

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

Transport van bestraalde splijtstoffen

Aanbiedingsbrief

Transport van bestraalde splijtstoffen

aan:

de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Nr 1999/22, Den Haag, 2 december 1999

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad: Transport van bestraalde splijtstoffen. Den Haag: Gezondheidsraad, 1999; publicatie nr 1999/22.

Preferred citation:

Health Council of the Netherlands: Transportation of irradiated nuclear fuel. The Hague: Health Council of the Netherlands, 1999; publication no. 1999/22.

auteursrecht voorbehouden

all rights reserved

ISBN: 90-5549-289-2

Inhoud

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen 9

Executive summary 11

1 Inleiding 13

1.1 Adviesaanvraag 13

1.2 Commissie en werkwijze 14

2 De uitwendige besmetting van containers 15

2.1 Detecteerbaarheid van besmettingen 15

2.2 Is er een risico door uitwendige besmetting? 16

2.3 Oorzaken en remedies 16

2.4 Maatregelen in Nederland 17

3 De insluiting van bestraalde splijtstof 19

3.1 Stralingsrisico bij ongevalvrije transporten 19

3.2 Risico bij verkeersongelukken zonder beschadiging van de container 20

3.3 Risico bij beschadiging van een container, al dan niet door een verkeersongeval 20

3.4 Is er een kans op kritikaliteit? 21

4	Kwaliteitszorg	23
4.1	Protocollen, verslagen en controles	24
4.2	Vermindering van maatschappelijke bezorgdheid	25

Literatuur 27

Bijlagen 29

A	De adviesaanvraag	31
B	De commissie	33

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

In 1998 kwamen besmettingen aan de buitenkant van transportcontainers voor bestraalde splijtstofstaven onder de publieke aandacht. Mede vanwege ongerustheid in de bevolking is toen in diverse Europese landen, waaronder Nederland, het vervoer van deze splijtstof opgeschort.

Nadat de toenmalige Minister van VROM enkele aanvullende maatregelen had getroffen, liet haar opvolger weten dat vergunningaanvragen voor dat vervoer in principe weer in behandeling genomen konden worden. Wel voegde hij eraan toe eerst nog advies bij de Gezondheidsraad te willen inwinnen over de risico's van de transporten. De Raad is, bij monde van een daartoe door zijn voorzitter geïnstalleerde commissie, gekomen tot de als volgt samen te vatten bevindingen.

Het transport van bestraalde splijtstof-elementen kan zonder onverantwoorde risico's voor de volksgezondheid worden hervat. De commissie benadrukt dat er geen gezondheidsrisico verbonden is met de radioactiviteit die soms op het buitenoppervlak van transportcontainers geconstateerd wordt. De norm voor deze oppervlaktebesmetting, die soms blijkt te worden overschreden, behelst geen risicolimiet maar heeft een ambachtelijke strekking. Het meten van de oppervlakte-radioactiviteit door inspectiediensten van de overheid is minder gewenst, omdat hiermee verkeerde accenten worden gelegd ten aanzien van de verantwoordelijkheidsstructuren bij veiligheids- en kwaliteitszorg.

De commissie beklemtoont de noodzaak van het vermijden van menselijke fouten. Daartoe geeft zij in overweging een overkoepelend systeem van kwaliteitszorg op te zetten voor het transportproces als geheel. De grondtrekken van zo'n systeem omvatten protocollering, tijdige en heldere verslaglegging van ieder transport en van tijd tot tijd

een onafhankelijke analyse ter controle op de goede werking van het systeem. De commissie meent dat de transparantie van de aanpak van het transport van bestraalde splijstof van groot belang is voor het publieke vertrouwen. De zojuist bedoelde integrale kwaliteitszorg met verslaglegging kan die transparantie bevorderen.

Executive Summary

Health Council of the Netherlands. Transportation of irradiated nuclear fuel. The Hague: Health Council of the Netherlands, 1999; publication no. 1999/22.

Contamination of the outside of transport containers for irradiated nuclear fuel rods came to the public's attention in 1998. Consequently, partly because of public unrest, various European countries, including the Netherlands, decided to suspend the transportation of this nuclear fuel.

After the then Minister of Housing, Spatial Planning and the Environment had taken a number of additional measures, the Minister's successor announced that the processing of permit applications for nuclear fuel transportation could recommence. However, he added that he wanted to obtain advice from the Health Council of the Netherlands about the risks involved in transportation of this kind. The Council's findings, arrived at through a Committee established by its chairman, are summarised below.

Transportation of irradiated nuclear fuel elements may recommence without any irresponsible risks to public health being involved. The Committee stresses that the radioactivity that is sometimes detected on the outside of transport containers, is not linked to any health risk. The standard for surface contamination of this kind, which is sometimes exceeded, does not constitute a risk limit but is for cleaning purposes. Measurement of surface activity by government inspection bodies would be less advisable because this would place an inappropriate emphasis with respect to safety and quality management.

The Committee stresses the necessity of avoiding human errors. To this end, it suggests that consideration be given to setting up a coordinating system of quality management, for the transportation process as a whole. The main features of such a system would include protocols, prompt and clear reporting on each transport operation

and occasional, independent analysis to check the proper operation of the system. The Committee believes that the transparency of the approach to transporting irradiated nuclear fuel is of major importance for public trust. The aforementioned total quality management with reporting could aid transparency.

Inleiding

Bij kernreactoren ontstaan in de splijtstofstaven radioactieve splijtingsproducten die er de oorzaak van zijn dat de kernreactie vanaf een zeker moment niet meer efficiënt verloopt. Dan worden de bestraalde splijtstofstaven uit de reactor gehaald en opgeslagen in een waterbassin. Tijdens de opslag aldaar verminderen de radioactiviteit en de warmteontwikkeling. Ten slotte verwijdert men deze staven uit het bassin en vervoert ze in speciaal daarvoor ontworpen containers, hetzij naar een opwerkingsfabriek om nog bruikbare splijtstof terug te winnen, hetzij naar een faciliteit voor definitieve of langdurige interim opslag.

In 1998 deden in de media berichten de ronde dat dergelijke transportcontainers aan de buitenkant soms radioactief besmet waren door vermeende lekkage van radioactief materiaal uit het inwendige. Sommige containers waarvan bij verzending vastgesteld was dat zij schoon waren, bleken bij aankomst in een opwerkingsfabriek toch een oppervlakte-besmetting 'boven de norm' te vertonen. In een aantal gevallen stelde men ook normoverschrijdende besmettingen vast bij lege containers die van opwerkingsfabrieken naar kerncentrales terugkwamen. Mede vanwege ongerustheid in de bevolking werden toen in verschillende Europese landen, waaronder Nederland, de transporten voor kortere of langere tijd opgeschort.

1.1 Adviesaanvraag

De toenmalige Minister van VROM trof verder een aantal maatregelen om meer greep te krijgen op de geconstateerde besmettingsproblemen en om de informatievoorziening over

eventuele onregelmatigheden bij de transporten te verbeteren. Na de regeringswisseling berichtte de huidige Minister van VROM in december 1998 aan de Tweede Kamer dat vergunningaanvragen voor het transport van bestraalde splijtstofstaven weer in behandeling genomen konden worden. Wel voegde hij later daaraan toe de aanvragen extra zorgvuldig te zullen beoordelen. In verband hiermee besloot hij de Gezondheidsraad om advies te vragen over de risico's van dit type transporten. De tekst van de adviesaanvraag staat in bijlage A bij dit advies.

1.2 Commissie en werkwijze

Ter beantwoording van de adviesaanvraag riep de Voorzitter van de Gezondheidsraad een commissie in het leven, waarvan de samenstelling vermeld is in bijlage B. De commissie vergaderde voor het eerst op 2 oktober 1999. Conform het verzoek van de minister heeft zij kennis genomen van een reeks bij de adviesaanvraag gevoegde rapporten over diverse aspecten van de onderhavige transportrisico's (Fet97, Fet99, Gel84, Gel91, Hie92, Jan94, Hie97).

Zij vindt dat een bepaald element in die rapporten en ook in de vergunningvoorschriften onvoldoende aandacht krijgt, namelijk het aspect 'mens en organisatie'. Daarbij gaat het om sluimerende onvolkomenheden in een organisatie, die de kans op directe fouten of nalatigheden bij de uitvoering van activiteiten vergroten en die door kwaliteitszorgsystemen teruggedrongen kunnen worden (GR89, GR96).

De commissie denkt dat het de inzichtelijkheid van haar advies ten goede komt, als zij verschillende facetten van de transportveiligheid in afzonderlijke hoofdstukken of paragrafen kort onder de loep neemt, alvorens nader in te gaan op kwaliteitszorgsystemen ter vermindering van risico's bij het vervoer van bestraalde splijtstoffen.

Kijkend naar de adviesaanvraag en rekening houdend met de daarin ook genoemde maatschappelijke bezorgdheid over de transporten, acht de commissie het zinvol succesievelijk de volgende vragen te behandelen.

- is er een stralingsrisico voor leden van de bevolking door uitwendige besmetting van de transportcontainers?
- wat is het stralingsrisico voor leden van de bevolking bij ongevalvrije transporten?
- wat is dat risico bij verkeersongelukken zonder beschadiging van de container?
- wat valt te zeggen over het risico dat zo'n beschadiging wel optreedt, al dan niet bij verkeersongelukken?
- kan zich een onbeheerste kernreactie (kritikaliteit) voordoen in de splijtstofstaven in een container?
- wat kan worden gedaan om de maatschappelijke bezorgdheid te verminderen?

De uitwendige besmetting van containers

Zoals gezegd kwamen in 1998 in diverse Europese landen oppervlaktebesmettingen van transportcontainers (en -voertuigen) onder de publieke aandacht (Com98, Fet99). Ook in Nederland bleken zich dergelijke besmettingen het afgelopen decennium enkele malen te hebben voorgedaan, bij het vervoer van zowel beladen als lege containers (Kon99). Beschrijvingen van deze gebeurtenissen zijn opgenomen in de bedrijfsadministratie van de kerncentrales. De voorvallen werden echter niet aan de overheid gerapporteerd, omdat daartoe tot 1998 geen verplichting bestond. Voor een goed begrip van de zaak vindt de commissie het nodig eerst iets te zeggen over kenmerkende eigenschappen van radioactieve stoffen en over de natuurlijke blootstelling daaraan.

2.1 Detecteerbaarheid van besmettingen

Bij het werken met radioactieve stoffen kan enige besmetting van bijvoorbeeld het oppervlak van de werktafel of van apparatuur optreden. Dit is als volgt te begrijpen. Een radioactiviteitsmeting komt neer op bepaling van het aantal atomen die, onder het uitzenden van straling, per seconde desintegreren. Zo'n meting is een zeer gevoelige detectiemethode, dat wil zeggen met deze methode kan een zeer kleine hoeveelheid materie worden waargenomen, veel kleiner dan bijvoorbeeld via weging mogelijk is. Als er op een oppervlak van 1 cm^2 vier atomen per seconde desintegreren, is de oppervlakte-activiteit 4 becquerel (Bq) per cm^2 . In dit geval komt die waarde overeen met minder dan één miljardste milligram materie per cm^2 .

Volgens de internationale regels voor de radiologische hygiëne moet een oppervlak worden gereinigd, als daarop de afwrijfbare radioactiviteit ten minste 4 Bq of meer per cm^2 is. Bij de controle hierop wrijft men een oppervlak van circa 300 cm^2 af met een stukje filtreerpapier, waarna de radioactiviteit op het papier gemeten wordt. Deling door 300 geeft dan de afwrijfbare oppervlakte-activiteit per cm^2 . In overeenstemming met internationale normen wordt de gemeten activiteit nog met een factor 10 vermenigvuldigd, om rekening te houden met de mogelijkheid dat bij het afwrijven niet alle stof wordt meegenomen. Deze strenge hygiënische procedures en voorschriften gelden ook voor de buitenkant van transportcontainers (IAEA85/96).

2.2 Is er een risico door uitwendige besmetting?

Wat valt er in biologische zin te zeggen over de geringe hoeveelheden radioactiviteit waarvan zojuist sprake was? De commissie acht de volgende vergelijkingen relevant. Ten eerste: een normoverschrijdende oppervlakte-activiteit levert een met dalende besmettingniveaus verdwijnend kleine bijdrage aan de stralingsintensiteit rondom de container (ten gevolge van de radioactieve inhoud, zie hoofdstuk 3). Zelfs een honderdvoudige overschrijding van de besmettingsnorm over het hele oppervlak van de container zal geen meetbare verhoging van die stralingsintensiteit teweegbrengen.

Ten tweede rijst de vraag wat er gebeurt, mocht iemand op welke manier dan ook de radioactieve stoffen op het oppervlak binnenkrijgen. Hier is het van belang te beseffen dat ieder mens per dag al ongeveer 100 Bq aan radioactiviteit inneemt afkomstig van het onmisbare element kalium in de voeding. Stel iemand veegt met de blote hand 300 cm^2 van een oppervlak met een besmettingsgraad van 4 Bq/cm^2 af - een wel erg extreem scenario - en slikt vervolgens al het materiaal in. Dan bedraagt, zoals volgt uit standaardberekeningen, de totale stralingsdosis voor de betrokkene hooguit één microsievert, terwijl de straling van het zojuist genoemde kalium per jaar ongeveer 200 microsievert veroorzaakt.

De commissie wil niet zeggen dat dergelijke vergelijkingen op zichzelf een legitimatie verschaffen voor de toelaatbaarheid of aanvaardbaarheid van bepaalde omstandigheden. Wel is er volgens haar uit af te leiden dat een uitwendige besmetting van transportcontainers binnen de gestelde normen geen gezondheidkundige betekenis heeft.

2.3 Oorzaken en remedies

De besmettingen leveren dus niet zozeer een gezondheidsrisico op, maar zijn veeleer een signaal voor de uitvoerders van de transporten dat volgens het stralingshygiënisch protocol aanvullende reiniging van de containers nodig is. Het, op het eerste gezicht raadselachtige, verschijnsel van tijdens het vervoer optredende verontreinigingen laat zich ver-

klaren door een nadere analyse van de daarbij spelende mechanische en thermische processen. De radioactiviteit op het oppervlak is meestal afkomstig van het water in het opslagbassin waarin de container wordt neergelaten om de splijtstofstaven met maximale afscherming te kunnen inladen. Ook het uitladen vindt doorgaans onder water plaats en lege terug te zenden containers worden op dezelfde wijze schoongemaakt en gecontroleerd. Bij de reiniging kan een geringe hoeveelheid radioactieve atomen 'wegkruipen' in microscopisch kleine putjes in het afschermingsmateriaal, in de schroefgaten van het deksel of langs naden. Hierdoor is dan de radioactiviteit bij controle niet afwrijfbaar. Zulke atomen blijken zich echter na enige tijd naar het bereikbare oppervlak te kunnen verplaatsen en alsnog afwrijfbaar te worden.

Het regelmatig optreden van enige oppervlaktebesmetting bij een deel van de containers is voor technici in verschillende landen aanleiding geweest om naar verbeteringen in de containerstructuur en de beladingsprocedure te streven. De noodzaak van herhaaldelijk opnieuw schoonmaken van de containers compliceert immers de transportprocedure, werkt vertragend en leidt tot een extra blootstelling van werkers. Onlangs heeft een Europese ad hoc-werkgroep zich nog eens over deze kwestie gebogen en aanbevelingen gedaan met betrekking tot de uitvoering van de transporten, de informatie-uitwisseling bij onregelmatigheden en het opzetten van een internationaal gegevensbestand (Com98). Voor de langere termijn heeft zij gewezen op mogelijkheden om de toegepaste technieken te verbeteren, ter voorkoming dan wel effectieve verwijdering van uitwendige besmettingen. Met dit alles is de verwachting gerechtvaardigd dat de frequentie van die besmettingen afneemt.

2.4 Maatregelen in Nederland

In overeenstemming met de aanbevelingen van de Europese ad hoc-werkgroep heeft de Nederlandse overheid enkele aanvullende organisatorische maatregelen getroffen op het vlak van meet- en meldingsprocedures. De commissie acht in dit verband extra metingen door overheidsinstanties en een snelle ad hoc-melding van een geconstateerde besmetting uit het oogpunt van volksgezondheid weinig zinvol. Belangrijk is naar haar mening dat de overheid aandringt op een integrale protocollering van de transporten en kort na een transport een verslag ontvangt over het verloop ervan, inbegrepen de uitkomsten van stralings- en besmettingsmetingen. In hoofdstuk 4 geeft de commissie een uitvoeriger argumentatie voor zo'n arrangement. Hier wil zij nog opmerken dat registratie van bijvoorbeeld de frequentie van besmet arriverende containers inzicht kan verschaffen in de kwaliteit van het transportproces. Zou deze frequentie in de loop van de tijd toenemen, dan zou dat kunnen duiden op een verminderde discipline. De commissie stelt nadrukkelijk dat daarvoor bij Nederlandse verzenders van bestraalde splijtstofstaven momenteel geen enkele aanwijzing bestaat.

De insluiting van bestraalde splijtstof

Volgens de internationale regels moeten bestraalde splijtstofstaven worden vervoerd in containers van de stevigste soort, die aangeduid worden als type-B (IAEA85/96). Zulke containers dienen aan strenge, nauwkeurig gespecificeerde beproevingseisen te voldoen (zie voor een beknopte toelichting bijvoorbeeld Kau97). Verschillende doelstellingen moeten worden verwezenlijkt: (a) afscherming van de straling uit de splijtstofstaven, zodat het stralingstempo aan de buitenzijde een bepaalde, internationaal overeengekomen waarde niet overschrijdt; dit vereist een wanddikte van ongeveer 30 cm ijzer; (b) absolute insluiting van de staven; (c) schokvastheid, waardoor de container botsingen kan doorstaan zonder lekkage als gevolg; (d) zo nodig afvoer van de warmte die vrijkomt bij de absorptie van de straling in het materiaal; dit gebeurt meestal via koelribben.

Nog steeds worden nieuwe type-B-containers ontworpen en getest en regelmatig worden internationale conferenties aan dit onderwerp gewijd (Bra96, Gaf98). Een nadere beschouwing van deze technische ontwikkelingen valt buiten het bestek van dit advies.

3.1 Stralingsrisico bij ongevalvrije transporten

Het stralingstempo aan de buitenkant van transportcontainers en -voertuigen is gebonden aan strenge, internationaal aanvaarde grenzen (IAEA85/96). Zo mag op twee meter afstand van de buitenzijde van een transportwagen de waarde van 100 microsievert per uur niet worden overschreden. Deze norm bepaalt mede het maximaal toelaatbare aantal splijtstofstaven per container. In de praktijk blijkt het betreffende tempo ten minste een factor drie lager te liggen dan de norm (Com98). Het stralingstempo neemt uiteraard

sterk af als de afstand groter wordt. De waarde gaat verder omlaag, als sprake is van afscherming door muren of gebouwen.

Het (verplichte) politiegeleide zal moeten zorgen dat geen andere verkeersdeelnemers en overig publiek zich lange tijd op korte afstand van de container bevinden. De stralingsdosis die een niet bij het transport betrokken persoon kan ontvangen, zal dan normaliter een waarde van de orde van één microsievert niet overschrijden. Vergelijking met de dosis ten gevolge van de natuurlijke achtergrondstraling geeft inzicht in de geringe gezondheidskundige betekenis hiervan: die dosis bedraagt per jaar ongeveer 700 microsievert, met een variatie van ongeveer 20%.

3.2 Risico bij verkeersongevallen zonder beschadiging van de container

In de vorige paragraaf ging het over de stralingsdosis die personen op enige afstand van de transportwaggen kunnen ontvangen en werd aanbevolen om korte afstanden te vermijden.

Dit laatste kan moeilijk zijn, als door een verkeersongeval het vervoer noodgedwongen tot stilstand komt. Stel dat daardoor één of meer personen gedurende een uur op twee meter afstand van de transportwaggen moeten verblijven. Dan kan hun stralingsdosis ten hoogste 100 microsievert bedragen. Deze waarde valt binnen de, eerder aangegeven, variatie van de jaarlijkse persoonsdosis ten gevolge van de natuurlijke achtergrondstraling. Volgens de commissie betekent dat geen ernstig gezondheidsrisico. Toch is het gewenst zo'n bestraling zo veel mogelijk te beperken, al was het maar om ongerustheid of juridische claims te voorkomen. Juist hierom gelden voor de transportbegeleiders instructies inzake het op afstand houden van buitenstaanders.

De commissie meent dat, in het kader van de organisatie en regelgeving rond het vervoer van bestraalde splijtstofstaven, stelselmatig en blijvend aandacht geschonken moet worden aan vakbekwaam optreden bij verkeersongelukken. In haar ogen zal de aandacht voor die vakbekwaamheid deel moeten uitmaken van een overkoepelend systeem van kwaliteitszorg (zie hoofdstuk 4).

3.3 Risico bij beschadiging van een container, al dan niet door een verkeersongeval

Net als andere voertuigen kunnen transportwaggen bij verkeersongevallen betrokken raken. Omdat type-B-containers conform de voorschriften zware botsingen en een forse verhitting moeten kunnen weerstaan, is de kans op het falen van de afschermende omhulping uiterst klein. In verband hiermee vindt de commissie het van belang dat voor elk transport afzonderlijk gecontroleerd wordt of de zekerheid bestaat dat de container aan de gestelde eisen voldoet.

Van ongewenste gebeurtenissen bij het vervoer van radioactieve stoffen worden in verschillende landen statistieken bijgehouden. Een klein deel van die voorvallen betreft het transport van splijtstofstaven. Daarbij zijn enkele zeer ernstige verkeersongevallen. Het is echter nooit voorgekomen dat een type-B-container daardoor lek raakte (Ra199).

Toch wordt in ongevalsrisico-analyses rekening gehouden met situaties waarin een container dusdanig beschadigd raakt dat een fractie van de radioactieve inhoud in de omgeving vrijkomt. In het geval van maximale lekkage zullen, zo wordt aangenomen, alle vluchtige splijtingsproducten plus door corrosie gevormde kleine stofdeeltjes ontsnappen. De commissie heeft gekeken naar een aantal van zulke ongevalscenario-analyses voor vervoer over de weg of per spoor (Fet97, Hie92, Jan94, Jan99a, Jan99b). In deze analyses is sprake van een combinatie van gegevens over, of veronderstellingen met betrekking tot: aantal en inhoud van de transporten; ongevalskansen op een (spoor)wegsegment; kansen op bepaalde lozingen na bepaalde typen ongevallen; en blootstelling van omwonenden na lozingen.

Onderzoekers die de risico's van transport van radioactief afval per spoor van Frankrijk naar Duitsland hebben geanalyseerd, hebben bepaalde waarschijnlijkheidsverdelingen gepresenteerd: de ontvangen (individuele) stralingsdosis op bepaalde afstanden van de beschadigde transportcontainer uitgezet tegen de kans dat die dosis wordt overschreden (Fet97). Nederlandse analisten hebben, met gebruikmaking van een Britse analysemethode, enkele ongevalsscenario's doorgerekend en komen voor omwonenden uit op een maximale kans op blootstelling in de orde van één op de honderd miljoen (per wegsegment per jaar) en op mogelijke stralingsdoses tussen 200 en 6000 microsievert, afhankelijk van de gekozen uitgangspunten (Jan99a, Jan99b, Sha83). Deze doses vallen weliswaar buiten het dosisbereik dat onder normale omstandigheden toelaatbaar geacht wordt, maar ze vertegenwoordigen geen groot gezondheidsrisico. De combinatie van beide risico-aspecten (kans op blootstelling en ontvangen dosis) wordt in de betreffende onderzoeken uitgedrukt als een kans op late sterfte door blootstelling aan straling. Gemeten naar Nederlandse beleidsopvattingen over toelaatbare risico's bij ongevallen komen de uitkomsten van de berekeningen neer op een extreem laag risico (TK89).

Bij zulke rekenexercities, hoe zorgvuldig ook uitgevoerd, blijft de vraag onbeantwoord hoe groot de kans is dat de rekenaar een onorthodoxe, onverwachte gang van zaken, die tot een ongeluk kan leiden, over het hoofd gezien heeft. Daarom moeten naar de mening van de commissie technische zekerheden en adequaat lijkende berekeningen altijd worden aangevuld met de eis dat de kwaliteit van de procesbeheersing zodanig is dat een onbeheerste gang van zaken zoveel mogelijk voorkomen wordt. In het volgende hoofdstuk licht de commissie haar opvattingen hierover kort toe.

3.4 Is er een kans op kritikaliteit?

In splijtstof kan een kettingreactie alleen optreden als er van de vrijkomende neutronen genoeg overblijven om nieuwe splijtingen te veroorzaken. Daarvoor is een bepaalde minimale massa aan splijtstof benodigd, omdat bij een te kleine hoeveelheid te veel neutronen naar buiten ontsnappen. Brengt men nu twee of meer splijtstofmassa's, die elk voor zich nog geen kettingreactie kunnen onderhouden, dicht bij elkaar, dan ontstaat in principe de mogelijkheid dat ontsnappende neutronen uit de ene massa in de andere extra splijtingen veroorzaken. Daardoor kan de kritieke grens voor een kettingreactie worden overschreden.

In een kernreactor onderhoudt men een stationaire splijtingsreactie door in een kritieke configuratie van de splijtstof de concentratie van neutronen zorgvuldig te regelen door middel van neutronen-absorberende staven. Maar als buiten een kernreactor de kritieke grens wordt overschreden, doordat een hoeveelheid splijtstof in een te klein volume wordt geconcentreerd, kan een ongecontroleerd kernsplijtingsproces optreden, dat een zelfs dodelijke stralingsintensiteit kan veroorzaken. De mogelijkheid van het boven de kritikaliteitsgrens samenvoegen of te dicht bij elkaar brengen van splijtstofstaven moet dan ook altijd worden uitgesloten.

De containers zijn daarom zo ontworpen dat er geen kritikaliteit kan optreden bij het laden van onbestraalde splijtstofstaven in water (dat als moderator de kritische massa verlaagt). Voor bestraalde elementen vervoerd in een container zonder water is dan kritikaliteit des te meer uitgesloten.

Kwaliteitszorg

Het omgaan met en vervoeren van bestraalde splijtstofstaven vindt plaats in een omgeving van geavanceerde technologie. Maar het zijn mensen die de technische middelen gebruiken of moeten controleren. Naar de algemene ervaring leert, kan vooral bij de uitvoering van routinewerkzaamheden achteloosheid of verwaarlozing binnensluipen. Ogen-schijnlijk robuuste technieken en constructies bieden daardoor soms minder zekerheid dan bedoeld. Wie de ontwikkelingen in het denken over risico's en veiligheid volgt, zal daarin een groeiende aandacht kunnen bespeuren voor de 'menselijke factor' (GR89, GR96, Gro92). Vanuit het perspectief van risicobeheersing raakt men steeds dieper doordrongen van de invloed van, meer of minder latente, organisatorische tekortkomin-gen. Daarom wordt bij veiligheidsbevordering in toenemende mate gebruik gemaakt van kwaliteitszorgsystemen die het gedrag van mensen binnen een organisatie in de gewenste richting moeten sturen. In zulke systemen worden bedrijfsprocessen tot in details geana-lyseerd, inclusief de vereiste menselijke capaciteiten en de onderlinge communicatie.

In de vorige hoofdstukken is besproken wat er met de container en bij het vervoer in theorie kan gebeuren en welke gevolgen dat kan hebben. Daarbij bleek al dat de commis-sie de oriëntatie op organisatieprocessen in plaats van op incidenten essentieel acht. In dit afsluitende hoofdstuk schetst zij kort hoe momenteel de kwaliteit van de splijtstof-transporten stap voor stap gewaarborgd wordt en waarmee die kwaliteit haars inziens het meest gediend is.

4.1 Protocollen, verslagen en controles

De Nederlandse overheid ziet toe op de kwaliteit van de transporten via een systeem van vergunningvoorschriften. De bepalingen waaraan vervoerders van bestraalde splijtstof moeten voldoen, hebben betrekking op allerlei aspecten van het transportproces, van fysieke beveiliging tot juridische en verzekeringstechnische kwesties. Het is niet aan de commissie om die bepalingen stuk voor stuk te beoordelen. Anders geformuleerd, zij kan uitspraken doen over de ervaringen met het transportproces, maar acht zich niet bevoegd en in staat voor de overheid concrete voorschriften op te stellen of te bewerken. Zonder in details te willen treden, wijst zij erop dat tijdens diverse fasen van het proces protocollen gehanteerd worden, waarin nauwkeurig staat aangegeven wie welke taken en verantwoordelijkheden heeft. In het bijzonder geldt dit voor de fase van belading van de transportcontainer. De commissie oordeelt positief over de kwaliteitszorg in die fase.

Maar niet alle procesfasen zijn even gedetailleerd geprotocolleerd. Zo zijn met betrekking tot het eigenlijke vervoer naar de opwerkingsfabriek minder zaken in regels en afspraken vastgelegd. Hoewel de commissie aanneemt dat de transporten waar mogelijk plaatsvinden onder gunstige weersomstandigheden en op tijdstippen en langs wegen met een relatief lage verkeersdichtheid, mist zij bijvoorbeeld de expliciete aandacht daarvoor in de vergunningvoorschriften.

Een groter gemis vindt zij echter het ontbreken van een *integrale* protocollering van het transportproces. Daarin dient vooral de kwaliteitszorg bij de overgang van de ene naar de andere fase aandacht te krijgen. Ook moet worden aangegeven hoe een goede communicatie en informatie-uitwisseling tussen de verschillende uitvoerders gegarandeerd worden.

Conform de eerder genoemde, moderne opvatting over kwaliteitsborging (stimulering van 'beheerst gedrag') beveelt de commissie aan meer initiatief te leggen bij de belanghebbende partijen. Deze zouden een integraal vervoersprotocol in de zojuist bedoelde zin moeten opstellen. Het is aannemelijk dat daarin veel elementen van de huidige vergunningvoorschriften in ongeveer dezelfde vorm terugkeren. Maar andere kwesties vragen om een aanmerkelijk preciezere uitwerking. De commissie denkt vooral aan een uitdrukkelijke toedeling van verantwoordelijkheden binnen het vervoersteam, inbegrepen bepalingen met betrekking tot de vakbekwaamheid van de individuele teamleden.

Verder stelt zij zich voor dat er een verplichting komt om binnen een bepaalde termijn verslag uit te brengen over elk transport. Zo'n verslag zou informatie moeten bevatten over verrichte metingen en over het algehele verloop van het transport. Zo komt de overheid automatisch op de hoogte van de frequentie en gradatie van uitwendige besmetting. Ook zouden er aanbevelingen in kunnen worden gedaan voor wijziging van het integrale protocol, als opgedane ervaringen daar aanleiding toe geven.

In de visie van de commissie moet een onafhankelijk toezicht het sluitstuk vormen van de integrale kwaliteitszorg bij de voorbereiding en uitvoering van de transporten. Essentieel is namelijk dat ook de controleurs gecontroleerd worden. De commissie ziet het niet als haar taak de bestuurlijke details van het voorgestelde arrangement uit te werken. Regelmatige steekproeven en audits zullen er in ieder geval deel van moeten uitmaken.

Gelet op het voorgaande vindt de commissie, ten slotte, dat de door de toenmalige Minister van VROM getroffen maatregelen (extra metingen door overheidsinstanties en een snelle ad hoc-melding van een geconstateerde besmetting) uit het oogpunt van volksgezondheid weinig waarde hebben.

4.2 Vermindering van maatschappelijke bezorgdheid

De door de commissie bepleite aanpak heeft niet alleen het voordeel dat de veiligheid van de transporten nog beter gewaarborgd wordt, maar ook dat het vertrouwen van de bevolking erdoor kan toenemen. De commissie heeft vastgesteld dat er weinig wetenschappelijk onderzoek gedaan is naar de mening van burgers over de risico's van het splijtstofvervoer. De luttel onderzoeken op dit terrein leren dat vertrouwen in de toezichhoudende instanties centraal staat bij de publieke perceptie van die risico's (Mac94, McB96, Sum97). Veel is echter nog onduidelijk over effectieve manieren om dat vertrouwen te winnen dan wel te bevorderen. Volgens de commissie zijn begrijpelijkheid en doorzichtigheid van de gevolgde procedures belangrijke begunstigende factoren. Het in dit advies voorgestelde systeem van integrale protocollering, verslaglegging en controle zal een dergelijke transparantie zeker ten goede komen.

Den Haag, 2 december 1999,
voor de commissie

drs EJ Schoten,
secretaris

dr Joh Blok,
voorzitter

Literatuur

-
- Bra96 Brasas SK. Important problems in developing transportation and storage casks for spent nuclear fuel. *Thermal Engineering* 1996; 43: 911-9.
- Com98 Common Report of the Competent Authorities of France, Germany, Switzerland and the United Kingdom. Surface contamination of nuclear spent fuel transports. Parijs, 1998.
- Fet97 Fett HJ, Lange F, Lombard J, e.a. Transport Risk Assessment Study for Reprocessing Waste Materials to be Returned from France to Germany. *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit*: 1997.
- Fet99 Fett HJ, Lange F, Schwarz G, e.a. The Evaluation of the Situation in the European Community (EC) as regards Safety in the Transport of Radioactive Material and the Prospects for the Development of such Type of Transport. Revised Final Draft Report, 1999.
- Gaf98 Gaffka AP, Lawrence G. Design and approval testing of modern type-B packagings for the transport of radioactive waste and other materials. *Nuclear Energy* 1998; 37: 107-12.
- Gel84 Gelder R, Hughes JS, Mairs JH, e.a. Radiation Exposure Resulting from the Normal Transport of Radioactive Materials within the United Kingdom. National Radiological Protection Board. Chilton: 1984.
- Gel91 Gelder R. Radiation Exposure from the Normal Transport of Radioactive Materials within the United Kingdom. 1991 Review. National Radiological Protection Board. Chilton: 1991.
- GR89 Gezondheidsraad. Herbezinning Kernenergie. Gezondheidsraad. Publicatie nr 1989/13. Den Haag, 1989.
- GR96 Gezondheidsraad. Risico, meer dan een getal. Gezondheidsraad. Publicatie nr 1996/03. Den Haag, 1996.
- Gro92 Groeneweg J. Controlling the Controllable. Proefschrift. Universiteit Leiden: 1992.
- Hie92 van Hienen JFA, Jansma R. Kwantificering van risico's vervoer radioactieve stoffen. Energieonderzoek Centrum Nederland. Petten: 1992.
- Hie97 van Hienen JFA, Jansma R. Risico-normering vervoer radioactieve stoffen. Energieonderzoek Centrum Nederland. Petten: 1997.
-

- IAEA96 IAEA Regulations for the safe transport of radioactive material. Safety Series No. 6 (as Amended 1996). International Atomic Energy Agency. Wenen: 1996.
- Jan94 Jansma R, van Hienen JFA. Risico's van radioactieve stoffen bij vervoer over de weg. Energieonderzoek Centrum Nederland. Petten: 1994.
- Jan99a Jansma R, van Hienen JFA. Risicoberekening transport HFR elementen. NRG. Petten: 1999.
- Jan99b Jansma R, van Hienen JFA. Risicoberekening transport KCD splijtstofelementen. NRG. Petten: 1999.
- Kau97 Kaul A, Heimlich F, Huck W, e.a. Castor-Transporte: Strahlendosis und Risiko. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 1997; 47: 648-54.
- Kon99 Konings RJM, Dodd DH. Nader onderzoek naar de verwerking van gebruikte splijtstof uit Nederlandse kerncentrales. NRG. Petten: 1999.
- Mac94 MacGregor D, Slovic P, Mason RG, e.a. Perceived risks of radioactive waste transport through Oregon: result of a statewide survey. *Risk Analysis* 1994; 14: 5-14.
- McB96 McBeth MK, Oakes AS. Citizen perceptions of risks associated with moving radiological waste. *Risk Analysis* 1996; 16: 421-7.
- Ral99 Rall AM. Transportunfälle. Ereignisse beim Transport radioaktiver Stoffe. TÜV Süddeutschland, 1999.
- Sha83 Shaw KB, Mairs JH, Charles D, e.a. The radiological impact of postulated accidental releases during transportation of irradiated PWR fuel through Greater London area. National Radiological Protection Board. Chilton: 1983.
- Sum97 Summers C, Hine DW. Nuclear waste goes on the road: risk perceptions and compensatory tradeoffs in single-industry communities. *Canadian Journal of Behavioural Science* 1997; 29: 210-22.
- TK89 Omgaan met risico's; de risicobenadering in het milieubeleid. Bijlage bij het Nationaal Milieubeleidsplan. Handelingen Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21137 nr 5. Den Haag: SDU, 1989.
-

A De adviesaanvraag

B De commissie

Bijlagen

De adviesaanvraag

Op 22 april 1999 schreef de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Gezondheidsraad (brief kenmerk DGM/SVS/99161002):

Hierbij verzoek ik de Gezondheidsraad mij te adviseren over de risico's voor (leden van) de bevolking van transporten van bestraalde splijtstof onder normale vervoersomstandigheden.

Medio vorig jaar zijn bij de opwerkingsfabriek Cogéma in La Hague (Fr.) radioactieve besmettingen geconstateerd aan de buitenzijde van containers met bestraalde splijtstof. Deze containers waren afkomstig uit diverse landen, waaronder Nederland (Borssele). Ook zijn besmettingen geconstateerd aan containers in Engeland op weg naar de opwerkingsfabriek BNFL te Sellafield, die afkomstig waren van de kerncentrale Dodewaard. In een aantal gevallen werden ook besmettingen geconstateerd aan lege containers, die van de opwerkingsfabrieken naar de kerncentrales werden teruggezonden.

Een belangrijk aspect was de constatering dat de overheid van deze onregelmatigheden niet op de hoogte werd gebracht en derhalve geen passende maatregelen kon treffen. Mijn voorgangster heeft op 19 juni 1998 besloten transporten van bestraalde splijtstof uit Borssele en Dodewaard op te schorten tot deze tekortkoming zou zijn weggenomen. Inmiddels zijn de maatregelen, die door mijn voorgangster noodzakelijk werden geacht, getroffen. Er is voorzien in een informatieplicht voor onregelmatigheden en ook de informatievoorziening door autoriteiten in andere betrokken landen is verzekerd. Tevens is voorzien in controlemetingen door de Inspectie Milieuhygiëne. Om die reden heb ik de Tweede Kamer op 23 december 1998 bericht dat vergunningaanvragen voor het transport van bestraalde splijtstoffen weer in behandeling kunnen worden genomen. Voorts heb ik op 23 februari 1999 de GKN, eigenaar van de kerncentrale Dodewaard, en de Tweede Kamer bericht, deze aanvragen met extra zorgvuldigheid te zullen beoorde-

len. Onderdeel van deze zorgvuldigheid is dat ik ten aanzien van specifieke aspecten advies zal inwinnen bij een onafhankelijk adviesorgaan.

Ik ben mij ervan bewust dat vragen rondom de genoemde transporten deel uitmaken van een bredere vraagstelling. De transporten van bestraalde splijtstof vanuit Nederlandse kernenergiecentrales zijn aan de orde omdat gekozen is voor een splijtstofcyclus die uitgaat van opwerking van de bestraalde splijtstof bij de opwerkingsfabrieken. Bij het proces van opwerking worden uranium en plutonium gescheiden van de splijtingsproducten en actiniden. Beide laatste afvalproducten worden verglaasd en op termijn naar Nederland teruggezonden. Over deze keuze is de regering in overleg met de Tweede Kamer.

De opwerking van gebruikte splijtstof van de kerncentrales Borssele en Dodewaard is reeds in 1997 onderwerp van discussie in de Tweede Kamer geweest. Dit heeft er toe geleid dat de minister van EZ het ECN heeft gevraagd een rapport op te stellen over opwerking en directe opslag, inclusief de consequenties van het openbreken van de bestaande opwerkingscontracten. Met betrekking tot onder meer de milieuaspecten concludeerde het ECN dat de beide alternatieven voor- en nadelen hebben die tegen elkaar opwogen zodat er geen voorkeur kon worden uitgesproken. Tijdens een overleg met de minister van EZ sprak de Tweede Kamer de wens uit nadere informatie te ontvangen om de consequenties van een mogelijke beleidswijziging (directe opslag in plaats van opwerking) nauwkeurig in beeld te brengen. Als gevolg hiervan heeft de minister van EZ aan het ECN gevraagd nog op enkele aspecten nader in te gaan. Binnen enkele maanden zal het NRG (voortgekomen uit het ECN) de conclusies hebben afgerond waarna de minister van EZ deze met een begeleidende nota aan de Tweede Kamer zal toezenden.

Gelet op deze lopende discussie met de Tweede Kamer heeft de onderhavige adviesaanvraag geen betrekking op de vragen die met betrekking tot de keuze van de opwerkingsroute zijn te stellen. Wel wil ik u verzoeken in het advies in te gaan op de volgende vragen:

- In een aantal bijgevoegde Nederlandse en buitenlandse studies zijn analyses beschreven van de risico's van transporten van bestraalde splijtstof. Wat is op grond van deze studies of van andere bronnen de mening van de Gezondheidsraad over de risico's van transporten van containers met bestraalde splijtstof, zoals onder meer van de kerncentrales Dodewaard en Borssele en van de HFR te Petten; en welk risico betekenen deze voor de bevolking in het algemeen en voor bijzondere groepen zoals medeweggebruikers en omwonenden langs de route?
- Hoe worden deze risico's beoordeeld in het licht van de criteria die krachtens reeds bestaand beleid ten aanzien van gezondheid gelden?
- Zijn in verband met de vorige vragen de vergunningsvoorschriften, zoals in bijgevoegde voorbeeldvergunning, volledig en adequaat?

Vanwege de grote maatschappelijke aandacht voor dit onderwerp, alsmede het feit dat inmiddels verzoeken om deze transporten weer te mogen hervatten zijn ingediend, verzoek ik de Gezondheidsraad deze adviesaanvraag prioriteit te geven.

de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
w.g. J.P. Pronk

De commissie

-
- dr Joh Blok, *voorzitter*
emeritus-hoogleraar biofysica; Badhoevedorp
 - dr ir H van Dam
hoogleraar reactorkunde; Technische Universiteit Delft
 - dr J Groeneweg
psycholoog; Universiteit Leiden
 - mr ir H van Halem, *adviseur*
Ministerie van VROM; Den Haag
 - ir ChrJ Huyskens
stralingsfysicus; Technische Universiteit Eindhoven
 - dr PWF Louwrier
stralingsfysicus; NIKHEF, Amsterdam
 - dr CHJ Midden, hoogleraar cultuur en techniek; Technische Universiteit Eindhoven
 - dr ThJF Savelkoul
hoogleraar stralingshygiëne; Universiteit Leiden
 - dr ir HG Stassen
hoogleraar mens-machinesystemen; Technische Universiteit Delft
 - drs EJ Schoten, *secretaris*
Gezondheidsraad, Den Haag

Administratieve ondersteuning: DAP van Bladel
