuur, thermische geleidbaarheid, bebegelijkheid en fase veranderen. Eén van deze effecten is de explosieve verdamping van pekewater, onder invloed van hitte. Op de diepte van een zoutmijn is de temperatuur waarbij dit kan plaats vinden 250-280°C.

Onder invloed van de warmte migreren vloeistoffen naar de bron toe, gassen er van af. Als vloeistof dicht bij een hete bron verdampt, ontstaat een 'gassy zone'

tussen een verdampings- en condensatiegebied in. Doordat deze gassy zone een 50% lagere thermische geleidbaarheid heeft dan de rest, isoleert het de hete bron van zijn omgeving, zodat deze heter wordt dan men zou verwachten op basis van een omgeving met een konstante thermische geleidbaarheid (Hyder, I, 10-12). Onder invloed van de stralingshsschade in het zout dicht bij de container kan de thermische geleidbaarheid 10 tot 30% afnemen (Hyder, II, 19). Verkerk geeft cijfers voor de mogelijke opeenhoping van stralingsenergie in zout. Wanneer deze energie plotseling vrijkomt zou de temperatuur plaatselijk maximaal 250°C kunnen stijgen; dit effect kan zich echter in puut zout van meer dan 150°C niet voordoen (Verkerk, 1977, 1). De geldigheid hiervan voor onzuiver zout is kennelijk niet nader onderzocht.

De betekenis van karnallit is in dit verband onduidelijk, omdat we niet weten hoeveel karnallit aanwezig is. Karnallit kan een probleem vormen: het is een weinig stabiel zout dat betrekkelijk veel kristalwater bevat. Bij een temperatuur van $110-120^{\circ}\text{C}$ komt dit kristalwater vrij; bij 165°C ontstaat gasvormig zoutzuur (Kühn 1976; Kühn e.a., 1976). In het vrijkomende water, (maar wellicht ook in het 'migrerende' water) zou weer ander karnallit op kunnen lossen, zodat zich plaatselijk een grote hoeveelheid water zou kunnen verzamelen (Schuring 1977; Steinert 1977).

DEEL 4

STORTHOLTE EN/OF MIJN

Door Klarisse Nienhuys

In vrijwel alle tot nu toe gepubliceerde artikelen over de opslag van kernafval in Nederlandse zoutkoepels werd uitgegaan van een mijn voor KSA en HAVA en van een stortholte voor de opslag van LAVA en MAVA. De stortholte, een soort zak in het zout met een vulpijp, zou in 25 tot 40 jaar gevuld worden met het MAVA en LAVA van 3000MWe aan kernenergie (Hamstra, 1975, p. 11; Dietz, 1977, p. 16). Van ontmantelingsafval is nooit sprake geweest, en de brokstukken zouden waarschijnlijk ook veel te groot zijn voor de vulpijp. Uitbreiding van het Nederlandse kernenergieprogramma of overeenkomsten om buitenlands (bijvoorbeeld Belgisch) afval op te slaan zouden meer stortholtes nodig maken.

Omstreeks begin 1977 deelden vertegenwoordigers van het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne echter mee, dat men afzag van stortholtes. Naar verluidt omdat het niet mogelijk zou zijn de vulpijp goed te onderhouden. (In de veiligheidsanalyse worden reparaties als vrijwel niet voorstelbaar, maar overigens uitvoerbaar beschreven (Hamstra, 1975, p. 18)). De voornaamste reden om een mijn aan te leggen zou zijn dat men het kernafval, indien gewenst, weer terug kan halen. Daarnaast moest er in ieder geval een mijn aangelegd worden voor het KSA.

Volgens de ICK gaat de voorkeur uit naar een opbergmijn van LAVA, MAVA en KSA (ICK, 1977).

Wanneer de mijn in de geologische formatie al het kernafval van Nederlandse kerncentrales moet herbergen, dan dient deze 50 tot 150 jaar foutloos te functioneren. De ondergrens van 50 jaar is gebaseerd op aanleg van de mijn in 1985. Nieuwe kerncentrales die tussen 1990 en 1995 in bedrijf gaan, hebben een levensduur van 30 jaar. Het kernafval koelt daarna eerst nog 10 jaar af en de mijn wordt onmiddellijk na het inbrengen van het laatste portie kernafval, in 2035 weer gesloten. De mijn blijft langer open naarmate kerncentrales later in bedrijf komen, het afval langer voorgekoeld wordt en in de mijn enige tijd na-kontrolé wordt uitgeoefend. Het ligt ons inziens voor de hand dat ook het ontmantelingsafval van de uitgewerkte centrale in de mijn wordt opgeborgen, tenzij men er impliciet van uitgaat dat er nog een tweede mijn dient te komen. Rekening houdend met een afkoelingsperiode van 100 jaar voor de kerncentrales, ontstaat een bovengrens van 150 jaar voor de periode dat de mijn moet blijven functioneren. Er moeten dus doorlopend voldoende technische kennis, voldoende opgeleide mensen en voldoende toezicht houdende organisaties met nimmer verslappende aandacht aanwezig blijven, onder maatschappelijke omstandigheden, die geen van deze factoren ongunstig beïnvloeden, gedurende een periode die evenlang duurt als van 1838 tot 1978. Het zal moeilijk zijn de gevolgen op korte of lange termijn te overzien van een waterinbreuk in de mijn die niet tijdigesignaleerd of niet adequaat bestreden wordt.

In de Nederlandse veiligheidsanalyse wordt geen duur voor de bedrijfstijd van de mijn genoemd, wel (bij wijze van voorbeeld?) 10 kerncentrales met een levensduur

van 40 jaar (Hamstra, 1975, p 13)

Over waterinbreuk wordt niet veel meer vermeld, dan dat het geen direkt radiologisch risico voor de omgeving zal opleveren. Er kan alleen - vermoedelijk gemiddeld - hoogstens 20 centimeter van de wand of de vloer in de zoutmijn oplossen en later kan het water dan weer worden weggepompt.

Noch plaatselijk ernstiger effecten in de mijn of de schacht, noch mogelijk selectief oplossen van grillig lopende lagen van kalium- of magnesiumzouten worden nader geevalueerd in verband met de stabiliteit van de koepel op langere termijn.

DEEL 5

ENKELE MYTHES OVER KERNAFVAL DOORGEPRIKT

Door Klarisse Nienhuys

1. Het ziekenhuisafval.

Een veelgehoord argument is "de proefboringen moeten doorgaan, want het grootste deel van het afval dat hier ten lande wordt geproduceerd is niet afkomstig van kerncentrales, maar van ziekenhuizen en van wetenschappelijke en technische laboratoria. En dit afval moeten we opbergen."

Dit argument is onjuist, hetgeen we nu aan zullen tonen.

De verwachte hoeveelheden reaktorafval, in het bijzonder MAVA en LAVA, brachten het toenmalige RCN en in 1972 toe te adviseren tot nader onderzoek van een zoutkoepel voor de opslag van kernafval. "Van 1963 tot 1970 werd nog geen 100m³ niet samengeperst afval opgehaald, afkomstig uit ziekenhuizen en laboratoria. Door het in bedrijf komen in 1969 van de kerncentrale in Dodewaard (n.b. 50MWe, K.N.) ontstond een sterke toename in het aanbod van laagactief vast afval. In 1970 alleen reeds bedroeg het aanbod 120m³, terwijl voor 1971 een aanbod werd vastgesteld van 180m³ niet samengeperst laag actief vast afval" (Hamstra, 1972). LAVA en MAVA worden gemengd met veel beton in de oceaan gestort en dit zou een te kostbare zaak worden, gezien de te verwachten hoeveelheid kerncentrales. Men had in 1972 21 kerncentrales met in totaal 19.700MWe in het jaar 2000 voor ogen; in 1974 werd 30.000MWe in 2000 als "illustratief" uitgangspunt genomen (Wervers, 1974). Het afval van bestraalde splijtstofstaven achtte men op dat moment nog van sekundair belang, ontmantelingsafval te ver weg.

Bij diverse gelegenheden hebben vertegenwoordigers van het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne gesuggereerd dat het onderzoek van de zoutkoepels nodig is voor de opslag van het afval uit ziekenhuizen e.d. Die suggestie is duidelijk een rookgordijn: de jaarlijkse hoeveelheid radioactieve afvalstoffen uit Nederlandse ziekenhuizen en wetenschappelijke en technische laboratoria bedraagt 9 kg; de bestraalde splijtstofstaven bevatten 1200 kg radioactieve stoffen per 1000MWe per jaar.

De verhouding in radioactiviteit is vermoedelijk in de orde van grootte van één op één miljoen, terwijl dit dus veel gevaarlijker afval van kerncentrales grote hoeveelheden langlevende isotopen bevat.

2. Afmetingen van het kernafval zijn te verwaarlozen.

We kunnen de laatste tijd regelmatig verhalen lezen als:

de afmeting van het radioactief afval van kerncentrales is niet groter dan een asperinetablet of een knoop per jaar voor elke persoon wiens elektriciteit geheel door kerncentrales geleverd wordt (Holdren, 1977; Lennemann, 1978),

een schijf ter grootte van een theeschoteltje voor elke persoon wiens elektriciteit een leven lang door kerncentrales geleverd wordt (J. Hill, 1978), maar 2m³ per jaar, een hoeveelheid die gemakkelijk onder een eettafel kan liggen (Cohen, 1977).

Nog afgezien van de vraag, of deze mensen wel de goede hoeveelheid radioactief afval vermelden, zit het misleidende in deze redenering er in, dat het niet het volume maar de radioactieve inhoud en de levensduur van het afval is, die het gevaar bepaalt. Een voorbeeld moge dit verduidelijken: om de hoeveelheid KSA die een kerncentrale van 1000MWe jaarlijks produceert zo te verdunnen dat de norm van de toelaatbare hoeveelheid voor het drinkwater niet wordt overschreden, is een water nodig met de oppervlakte van Nederland en een diepte van ongeveer 300 meter.

Het zal dan ook duidelijk zijn dat na een maaltijd aan de eettafel van Cohen niemand ooit meer hoeft te eten.

3 Zoutkoepels bestaan al 200 miljoen jaar.

In de discussie over kernafval wordt vaak gezegd dat zoutkoepels al 200 miljoen jaar bestaan en niet veranderd zijn; daarom zouden zoutkoepels een veilige opbergplaats voor het radioactief afval vormen. Dit argument kunnen we o.a. vinden in de voorlichtingsbrochure van het Ministerie van Economische Zaken over de werking en risico's van kerncentrales (E.Z., p 17).

Naar onze mening is dergelijke voorlichting niet juist. Dit zullen we aantonen aan de hand van de geschiedenis van de zoutkoepels.

Na de vorming van zoutlagen, zo'n 200 miljoen jaar geleden, vormden zich nieuwe aardlagen daar bovenop. Steenzout is echter lichter dan de aardlagen, zodat daarvoor een instabiele situatie ontstond. Door de druk van de bovenliggende lagen wordt het zout plastisch, het kan gaan kruipen. Reeds 190-140 miljoen jaar geleden maakten tektonische bewegingen het mogelijk dat het lichtere zout naar boven kon kruipen. De uitstulpingen van de zoutlaag die daarbij ontstonden zijn tot de huidige zoutkoepels uitgegroeid (Richter, 1977).

Om een stabiel evenwicht te bereiken zou een zoutkoepel van 2000 meter dik ongeveer 275 meter boven het aardoppervlak uit moeten steken (op dezelfde manier als altijd alleen het topje van de ijsberg boven water uitsteekt). In het huidige klimaat in onze streken gebeurt dit niet, omdat het zout door het aanwezige grondwater wordt opgelost. In droge gebieden, zoals Zuid-Iran, komt het zout wel aan de oppervlakte (Veenstra, 1978)

Door het omhoog komen van een zoutkoepel ontstaan zowel breuken in de laag waar de zoutkoepel doorheen breekt, alsook in de andere lagen die bij het stijgen naar boven gedrukt of gesleept worden.

In de Nederlandse veiligheidsanalyse staat dat er "op zeer lange termijn beschouwd dan ook alle aanleiding (is) om te veronderstellen dat breukvorming op zal treden in de aanliggende en bovenliggende sedimenten van een zoutkoepel" (Hamstra, 1975, p 31).

In de verdere analyse wordt uitgegaan van een zoutkruip van gemiddeld 2mm per jaar, overeenkomens met een stijging van 2 meter in 1000jaar (Hamstra, 1975, p. 39). Het is niet duidelijk in hoeverre men hierbij alleen met het omhoog komen van de zoutkoepel zelf rekening houdt.

Het onderscheid dat men in de veiligheidsanalyse wil maken tussen jonge en oude zoutkoepels waarvoor sinds het kwartaal (de laatste 2 miljoen jaar) geen mobiliteit kan worden aangetoond, wijst hier wel op. Noch dit onderscheid, noch beperking van tektonische bewegingen tot die van de zoutkoepels zelf, lijkt ons juist. Tektonische bewegingen en breuken die om andere redenen ontstaan alsook andere geologische gebeurtenissen kunnen de snelheid van de zoutkruip beïnvleeden. Toenemende druk van opzij, een breuk in de bovengrond kan het opstijgen van het zout vergemakkelijken (Richter, 1977). Het is zeker dat ongeveer 50.000 jaar geleden de ijsbedekking in Sleeswijk-Holstein de oppersing van daar aanwezige zoutpijlers geactiveerd heeft (Veenstra, 1977).

Uit het voorafgaande zal duidelijk zijn, dat het "bestaan van zoutkoepels, nu al 200 miljoen jaar lang", hoogstens kan betekenen, dat ze niet helemaal opgelost zijn. Gezien het feit dat na het ontstaan van de thans op ongeveer 3000 meter diepte liggende zoutlagen, de zoutkoepels tot op een paar honderd meter van het aardoppervlak zijn gekropen, kan men moeilijk volhouden dat er in de afgelopen 200 miljoen jaar van hun bestaan niets met de zoutkoepels gebeurd is. Wellicht ten overvloede wordt dit ook nog eens geïllustreerd aan de hand van een plaatje dat weergeeft wat het resultaat was, toen men in een laboratorium-experiment de vorming van zoutkoepels probeerde na te bootsen.

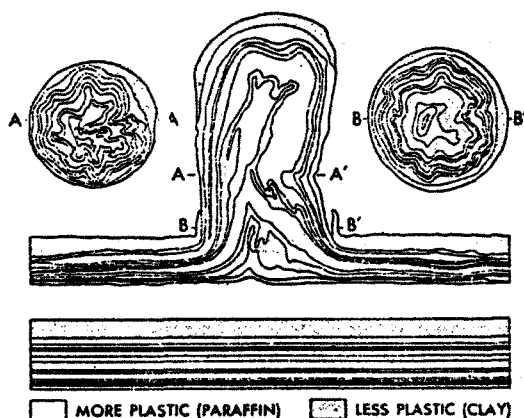


FIG. 14.—Laboratory experiment by Escher and Kuenen (1929) simulating salt-dome structure. Central structure is simple at some levels and complex at others. Maximum deformation does not occur at center or periphery of stock but in intermediate areas.

Referenties bij deel 3 t/m 5.

Bokelund, H. e.a., Atomwirtschaft, 21, 7, juli 1976, p. 352-357.

Broek, W.M.G.T. van den, Fysische Constanten van steenzout en kernsplijtingsafval
t.b.v. temperatuurberekeningen. Delft, januari 1978.

Cohen, B.L., Reviews of Modern Physics 49 (1), januari 1977, p. 1-20.

Dietz, D.N., De berging ondergronds van radio-actief afval. AO - 1680, 16-9-1977.

E.Z., Ministerie van Economische Zaken, 3500MWe Kerncentrales in Nederland, mei 1977.

Hamstra, J. e.a., Atoomenergie, 14, nr. 9, september 1972, p. 235-248.

Hamstra, J., Veiligheidsanalyse voor ondergronds in een zoutkoepel opbergen van
radioactief vast afval. RCN - 75 - 040, RCN, Petten, april 1975.

Hill, J., Atom nr. 257, March 1978, p. 46-55.

Holdren, J., Not man apart, 7 (16), Mid september 1977, p. 17.

Hyder, C., On Diapirs and Diapirism. I General Considerations
II Radioactive Waste Disposal in Diapiric Beds.
(Unpublished Draft) 1977-1978.

I.C.K., Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie, Subcommissie radioactieve
afvalstoffen, Eerste interim rapport betreffende de mogelijkheden van opslag van
radioactieve afvalstoffen in zoutvoorkomens in Nederland. Oktober 1977.

KBS, Kärn Bränsle Säkerhet, Handling of Spent Nuclear Fuel and Final Storage of
Vitrified High Level Reprocessing Waste. 1978.

- I General
- II Geology
- III Facilities
- IV Safety Analysis
- V Foreign Activities

