

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

RAPPORTEN
HERBEZINNING
KERNENERGIE

Samenvatting project herbezinning kernenergie



STUURGROEP PROJECT
HERBEZINNING

Collectie Stichting Loka

www.loka.org
Gedigitaliseerd 2022



RAPPORTEN
HERBEZINNING
KERNENERGIE

Samenvatting project herbezinning kernenergie

RAPPORTEN
HERBEZINNING
KERNENERGIE

BERENSCHOT



STUURGROEP PROJECT
HERBEZINNING

Documentbeschrijving

Rapport nr. SPH-01-00	ISBN nummer 90 346 1635 5	
Titel rapport Samenvatting project herbezinning kernenergie	Distributienummer	
	Datum publicatie Mei 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Ir. G. W. H. Zorn	Rapport type en periode Hoofdrapport 1988	
Uitvoerend instituut Berenschot	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Dit rapport bevat de samenvatting van de studieresultaten die in het Project Herbezinning Kernenergie bijeen zijn gebracht. Door Regering en Kamer is naar aanleiding van het ongeval te Tsjernobyl op 7 mei 1986 besloten dat eerst meer informatie beschikbaar diende te zijn, alvorens de besluitvorming over verdere toepassing van kernenergie voor de electriciteitsvoorziening kon worden voortgezet. De resultaten zijn in 5 hoofdthema's onder te brengen: 1. de analyse van Tsjernobyl en de internationale reacties; 2. de veiligheidsaspecten bij kernenergiecentrales; 3. de effecten van een kernongeval op de omgeving; 4. de externe maatregelen tegen kernongevallen; 5. de economische schade bij een kernongeval. De afzonderlijke samenvattingen van de in totaal 20 rapporten, die in dit kader zijn uitgebracht, zijn in de bijlagen bij deze samenvatting opgenomen. Met dit rapport wordt de eerste fase van de herbezinning afgesloten. Na deze fase van studie en informatieverzameling volgt de advisering daarover door diverse adviesinstanties. Daarna zal het regeringsstandpunt worden geformuleerd en kan het overleg tussen regering en parlement plaatsvinden.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten Zie lijst van rapporten bijlage 3	
	Aantal blz. 98	
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	5
	1.1. De aanleiding tot de herbezinning	5
	1.2. Het project herbezinning	5
	1.3. De herbezinningsstudies	6
2.	HET EERSTE THEMA: HET ONGEVAL IN TSJERNOBYL	9
	2.1. De ongevalsoorzaak	9
	2.2. De directe omgevingseffecten	9
	2.3. De internationale acties	10
3.	HET TWEEDE THEMA: INTERNE VEILIGHEID VAN KERNENERGIECENTRALES	11
	3.1. De bestaande centrales	11
	3.1.1. Bezoeken van een OSART	11
	3.1.2. Reactiviteitsongevallen	12
	3.1.3. Containment	12
	3.1.4. Brandveiligheid	13
	3.1.5. Menselijk handelen	14
	3.1.6. Veiligheidsregels	14
	3.2. Bronterm voor nieuw te bouwen kernenergiecentrales	15
4.	HET DERDE THEMA: OMGEVINGSEFFECTEN	17
	4.1. Stralingsdoses en interventiewaarden	17
	4.1.1. Schadelijke effecten voor de mens	17
	4.1.2. Interventiewerkwaarden	17
	4.2. Externe verspreiding	18
	4.2.1. Verspreiding in de atmosfeer	18
	4.2.2. Verspreiding in de bodem	19
	4.2.3. Besmetting van het oppervlaktewater	19
5.	HET VIERDE THEMA: EXTERNE ONGEVALSBESTRIJDING	20
	5.1. Waarborgingsbeleid	20
	5.2. Evacuatie	20
6.	HET VIJFDE THEMA: ECONOMISCHE SCHADE BIJ KERNONGEVALLEN	22
	6.1. Gevolgen voor het milieu	23
	6.1.1. Agrarische producten	23
	6.1.2. Drinkwater	24
	6.2. Gevolgen voor de gezondheid	24
	6.3. Economische gevolgen	24
	BIJLAGEN	27
	Bijlage 1: Moties Lansink-Braams en Tommel	27
	Bijlage 2: Instellingsbrief Stuurgroep Project Herbezinning	29
	Bijlage 3: Rapporten Project Herbezinning Kernenergie	31
	AFZONDERLIJKE SAMENVATTINGEN VAN DE RAPPORTEN	32

1. INLEIDING

1.1. De aanleiding tot de herbezinning

Het zekerstellen van de openbare elektriciteitsvoorziening in de komende decennia noopt de Nederlandse regering tot een beslissing over de toekomstige opwekking van elektrische energie.

Naast de omvang van het te installeren vermogen is vooral de keuze van de te gebruiken brandstof onderwerp van discussie. Een van de mogelijkheden is de toepassing van kern-energie.

De besluitvorming over de toekomstige elektriciteitsproductie en de eventuele rol van kern-energie daarbij was eind april 1986 in een beslissend stadium gekomen.

De regering — handelend volgens de overeengekomen procedure van de Planologische Kern-beslissing (PKB) — had een standpunt ingenomen ten aanzien van de aanvaardbaarheid van enige mogelijke vestigingsplaatsen voor nieuwe kernenergiecentrales.

Een drietal locaties werd op grond van de gehanteerde criteria geschikt verklaard voor vesti-ging. Voor twee andere — Moerdijk en Westelijke Noordostpolderdijk — werd nog nader onderzoek wenselijk geacht.

Op 26 april 1986 vond het ongeval met de kernreactor te Tsjernobyl plaats. Enige dagen later liet de regering aan de Kamer weten het voorgenomen debat over de vestigingsplaatsen te willen uitstellen.

Tijdens het debat van 7 mei naar aanleiding van het ongeval, verzocht de Kamer in een tweetal moties — van respectievelijk de leden Lansink-Braams en Tommel (zie bijlage 1) — om de PKB op te schorten, totdat grondige analyse en evaluatie van de Russische kernramp zouden hebben plaatsgevonden. Zij achtte een herbezinning op de toepassing van kernenergie in Nederland op zijn plaats en verzocht de regering het principebesluit tot uitbreiding van het aantal centrales opnieuw in overweging te nemen. Daarbij leek haar nadere informatie wense-lijk met betrekking tot het risico en de economische gevolgen van een kernongeval in Neder-land.

De regering besloot daarop in het kader van een heroverweging een aantal studies te laten plaatsvinden ter voorbereiding van het regeringsstandpunt inzake de bouw van nieuwe kern-energiecentrales in ons land.

Het tijdens hetzelfde debat toegezegde Werkplan Afwikkeling Tsjernobyl werd op 23 juni aan de Kamer aangeboden. Dit markeert de afsluiting van een periode, waarin de aandacht primair was gericht op de beheersing van de directe gevolgen van het ongeval voor mens en milieu.

Vanaf dat moment gaat — naast de afwikkeling van de genomen maatregelen — de aandacht vooral uit naar het initiëren van beleidsmaatregelen en naar het doen van onderzoek met het oog op de vraag hoe te reageren op een dergelijk ongeval. De aansluiting op reeds lopende activiteiten en onderzoeksprogramma's ligt daarbij voor de hand. Ook de onderhavige herbe-zinning op de voorgenomen uitbreiding van het aantal kernenergiecentrales in ons land past in dit kader.

1.2. Het project herbezinning

De herbezinning krijgt gestalte in een viertal fases, te weten:

- studie en informatieverzameling;
- advisering naar aanleiding van de studieresultaten;
- totstandkoming van een regeringsstandpunt;
- overleg tussen regering en parlement.

Deze samenvatting vormt de afsluiting van de eerste fase.

Op 6 november 1986 werd afgesproken, dat een stuurgroep — samengesteld vanuit de departementen van Economische Zaken (EZ), van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en van Welzijn Volksgezondheid en Cultuur (WVC) — zou worden belast met de invulling van de eerste fase. Van deze Stuurgroep Project Herbezinning (SPH; zie bijlage 2) maakten eveneens ambtenaren deel uit van de departementen van Binnenlandse Zaken (BiZa), van Landbouw en Visserij (L&V) en van Verkeer en Waterstaat (V&W).

Voor de uitvoering van de studies is in belangrijke mate gebruik gemaakt van externe onderzoeksinstituten. Daarnaast is een aantal ambtelijke rapportages opgesteld door de betrokken dienstonderdelen van de departementen.

Ter ondersteuning van de projectorganisatie en met de bedoeling om aan het slot van de studiefase deze samenvatting te schrijven was een adviseur van bureau Berenschot in de stuurgroep opgenomen.

De taak van de SPH bestond uit het onderling afstemmen van de afzonderlijke studies. De uitbestede studies — en ook de bijdragen van de departementen — werden nauwgezet op hun onderlinge samenhang en consistentie gezien. De eindverantwoordelijkheid voor de afzonderlijke rapportages ligt onverkort bij de onderzoeksinstituten dan wel de opstellers van de rapporten.

1.3. De herbezinningsstudies

Over de onderwerpen, die in de herbezinning aan de orde dienen te komen, is bij verschillende gelegenheden door de regering informatie verschaft:

- Op 18 september 1986 door de minister van VROM tijdens het mondeling overleg met de Vaste Commissie voor Milieubeheer over het Werkplan Afwikkeling Tsjernobyl.
- Op 21 oktober 1986 door de staatssecretaris van SZW, mede namens de minister van VROM, bij de aanbidding van het Actieplan "Veiligheid van Kerncentrales".

Het resultaat van bijna anderhalf jaar kennis en informatie vergaren, neergelegd in een 20-tal documenten (bijlage 3), kan worden geordend rond een vijftal thema's, te weten:

1. De analyse van "Tsjernobyl" en de internationale reacties;
2. De veiligheidsaspecten bij kernenergiecentrales;
3. De effecten van een kernongeval op de omgeving;
4. De externe maatregelen tegen kernongevallen;
5. De economische schade bij een kernongeval.

Voor een goed begrip van de onderlinge samenhang van deze thema's en van de plaats, die de onderscheiden studies daarbij innemen, wordt gewezen op het volgende.

Thema 1:

De aanleiding tot deze herbezinning is het ongeval in Tsjernobyl. Aan de orde is derhalve de vraag naar de oorzaak van dit ongeval en naar de betekenis ervan voor de veilige bedrijfsvoering van een kernenergiecentrale in het algemeen. Doordat dit type reactor niet gangbaar is in de Westerse landen, komt de meer algemene vraag op, welke lering valt te trekken ten aanzien van de in het Westen toegepaste reactoren.

Het eerste thema omvat algemene informatie over de internationale ongevalsanalyse en over de voornaamste acties in internationaal verband. Het wordt behandeld in het rapport "Tsjernobyl, reacties en ontwikkelingen" (SPH-02-03).

Thema 2:

Door de hernieuwde aandacht na "Tsjernobyl" voor de veiligheid van Westerse kernenergiecentrales komt in Nederland de vraag op naar de betekenis voor de bestaande centrales in Borssele en in Dodewaard. Vraagt de bedrijfsvoering om aanpassing? Moeten aanvullende

technische voorzieningen worden getroffen? Deze vragen worden behandeld in de rapporten over de brandveiligheid (SPH-03-06), het menselijk handelen (SPH-03-07), de gevoeligheid voor reactiviteitsongevallen (SPH-03-08) en het gedrag van het insluitsysteem bij ernstige ongevallen (SPH-03-09).

De "Post-Tsjernobyl-rapportage inzake veiligheidsregels" —vanwege zijn omvang integraal bij deze samenvatting opgenomen — geeft in het kort de stand van zaken weer met betrekking tot het voortgaande proces van de ontwikkeling en vaststelling van veiligheidsregels (SPH-03-10). Het gehele pakket van veiligheidsregels, dat inmiddels een grote omvang heeft aangenomen, zal naar verwachting in het najaar van 1988 gereed zijn.

Ook de door een OSART (Operational Safety Review Team) uitgebrachte rapportages over de veiligheid van de bedrijfsvoering in de kernenergiecentrales te Borssele en te Dodewaard — met de van de zijde van de exploitanten aansluitend opgestelde werkplannen ter verbetering — maken deel uit van dit pakket (SPH-03-04 en 05).

Op de specifieke aandacht voor deze bestaande centrales volgt de vraag naar de betekenis van het ongeval te Tsjernobyl voor eventueel nieuw te bouwen kernenergiecentrales. Wat is de internationale stand van de techniek? Wat kan worden gezegd over de mogelijkheden om de bronterm — dat is de hoeveelheid radio-activiteit die bij een ongeval vrijkomt — te beperken? Zijn bepaalde ongevalsverlopen uit te sluiten? Dit soort vragen is essentieel bij een herbezinning op de besluitvorming over nieuwe kernenergiecentrales. Het op 30 november 1987 uitgebrachte rapport "Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: de bronterm" met bijlagen (SPH-03-01 en 02) gaat uitgebreid in op deze vragen.

Wanneer aldus is aangegeven welke ernstige ongevallen worden gepostuleerd voor nieuwe kernenergiecentrales, moet worden bezien welke de voor de omgeving te verwachten gevolgen zijn en welke maatregelen tegen dergelijke ongevallen genomen kunnen worden. Deze aspecten worden behandeld in de thema's 3, 4 en 5.

Thema 3:

Het is van belang — in verband met de gevolgen voor de volksgezondheid — van welke vooronderstellingen mag worden uitgegaan bij de inschatting van de effecten op de gezondheid en bij de vaststelling van het moment waarop beschermende maatregelen nodig worden geacht. Deze effecten en de in de herbezinningsstudies gehanteerde interventiewerkwaarden — waarbij dus maatregelen ter bescherming van de bevolking aan de orde zijn — worden beschreven in "Overzicht van de gehanteerde interventiewerkwaarden" (SPH-04-11).

De verspreiding van de vrijgekomen radioactiviteit in de atmosfeer, in de bodem en in het oppervlaktewater wordt behandeld in de studies "Mobiliteit van radionucliden in de bodem" (SPH-06-14), "Gevolgen van radioactieve besmetting van oppervlaktewater" (SPH-06-15) en "Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: gevolgen voor de omgeving" met bijlagen (SPH-08-18 en 19).

Thema 4:

Bij een besluit tot vestiging van een kernenergiecentrale in Nederland spelen planologische maatregelen een rol, zoals gestoeld op het zogenoemde waarborgingsbeleid. Voor de locatie die op dit punt — na de uitgevoerde PKB-studie — nog aanleiding gaf tot onzekerheid, te weten Moerdijk, is nu een nadere analyse uitgevoerd in de "Analyse van de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de locatie Moerdijk" (SPH-07-17).

Waar bij de bepaling van de omgevingseffecten sprake is van het nemen van beschermende maatregelen, is de vraag naar de praktische uitvoerbaarheid daarvan actueel. Heel concreet is deze aan de orde, wanneer binnen enkele uren een deel van de omwonende bevolking geëvacueerd moet kunnen worden. Ten aanzien van de vijf potentiële vestigingsplaatsen voor

nieuwe kernenergiecentrales is dan ook gekeken naar deze mogelijkheid in de studie genaamd "Uitvoerbaarheid van evacuatie" (SPH-05-12).

Thema 5:

Het ongeval in Tsjernobyl heeft uitgewezen, dat de economische gevolgen van een kernongeval omvangrijk kunnen zijn. Een systematische analyse daarvan voor de Nederlandse situatie was tot dusver niet beschikbaar. In de onderbouwing van de herbezinning mag dit aspect niet ontbreken. Als sluitstuk van de analyse is voor een nieuw te bouwen kernenergiecentrale in Nederland met een vermogen van 1000 MWe de economische schade als gevolg van een ernstig kernongeval berekend. Op basis van de bovengenoemde rapporten SPH-06-14 en 15, alsmede de rapporten "Landbouw-economische gevolgen" (SPH-06-16) en "Beschrijving economische analyse" (SPH-06-20) wordt de "Economische schade van een ongeval met een kerncentrale" (SPH-06-13) samengevat.

Uit praktische overwegingen is het aantal beschouwde verspreidingscenario's beperkt tot drie, waarbij voor ieder scenario is gerekend met zowel de zogenoemde 1%- als de 0,1%-bronterm. Deze worden — verderop in dit rapport — beschreven als de ernstigste lozingen, waarmee gezien de kans van optreden nog rekening dient te worden gehouden bij nieuw te bouwen reactoren.

De uitgevoerde berekeningen zijn vervolgens zodanig opgezet, dat bij ieder scenario — vanuit een voor elk afzonderlijk specifiek gekozen invalshoek — extreme gevolgen van een ongeval met een kernenergiecentrale in beeld worden gebracht. Deze drie invalshoeken zijn: economische schade, schade aan de landbouw en gevolgen voor de (drink)watervoorziening.

In deze serie rapporten is getracht om de informatie bijeen te brengen die niet alleen relevant is bij de beoordeling van de veiligheid van de bestaande kernenergiecentrales in het licht van het ongeval te Tsjernobyl, maar ook bij de inschatting van het risico dat verbonden is aan de uitbreiding met nieuwe centrales. Hiermee wordt voldaan aan de wens van de Tweede Kamer om informatie te verstrekken, die als basis kan dienen voor de herbezinning. Tegelijk zijn hiermee de specifieke aspecten van de locaties Moerdijk en Westelijke Noordoostpolderdijk behandeld, die door de regering los van het Russische ongeval reeds eerder voor nader onderzoek waren aangemerkt.

In de vijf hierna volgende hoofdstukken wordt telkens één van de vijf thema's in het kort besproken. Tot slot zijn de afzonderlijke samenvattingen van alle rapporten — behalve waar het om een bundeling van bijlagen gaat — integraal opgenomen. Op deze wijze wordt het aan de lezer overgelaten om — op grond van de kennisname van de bijlagen bij deze samenvatting — te beslissen of hij zich verder wil verdiepen in de afzonderlijke rapporten

2. HET EERSTE THEMA: HET ONGEVAL IN TSJERNOBYL

Het ongeval met de kernenergiecentrale nabij Tsjernobyl werd algemeen als een schok ervaren. Onmiddellijk rees dan ook de vraag, hoe een dergelijk ongeval kon plaatsvinden, en vanzelfsprekend vroeg men zich af, in welke mate de schadelijke gevolgen zich in de omliggende gebieden zouden manifesteren.

Over deze vragen en over de acties, die binnen de internationale organisaties op gang zijn gebracht, handelt het eerste thema.

2.1. De ongevalsoorzaak

Door de Russische autoriteiten is een rapport over het ongeval opgesteld en aan het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) te Wenen aangeboden.

Op grond van de bestudering van de beschrijving van de toedracht en van de analyses, die op grond daarvan door deskundigen zijn gemaakt, is een goed beeld ontstaan van hetgeen zich eind april 1986 heeft afgespeeld in de kernenergiecentrale te Tsjernobyl.

Het ongeval was een reactiviteitsongeval. In de Tsjernobyl-reactor steeg het vermogen in zeer korte tijd tot het 470-voud van het nominale vermogen. In zo'n geval kan gesmolten of verdampte splijtstof onder hoge druk fijnverdeeld in het koelwater geïnjecteerd worden. De daaropvolgende snelle warmteoverdracht leidt dan tot een stoomexplosie, die de insluiting van het koelmiddel doet bezwijken en vervolgens de reactoromhulling belast.

Het reactorfysisch ontwerp van deze Russische reactor wordt onder bepaalde omstandigheden gekenmerkt door instabiliteit. Alleen de bedieningsvoorschriften voorzien dan in bescherming tegen een reactiviteitsongeval. Tijdens een test werden echter bewust de veiligheidsvoorschriften overtreden en enkele belangrijke veiligheidsvoorzieningen afgeschakeld. Men wilde namelijk snel een al sterk vertraagde testprocedure afronden en ook nog de mogelijkheid openhouden om de test te herhalen, indien hij de eerste keer zou mislukken.

Het effect werd nog versterkt door de inschakeling van het noodstopsysteem, dat — in strijd met de in het Westen gangbare ontwerpen — de reactiviteit eerst nog doet oplopen alvorens deze afneemt ("eerst gas geven alvorens te kunnen remmen").

De kennis over de ongevalsoorzaak wordt alom voldoende geacht om daaruit ook conclusies te kunnen trekken over de veiligheid van westerse reactorsystemen. De te leren lessen betreffen met name de organisatie en het management van de bedrijfsvoering en in mindere mate de technische systemen die daarbij een rol spelen.

De conclusie luidt internationaal, dat het ongeval te Tsjernobyl werd veroorzaakt door een opmerkelijk aantal menselijke fouten en schendingen van de bedrijfsregels. Juist bij dit reactortype leidden deze tot een explosieve vermogensontwikkeling.

2.2. De directe omgevingseffecten

Uit internationale studies valt op te maken, dat de radioactieve stoffen, die als gevolg van het ongeval vrijkwamen, zeer ongelijk verspreid waren over de verschillende Europese landen. Met name in de landen van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) was de collectieve dosis klein vergeleken met de normale achtergrondstraling.

Direct na het ongeval bleek in veel Westeuropese landen een onvoldoende basis aanwezig om te komen tot gemeenschappelijke interventieniveaus voor voedsel. De meningen over de omrekening van de dosislimiet voor de mens naar maximaal toelaatbare besmettingsniveaus voor voedsel liggen zeer uiteen. Dit heeft er binnen de Europese Gemeenschap (EG) toe geleid, dat aanvankelijk voor bepaalde perioden verordeningen zijn vastgesteld en dat pas eind 1987 alleen op onderdelen overeenstemming werd bereikt.

Internationaal luidt de conclusie, dat de gemeten straling — althans in het OESO-gebied — geen aanleiding geeft tot zorg omtrent effecten op de gezondheid van de bevolking. De in Nederland opgetreden besmetting moet dan ook als relatief gering worden beschouwd.

Het is van belang — met het oog op de te nemen maatregelen in een ongevalssituatie — dat in de toekomst op éénduidige wijze interventieniveaus gehanteerd kunnen worden. Een eerste aanzet daartoe is thans binnen de EG tot stand gekomen.

2.3. De internationale acties

De internationale aandacht concentreerde zich met name in het IAEA te Wenen. Daarnaast ontplooiden organisaties als het Nucleair Energieagentschap (NEA) van de OESO te Parijs en de EG te Brussel activiteiten op deelterreinen.

De IAEA speelde een centrale rol bij de verzameling en verstrekking van informatie over het ongeval. Zowel in IAEA- als in NEA-verband werden afspraken gemaakt voor aanvullende werkprogramma's. De NEA heeft een analyse gemaakt van de verschillen in veiligheidskenmerken tussen de Russische zogeheten RBMK-reactor en de Westerse lichtwaterreactoren. Nadere afstemming vond plaats tussen de OESO-landen op het gebied van radiologische interventienormen en nucleaire aansprakelijkheidsregiems.

Binnen de EG lag het accent op gemeenschappelijke interventieniveaus voor landbouwprodukten ten behoeve van het handelsverkeer binnen de gemeenschappelijke markt.

Ook in de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) is gewerkt aan de totstandkoming van voedselinterventiewaarden en aan de harmonisatie van maatregelen in het kader van de volksgezondheid.

Als belangrijkste punten uit het NEA-onderzoek komen de ontwerpverschillen naar voren — vooral ten aanzien van de fysische eigenschappen en de veiligheidsomhulling — en de wijze waarop met de veiligheid wordt omgegaan. Uit de daaropvolgende internationale bezinning op eventuele nieuwe maatregelen op het gebied van de reactorveiligheid komen vier punten van nadere aandacht naar voren:

- risicoanalyses per kernenergiecentrale;
- kwantitatieve veiligheidsdoelstellingen, vooral waar het de hoeveelheid vrijkomende radioactiviteit bij ernstige ongevallen betreft (de bronterm);
- drukontlastings- en lozings-beperkende systemen als aanvulling op de veiligheidsomhullingen;
- menselijk handelen in de verschillende bedrijfssituaties.

Internationaal hebben de discussie en de besluitvorming op het gebied van interventieniveaus en maatregelen bij ongevallen nieuwe impulsen gekregen.

Bij de aanpak van ongevallen zijn nu in IAEA- en EG-verband bindende afspraken gemaakt over een snelle uitwisseling van informatie en over wederzijdse bijstandsverlening.

3. HET TWEEDE THEMA: INTERNE VEILIGHEID VAN KERNENERGIECENTRALES

Uit de internationale bestudering van "Tsjernobyl" is ondermeer duidelijk geworden, dat een aantal aspecten van de interne veiligheid nadere aandacht verdient. In het tweede thema worden er — mede met het oog op te bouwen nieuwe kernenergiecentrales — enige beschouwd voor de beide bestaande centrales in Nederland.

Achtereenvolgens komen aan de orde de bedrijfsvoering in algemene zin, de reactiviteitsongevallen, de veiligheidsomhulling, de brandveiligheid en de invloed van het menselijk handelen. Ook wordt besproken hoe de verkregen inzichten uiteindelijk in regels worden vastgelegd. Daarnaast is aanvullend studie verricht naar de eisen, die bij de bouw van nieuwe centrales gesteld kunnen worden, en naar de gevolgen die dit heeft voor de te hanteren bronterm. Al deze activiteiten zijn aangekondigd in de aan de Kamer aangeboden notitie waarin het Actieplan "Veiligheid van Kerncentrales" nader is uitgewerkt. Dit laatste maakte weer deel uit van het Werkplan Afwikkeling Tsjernobyl.

3.1. De bestaande centrales

3.1.1. Bezoeken van een OSART

Van 6 tot 24 oktober 1986 heeft een internationaal team van deskundigen van het IAEA (OSART) — op verzoek van de Nederlandse regering — een bezoek gebracht aan de kernenergiecentrale in Borssele. Dit betrof geen reguliere inspectie, maar beoogde een kritisch onderzoek naar de bedrijfsvoering van de centrale, alsmede advisering met betrekking tot verdere verhoging van de bedrijfsveiligheid. Het rapport beschrijft uitvoerig de bevindingen en doet inderdaad op tal van punten aanbevelingen.

Het team achtte het ontwerp van de centrale adequaat, het onderhoud goed en de bemanning zeer ervaren. Aandacht wordt wel gevraagd voor de wijze waarop de veiligheid van de bedrijfsvoering wordt zeker gesteld. De aantallen gekwalificeerde operators per wachtploeg, een adequate ploegleiding en vaste procedures om de werking van de veiligheidsvoorzieningen te garanderen zijn onder andere zaken, die om nadere aandacht vragen.

Naar aanleiding van dit rapport heeft de exploitant van de centrale een aantal voorzieningen direct aangebracht en voor die maatregelen en voorzieningen, waarvoor een langere periode nodig is, een plan van activiteiten en maatregelen opgesteld. Bij het tweede bezoek van een OSART aan Borssele van 6 tot 10 april 1987 bleek, dat reeds op afdoende wijze voorzieningen waren getroffen voor de acties op korte termijn, en dat het door de exploitant opgestelde werkplan vertrouwen geeft in de aanpak van de lange-termijnactiviteiten.

Van 27 april tot 15 mei 1987 vond — eveneens op verzoek van de regering — een OSART-bezoek plaats aan de kernenergiecentrale te Dodewaard. Ook hier werkten deskundigen de relevante documentatie door, namen waar hoe op de verschillende terreinen van bedrijfsvoering werd gewerkt, onderzochten de toepasselijke procedures en instructies, spraken met het personeel van de centrale en beschreven hun bevindingen in een rapport.

Het team vond dat de centrale goed wordt onderhouden en wordt bemand door een gewetensvolle en toegewijde staf. De aandacht voor de veiligheid bij het werk bereikt een hoge mate van perfectie en het huidige personeel en de apparatuur staan garant voor een veilige bedrijfsvoering. Aanbevolen wordt om de aandacht voor de kwaliteit van de bedrijfsvoering te intensiveren door ervaringsoverdracht en voortgezette opleiding. Aandacht wordt gevraagd voor het feit, dat de huidige noodorganisatie afdoende werd geacht in de tijd van de bouw, maar niet meer is afgestemd op de nieuwste inzichten met betrekking tot ongevallen waarmee bij het ontwerp geen rekening is gehouden.

Ook de exploitant van deze kernenergiecentrale heeft een werkplan opgesteld, dat de indeling van het OSART-rapport volgt en per aanbeveling meldt, wat reeds is uitgevoerd en wat op termijn zal worden gerealiseerd.

3.1.2. Reactiviteitsongevallen

Hoewel de kans op reactiviteitsverstoringen al in het kader van de vergunningverlening is beoordeeld, is nogmaals onderzocht in hoeverre deze in de centrales van Borssele en Dodewaard kunnen optreden. Daarbij gaat — op grond van de lessen van "Tsjernobyl" — de interesse uit naar dermate grote en snelle verstoringen, dat situaties dreigen, die niet meer door het reactorafschakelsysteem zijn te beheersen, maar in hoge mate worden bepaald door de inherente reactorfysische eigenschappen van de kern zelf. De OESO-landen gaan ervan uit dat dergelijke ongevallen beheerst dienen te worden binnen het reactorkoelsysteem. De veiligheidsomhulling — de laatste belemmering tegen de ontsnapping van splijtingsprodukten — is dan ook als een extra barrière te zien.

In de drukwaterreactor van Borssele wordt de reactiviteit geregeld door regelstaven en door in de koelvloeistof opgelost borium. De regelstaven dienen om snelle reactiviteitsverandering te compenseren of teweeg te brengen. Voor langzame reactiviteitseffecten wordt het borium gebruikt, waartoe bij de aanvang van een bedrijfscyclus de concentratie hoog is en bij het einde in principe nul. De aandacht in het betreffende rapport gaat derhalve uit naar de regelstaven, het koelsysteem en de wijze waarop het koelwater van borium wordt voorzien. Het ongeval waarbij de zwaarste regelstaaf zeer snel uit de kern verdwijnt krijgt daarbij bijzondere aandacht.

Vastgesteld is dat in geen van de beschouwde ongevalssituaties de reactiviteit dermate zal toenemen dat een snelle vermogenstoename kan optreden. Het ontwerp van de reactor in Borssele wordt — net als andere Westerse reactoren — gekenmerkt door nucleaire eigenschappen, die inherente veiligheid geven (d.w.z. onafhankelijk van de werking van systemen of het ingrijpen van bedieningspersoneel).

De kokend-waterreactor van Dodewaard gebruikt voor reactiviteitsregeling slechts één regelsysteem: boriumhoudende regelstaven.

Ernstige storingen en ongevallen kunnen hier dus ontstaan door manipulaties met de regelstaven of door beïnvloeding van de kernreactiviteit via het koelmiddel.

Hernieuwde beschouwing ten behoeve van de veiligheidsanalyses heeft ertoe geleid dat meer gedetailleerde berekeningen werden uitgevoerd van de vermogensexcursie vanuit koude toestand als gevolg van het uit de reactorkern vallen van een regelstaaf.

Hoewel ook de centrale de Dodewaard wordt gekenmerkt door inherente veiligheid, kan voor dit regelstaafongeval de veiligheidsmarge worden vergroot door:

- aanpassen van de procedures voor het omgaan met de regelstaven en de daarbij te gebruiken veiligheidsinstrumenten;
- herzien van de uitvoering van de testen bij het opstarten;
- maatregelen om de reactiviteitstoename bij het uit de kern vallen van een regelstaaf te verkleinen.

3.1.3. Containment

Van ernstige reactorongevallen — waarbij de kern oververhit raakt, zodat het gevaar ontstaat dat radioactieve stoffen vrijkomen in de omgeving — is bij het ontwerp niet uitgegaan. Het grote aantal betrouwbare, vaak meervoudige veiligheidssystemen, bedoeld om allerlei storingen en ongevallen op te vangen, maakt de kans daarop zeer klein. Ten tijde van het ontwerp en de bouw van de centrales — circa 20 jaar geleden — werd het dan ook niet nodig geacht aan dergelijke extreme en zeer onwaarschijnlijke ongevalssituaties aandacht te besteden.

Omdat de kans van optreden zeer klein is, maar de gevolgen bij toch optreden zeer aanzienlijk zijn, is in opdracht van de overheid door het Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) een onderzoek ingesteld naar het gedrag van de reactorinsluiting (het containment) en de daarmee verbonden systemen tijdens ernstige ongevallen. Op deze wijze wordt buiten de normale omvangrijke veiligheidseisen ook aandacht besteed aan de beperking van de gevolgen van ernstige ongevallen met een zeer geringe kans van voorkomen. De benadering om het rest-risico verbonden aan extreme ongevallen verder te onderzoeken en waar dit met redelijke middelen mogelijk is te verminderen is internationaal in ontwikkeling en staat bekend als "accident management".

Voorgesteld wordt een aantal maatregelen te nemen en ook nader onderzoek te verrichten op basis van waarschijnlijkheidsanalyses, teneinde een vollediger inzicht te krijgen in de relevante ongevalsscenario's.

Voor Borssele wordt o.a. aanbevolen:

- het opvoeren van de betrouwbaarheid van het systeem om de druk van het reactor-koelsysteem weg te nemen;
- maatregelen met betrekking tot het beheersen van het waterstofgehalte, alsmede de druk in het containment en de radioactiviteit in de containmentatmosfeer (gefilterd drukontlastsysteem);
- uitvoering van diverse studies en maatregelen.

Voor Dodewaard wordt o.a. aanbevolen:

- een betrouwbaar drukontlastsysteem;
- verbeteringen met betrekking tot het benutten van watervoorraden en tot de noodstroomvoorziening en de isolatiecondensor;
- mogelijkheden te scheppen om de reactorkamer onder water te zetten teneinde een doorgesmolten kern op te kunnen vangen, alsmede het beschermen van dragende delen en containmentdoorvoeringen tegen gesmolten kernmateriaal;
- eveneens een gefilterd drukontlastsysteem.

3.1.4. Brandveiligheid

In het voorjaar van 1987 zijn door de Inspectie voor het Brandweerwezen en de Kernfysische Dienst onderzoeken uitgevoerd naar de brandveiligheid van de kernenergiecentrales in Dodewaard en Borssele. Bij het ongeval in Tsjernobyl speelde brand immers een grote rol.

De Nederlandse centrales bevatten geen brandbaar materiaal in de kern van de reactor en beschikken over een volledig (dubbel) containment. Een brand in het gecontroleerde gebied of een grote conventionele brand met nucleaire gevolgen is echter niet uit te sluiten. Bij branden in kernenergiecentrales vond — tot het moment van het ongeval in Tsjernobyl — nooit eerder uitstoot van radioactiviteit plaats.

Doel van het onderzoeken was:

- zekerstellen dat bij brand de reactor onder alle omstandigheden kan worden afgeschakeld en nagekoeld;
- zekerstellen dat bij brand de containmentfunctie intact blijft en de eventuele lozing van (radioactieve) rook en bluswater (stoom) beheersbaar blijft en beperkt wordt;
- zekerstellen dat van de OSART-bevindingen en -aanbevelingen op brandveiligheidsgebied goede nota is genomen.

Het onderzoek omvat een inventarisatie van alle maatregelen, die de exploitanten van de beide kernenergiecentrales op hun terrein in Dodewaard en in Borssele nemen ter voorkoming, detectie, vertraging en bestrijding van brand. Waar aanvullende maatregelen wenselijk zijn, is dit aangegeven.

Bij de bestudering van de opgevraagde documentatie en bij de onderzoeken ter plaatse is aandacht besteed aan een groot aantal aspecten van (nucleaire) brandveiligheid.

Zowel in Dodewaard als in Borssele bleek de brandveiligheid op het moment dat het onderzoek startte voldoende. Wel wordt een groot aantal bevindingen gemeld — niet ernstig van aard uit een oogpunt van nucleaire (brand)veiligheid — aanleiding gevend tot noodzakelijke dan wel wenselijke maatregelen ter verhoging daarvan.

3.1.5. Menselijk handelen

Omdat ook menselijke fouten een centrale rol hebben gespeeld in het verloop van het Tsjernobyl-ongeval, is besloten tot herevaluatie van het menselijk handelen. Deze herevaluatie beoogt relevante informatie over aspecten van het menselijk handelen, die daar een rol speelden, terug te koppelen naar de Nederlandse situatie. Zij kan worden gezien als een momentopname van een continue ontwikkeling, die in het Westen met name is ingezet na het reactorongeval in Three Mile Island (1979).

Ondanks voortschrijdende automatisering van kernenergiecentrales blijft de aanwezigheid van bedieningspersoneel noodzakelijk. Op het gebied van menselijk handelen is dan ook internationaal veel studie verricht naar wat wordt aangeduid als "mens-machine interactie". Elke operator is anders en zijn prestatie verandert bovendien nog in de tijd, soms zelfs van uur tot uur. Niettemin kan met de huidige kennis worden aangegeven welke factoren de betrouwbaarheid van de mens beïnvloeden bij de uitvoering van een specifieke taak. Zo kunnen programma's worden geformuleerd ter verhoging van de betrouwbaarheid. Ook in de OSART-rapportages is hieraan aandacht besteed.

Het onderhavige rapport meldt:

De mens-machinerelaties en de organisatiestructuur op het punt van goedkeuring, overleg en veiligheidsgericht denken en handelen bevinden zich in de centrales te Borssele en Dodewaard op een dusdanig niveau, dat het optreden van een Tsjernobylachtig ongeval als gevolg van een opeenstapeling van "menselijke fouten" uitermate onwaarschijnlijk zo niet onmogelijk is.

Voor de beide centrales zijn wel aanbevelingen opgesteld ten behoeve van preventie en opvang van storingen, zoals:

- het volgen van de internationale ontwikkelingen op het gebied van de geautomatiseerde besturing van kernenergiecentrales;
- de systematische aandacht voor de ontwikkeling van noodprocedures (in de Nederlandse taal);
- het overbruggen van systemen opnemen in het accident management programma (en in de richtlijnen);
- de aanpassing van de technische specificaties van de beide kernenergiecentrales voor alle bedrijfscondities;
- de beveiliging van de regelzaal in de centrale te Dodewaard tegen extern aanbod van schadelijke stoffen in de lucht.

3.1.6. Veiligheidsregels

De veiligheidsregels krijgen continu aandacht. Tegen het einde van de jaren zeventig werd gestart met de opzet van een Nederlands stelsel van veiligheidsregels voor kerninstallaties. Gekozen werd voor aansluiting bij internationaal geaccepteerde regels. Op dat tijdstip was het IAEA ver gevorderd met de uitvoering van het Nuclear Safety Standards (NUSS) programma, dat beoogt alle essentiële veiligheidsaspecten te reglementeren, echter ruimte latend voor meerdere gelijkwaardige concrete reactorontwerpen. Als uitgangspunt werd het IAEA-stelsel gekozen, waar nodig of gewenst gewijzigd of aangevuld.

Het NUSS-programma bestrijkt vijf aandachtsgebieden:

- overheidsorganisatie
- vestigingsplaatsen
- ontwerp
- bedrijfsvoering
- kwaliteitsborging.

Voor ieder van de aandachtsgebieden zijn de essentiële eisen vastgelegd in een zgn. Code of Practice, terwijl per aandachtsgebied verschillende onderwerpen verder zijn uitgewerkt in zgn. Safety Guides (ca. een tiental per aandachtsgebied). Een Safety Guide beschrijft geaccepteerde methoden om invulling te geven aan onderdelen van de Code of Practice. Samen met het achtergronddocument van de EG "Veiligheidsbeginselen voor kerncentrales met lichtwater-reactoren" vormen de IAEA-regels een goede basis voor de beoordeling van nucleaire installaties.

Voor het IAEA was het Tsjernobyl-ongeval aanleiding om het gewicht van internationale veiligheidseisen te benadrukken. Veel landen meenden dat de NUSS Codes of Practice deze functie zouden kunnen vervullen; andere landen wilden toch de vrijheid behouden hun eigen regels te stellen. Wel was er steun om alle Codes of Practice te herzien, een activiteit die in de zomer van 1988 wordt afgerond.

In Nederland werden — met het oog op de verwachte uitbreiding van het aantal kernenergiecentrales — allereerst de IAEA Codes en Safety Guides van de aandachtsgebieden ontwerp en kwaliteitsborging bestudeerd en waar nodig geamendeerd voor Nederlandse toepassing. Deze waren praktisch gereed voor vaststelling, toen het ongeval in Tsjernobyl plaatsvond. Besloten is toen om de vaststelling op te schorten in afwachting van post-Tsjernobyl studies. Eventuele lering uit het ongeval kan op deze wijze nog verwerkt worden in de Nederlandse amenderingen. Het gehele pakket van veiligheidsmaatregelen — dat inmiddels een grote omvang heeft aangenomen — zal naar verwachting in het najaar van 1988 gereed zijn. Tevens zijn daarbij dan betrokken de Nederlandse amenderingen voor de Code en Safety Guides inzake bedrijfsvoering.

3.2. **Bronterm voor nieuw te bouwen kernenergiecentrales**

In een kernreactor kunnen storingen voorkomen die leiden tot beschadiging van de reactor-kern. Als deze smelt, zullen radionucliden uit de splijtstofstaven ontsnappen en in het primaire systeem terecht komen, dat in ongevalssituaties de radionucliden slechts voor een deel zal kunnen vasthouden. Een ander deel komt terecht in de veiligheidsomhulling. Indien vervolgens de veiligheidsomhulling faalt of een lek vertoont, zal lozing in de atmosfeer kunnen plaatsvinden.

Aard en omvang van de lozing worden aangegeven door karakteristieken als omvang, samenstelling, moment van lozing, lozingsduur, temperatuur en dergelijke. Men noemt dit complex van gegevens de bronterm.

Het Energieonderzoekcentrum Nederland (ECN) heeft analyses uitgevoerd naar de omstandigheden waaronder lozingen kunnen worden verwacht. Vervolgens is het verband berekend tussen de kans van optreden en de grootte van de lozing en is onderzocht wat de gevolgen kunnen zijn. Lozingscategorieën zijn vastgesteld, waarin de verschillende karakteristieken van de lozing, zoals het tijdsverloop tussen ongeval en lozing, de tijdsduur van de lozing en de lozingsfracties voor bepaalde elementen of groepen van elementen zijn aangegeven. Vervolgens is de kans op het optreden van die lozing berekend.

Aanzienlijke lozingen kunnen alleen worden verwacht als de kerndesintegratie zodanig is voortgeschreden dat een aanzienlijk deel van de kern is gesmolten. Echter, het is mogelijk dat het desintegratieproces wordt gestopt, doordat het lukt de zich opwarmende kern wederom voldoende te koelen. Thans kunnen kernenergiecentrales worden gebouwd waarbij de kans

op beschadiging van een aanzienlijk deel van de kern kleiner is dan 1:100.000 per reactorjaar. Indien de insluiting aan de lekdichtheidseisen voldoet en er geen processen plaatsvinden, die tot beschadiging van de insluiting leiden, dan zal een kernsmeltongeval niet met een ongecontroleerde lozing eindigen.

Enkele processen, die in samenhang met kern-desintegratie kunnen optreden, kunnen een aanzienlijke belasting op de insluiting ten gevolge hebben. Vooral als de insluiting faalt tijdens of kort na het kern-desintegratieproces kunnen grotere lozingen ontstaan. Het is dan ook zaak dat de insluiting zo sterk wordt gemaakt, dat de belastingen die maximaal kunnen optreden kleiner zijn dan de bezwijkbelasting. Hoe groot, dik, sterk men een insluiting ook bouwt, in de kansberekening wordt de kans op grootschalig falen nooit helemaal nihil. In de praktijk is het technisch goed realiseerbaar om een kans van minder dan 1:10.000 te bereiken dat de insluiting faalt na kernbeschadiging.

Toepassing van deze insluitingssterkte leidt dan — tezamen met een kans op kernbeschadiging van minder dan 1:100.000 per reactorjaar — tot een kans op een grote lozing van minder dan 1:1.000.000.000 per reactorjaar.

Het ECN heeft vastgesteld:

De stand van wetenschap en techniek laat toe voor nieuwe lichtwaterreactoren te eisen, dat met een risicostudie wordt aangetoond dat

- a. de kans op kernbeschadiging kleiner is dan 1:100.000 per reactorjaar.
- b. het verband tussen lozingsomvang en waarschijnlijkheid tenminste voldoet aan het volgende:
 - voor een relatief kleine lozing (0,1 % van de inventaris aan splijttingsprodukten) is de kans kleiner dan 1:1.000.000 per reactorjaar;
 - voor een middelgrote lozing (1 % van de inventaris aan splijttingsprodukten) is de kans kleiner dan 1:100.000.000 per reactorjaar;
- c. een grote lozing is uitgesloten; dat wil zeggen dat de kans daarop kleiner is dan 1:1.000.000.000 per reactorjaar.

De door de Gezondheidsraad in zijn vroegere BKEV-rapport gehanteerde grootste bronterm is van een grootte-orde, die voor nieuw te bouwen centrales uitgesloten kan worden geacht.

De methode voor het uitvoeren van risicostudies van kernenergiecentrales is zover ontwikkeld, dat zo'n studie een onmisbaar onderdeel vormt bij de veiligheidsbeoordeling van een kernenergiecentrale. Ten opzichte van de Reactor Safety Study uit 1975 is ten aanzien van rekenprogrammatuur, gegevensbestanden en proceskennis een aanzienlijke vooruitgang geboekt.

Door het uitvoeren van risicostudies kunnen onvolkomenheden in het ontwerp tijdig worden ontdekt. Onder andere kunnen ongewenste systeeminteracties worden onderkend en vervolgens voorkomen.

4. HET DERDE THEMA: OMGEVINGSEFFECTEN

In het vorige hoofdstuk is aangegeven met welke brontermen bij nieuw te bouwen kernenergiecentrales rekening moet worden gehouden. In dit hoofdstuk gaat het om de betekenis van deze brontermen ten aanzien van de gevolgen voor mens en milieu. Van belang is daarbij de invloed van straling op de mens en de daarbij te hanteren interventiewaarden, dat wil zeggen de waarden waarbij maatregelen moeten worden overwogen. Mede op basis hiervan moet de invloed van de verspreiding van radioactief materiaal in de atmosfeer en in de bodem en het oppervlaktewater worden beschouwd.

4.1. Stralingsdoses en interventiewaarden

4.1.1. Schadelijke effecten voor de mens

De gevolgen van straling door radioactieve stoffen kunnen zich bij de mens zowel vroeg als laat manifesteren. Vroege of acute effecten treden op binnen enkele minuten tot enkele maanden na de blootstelling. Tot de late effecten worden tumoren gerekend — optredend na verloop van twee jaar tot enkele decennia — maar ook genetische effecten tot uiting komend in volgende generaties.

Bepaalde doses kunnen acute dood tot gevolg hebben, hetgeen mede afhankelijk is van de intensiteit van de medische verzorging. Deze hoge doses worden sterftedoses genoemd. Zij worden doorgaans uitgedrukt in de rode beenmergdosis, omdat bij deze doses de mate van aantasting van het rode beenmerg bepalend is voor de sterftekans.

De bevolking kan op drie manieren blootstaan aan straling:

- uitwendig door blootstelling aan straling uitgezonden door radioactieve stoffen in de lucht of door neergeslagen radioactiviteit op de grond (wolkdosis respectievelijk grond dosis);
- inwendig door inademing van radionucliden vanuit de lozingswolk (inhalatiedosis) en
- door het innemen van direct (door neerslag op gewassen en water) of indirect (drinken van verontreinigde melk) besmet voedsel en water (ingestiedosis).

Op grond van diverse internationale gegevens wordt, als werkwaarde voor te nemen maatregelen, in Nederland een traject aangehouden van 2,5 tot 7 Sv beenmergdosis voor acute sterfte. Voor (niet dodelijke) stralingsziekte wordt uitgegaan van een drempeldosis van 1 Sv.

De late effecten van straling worden vertaald in een kans op overlijden door kanker. De risicofactoren verschillen per orgaan van het menselijk lichaam.

Bij deze late effecten hangt niet de ernst van het effect af van de dosis, maar wel de kans erop: men heeft de bedoelde ziekte of afwijking, of men heeft hem niet.

Op grond van recente studies lijkt een risicofactor voor fatale tumoren voor de gemiddelde bevolking (gemiddeld over mannen, vrouwen en kinderen) van 0,02 per Sv effectieve dosis een goede schatting te zijn. Voor het risico van genetische effecten in de eerste twee generaties kan bij jonge mensen 0,004 per Sv worden aangehouden.

4.1.2. Interventiewerkwaarden

De Gezondheidsraad doet in zijn advies 'Normen voor interventie bij reactorongevallen' (1986) aanbevelingen voor interventieniveaus. Daarbij wordt een traject tussen een hoog en een laag interventieniveau aangehouden, teneinde afhankelijk van de situatie te kunnen handelen. Tevens wordt onderscheid gemaakt tussen ingrijpende en niet-ingrijpende maatregelen, omdat een hoger niveau aanhouden voor een ingrijpende maatregel verantwoord kan zijn. De nadelen verbonden aan het treffen ervan kunnen immers groter zijn dan de voordelen van de dosisreductie.

De aangegeven interventieniveaus, uitgedrukt in maximaal toelaatbare doses, kunnen niet zonder meer worden gehanteerd voor de studies in het kader van deze herbezinning. Hiervoor zijn in de praktijk hanteerbare afgeleide interventiewerkwaarden nodig. Ten behoeve van deze studies heeft een berekening daarvan plaatsgevonden gebaseerd op de door de Gezondheidsraad en internationale organisaties aanbevolen interventieniveaus. Wel wordt voor voedsel en drinkwater — op grond van aanbevelingen van internationale organisaties als de WHO, de FAO en de EG — de dosis van het eerste jaar na het ongeval als uitgangspunt genomen in plaats van die over de eerste twee weken, zodat de dosisbeperking strenger is dan door de Gezondheidsraad wordt aanbevolen.

Na een ernstig reactorongeval zijn maatregelen aan de orde als schuilen, jodium-profylaxe (uitdeling van jodium-tabletten), evacuatie in relatie tot de tijd na het ongeval, voedsel- en drinkwaterbeperking en terugkeer na evacuatie.

4.2. Externe verspreiding

In het voorgaande zijn de radioactieve lozingen genoemd, die bij ernstige ongevallen met nieuwe lichtwaterreactoren zouden kunnen optreden. In aansluiting daarop zijn verspreidings- en dosisberekeningen verricht en de gevolgen voor mens en milieu bepaald.

Na een lozing verspreiden zich radioactieve stoffen in de atmosfeer. Door de radioactieve (edel)gassen en aerosolen in de overtrekkende wolk wordt de mens uitwendig bestraald. Inademing van de besmette lucht geeft inwendige bestraling. Door droge en natte depositie worden bodem en gewassen besmet. Dit levert uitwendige bestraling vanaf de grond, en mogelijk inwendige bestraling na consumptie van besmet water en voedsel.

4.2.1. Verspreiding in de atmosfeer

Vooralsnog weerscondities als windrichting, windsnelheid en stabiliteit van de atmosfeer bepalen de verspreidingsrichting van de geloosde radioactieve stoffen en de mate van verdunning in de atmosfeer.

Een langdurige lozing resulteert in een pluimvormige wolk, waarvan de omvang bepalend is voor het verontreinigde gebied. Bij de verspreiding neemt de concentratie van de oorspronkelijke radionucliden af door verdunning, fysisch verval en neerslag. Berekeningen met betrekking tot de afmetingen van zo'n wolk zijn — eveneens door het ECN — uitgevoerd voor de "referentievestigingsplaats" in het onderzoek "Gevolgen voor de omgeving". Daarbij is gebruik gemaakt van een model, dat de verspreiding in de atmosfeer beschrijft als functie van plaats en tijd. Vervolgens zijn de gevolgen bepaald die het verspreide materiaal voor de gezondheid heeft, onderverdeeld in vroege effecten, zoals beenmergbeschadiging, en late effecten zoals tumorinductie.

Uitgaande van de activiteitsconcentratie in de lucht is — via het depositiepatroon van de nucliden — de verontreiniging van het bodemoppervlak berekend. Zo is ook de verontreiniging van de grond en van de te velde staande bladgroenten en andere landbouwprodukten berekend en zijn de verschillende belastingspaden voor de mens in kaart gebracht.

In voornoemde studie zijn — behalve voor de referentievestigingsplaats — ook voor de vestigingsplaatsen Moerdijk en Westelijke Noordoostpolderdijk berekeningen uitgevoerd. Deze vestigingsplaatsen zijn gekozen, omdat hieromtrent door de regering nader onderzoek is toegezegd. Daarnaast gold de overweging dat deze vestigingsplaatsen representatief worden geacht voor de gevolgen van een ernstig ongeval met een kernenergiecentrale, als het gaat om de veroorzaakte economische schade, landbouw-economische schade, dan wel gevolgen voor de (drink)watervoorziening.

Omdat men in ongevalssituaties maatregelen zal nemen om de blootstelling te beperken, besteedt de studie hieraan tevens aandacht. Gedacht wordt aan het effect van schuilen,

jodiumprofylaxe ter beperking van opname van radioactief jodium door de schildklier, evacuatie en uit de handel nemen van radioactief besmette producten.

4.2.2. Verspreiding in de bodem

Na depositie op de bodem en op het water kan het radioactieve materiaal zich verder verspreiden in de bodem, het grondwater of het oppervlaktewater. Door directe besmetting van planten en door opname van nucliden uit de bodem en het oppervlaktewater door levende organismen kunnen radioactieve stoffen in de voedselketens terechtkomen.

In een technisch deelrapport van de studie naar economische schade — het rapport van Grondmechanica Delft — wordt dit onderwerp behandeld. Bij de beschrijving van het transport door de bodem is uitgegaan van de nucliden, die na het gepostuleerde kernongeval bij het beschouwde weertype de eerste 24 uur na het begin van de lozing door atmosferische depositie worden afgezet op het aardoppervlak. Dit betreft meer dan 99% van de vrijgekomen hoeveelheid.

Ten aanzien van de lange-termijneffecten blijken de nucliden Strontium-89 en -90 en Cesium-134 en -137 bepalend te zijn. Er wordt gerekend alsof alle nucliden onmiddellijk na depositie volledig op de bodem zelf aanwezig zijn.

De studie beschouwt dan de transportwegen via de bodem vanaf de depositie op het land tot aan de uiteindelijke besmetting van de mens. Gekeken is naar de processen die verantwoordelijk zijn voor de verspreiding in de bodem, waarbij wordt uitgegaan van transport door middel van het grondwater. Daarbij komen verschillende fysische en geochemische aspecten aan bod, die deze processen beïnvloeden. Met behulp van een model wordt het functieverlies beschouwd van respectievelijk bouwland voor de teelt van eetbare gewassen, weiland voor de veeteelt en grondwater voor de drinkwatervoorziening. Bij de vaststelling van het functieverlies zijn de interventie-werkwaarden gehanteerd, die voor deze herbezinning zijn vastgesteld in de desbetreffende studie.

4.2.3. Besmetting van oppervlaktewater

Met behulp van een computermodel is door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) onderzoek verricht naar de gevolgen van een kernsmeltongeval voor het oppervlaktewater. Het onderzoek diende in eerste instantie om informatie te leveren voor het vaststellen van de economische schade ten gevolge van een dergelijk ongeval. Daartoe is echter eerst berekend waar en in welke hoeveelheden de vijf maatgevende nucliden — mede afhankelijk van de weersomstandigheden — in het oppervlaktewater terechtkomen.

Radioactieve besmetting van waterbekkens — zowel natuurlijke (meren) als kunstmatige — leidt tot (tijdelijk) functieverlies. Deze waterbekkens kunnen van belang zijn voor de drinkwatervoorziening (voorraad- of produktiebekkens), voor de watervoorziening van de industrie en van elektriciteitscentrales, alsmede voor de landbouwwatervoorziening (beregening), de beroeps- en sportvisserij en de recreatie (zwemmen, surfen, etc.). Afhankelijk van de mate van besmetting kunnen een of meer van deze functies een tijd lang niet worden vervuld.

Voor een vijftal bekkens, die in voorkomende gevallen besmet kunnen raken, zijn de concentraties — en de verandering daarin — van radionucliden in het water, in de bodembezinking en in vis berekend met het computermodel. Daarbij is uitgegaan van directe homogene menging en van een voortdurende evenwichtssituatie met betrekking tot de uitwisseling van de zich in het water en in de bodembezinking bevindende radionucliden. Bodeminteractie is met name van belang voor het IJsselmeer vanwege de geringe diepte en de relatief lange verblijftijd van het water (gemiddeld 150 dagen).

5. HET VIERDE THEMA: EXTERNE ONGEVALSBESTRIJDING

Op basis van de eerder veronderstelde ongevalsverlopen (thema 2) en de effecten op de omgeving (thema 3) zijn maatregelen beschouwd ter bestrijding van besmetting. Enerzijds is er de preventieve werking van het waarborgingsbeleid, dat ervoor waakt dat de eenmaal vastgestelde geschiktheid van een plaats voor de vestiging van een kernenergiecentrale in planologisch opzicht gewaarborgd blijft. Anderzijds is sprake van een acute maatregel, die overwogen moet worden indien zich een kernongeval voordoet, te weten evacuatie.

5.1. Waarborgingsbeleid

Indien tot de bouw van nieuw nucleair vermogen in Nederland wordt besloten, zal beleidsmatig moeten worden gewaarborgd, dat de daarvoor te kiezen locaties blijven voldoen aan de criteria, die aan de vestiging van kernenergiecentrales zijn gesteld.

Dit zogenaamde waarborgingsbeleid is gericht op ontwikkelingen met betrekking tot de bevolkingsomvang, explosie- en toxisch gevaarlijke inrichtingen en burgerluchtvaartterreinen. Het is reeds eerder omschreven in deel A en deel D van de PKB Vestigingsplaatsen voor Kerncentrales.

Aan de hand van de concrete situatie en de te verwachten ontwikkelingen is nagegaan of de locatie Moerdijk voldoet aan de criteria ter waarborging van de geschiktheid voor vestiging van een kernenergiecentrale. Moerdijk was immers door de regering aangemerkt voor nader onderzoek, omdat de ontwikkelingen daar het eerst aanleiding zouden kunnen geven tot beperkingen.

Nagegaan is met betrekking tot de bevolkingsomvang of de grenswaarde van 4500 "gewogen inwoners" in de dichtstbevolkte 45°-sector tot 20 kilometer rondom de mogelijke kerncentrale wordt overschreden. Tevens is aangegeven of in het gebied van 0 tot 5 km en 5 tot 20 km bevolkingsontwikkelingen worden verwacht, die strijdig kunnen zijn met het waarborgingsbeleid.

Een locatievariant bij Moerdijk voldoet — zonder beperkende maatregelen te nemen in het kader van een waarborgingsbeleid — tot het jaar 2000 nog net aan het gehanteerde criterium; daarna wellicht spoedig niet meer. De andere variant voldoet al niet meer voor 2000 en zou ertoe kunnen leiden dat maatregelen tot beperking van de bevolkingsuitbreiding moeten worden genomen.

Vestiging in Moerdijk van een racecircuit en van een kernenergiecentrale zijn niet te combineren.

De bevolkingstoename van de kernen Klundert en Zevenbergen is toelaatbaar.

5.2. Evacuatie

Een wel zeer ingrijpende maatregel bij een ongeval is het op korte termijn evacueren van de bevolking uit de omgeving van een centrale. In het kader van dit project is dan ook de vraag gesteld naar de uitvoerbaarheid van evacuatie bij een kernongeval. Deze vraag kent bestuurlijk-organisatorische en technische aspecten. Binnen de Rijksoverheid is een tweetal projecten gaande dat zich richt op de bestuurlijk-organisatorische elementen: het Project Reorganisatie Rampenbestrijding en het Project Kernongevallenbestrijding (PKOB).

Wanneer ervan wordt uitgegaan, dat te zijner tijd alle noodzakelijke voorbereidende maatregelen voor evacuatie zijn getroffen en dat een goede organisatie aanwezig is, zijn de infrastructuur, de transportmiddelen en de overige voorzieningen toereikend om de betrokken mensen binnen de beschikbare tijd te evacueren. Dit is voor alle vijf mogelijke vestigingsplaatsen bekeken. In deze analyse van de technische uitvoerbaarheid hebben factoren een rol gespeeld als de benodigde meldingstijd, de besluitvormingstijd, de tijd om voorbereide plannen te

operationaliseren, de bevolking te waarschuwen en de tijd die evacués nodig hebben om zich gereed te maken voor vertrek.

Uitgangspunt is dat het grootste deel van de bevolking zelfredzaam is. Een aantal (genoemde) bijzondere groepen moet door de overheid zelf worden geëvacueerd. De analysemethodiek voorziet in een berekening van de tijd die nodig is om het totale aantal transportmiddelen, dat voor de evacuatie wordt ingezet, via de beschikbare wegen af te voeren.

Preventieve evacuatie van de bevolking is op de vijf voorziene locaties uitvoerbaar, mits een adequate voorbereiding heeft plaatsgevonden. Op de vestigingsplaats Moerdijk kan zich een knelpunt voordoen ten gevolge van de aanwezigheid van een aantal bejaardente-huizen en een verpleeghuis.

6. HET VIJFDE THEMA: ECONOMISCHE SCHADE BIJ KERNONGEVALLLEN

Aan de economische gevolgen van een ongeval met een kernenergiecentrale is tot op heden relatief weinig aandacht besteed. "Tsjernobyl" heeft de wens verstrekt om meer inzicht te krijgen in de omvang van de economische schade als gevolg van een dergelijk ongeval. Door de Samenwerkende Instellingen voor Beleidsanalytische Studies (SIBAS) is daartoe onderzoek verricht, teneinde ook dit element in de herbezinning mee te kunnen nemen.

In hoofdstuk 3 is door het ECN vastgesteld, met welke ongevallen maximaal gerekend moet worden, en in hoofdstuk 4 is aangegeven hoe de verspreiding van het besmette materiaal plaatsvindt. In eerste instantie in de atmosfeer (ECN), daarna via de bodem (GD) en via het oppervlaktewater (WL). In dit hoofdstuk wordt — op basis van het vastgestelde verspreidingsbeeld en door toetsing aan de te hanteren interventiewerkwaarden — een zo concreet mogelijk beeld gegeven van de optredende schade.

De in deze studie geraamde schade kan worden gedefinieerd als de door het ongeval veroorzaakte aantasting van de welvaart in Nederland. Dit houdt in dat geen rekening wordt gehouden met een eventuele schade aan buitenlandse economieën. Tot de economische schade worden gerekend:

- het verlies van de centrale zelf, de kosten van het opruimen van de centrale en de kosten van vervangende elektrische energie gedurende de periode dat nieuw vermogen nog niet beschikbaar is;
- de kosten van schade aan de gezondheid van de bevolking;
- schade toegebracht aan de kwaliteit van de woonomgeving (inclusief evacuatiekosten e.d.);
- schade voor de agrarische sector (inclusief exportbelemmeringen);
- kosten samenhangend met vermindering van het buitenlands bezoek aan Nederland;
- derving van (nationale) toegevoegde waarde;
- kosten van overige noodzakelijke maatregelen en effecten (zoals decontaminatie, extra reiskosten woon-werkverkeer, enz.).

Het economisch onderzoek is zo opgezet, dat de gevolgen van een ongeval vanuit enkele specifieke invalshoeken in beeld zijn gebracht. Het is beperkt tot de kwantificeerbare economische (in geld waardeerbare) schade; niettemin is op sommige plaatsen het resultaat in perspectief geplaatst door te wijzen op de overige gevolgen. Waar kwantificering niet goed mogelijk bleek, zijn de factoren die een rol spelen toch zo goed mogelijk aangeduid.

De algemene economiestudie is verricht door het Nederlands Economisch Instituut (NEI); het Landbouw Economisch Instituut (LEI) heeft de schade voor de agrarische sector berekend.

Om vervolgens tot een reële raming van schade te kunnen komen moest een keuze worden gedaan voor representatief te achten vestigingsplaatsen, alsmede de daarvoor te beschouwen ongevallen, de weersomstandigheden ten tijde van het ongeval, de maatregelen die worden genomen om de gevolgen te beperken en de economische situatie op dat moment.

Dit heeft geleid tot de keuze van de drie volgende scenario's:

- Kernenergiecentrale gesitueerd in Moerdijk, waarbij de besmetting zich onder neutrale weersomstandigheden bij een windsnelheid van 8 m/s verspreidt in de richting van Utrecht. Dit scenario wordt representatief geacht voor een relatief grote schade aan de landbouw.
- Kernenergiecentrale gesitueerd in Moerdijk, waarbij de besmetting zich onder neutrale weersomstandigheden — gepaard aan regen — bij een windsnelheid van 4 m/s verspreidt in de richting van Zuid-Holland. Dit scenario wordt representatief geacht voor een relatief grote schade aan stedelijke en industriële activiteiten.
- Kernenergiecentrale gesitueerd langs de Westelijke Noordoostpolderdijk, waarbij de besmetting zich onder stabiele weersomstandigheden bij een windsnelheid van 1,45 m/s verspreidt over het IJsselmeer en de Waddenzee.

Dit scenario wordt representatief geacht voor een relatief grote schade aan de (drink)watervoorziening van Nederland.

Berekeningen voor zowel de 0,1 %-bronterm als de 1 %-bronterm en hantering van een streng (lage interventiewaarde) dan wel een licht (hoge interventiewaarde) regiem bij de beslissing over het al dan niet nemen van beschermende maatregelen leiden zodoende tot een twaalfstal berekende maximale schadebedragen.

In het volgende is eerst gekeken naar de schade aan het milieu, met name het functieverlies van bouwland, weiland, grondwater en oppervlaktewater. Op grond daarvan is de schade berekend aan de agrarische producten en aan het drinkwater. Vervolgens worden de gevolgen voor de gezondheid beschouwd. In de laatste paragraaf wordt dan het totaal aan economische gevolgen, zoals hiervoor aangeduid, in kaart gebracht en volgt een totaaloverzicht van de berekende schadebedragen.

6.1. Gevolgen voor het milieu

bouwland

In het reeds in hoofdstuk 4 genoemde rapport stelt GD vast, dat direct na het ongeval functieverlies van bouwland zal optreden door depositie van nucliden op de op het land staande gewassen (vooral jodium-131). Na enige weken — als de nucliden zijn afgespoeld of de gewassen zijn verwijderd — zal functieverlies optreden door opname van strontium uit de bodem. Dit functieverlies kan — doordat strontium-90 een langlevende nuclide is — nog vele jaren duren.

weiland

Voor weiland voor de veeteelt geldt hetzelfde, maar hier is de omvang van het optredende functieverlies sterk afhankelijk van het aandeel besmet gras in het voedselpakket van het vee dat het weiland begraast.

grondwater

Voor al gronden met een beperkte adsorptiecapaciteit (kalk- en humusarme zandgrond) zijn uiterst kwetsbaar als het om drinkwaterwinning gaat. Alle winningen van onder het grondwater niveau in arme zandgronden worden in principe bedreigd, al kan het soms jaren duren voordat dit gebeurt.

Bij gronden waarin een hoge mate van adsorptie optreedt (klei- en veengronden) kan het eveneens jaren duren, voordat de besmetting het grondwater bereikt, maar hier komt dit doordat de nucliden slechts langzaam door de vaste stoffen worden losgelaten. Om die redenen wordt gesteld dat winningen in dergelijke gebieden niet verloren zullen gaan.

Oppervlaktewater

De gevolgen voor oppervlaktewater zijn — zoals gemeld in hoofdstuk 4 — berekend door het WL. Na atmosferische depositie van radioactieve nucliden op het wateroppervlak treedt verspreiding op in het water. De nucliden die in het oppervlaktewater terechtkomen, kunnen functieverlies van dit water tot gevolg hebben. Op basis van de voor deze herbezinning opgestelde interventiewerkwaarden is bepaald voor welke functies het water gedurende een zekere periode niet meer bruikbaar is. Deze gegevens zijn gebruikt voor het vaststellen van de schade voor de (drink)watervoorziening, de watergebonden recreatie en de visserij.

6.1.1. Agrarische producten

Ten aanzien van het produktieverlies — gevolg van het onbruikbaar worden van gewassen, vee, grond en water wegens een daarin aanwezige te hoge concentratie radioactieve nucliden — is gerekend met de volgende schadecategorieën:

— akkerbouw (aardappelen, granen, peulvruchten, bladgroenten/wortelgewassen, grasland en bloembollen/siergewassen)

- rundvee (vooral kosten voor aan te voeren veevoer)
- intensieve veehouderij (mestkalveren, varkens, leghennen en slachtpluimvee)
- schapen, geiten en paarden
- tuinbouwgewassen (open grond zowel als onder glas)

Als agrarische producten en voedingsmiddelen de gestelde normen niet overschrijden, wil dit nog niet zeggen dat de export op het normale niveau gehandhaafd kan blijven. Ervaringen in het recente verleden hebben geleerd, dat consumenten zeer kritisch staan ten opzichte van producten uit landen waar radioactieve besmetting is opgetreden. Het optredende exportverlies is dan ook voornamelijk een gevolg van psychologische factoren.

De conclusie in het LEI-rapport luidt, dat het exportverlies dermate overheersend is in alle scenario's, dat het voor het totale schadebeeld weinig uitmaakt welke bronterm en welke werkwaarde als uitgangspunt worden genomen.

6.1.2. Drinkwater

Zoals gezegd kan het jaren duren eer besmet grondwater wordt opgepompt ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Anders is dit indien oppervlaktewater wordt benut voor de drinkwaterbereiding. In het algemeen kan worden vastgesteld, dat de problemen waarvoor de drinkwatervoorziening zich ziet geplaatst na een ongeval met een kerncentrale in Nederland vele zijn en dat de daaruit voortvloeiende schade een grote omvang kan aannemen. Met name bij het "drinkwaterscenario" Westelijke Noordoostpolderdijk kan de 1%-bronterm leiden tot een situatie, waarbij het IJsselmeer gedurende maximaal 3 jaar ongeschikt is voor de drinkwatervoorziening.

Ook in de overige scenario's zijn drinkwatereffecten beschouwd, maar in geen van die gevallen is redelijkerwijs te rekenen met een tekortsituatie van enige betekenis.

6.2. Gevolgen voor de gezondheid

Voor de ongunstigste van de beschouwde vestigingsplaatsen en voor de grootst mogelijk geachte lozing zijn de gevolgen voor de mens:

- Op de korte termijn (eerste maand) — met toepassing van maatregelen als schuilen, jodiumprofylaxe en evacuatie — geen dodelijke effecten maar bij ongunstige weersomstandigheden een kans op 0 tot 1000 ziektegevallen;
- Bij de overige weersomstandigheden (95% van de tijd) op de korte termijn en met toepassing van maatregelen helemaal geen ziektegevallen.
- Op de korte termijn — maar zonder maatregelen — evenmin dodelijke effecten, maar wel een kans op maximaal 20X zoveel ziektegevallen.
- Op de lange termijn (50 jaar) en met toepassing van voedselcontrole en tijdelijke evacuatie zal de kans op fatale tumoren — thans ca. 30% — oplopen naar 30,15% tot op 15 km van de centrale en naar 30,05% vanaf 15 km tot 100 km van de centrale.

Deze uitkomsten leiden ertoe, dat alle vijf in de PKB beschouwde vestigingsplaatsen ruimschoots voldoen aan de veiligheidscriteria, zoals gehanteerd door VROM in geval van nieuwe industriële activiteiten (Indicatief Meerjarenprogramma Milieu 1986).

6.3. Economische gevolgen

De economische schade valt onder te verdelen in de volgende zeven effectcategorieën:

1. Het verlies van de elektriciteitscentrale

Deze categorie is in alle gevallen de grootste schadepost: gemiddeld f 7,7 miljard en o.a. afhankelijk van de keuze ten aanzien van het vervangende type centrale. Deze schade is nagenoeg ongevoelig voor de locatie, het weertype, de bronterm en de gehanteerde interventiewaarden.

2. De gezondheidskosten

Genoemde ongevoeligheid geldt niet ten aanzien van de schade door gezondheidseffecten. Gerekend is met het aantal ziektegevallen en het daaruit voortvloeiende aantal verloren mensjaren, alsmede met het aantal mensen met genetische afwijkingen in de volgende generatie(s).

Bij de locatie Westelijke Noordoostpolderdijk worden geen ernstige gezondheidseffecten verwacht, maar bij "Moerdijk" kan de — op bepaalde kostenaannamen gebaseerde — in geld uitgedrukte schade oplopen tot f 0,4 miljard gulden als de pluim over Zuid-Holland trekt.

3. Kosten van beïnvloeding van de woonfunctie

Om schade aan de gezondheid van de bewoners te voorkomen of te beperken dient een bepaald woongebied ontruimd te worden. De hiermee gepaard gaande economische effecten bestaan uit:

- kosten van de evacuatie zelf;
- verlies van woonhuizen in het ontruimde gebied en kosten voor alternatieve huisvesting;
- kosten van (gedeeltelijke) overbrenging van inboedel, schade aan ontruimde woningen;
- kosten van bewaking e.d. van het ontruimde gebied.

Deze schade kan bij "Moerdijk/Zuid-Holland" f 4,7 miljard gulden bedragen.

4. Het toegevoegde-waardeverlies in de gehele Nederlandse economie

Dit is de som van de directe en indirecte verliezen in zowel de getroffen regio als de rest van Nederland. Het verlies is inclusief het (gecumuleerde met 5% verdisconteerde) toegevoegde-waardeverlies in de landbouw en visserij in tweede en daarop volgende jaren. De betreffende schade is het grootst bij "Moerdijk/Zuid-Holland" bij strenge interventiewerkwaarden, namelijk ca. f 7 miljard. Het kleinste (nagenoeg nihil) is de schade bij "Westelijke NOP-dijk".

Overigens zijn deze ramingen tot stand gekomen op basis van — tamelijk rigide — veronderstellingen met betrekking tot de flexibiliteit van de Nederlandse economie.

5. Kosten van maatregelen in de land- en tuinbouw

De schade aan de land- en tuinbouw ingevolge te treffen maatregelen is afhankelijk van het seizoen. De schade heeft betrekking op maatregelen als vernietiging van op het veld staande gewassen — vooral vanaf de meimaand van belang — het afmaken van vee, de extra kosten verband houdende met droogteschade, de extra kosten van ruwvoer, omdat weidegras niet mag worden gebruikt, enz. Het gaat bij deze schade om kosten, die gemaakt worden boven het verlies aan toegevoegde waarde in de land- en tuinbouw. Het schadebedrag varieert tussen f 0,1 en f 0,7 miljard gulden.

6. De exportverliezen in de land- en tuinbouw

Deze hebben betrekking op de verminderde afzetmogelijkheden c.q. lagere opbrengst van Nederlandse land- en tuinbouwprodukten in het buitenland. Bij de berekening is tevens rekening gehouden met de ten gevolge van het ongeval verminderde produktie in deze sector. Geen rekening is gehouden met een mogelijke vermindering van de binnenlandse vraag naar agrarische produkten van Nederlandse oorsprong. Bij enkele scenario's kan het totale exportverlies oplopen tot f 5 miljard gulden.

7. Overige effecten

De overige effecten betreffen met name de (netto) schade inzake het buitenlands bezoek en de aansprakelijkheidsregeling uit het buitenland. Geen schadebedragen zijn geraamd in relatie tot het mogelijke uitwijken van Nederlandse recreanten naar het buitenland. Evenmin is de schade geraamd met betrekking tot de gevolgen voor de drinkwatervoorziening.

De overige effecten zijn onderverdeeld in:

- extra reiskosten woon-werkverkeer
- kosten stilleggen continue (petro)chemische productieprocessen
- aansprakelijkheidsregeling uit het buitenland (positief)
- (netto) schade buitenlands bezoek
- drinkwatervoorziening
- extra kosten inzake scheepvaart, elektriciteitsvoorziening, zandwinning
- decontaminatie bebouwde omgeving

Deze effecten kunnen, met name ten gevolge van het eerste, tot ca. f 5 miljard schade veroorzaken bij "Moerdijk/Zuid-Holland".

De resultaten van de schadeberekeningen — samengevat in enkele overzichten — zijn (weergegeven in miljarden guldens):

bij **streng** interventiebeleid:

1%-bronterm (zeer ernstig ongeval)

Moerdijk	/ richting Utrecht	: 17,1
	richting Zuid-H.	: 29,6
West-NOP	/ naar IJsselmeer	: 14,2

0,1%-bronterm (ernstig ongeval)

Moerdijk	/ richting Utrecht	: 16,0
	richting Zuid-H.	: 16,5
West-NOP	/ naar IJsselmeer	: 14,2

bij **licht** interventiebeleid:

1%-bronterm (zeer ernstig ongeval)

Moerdijk	/ richting Utrecht	: 16,0
	richting Zuid-H.	: 15,2
West-NOP	/ naar IJsselmeer	: 14,1

0,1%-bronterm (ernstig ongeval)

Moerdijk	/ richting Utrecht	: 15,7
	richting Zuid-H.	: 15,2
West-NOP	/ naar IJsselmeer	: 14,0

In het algemeen blijken de gehanteerde brontermen, de locatie van de centrale en de weersomstandigheden tijdens de lozing relatief weinig invloed te hebben op het uiteindelijke schadebedrag. Afgerond bedraagt de economische schade f 14 tot 17 miljard. In één geval is de schade echter aanzienlijk groter, namelijk, wanneer de radioactieve pluim bij een ernstig ongeval over een sterk verstedelijkt gebied trekt (Rotterdam en omgeving) en er relatief strenge interventiewerkwaarden worden gehanteerd. Dan bedraagt de schade gemiddeld f 30 miljard, voornamelijk als gevolg van beperkingen in werken en wonen, extra transportkosten, kosten van evacuatie en relocatie van mensen uit het besmette gebied, alsmede het verlies aan toegevoegde waarde door niet gerealiseerde productiefuncties van het besmette gebied. Worden dan lichte interventiewerkwaarden gehanteerd, dan kan het aantal slachtoffers op een termijn van 50 jaar maximaal 2400 hoger komen te liggen.

Vergaderjaar 1985—1986

18 830 Vestigingsplaatsen voor kerncentrales**Nr. 64 MOTIE VAN DE LEDEN LANSINK EN BRAAMS**

Voorgesteld 7 mei 1986

De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

overwegende, dat bij de besluitvorming inzake de toepassing van kernenergie uiterste zorgvuldigheid geboden is;

voorts overwegende, dat regering en Staten-Generaal in staat moeten worden gesteld de oorzaken en gevolgen van het kernongeval te Tsjernobyl bij Kiev te onderzoeken en te analyseren om eventuele consequenties voor de bouw van nieuwe kerncentrales te kunnen overzien, een en ander in samenhang met de normstelling van het IMP-Milieubeheer en de dan eventueel te behandelen PKB;

van oordeel, dat kernenergie alleen mag worden toegepast, wanneer de veiligheid wordt gewaarborgd;

verzoekt de Regering, het in 1985 overeengekomen besluitvormingsproces op te schorten, totdat een grondige analyse en evaluatie van de Russische kernramp heeft plaatsgevonden, op basis waarvan tevens een herbezinning op de wenselijkheid en mogelijkheid van de toepassing van kernenergie in Nederland dient plaats te vinden,

en gaat over tot de orde van de dag.

Lansink
Braams

Tweede Kamer, vergaderjaar 1985—1986, 18 830, nr. 64

Vergaderjaar 1985—1986

18 830 Vestigingsplaatsen voor kerncentrales

Nr. 66 MOTIE VAN HET LID TOMMEL

Voorgesteld 7 mei 1986

De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

van oordeel, dat onvoldoende informatie ter beschikking is:

- over de omvang van het gebied, waarin na een kernongeval langdurige evacuatie noodzakelijk is, en over de uitvoerbaarheid van die evacuatie;
- over de relevantie van de noodreferentieniveaus, zoals geformuleerd door de Gezondheidsraad, en over de stralingsnormen voor kwetsbare groepen, en
- over de economische gevolgen van mogelijke ongevallen met een kerncentrale in Nederland;

verzoekt de regering, de ontbrekende informatie te verzamelen en op basis van deze informatie het principe-besluit tot de uitbreiding van het aantal kerncentrales in Nederland te heroverwegen,

en gaat over tot de orde van de dag.

Tommel

Tweede Kamer, vergaderjaar 1985—1986, 18 830, nr. 66

Brief van de directeur-generaal van Energie aan zijn collega's van Milieubeheer, Arbeid en Volksgezondheid

datum 13 februari
386/II/1559/EEK
796476

De directeur-generaal van
Milieubeheer
Arbeid
Volksgezondheid

Onderwerp: Doelstelling en werkwijze Stuurgroep Project Herbezinning Kernenergie

Voorjaar 1988 is tussen Regering en Parlement de besluitvorming voorzien inzake de mogelijkheid en wenselijkheid van verdere toepassing van kernenergie in de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Om deze heroverweging voor wat betreft het eerste aspect (de mogelijkheid van verdere toepassing van kernenergie) op een adequate wijze te kunnen verrichten heeft de regering besloten dat de resultaten van een aantal studies beschikbaar moeten zijn. Over de opzet en uitvoering van deze deelrapportage en de instelling van een Stuurgroep daarvoor, heeft overleg plaatsgevonden in de Interdepartementale Commissie voor de Kernenergie (ICK). Ter bevestiging van hetgeen over de doelstelling en de werkwijze van deze Stuurgroep na overleg in de ICK is afgesproken diene het volgende.

1. Doelstelling

De hoofddoelstelling van de Stuurgroep is het interdepartementaal gecoördineerd richting geven aan de in het kader van de herbezinning kernenergie uit te voeren studies en deze te doen uitvoeren binnen een zodanig tijdsbestek dat medio 1987 konklusies kunnen worden getrokken over de mogelijkheid van verdere toepassing van kernenergie in de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Het gaat hierbij om de volgende studies:

1. post-accident analyse IAEA;
2. NEA-vergelijking Tsjernobyl met Westerse reactoren;
3. actieplan "veiligheid kerncentrales";
4. vaststelling noodreferentieniveau's stralingsnormen;
5. evacuatie (uitvoerbaarheid);
6. economische effecten ongeval;
7. aanvullende lokatiestudies W.-NOP-dijk en Moerdijk;
8. vergelijking met IMP-M-waarden.

./ Leidraad hierbij vormt de in notitie 048/WM gegeven uitwerking van de in dit project ondergebrachte studies, zoals besproken in de ICK.

De Stuurgroep onderneemt actie voor het tijdig opstarten van de studies, draagt zorg voor de voortgang ervan en bepaalt in hoeverre eventuele bijsturing en door wie noodzakelijk is. Zo nodig worden door de Stuurgroep voorstellen gedaan aan de betrokken directeurs-generaal ten einde de voortgang en tijdige afronding van de studies te waarborgen; op hun beurt zullen deze zo nodig voorstellen kunnen doen aan de betrokken ministers. De ICK zal op de hoogte worden gehouden inzake de voortgang van het project.

De onderscheiden studierapporten zullen worden aangeboden aan de betrokken bewindslieden en vervolgens worden toegezonden aan het Parlement. Na afronding van de studies zal de Stuurgroep een "executive summary" ervan doen opstellen die eenzelfde procedure zal doorlopen. Een en ander zal mede als basis dienen voor het op te stellen regeringsstandpunt over de vraag of het aantal kerncentrales in Nederland kan worden uitgebreid.

2. Werkwijze Stuurgroep

De Stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers van de departementen EZ, SoZaWe, VROM en WVC en in voorkomend geval mede uit agendaleden (zie bijlage). Het voorzitterschap berust bij het departement van EZ, waar ook de ambtelijke voorbereidingen voor de vergaderingen getroffen zullen worden. Op ad-hoc basis zullen al naar gelang de aan de orde zijnde onderwerpen, vertegenwoordigers van de departementen V&W, LaVi, BiZa, VROM-RPD en de overige betrokken instanties aan de Stuurgroepvergaderingen kunnen deelnemen, c.q. daarvoor uitgenodigd kunnen worden.

De Stuurgroep zal zich laten bijstaan door een externe timemanager. Deze time-manager heeft tot taak de werkzaamheden in het project te plannen en te sturen, de voortgang van het project te bewaken, tijdig eventuele knelpunten te signaleren, doublures te vermijden en te adviseren over de te ondernemen acties. Daartoe rapporteert hij tenminste eenmaal per maand schriftelijk zijn bevindingen aan de Stuurgroep. Tevens treedt hij op als secretaris van de Stuurgroep. Door de time-manager wordt na afronding van de studies bovengenoemde "executive summary" ervan opgesteld. Over de kosten die de studies en het time-management met zich meebrengt, zal tussen de in de Stuurgroep vertegenwoordigde departementen een regeling worden getroffen. De Stuurgroep beëindigt zijn werkzaamheden uiterlijk begin september 1987 met de aanbidding van voornoemde summary.

3. Mocht U niet binnen 14 dagen na verzending in mijn richting hebben gereageerd, dan ga ik er vanuit dat U zich met de doelstelling, samenstelling en werkwijze van de Stuurgroep, zoals in deze brief is beschreven, accoord hebt verklaard.

Een afschrift van dit schrijven wordt, nadat bovengenoemde termijn is verstreken, toegezonden aan de directeurs-generaal van Rijkswaterstaat, van Openbare Orde en Veiligheid, van Ruimtelijke ordening en van Landelijke Gebieden en Kwaliteitszorg, alsmede aan de ICK.

DE DIRECTEUR-GENERAAL VAN ENERGIE,

w.g. Drs. G. H. B. Verberg.

SPH-01-00	SAMENVATTING PROJECT HERBEZINNING KERNENERGIE
SPH-03-01	Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: de Bronterm
SPH-03-02	Bijlagen Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: de Bronterm
SPH-02-03	Tsjernobyl, reacties en ontwikkelingen
SPH-03-04	OSART-rapporten inclusief post-OSART-werkplan Kerncentrale Borssele
SPH-03-05	OSART-rapport inclusief post-OSART-werkplan Kerncentrale Dodewaard
SPH-03-06	Studie Brandveiligheid van het actieplan Veiligheid van Kerncentrales
SPH-03-07	Studie Menselijk handelen van het actieplan Veiligheid van Kerncentrales
SPH-03-08	Studie De gevoeligheid voor reactiviteitsongevallen van het actieplan Veiligheid van Kerncentrales
SPH-03-09	Beratungstudie zu Accident Management Massnahmen für die KKW Borssele und Dodewaard van het actieplan Veiligheid van Kerncentrales (GRS)
SPH-03-10	Post Tsjernobyl Rapportage inzake Veiligheidsregels (Dit rapport is als bijlage opgenomen in het rapport SPH-01-00)
SPH-04-11	Overzicht van de gehanteerde interventiewerkwaarden
SPH-05-12	Uitvoerbaarheid van Evacuatie
SPH-06-13	Hoofdrapport Economische schade van een ongeval met een kerncentrale
SPH-06-14	Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Mobiliteit van radionucliden in de bodem
SPH-06-15	Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Gevolgen van radioactieve besmetting van oppervlaktewater
SPH-06-16	Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Landbouw-economische gevolgen
SPH-07-17	Analyse van de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de lokatie Moerdijk
SPH-08-18	Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: Gevolgen voor de omgeving
SPH-08-19	Bijlagen Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: Gevolgen voor de omgeving
SPH-06-20	Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Beschrijving economische analyse

In deze bijlage treft u van elk rapport aan:

- de documentbeschrijving;
- de samenvatting.

Van de rapporten SPH-03-02 en SPH-08-19, welke beide bijlagen zijn bij een hoofdrapport, respectievelijk SPH-03-01 en SPH-08-18, bevinden zich slechts de documentbeschrijvingen in deze bijlage.

De integrale tekst van rapport SPH-03-10 "Post Tsjernobyl Rapportage inzake Veiligheidsregels" is in deze bijlage opgenomen.

Onderaan op de documentbeschrijving is aangegeven waar, op welke wijze en tegen welke prijs de rapporten kunnen worden besteld.

Het totale pakket van 21 rapporten is op dezelfde wijze als de afzonderlijke rapporten, verkrijgbaar voor het bedrag van f 99,-

Rapport nr. SPH-03-01	ISBN nummer 90 34 61518 9	
Titel rapport Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: de bronterm	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) J. E. Speelman, J. A. Heil, et al	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987	
Uitvoerend instituut Energieonderzoek Centrum Nederland - ECN	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Na het ongeval met reactor 4 in Tsjernobyl wilde de overheid weten of de uitgangspunten en de schattingen, die in het uit 1984 daterende 'Advies inzake de bronterm van kerncentrales en de volksgezondheid' van de Gezondheidsraad zijn gehanteerd, de toets der kritiek nog steeds kunnen doorstaan. Het sinds 1984 verschenen commentaar daarop en vooral de realiteit van het Russische reactorongeval maakten een nieuwe beschouwing noodzakelijk. De Gezondheidsraadstudie, in de wandeling BKEV geheten, was gebaseerd op een advies van de Commissie Reactorveiligheid uit 1982 en heeft tot mei 1986, toen de omvang van 'Tsjernobyl' duidelijk werd en de regering overging tot opschorting van de besluitvorming over kernenergie in Nederland, een belangrijke rol gespeeld. De resultaten van de onderhavige studie vormen in feite een grootte-ordebeschouwing van het verband tussen lozingsomvang en de kans daarop. Het gaat nadrukkelijk niet om een risicostudie voor een specifieke centrale op een bepaalde locatie. De huidige stand der techniek en de toegenomen kennis van ongevalsprocessen maken het mogelijk de veiligheid van nieuw te bouwen reactoren verder te verbeteren. Thans kunnen kerncentrales worden gebouwd waarbij de kans op beschadiging van de kern kleiner is dan 10^{-5} per reactorjaar. De grootste bronterm die in 1984 in de studie van de Gezondheidsraad in beschouwing genomen werd (en die van de grootte-orde is van de bronterm van 'Tsjernobyl') kan nu uitgesloten worden geacht. Voor de relatief kleine bronterm uit die studie wordt een kans van optreden van ten hoogste 10^{-6} per reactorjaar bepaald, terwijl voor de middelgrote een kans van ten hoogste 10^{-8} tot 10^{-7} per reactorjaar wordt bepaald. Om aan deze waarden voor kansen en lozingsomvang (bronterm) te kunnen voldoen is het nodig om verscheidene concrete maatregelen te treffen.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 SPH-03-02 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 78 + 2 uitslaanders	Prijs f 13,20
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren. (tel.nr. 070-789885)		

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Na het ongeval met reactor 4 in Tsjernobyl wilde de overheid weten of de uitgangspunten en de schattingen, die in het uit 1984 daterende 'Advies inzake de bronterm van kerncentrales en de volksgezondheid' van de Gezondheidsraad zijn gehanteerd, de toets der kritiek nog steeds kunnen doorstaan. Het sinds 1984 verschenen commentaar daarop en vooral de realiteit van het Russische reactorongeval maakten een nieuwe beschouwing noodzakelijk. De Gezondheidsraadstudie, in de wandeling BKEV geheten, was gebaseerd op een advies van de Commissie Reactorveiligheid uit 1982 en heeft tot mei 1986, toen de omvang van 'Tsjernobyl' duidelijk werd en de regering overging tot opschorting van de besluitvorming over kernenergie in Nederland, een belangrijke rol gespeeld.

In het onderhavige rapport is de kans bepaald dat kernbeschadiging ontstaat, en dat vervolgebeurtenissen leiden tot een lozing van radioactieve stoffen naar de omgeving. De ernst van een dergelijk ongeval wordt uitgedrukt in de lozingsomvang of bronterm. De kans op een ongeval blijkt met de lozingsomvang te verschillen. In het algemeen geldt: hoe groter de lozing, hoe kleiner de kans daarop, en omgekeerd. Een beschouwing van de gevolgen van radioactieve lozingen bij ernstige reactorongevallen vindt in een afzonderlijke studie plaats.

De kans op een lozing hangt globaal gezegd samen met twee complexen van gebeurtenissen: ernstige beschadiging (smelten) van de reactorkern en de ontsnapping naar de omgeving van de vrijgekomen radionucliden. De kans op lozing is de resultante van de kans op smelten en de kans op ontsnapping. De resultaten van deze studie vormen in feite een grootte-ordebeschouwing van het verband tussen lozingsomvang en de kans daarop. Het gaat nadrukkelijk niet om een risicostudie voor een specifieke centrale op een bepaalde lokatie.

Uit het spectrum van mogelijke lozingsgrootten (brontermen) is in het onderhavige rapport een representatief drietal gekozen: een grote, een middelgrote en een relatief kleine bronterm. Deze keuze sluit aan bij internationale beschouwingen. Kern van de studie is dus de bepaling van de kans van optreden voor de drie gekozen brontermen voor nieuwe centrales van het lichtwatertype.

Sinds de verschijning van het inmiddels klassiek geworden Amerikaanse rapport Reactor Safety Study (RSS) in 1975 is niet alleen de veiligheid verbeterd door de ontwikkeling van de techniek, maar ook zijn de risicostudies aanzienlijk completer geworden. De proceskennis is verbeterd, evenals de kwaliteit van de gegevensbestanden en de methoden om de menselijke factor in rekening te brengen. De huidige stand der techniek en de toegenomen kennis van ongevalsprocessen maken het mogelijk de veiligheid van nieuw te bouwen reactoren verder te verbeteren. Thans kunnen kerncentrales worden gebouwd waarbij de kans op beschadiging van de kern kleiner is dan 10^{-5} per reactorjaar. Voor deze nieuwe generatie reactoren kan ook de grootste bronterm van het drietal uitgesloten worden geacht. Deze bronterm is vergelijkbaar met de grootste bronterm die in 1984 in de studie van de Gezondheidsraad in beschouwing genomen werd (en is ook van de grootte-orde van de bronterm van 'Tsjernobyl'). Voor de relatief kleine bronterm wordt een kans van optreden van ten hoogste 10^{-6} per reactorjaar bepaald, terwijl voor de middelgrote een kans van ten hoogste 10^{-8} tot 10^{-7} per reactorjaar wordt bepaald.

Om aan deze waarden voor kansen en lozingsomvang (bronterm) te kunnen voldoen is het nodig om enkele concrete maatregelen te treffen zoals in hoofdstuk 5, bladzijde 39

vermeld. Deze maatregelen, die gericht zijn op zowel het verlagen van de kans als op het beperken van de omvang van een ongeval als het zich toch zou voordoen, betreffen het versterken van de reactorinsluiting, het aanbrengen van voorzieningen voor het mogelijk maken van drukontlasten van de reactorinsluiting, het aanbrengen van een voorziening die verhindert dat gesmolten kernmateriaal door de fundering van de kerncentrale kan heendringen, en het verbeteren en uitbreiden van de voorzieningen die noodzakelijk zijn om een ongevalssituatie te beheersen.

Rapport nr. SPH-03-02	ISBN nummer 90 34 61519 7	
Titel rapport Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien: de bronterm Bijlagen	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) J. E. Speelman, J. A. Heil, et al	Rapport type en periode Bijlagen 1987	
Uitvoerend instituut Energieonderzoek Centrum Nederland - ECN	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Na het ongeval met reactor 4 in Tsjernobyl wilde de overheid weten of de uitgangspunten en de schattingen, die in het uit 1984 daterende 'Advies inzake de bronterm van kerncentrales en de volksgezondheid' van de Gezondheidsraad zijn gehanteerd, de toets der kritiek nog steeds kunnen doorstaan. Het sinds 1984 verschenen commentaar daarop en vooral de realiteit van het Russische reactorongeval maakten een nieuwe beschouwing noodzakelijk. De Gezondheidsraadstudie, in de wandeling BKEV geheten, was gebaseerd op een advies van de Commissie Reactorveiligheid uit 1982 en heeft tot mei 1986, toen de omvang van 'Tsjernobyl' duidelijk werd en de regering overging tot opschorting van de besluitvorming over kernenergie in Nederland, een belangrijke rol gespeeld. De resultaten van de onderhavige studie vormen in feite een grootte-ordebeschouwing van het verband tussen lozingsomvang en de kans daarop. Het gaat nadrukkelijk niet om een risicostudie voor een specifieke centrale op een bepaalde lokatie. De huidige stand der techniek en de toegenomen kennis van ongevalsprocessen maken het mogelijk de veiligheid van nieuw te bouwen reactoren verder te verbeteren. Thans kunnen kerncentrales worden gebouwd waarbij de kans op beschadiging van de kern kleiner is dan 10^{-5} per reactorjaar. De grootste bronterm die in 1984 in de studie van de Gezondheidsraad in beschouwing genomen werd (en die van de grootte-orde is van de bronterm van 'Tsjernobyl') kan nu uitgesloten worden geacht. Voor de relatief kleine bronterm uit die studie wordt een kans van optreden van ten hoogste 10^{-6} per reactorjaar bepaald, terwijl voor de middelgrote een kans van ten hoogste 10^{-8} tot 10^{-7} per reactorjaar wordt bepaald. Om aan deze waarden voor kansen en lozingsomvang (bronterm) te kunnen voldoen is het nodig om verscheidene concrete maatregelen te treffen.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 SPH-03-01 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 232	Prijs f 34,80
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren. (tel.nr. 070-789885)		

Rapport nr. SPH-02-03	ISBN nummer 90 34 61520 0	
Titel rapport TSJERNOBYL; REAKTIES EN ONTWIKKELINGEN	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Drs. J. J. de Jong	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut DG Energie; dir. Elektriciteit en Kernenergie	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
	Opdrachtgever(s)	
Samenvatting Naar aanleiding van het ongeval zijn zowel nationaal als internationaal veel activiteiten ondernomen, vooral op de gebieden van de reactorveiligheid en de omgevingseffecten. De internationale activiteiten concentreerden zich bij de IAEA in Wenen, de NEA in Parijs en de EG. Nationaal gezien heeft het ongeval geleid tot het project herbezinning en tot het werkplan afwikkeling Tsjernobyl. In zijn algemeenheid is op de gebieden reactorveiligheid en omgevingseffecten lering getrokken uit het ongeval.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 zie bijgevoegde lijst rapporten	
	Aantal blz. 32	Prijs f 4,80
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn verkrijgbaar door vooruitbetaling op postgirorekening 751, t.n.v. het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

PROJECT HERBEZINNING KERNENERGIE

Tsjernobyl, reacties en ontwikkelingen.

SAMENVATTING

Het ongeval met de kerncentrale nabij Tsjernobyl werd algemeen als een schok gevoeld. Daarna kwamen de reacties, politiek, maatschappelijk, in de kringen van internationale organisaties en in die van geïnteresseerde onderzoeksinstituten. De analyses van het ongeval hebben tot de volgende conclusies geleid:

- het ongeval werd veroorzaakt door een opmerkelijk aantal menselijke fouten en bewuste schendingen van de bedrijfsregels. Deze fouten en overtredingen dienen te worden gezien in combinatie met specifieke kenmerken van het Russische reaktortype.
- de kennis omtrent het ongeval is voldoende om conclusies te trekken over Westerse reaktorsystemen. Vooral op het gebied van organisatie en management kunnen nadere lessen geleerd worden.

De activiteiten in internationale organisaties concentreerden zich bij de Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA) te Wenen, het Nucleaire Energie Agentschap (NEA) te Parijs en de Europese Gemeenschappen (EG). Deze organisaties waren van grote betekenis als overleg- en informatie-fora over het ongeval. In deze organisaties, maar ook nationaal, zijn naar aanleiding van het ongeval een groot aantal thema's nader bestudeerd. Deze hebben betrekking op zowel aspecten van de reactorveiligheid als de omgevingseffecten. Ook economische en juridische aspecten zijn daarbij aan de orde gekomen.

Met betrekking tot de reactorveiligheid is van belang dat in NEA-kader een vergelijking is gemaakt tussen de Russische reactor en Westerse lichtwaterreactoren. Als belangrijkste punten zijn daarbij aan te merken de ontwerpverschillen, vooral waar het het drukvat en de veiligheidsomhulling betreft, alsmede de wijze waarop met de veiligheid wordt omgegaan. Op alle belangrijke onderdelen van de reactorveiligheid is zowel internationaal (IAEA, NEA) als nationaal (in het kader van het nationale actieplan veiligheid van kerncentrales, dat een onderdeel uitmaakt van de herbezinning) nagegaan of en zo ja, waar nieuwe maatregelen nodig zijn. Over het algemeen zijn daarbij vier thema's naar voren gekomen, t.w.:

- meer aandacht voor risico-analyses per kerncentrale;
- meer aandacht voor kwantitatieve veiligheidsdoelstellingen, vooral waar het de hoeveelheid vrijkomende radioactiviteit bij ernstige ongevallen betreft (de bronterm);
- meer aandacht voor drukopbouw en bronterm beperkende systemen als aanvulling op de veiligheidsomhullingen;
- voortdurende aandacht voor menselijk handelen in de verschillende bedrijfssituaties;

Waar het de omgevingseffecten betreft is vooral van belang dat zowel internationaal als nationaal de discussie en de besluitvorming op het gebied van interventieniveaus en het gehele maatregelenpakket bij ongevallen nieuwe impulsen hebben gekregen. De discussie en de besluitvorming over de interventieniveaus concentreerde zich in EG-verband, terwijl bijvoorbeeld nationaal ten behoeve van de herbezinning een aantal werkwaarden werd geformuleerd. Bij de aanpak bij ongevallen is van belang dat in IAEA en EG-verband bindende afspraken zijn gemaakt over een snelle informatieuitwisseling en wederzijdse bijstandsverlening. Nationaal wordt gewerkt aan een Draaiboek kernongevallenbestrijding.

Tenslotte kan in dit verband nog gemeld worden dat er ook effectstudies zijn gemaakt over de betekenis van Tsjernobyl voor het milieu en dat in de herbezinning effectstudies, ook op economisch gebied, een belangrijk onderdeel zijn. In dat opzicht zijn ook de juridische aspecten met het oog op eventuele schadevergoeding van belang, waarbij gewerkt wordt aan een uitbreiding van de internationale aansprakelijkheidsregimes en een aanpassing van de nationale wetgeving op dit gebied.

In zijn algemeenheid kan geconstateerd worden dat zowel op het gebied van de reactorveiligheid als op dat van de omgevingseffecten lering is getrokken uit het ongeval.

Rapport nr. SPH-03-04	ISBN nummer 90 34 61521 9	
Titel rapport OSART-rapporten inclusief post-OSART-werkplan kerncentrale Borssele	Distributienummer	
	Datum publicatie Febr.-maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s)	Rapport type en periode Hoofdrapport okt. ' 86 - april '87	
Uitvoerend instituut IAEA en N.V. PZEM	Titel onderzoekproject Project Studies Herbezinning Kernenergie	
	Opdrachtgever(s)	
Samenvatting In de periode van 6 - 24 oktober 1986 heeft een OSAR-team van de IAEA een bezoek gebracht aan de kerncentrale Borssele om de bedrijfsvoering van de centrale te onderzoeken. De bevindingen van het team zijn in het OSART-rapport vastgelegd. Daarbij zijn tevens aanbevelingen gedaan om tot een verbeterde bedrijfsvoering van de centrale te komen. Het team vond dat de centrale goed werd bedreven door een ervaren staf, maar dat de bedrijfsveiligheid verbeterd kon worden, met name het toezicht en de controles. Aan de hand van het OSART-rapport is door N.V. PZEM een post-OSART-werk-plan opgesteld. Het werkplan omvat alle maatregelen en activiteiten die worden/zijn uitgevoerd op basis van de aanbevelingen in het OSART-rapport. Gedurende 6 - 10 april 1987 heeft een vervolg OSAR-Team onderzocht of de genomen maatregelen adequaat waren en de bevindingen vastgelegd in een vervolg-OSART-rapport. Hierin is door het team vastgelegd dat de maatregelen voldoende waren. Men heeft echter aanbevelingen gedaan om prioriteiten te stellen en lange termijn projecten geleidelijk in de organisatie in te voeren.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 56	Prijs f 8,40
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren. (tel.nr. 070-789885)		

SAMENVATTING

OSART-missie/rapport

Een Operational Safety Review Team (OSART) van het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA) bestaande uit 10 internationale experts, bezochten in de periode van 6 tot 24 oktober 1986 op verzoek van de Nederlandse regering, de kernenergiecentrale Borssele. Tijdens dit bezoek werd de bedrijfsvoering van de centrale kritisch onderzocht en werden adviezen gegeven om de veiligheid van het bedrijf van de centrale verder te verhogen. Door het team werden een negental gebieden aan een onderzoek onderworpen: management, organisatie en beheer; opleiding; bedrijfsvoering; technische ondersteuning; onderhoud; bedrijfservaring; stralenbescherming; chemie en alarmplan/-regeling.

De resultaten van het OSART-onderzoek zijn beschreven in het OSART-rapport Borssele. Hierin zijn de bevindingen van het team vastgelegd alsmede de aanbevelingen om de veilige bedrijfsvoering van de centrale te verbeteren.

Het team vond dat de centrale een adequaat ontwerp heeft, goed onderhouden is en bedreven wordt door een zeer ervaren staf. De bedrijfsveiligheid verdiende echter aandacht. Met name verdiende aandacht het aantal gekwalificeerde operators in de wachtploegen, het toezicht van en door de wacht en de administratieve controle betreffende het bedrijfsgereed zijn van veiligheidsapparatuur. Ook de omvang van het bewakings- en beproevingsprogramma om periodiek het goed functioneren van veiligheidsapparatuur te verifiëren, werd niet voldoende bevonden. Op basis hiervan concludeert het OSART dat er onvoldoende waarborg is dat de centrale reageert zoals in de veiligheidsanalyses is verondersteld. Aanbevolen wordt prompte maatregelen te treffen inzake de controle van de status van veiligheidsapparatuur en een verificatie van de bestaande status van de installatie.

In meer gedetailleerde vorm zijn de voornaamste aanbevelingen in de door OSART onderzochte gebieden:

- het actualiseren van management(hulp)middelen en toezichtstechnieken, waaronder de kwaliteitsborging en het documentatiebeheer;
- het opstellen van een gestructureerd opleidingsprogramma;
- uitbreiding van de wachtploegen alsmede een systematische verificatie van de status van de installatie;
- uitbreiding van het beproevingsprogramma tijdens bedrijf;
- een doeltreffender en gestructureerde terugkoppeling/verwerking van bedrijfservaringen en
- het inrichten van een versterkte noodruimte op het terrein van de centrale alsmede uitbreiding van instrumentatie buiten en binnen het gecontroleerde gebied.

Ten aanzien van alarmplan/-regeling worden ook indirect aanbevelingen aan de overheid gedaan om in samenwerking met de centrale tot een goed alarmplan/-regeling te komen. Zo wordt aanbevolen één document voor de alarmregeling op te stellen waarin tevens de verantwoordelijkheden zijn vastgelegd. Eén ministerie zou "voortrekker" moeten zijn en elke 2 jaar zou een integrale oefening dienen te worden gehouden. Ook de afstemming van het gebeuren op de vestigingsplaats en daarbuiten verdient aandacht met name de eerste uren na een ongeval.

Post-OSART-werkplan

Op basis van het OSART-rapport is door de kerncentrale Borssele (KCB) een post-OSART-werkplan opgesteld met een 28-tal projecten om uitvoering te geven aan de aanbevelingen van het OSART. Dit plan geeft een opsomming van alle activiteiten en maatregelen die zijn of worden ingevoerd, inclusief de bijbehorende afwikkelingstermijnen.

Er is een eenduidige relatie tussen ieder project en de aanbeveling in het OSART-rapport. Om de aansluiting van het werkplan KCB op het OSART-rapport echter beter inzichtelijk te maken is de notitie "Post-OSART-werkplan Kernenergiecentrale Borssele" opgesteld.

In het KCB-werkplan is onderscheid gemaakt tussen prompte, korte en lange termijn maatregelen. De prompte maatregelen zijn onmiddellijk na het ter beschikking komen van de betreffende aanbeveling in gang gezet en gerealiseerd waaronder:

- het verwijderen van ongeautoriseerde tekeningen;
- de uitbreiding van de wachtploeg;

- uitbreiding van instrumentatie buiten en binnen het gecontroleerde gebied;
- een systematisch onderzoek naar de status van systemen en componenten en
- de implementatie van de procedure voor het gebruik van het ventilatiesysteem in de regelzaal.

De korte termijn maatregelen betreffen onder meer:

- het opzetten van een kwaliteitsborgingssysteem met bijbehorende planning alsmede de kwaliteitsborgingsprocessen van documentatiebeheer en ontwerpwijzigingsbeheer;
- een studie betreffende de huidige organisatie inclusief voorstellen voor ontwikkeling en invoering van managementsystemen;
- de opzet van een opleidings- en heropleidingsprogramma inclusief een verbeterde systematische registratie en documentatie;
- het uitvoeren van veelvuldiger controles in de installatie alsmede een verbeterd registratiesysteem voor tijdelijke wijzigingen;
- een vooronderzoek voor het opzetten van een preventief onderhoudsprogramma;
- uitvoering van een onderzoek naar de beproevingen van veiligheidsrelevante systemen en componenten;
- opzet van de procedure ter evaluatie van externe en interne storingen.

Maatregelen die op de lange termijn zullen worden genomen zijn o.a.:

- invoering van het gehele kwaliteitsborgingssysteem incl. kwaliteitscontrole;
- invoering van voorgestelde managementsystemen waaronder taakstructuuranalyses;
- implementatie van het gestructureerde (her)opleidingsprogramma;
- werving en opleiding van nieuw wachtpersoneel;
- invoering van een gestructureerd onderhoudsbeheerssysteem en het aanmaken van een geauto-riseerd actueel tekeningenpakket;
- aanpassing Technische Specificaties betreffende de periodieke beproevingen;
- invoering van een procedure om externe en interne storingen te evalueren;
- invoering van een systeem voor het testen en kalibreren van stralingscontrolemeetapparatuur;
- formaliseren van rapportages van afwijkende chemische parameters;
- realisatie van de uitvoering/inrichting van de noodruimte.

De overige aanbevelingen t.a.v. alarmplan/-regeling zullen in samenwerking met de overheid worden uitgevoerd.

Vervolg-OSART-missie/rapport

Op verzoek van de Nederlandse regering heeft in de periode van 6 - 10 april 1987 een vervolg-OSART een bezoek gebracht aan de centrale. Dit bezoek diende om te bezien of het oorspronkelijke OSART-rapport goed was begrepen, om de inmiddels genomen maatregelen te beoordelen en om eventueel commentaar te leveren op de maatregelen op de lange termijn.

De door KCB genomen prompte en korte termijn maatregelen werden correct bevonden.

Door het team werden geen afwijkingen of momenten van onvoldoende duidelijke status van veiligheidssystemen gevonden. Aan de hand van het post-OSART-werkplan van KCB werden de projecten doorgenomen. Ze voldeden aan de OSART-aanbevelingen. De stand van zaken van de verschillende projecten wordt kort omschreven en vastgesteld wordt dat er goede vooruitgang is geboekt. Enkele projecten worden als voltooid beschouwd zoals:

- het toezicht van en door het wachtpersoneel alsmede de communicatie van en tussen het wachtpersoneel;
- het aantal bezoekers inclusief de bezoektijd in het containment en
- de formalisatie van de rapportage t.a.v. gasvormige en vloeibare lozingen.

Het post-OSART-werkplan wordt zeer ambitieus genoemd. Door het management dienen echter wel prioriteiten te worden gesteld, zodat een continu veilige bedrijfsvoering gewaarborgd blijft. Een geleidelijke implementatie van de lange termijn projecten wordt aanbevolen.

Rapport nr. SPH-03-05	ISBN nummer 90 34 61522 7	
Titel rapport OSART-rapport inclusief post-OSART-werkplan kerncentrale Dodewaard	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s)	Rapport type en periode Hoofdrapport	
Uitvoerend instituut IAEA en N.V. GKN	April, mei 1987	
	Titel onderzoekproject Studies Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting In de periode van 27 april — 15 mei 1987 heeft een OSAR-Team van de IAEA een bezoek gebracht aan de kerncentrale Dodewaard om de bedrijfsvoering van de centrale te onderzoeken. De bevindingen van het team zijn in het OSART-rapport vastgelegd en daarbij zijn tevens aanbevelingen gedaan om tot een verbeterde veilige bedrijfsvoering van de centrale te komen. Het team vond dat de centrale goed wordt onderhouden en bedreven wordt door een consciëntieuze en toegewijde staf. De algemene indruk is dat het huidige personeel en de apparatuur een voldoende veilige bedrijfsvoering verzekert. Het post-OSART-werkplan is opgesteld door de N.V. GKN aan de hand van het OSART-rapport. Het werkplan omvat alle maatregelen en activiteiten die worden/zijn uitgevoerd op basis van de aanbevelingen in het OSART-rapport.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 zie lijst achterin	
	Aantal blz. 48	Prijs f 7,20
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn verkrijgbaar door vooruitbetaling op postgirorekening 751, t.n.v. het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

OSART-missie/rapport

Een Operational Safety Review Team (OSART) van het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA) bestaande uit 7 internationale experts, bezocht in de periode van 27 april - 15 mei 1987 op verzoek van de Nederlandse regering, de kernenergiecentrale Dodewaard. Tijdens dit bezoek werd de bedrijfsvoering van de centrale kritisch onderzocht en werden adviezen gegeven om de veiligheid van het bedrijf van de centrale verder te verhogen. Door het team werden een achttal gebieden aan een onderzoek onderworpen: management, organisatie en beheer; opleiding; bedrijfsvoering; onderhoud; technische ondersteuning; stralenbescherming; chemie en alarmplan/regeling.

De resultaten van het OSART-onderzoek zijn beschreven in het OSART-rapport Dodewaard. Hierin zijn de bevindingen van het team vastgelegd alsmede de aanbevelingen om tot een verbeterde, veilige bedrijfsvoering van de centrale te komen.

Het team vond dat de centrale goed wordt onderhouden en wordt bedreven door een consciëntieuze en toegewijde staf. De algemene indruk van het team betreffende het in praktijk brengen van de bedrijfsveiligheid is dat de centrale hogere prestatieniveaus benadert en dat het huidige personeel en de apparatuur voldoende veilig bedrijf verzekert.

Een nauwkeurig onderzoek van de conclusies van het OSART leidt ertoe dat de GKN een uitgebreid actieplan moet opstellen en uitvoeren.

De belangrijkste conclusies c.q. aanbevelingen van het OSART zijn:

- uitbreiding mankracht ten behoeve van coördinatie (bewakings- en beproevingsprogramma en terugkoppeling/verwerking van bedrijfservaring) en kwaliteitsborging;
- de invoering van het kwaliteitsborgingsprogramma inclusief kwaliteitscontrole;
- hoge prioriteit moet worden gegeven aan de installatie op de simulator van simulatormodellen voor transiënten en abnormale/noodcondities inclusief simulatortraining van Dodewaard personeel;
- het formaliseren van een gestructureerd (her)opleidingsprogramma waaronder de bijbehorende administratie;
- in alle wachtploegen dient een reactoroperator beschikbaar te zijn, die als chef van de wacht kan optreden;
- de werkautorisatieprocedure dient te worden verbeterd inclusief het opstellen van een labeling-procedure;
- formalisatie van analyse en terugkoppeling van externe en interne storingen;
- introductie van een consignatieregeling voor de stralenbescherming en chemische afdeling;
- de huidige noodorganisatie dient te worden verbeterd met het oog op buiten-ontwerp ongevallen.

Verskillende aanbevelingen werden reeds gedurende het bezoek van het OSART aangepakt en uitgevoerd.

Post-OSART Werkplan

Op basis van het OSART rapport is door de kerncentrale Dodewaard een post-OSART werkplan opgesteld, dat per onderwerp nauw aansluit op het OSART-rapport. Alle aanbevelingen van het OSART worden uitgevoerd behalve de aanbeveling om de regelzaaldocumentatie uit te breiden met elektrische schema's en diagrammen. Op deze wijze zou het regelzaalpersoneel in staat zijn indien vereist elektrische overbruggingen of wijzigingen in het elektrische circuit aan te brengen. De GKN stelt echter dat alleen na een grondig onderzoek, wanneer de gevolgen bekend en acceptabel zijn, elektrische overbruggingen door het electrisch personeel mogen worden geplaatst. Het regelpersoneel past uitsluitend sleutelschakelaars toe, zodat de regelzaaldocumentatie niet met elektrische diagrammen behoeft te worden uitgebreid.

De aanbeveling inzake alarmplan/regeling zal in overleg met de overheid worden uitgevoerd. Het werkplan hierover onderscheid drie fasen: inventarisatie, evaluatie en implementatie. De realisatie van het gehele plan zal in 1989 plaatsvinden.

Enkele door GKN uitgevoerde acties zijn reeds afgerond. De resterende acties zullen in de loop van 1988 worden gerealiseerd.

Rapport nr. SPH-03-06	ISBN nummer 90 34 61523 5	
Titel rapport Studie "Brandveiligheid" van het actieplan "Veiligheid van Kerncentrales".	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Kernfysische Dienst/Inspectie voor het Brandweerwezen	Rapport type en periode Hoofdrapport Januari-mei 1987	
Uitvoerend instituut Kernfysische Dienst	Titel onderzoekproject Studies Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Uit onder leiding van de Kernfysische Dienst en de Inspectie voor het Brandweerwezen uitgevoerde onderzoeken naar de nucleaire en conventionele brandveiligheid van beide Nederlandse kernenergiecentrales blijkt dat de brandveiligheid op een voldoende niveau staat alhoewel er ruimte is voor verbeteringen. Naast een gedetailleerde beschrijving van de methode van onderzoek bevat de studie "Brandveiligheid" de resultaten van dit onderzoek en 14, respectievelijk 15 aanbevelingen ter verbetering van de brandveiligheid in Dodewaard en Borssele. Van de aanbevelingen die voor beide centrales gelden worden genoemd: (1) brandbestrijdingstraining voor bedieningspersoneel en bewakingspersoneel, (2) een volwaardig noodventilatiesysteem van de regelzaal, (3) uitbreiding van het aantal en de diversiteit van de aanwezige brandmelders, (4) een vergroting van de hoge druk bluswaterhoeveelheid, (5) verbetering van de brandwerende scheiding tussen enkele veiligheidsrelevante redundancies en (6) onderzoek naar de hitte- en stralingsbestendigheid van de gebruikte brandweerkleding. Voor Dodewaard wordt voorts een gesloten noodtrappenhuis in het reactorgebouw noodzakelijk geacht terwijl een nieuw aanvalsplan voor het complex Borssele onontbeerlijk is.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 zie lijst achterin	
	Aantal blz. 32	Prijs f 4,80
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn verkrijgbaar door vooruitbetaling op postgirorekening 751, t.n.v. het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

Samenvatting studie "Brandveiligheid" van het actieplan "Veiligheid van Kerncentrales"

Als onderdeel van het post-Tsjernobyl actieplan "Veiligheid van Kerncentrales" (Tweede kamer, vergaderjaar 1986-1987, 18830 nr. 79) zijn door de Kernfysische Dienst en de Inspectie voor het Brandweerwezen in het voorjaar van 1987 onderzoeken uitgevoerd naar de brandveiligheid van de kerncentrales in Dodewaard en Borssele.

Bij deze onderzoeken werden tevens de gemeentelijke brandweerkorpsen van Dodewaard en Borssele alsmede de Regionale Brandweer en de Arbeidsinspectie betrokken.

Zowel tijdens normaal vermogensbedrijf als tijdens de jaarlijkse splijtstofwisselstop werden meerdere bezoeken aan beide centrales afgelegd waarbij een gericht onderzoek naar de nucleaire en conventionele brandveiligheid werd uitgevoerd.

De resultaten van beide onderzoeken zijn in de studie "Brandveiligheid" vastgelegd. In deze studie worden 14 aanbevelingen gedaan ter verdere verbetering van de brandveiligheid van de kernenergiecentrale te Dodewaard en 15 aanbevelingen ter verdere verbetering van de brandveiligheid van de kernenergiecentrale te Borssele. In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de brandveiligheid van beide kernenergiecentrales thans voldoende (Dodewaard), respectievelijk ruim voldoende (Borssele) is waarbij tevens kan worden geconstateerd dat de in deze studie genoemde aanbevelingen reeds op korte termijn hebben geleid tot een aantal nadere maatregelen bij beide centrales. Het onderzoeksteam begeleidt de doorvoering van de resterende noodzakelijke en gewenste verbeteringen.

Meerdere aanbevelingen gelden voor beide centrales:

- Brandbestrijdingstraining van operators en bewakingspersoneel, naast de bedrijfsbrandweer of bedrijfszelfbeschermingsgroep, is noodzakelijk.
- Een volwaardig noodventilatiesysteem van de regelzaal om verblijf tijdens en na (niet-voorzien) ongevallen mogelijk te maken is noodzakelijk.
- Uitbreiding van het aantal en de diversiteit van de thans aanwezige brandmelders is noodzakelijk.
- Een vergroting van de hagedruk bluswaterhoeveelheid is wenselijk.
- Betere brandwerende scheiding tussen enkele veiligheidsrelevante redundancies is wenselijk. Alternatieven voor bouwkundige aanpassingen zijn zeer snelle detectie of het aanleggen van additionele automatische blussystemen.
- Een onderzoek naar de "hitte- en stralingsbestendigheid" van de thans gebruikte brandweerkleding is wenselijk.

Voor Dodewaard zijn twee van de overige aanbevelingen belangrijk:

- Een gesloten noodtrappenhuis in het reactorgebouw is noodzakelijk als vluchtweg en voor de eventuele bestrijding van een brand in het reactorgebouw.
- Betere benutting van de reserve in de thans aangenomen ontwerpdruk van het reactorgebouw is wenselijk om eventuele lozingen van b.v. rook en bluswater in het milieu zo lang mogelijk te vertragen.

Voor Borssele is een van de overige aanbevelingen van groot belang:

- Een consistent tekeningenpakket en een nieuw aanvalsplan t.b.v. het complex Borssele zijn noodzakelijk.

Rapport nr. SPH-03-07	ISBN nummer 90 34 61524 3	
Titel rapport Studie 'Menselijk handelen' van het Akkieplan 'Veiligheid van Kerncentrales'	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Drs. G. A. de Vrey	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Kernfysische Dienst	Titel onderzoekproject Studies Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting De studie Menselijk Handelen is opgezet om vanuit het perspectief van de menselijke tekortkomingen in het Tsjernobyl ongeval de kerncentrales in Borssele en Dodewaard te evalueren. Aandacht is met name gegeven aan elektrische overbruggingen, (nood)procedures, training en opleiding van het bedieningspersoneel en de bewoonbaarheid van de regelzalen van de centrales bij ernstige ongevallen. Geconcludeerd wordt, dat de praktijk in de kerncentrales in Borssele en Dodewaard niet afwijkt van wat internationaal gebruikelijk is. Wel worden aanbevelingen gegeven waar op onderdelen verbeteringen mogelijk zijn. Ook wordt aanbevolen de programma's op het gebied van menselijk handelen meer gestructureerd op te zetten.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 44	Prijs f 6,60
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn verkrijgbaar door vooruitbetaling op postgirorekening 751, t.n.v. het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

De studie is opgezet om die aspecten van het menselijk handelen die een rol speelden in het verloop van het Tsjernobyl-ongeval terug te koppelen naar de Nederlandse situatie. Er moet daarbij wel bedacht worden dat het volstrekt van de Nederlandse centrales afwijkende ontwerp waarschijnlijk een belangrijke invloed heeft gehad op het menselijk handelen bij het verloop van het ongeval. Naast deze op bestaande centrales te Borssele en Dodewaard specifiek gerichte herevaluatie van het menselijke handelen is, waar daartoe aanleiding was, eveneens aandacht gegeven aan veiligheidsrelevante aspecten m.b.t. eventueel te bouwen kerncentrales in Nederland.

Geconcludeerd wordt, dat op essentiële gebieden van de mens-machine relatie de praktijk in de beide Nederlandse centrales niet afwijkt van wat internationaal - in het Westen - in centrales met een moderne veiligheidsopzet gebruikelijk is. Overigens worden in de studie aanbevelingen gedaan verdere ontwikkelingen te volgen en enige verbeteringen aan te brengen. De belangrijkste punten zijn hieronder opgesomd.

Meer specifiek ten aanzien van het Tsjernobyl-ongeval zijn de mens-machine relaties en de organisatiestructuur van goedkeuring, overleg en veiligheidsgericht denken en handelen bij kerncentrales in Borssele en Dodewaard op een dusdanig niveau bevonden, dat het optreden van een Tsjernobyl-achtig ongeval als gevolg van een opeenstapeling van "menselijke fouten" uitermate onwaarschijnlijk zo niet onmogelijk is. Daarbij kunnen overbruggingen zoals die gemaakt zijn in de regelzaal van de kerncentrale Tsjernobyl en die uiteindelijk geleid hebben tot het ongeval, noch in de regelzaal van de kerncentrale Borssele noch in die van de kerncentrale Dodewaard gemaakt worden.

Ondanks voortschrijdende automatisering van kerncentrales blijft de aanwezigheid van bedieningspersoneel noodzakelijk. Het bereiken én onderhouden van een voldoende hoog niveau van opleiding en training van het personeel met name gericht op de preventie en de opvang van storingen en ongevallen, blijft derhalve een essentieel aandachtspunt voor de exploitanten van de kerncentrales en de Kernfysische Dienst die daarop toezicht houdt.

1. Aanbevolen wordt de internationale ontwikkelingen t.a.v. meer geautomatiseerde besturing van kerncentrales kritisch te blijven volgen en te beoordelen op toepassing in Nederland, zowel ten aanzien van de bestaande, als ten aanzien van mogelijk nieuwe kerncentrales in Nederland.
2. Deze studie bevestigt de aanbevelingen van de Operational Safety Review Team (OSART) rapporten dat programma's ook op het gebied van het menselijk handelen meer gestructureerd opgezet moeten worden.
3. Nader onderzoek is nodig t.a.v. het aantal, eventueel indicatie in de regelzaal en het doel van veiligheidsrelevante overbruggingen, inclusief sleutelschakelaars. Daarbij behoort voor overbruggingen in veiligheidsrelevante systemen vastgelegd te zijn hoe lang en onder welke voorwaarden de overbrugging mag plaatsvinden.
4. Na invoering van zogenoemde symptom-based noodprocedures zal bij de kerncentrales Borssele en Dodewaard een systematisch onderzoek t.a.v. de compleetheid van alle noodprocedures noodzakelijk zijn. Alle procedures zullen in de Nederlandse taal gesteld moeten zijn.
5. Het overbruggen van systemen in ernstige ongevalssituaties moet in het accident management programma opgenomen worden. De randvoorwaarden van de accident management programma's moeten tenslotte opgenomen worden in de Nederlandse richtlijnen voor de veiligheid van kerncentrales.
6. De zogenaamde Technische Specificaties van beide kerncentrales moeten zodanig worden aangepast dat voor alle bedrijfscondities voorwaarden worden gesteld. Behalve voor vermogensbedrijf dus ook voor splijtstofwisseling, warme en koude afgeschakelde toestand.

7. De bewoonbaarheid van de regelzalen van de kerncentrales in Borssele - Dodewaard is voldoende verzekerd met betrekking tot de stralingsniveaus bij ernstige ongevalssituaties. Tegen een extern aanbod van schadelijke stoffen in de lucht is de regelzaal van de kerncentrale Borssele eveneens voldoende beveiligd. Bij de regelzaal van de kerncentrale Dodewaard zullen op dit gebied nadere maatregelen genomen moeten worden.

Rapport nr. SPH-03-08	ISBN nummer 90 34 61525 1	
Titel rapport De gevoeligheid voor reactiviteitsongevallen van het actieplan 'Veiligheid van Kerncentrales'	Distributienummer	
	Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) ir. P. de Munk	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Kernfysische Dienst SZW en Energie Onderzoek Centrum Nederland	Titel onderzoekproject Studies Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Hoewel de reactorfysische kenmerken van de RBMK-reactor zeer aanzienlijk verschillen van die zelfde kenmerken in de centrale te Borssele en Dodewaard is voor deze centrales de veiligheid met betrekking tot reactiviteitsongevallen onderzocht. Het onderzoek maakt deel uit van het project "Herbezinning Kernenergie" dat door de Nederlandse regering na het ongeval te Tsjernobyl werd gestart. Het rapport concludeert dat het vanwege de inherente fysische eigenschappen praktisch uitgesloten is dat processtorings leiden tot ernstige reactiviteitsongevallen. Daarnaast wordt vastgesteld dat voor de ontwerpbasis-ongevallen, waarbij een regelstaaf zeer snel de reactorkern verlaat, de gevolgen beperkt zijn omdat het reactorkoelsysteem niet zal falen.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH 01-00 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 24	Prijs f 3,60
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn verkrijgbaar door vooruitbetaling op postgirorekening 751, t.n.v. het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

Dit studierapport maakt deel uit van het project "Herbezinning Kernenergie" dat door de Regering werd gestart na het reactorongeval te Tsjernobyl. In dat project werden voor wat betreft de veiligheid van kerncentrales onder andere de hoofdelementen uit het ongeval onderzocht voor de Nederlandse centrales te Dodewaard en Borssele voor zover overdraagbaar.

Het ongeval in de Russische RBMK-reactor in Tsjernobyl is terug te voeren op een nucleaire vermogensexcursie, een ongeval waarbij het reactorvermogen in zeer korte tijd tot vele malen het nominale vermogen stijgt. Hoewel de reactorfysische kenmerken van de RBMK-reactor zeer aanzienlijk verschillen van diezelfde kenmerken in de Nederlandse kerncentrales is toch voor deze centrales de veiligheid inzake reactiviteitsongevallen onderzocht. De studie werd gecoördineerd en ook gedeeltelijk uitgevoerd door de Kernfysische Dienst. Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) verleende belangrijke ondersteuning bij de uitvoering van enige geavanceerde berekeningen. Het onderzoek heeft zich voornamelijk gericht op het mogelijke optreden van grote en snelle reactiviteitsverstoringen daar deze tot splijfstofbelastingen kunnen leiden welke in hun gevolgwerking tevens de integriteit (dichtheid) van het reactorkoelsysteem zouden kunnen bedreigen. Op die wijze zou een parallel kunnen bestaan met het ongeval te Tsjernobyl.

De voornaamste conclusies zijn de volgende:

1. Door de inherente fysische eigenschappen van reactorkern en koelsysteem is het praktisch uitgesloten te achten dat processtoringen kunnen leiden tot de hiervoor genoemde ernstige reactiviteitsstoringen.
2. Als overkoepeling van geringere reactiviteitsverstoringen zijn zeer onwaarschijnlijk te achten zogenoemde ontwerpbasisongevallen gekozen welke gekenmerkt worden door het zeer snel uit de kern verdwijnen van een regelstaaf. Bij deze ontwerpbasisongevallen waarbij de splijstofbekleding wel kan falen, is de integriteit van het reactorkoelsysteem op grond van het meestal toegepaste acceptatiecriterium gewaarborgd.
3. Voor de centrale te Dodewaard kan niet gesproken worden van reserve ten opzichte van het acceptatiecriterium. Gezien de laatste ontwikkelingen omtrent dit criterium is deze reserve wel aan te bevelen. Er zijn ook mogelijkheden om die reserve te bereiken.
4. Internationaal is in wisselende mate aandacht ontstaan voor zeer extreme ongevalscombinaties teneinde ook voor die gevallen de responsie van het reactorsysteem te onderzoeken. Het is aan te bevelen deze internationale ontwikkelingen te volgen en bijdragen daarin te leveren via nationaal onderzoek.

Rapport nr. SPH-03-09		ISBN nummer 90 34 61535 9	
Titel rapport Beratungsstudie zu Accident Management Massnahmen für die KKW Borssele und Dodewaard		Distributienummer	
		Datum publicatie Maart 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) E. Kersting e.a.		Rapport type en periode Hoofdrapport	
Uitvoerend instituut Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS), Keulen			
Opdrachtgever(s)		Titel onderzoekproject Studies Project Herbezinning Kernenergie	
Samenvatting Het rapport doet een aantal aanbevelingen om bij de bestaande kerncentrales te Borssele en Dodewaard te komen tot een reductie van de kernsmeltfrequentie en tot een afzwakken van de gevolgen indien het toch tot kernsmelten mocht komen. GRS acht dit realiseerbaar door een meer uitgebreid gebruik van bestaande veiligheidsreserves alsmede het nemen van maatregelen tot versterking van de containmentfunctie. Men acht zulke maatregelen zinvol als met redelijke middelen een verdere verkleining van het reeds klein geachte risico kan worden bereikt.			
Begeleidingscommissie		Bijbehorende rapporten	
		SPH 01-00 Zie lijst achterin	
		Aantal blz. 108	Prijs f 16,20
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren. (tel.nr. 070-789885)			

Introductie op de GRS-studie

Deze introductie is bedoeld als hulpmiddel voor de lezer van de navolgende studie van het Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH. De aanleiding voor het verlenen van deze studieopdracht wordt uiteengezet en het kader van het onderzoek wordt kort beschreven. De resultaten worden beknopt samengevat. De introductie beoogt geen geautoriseerde Nederlandse vertaling te zijn van de samenvatting van het GRS studie rapport. De lezer wordt aanbevolen daartoe de oorspronkelijke studie te raadplegen, met name het Vorwort en de hoofdstukken 5 en 9.

1. Inleiding

Naar aanleiding van het ongeval in Tsjernobyl is besloten een nader onderzoek in te stellen naar de mogelijkheden die de Nederlandse kerncentrales te Borssele en Dodewaard bezitten om zg. ernstige ongevallen op te vangen.

Het onderzoek is aangekondigd in actieplan Veiligheid van Kerncentrales (TK 86-87, 18830, nr. 79 dd. 21.10.1986) en maakt onderdeel uit van de studies die de overheid in het project 'Herbezinning Kernenergie' na het ongeval van Tsjernobyl heeft ondernomen.

De studie heeft zich vooral gericht op het gedrag van het containment en de daarmee verbonden systemen tijdens ernstige ongevallen. Daarnaast is aandacht gegeven aan middelen om zulke ongevallen te voorkomen respectievelijk in gunstige zin te beïnvloeden als zij toch mochten optreden.

Met nadruk zij hier gesteld dat het plaatsen van deze studieopdracht niet is ingegeven door enigerlei twijfel aan de veiligheid van beide reactoren. Borssele en Dodewaard zijn beide ontworpen tegen een groot aantal mogelijke storingen en ongevallen en derhalve voorzien van een omvangrijk aantal veiligheidssystemen.

Onder 'ernstige ongevallen' worden in deze studie ongevallen verstaan waarbij, ondanks alle veiligheidsvoorzieningen, de kern van de reaktor oververhit raakt, zodat gevaar ontstaat voor het vrijkomen van radioactieve stoffen in de omgeving.

Dergelijke ongevallen zijn destijds bij het ontwerp van de centrales niet expliciet beschouwd. De reden is dan men de reactoren heeft voorzien van een groot aantal veiligheidssystemen juist bedoeld om allerlei storingen en ongevallen op te vangen. Door de grote betrouwbaarheid van deze systemen, vaak gerealiseerd door het meervoudig aanwezig zijn van systemen voor een bepaalde veiligheidsfunctie (zg. redundantie), is de kans dat zij de storing niet of niet voldoende opvangen, zeer klein. Deze kans werd bij het ontwerp van de kernreactoren Borssele en Dodewaard dan ook niet beschouwd. Hoewel de kans van optreden van een dergelijke storing dus zeer klein is, kunnen de gevolgen echter zeer aanzienlijk zijn als de storing toch optreedt. Om deze reden heeft men onderkend dat het van belang is zulke ongevallen systematisch te onderzoeken. Het eerste omvangrijke onderzoek van dit type is de Amerikaanse Reactor Safety Study uit 1975, beter bekend als de zg. Rasmussenstudie. Het onderzoek kwam in een versnelling na het ongeval met de centrale Three Mile Island in 1979.

Het onderzoek naar ernstige ongevallen, hoofdzakelijk uitgevoerd in de Verenigde Staten, maar ook in Duitsland en Frankrijk, is inmiddels zover gevorderd dat een goed inzicht is ontstaan in het verloop van een dergelijk ongeval en in de maatregelen die men kan nemen om de gevolgen te beperken. Een cruciale rol speelt daarbij de reaktorinsluiting, het gasdichte gebouw dat de reaktor omgeeft, gewoonlijk het 'containment' genoemd. Dit bleek des te meer bij het ongeluk te Tsjernobyl waar een dergelijke insluiting niet in voldoende mate aanwezig was.

Deze ontwikkelingen waren aanleiding om een onderzoek naar ongevalsmaatregelen ook aan de centrales te Borssele en Dodewaard te doen. Aangezien het hier gaat om bestaande reactoren bestond voorkeur dit onderzoek in opdracht te geven aan een instituut dat ervaring heeft op dit gebied en vertrouwd is met de in Nederland aanwezige typen reactoren. Het Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) te Keulen, dat dergelijk onderzoek ook verricht aan vergelijkbare reactoren in Duitsland en Zweden, werd bereid gevonden dit onderzoek uit te voeren.

Het GRS is van mening dat het zinvol is om buiten het omvangrijke pakket veiligheidseisen dat normaliter al aan kerncentrales wordt opgelegd, verdere maatregelen tot het beperken van de gevolgen van ernstige ongevallen te nemen als met redelijke middelen een noemenswaardige verdere vermindering van het toch al geringe risico mogelijk is.

Deze verdere maatregelen staan internationaal bekend onder het begrip 'accident management' (ongevalsbeheersing). Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen maatregelen ter vermindering van kernsmelten, zg. preventieve maatregelen, en maatregelen tot het opvangen van de gevolgen indien kernsmelten in meerdere of mindere mate toch optreedt, zg. mitigerende maatregelen. Het gaat hierbij dus om een verruiming van de mogelijkheden storingen en ongevallen te beheersen.

2. Algemene resultaten van het onderzoek

Als resultaat van het onderzoek stelt GRS een aantal maatregelen en verdere studies voor. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen maatregelen van preventieve aard, die met voorrang voor toepassing in aanmerking komen, alsmede maatregelen en studies van mitigerende aard. Alle voorgestelde maatregelen dienen getoetst te worden op effectiviteit en realiseerbaarheid. Voorts dienen zij te passen in het bestaande veiligheidsconcept van de beide centrales.

De inzichten van het GRS steunen hoofdzakelijk op diepgaande veiligheidsanalyses op het terrein van de ernstige ongevallen die voor andere kerncentrales zijn uitgevoerd, zg. probabilistic risk assessments (PRA's), welke voor de centrales Dodewaard en Borssele niet in die omvang bestaan.

Daarom beveelt men, los van andere voorgestelde maatregelen, een nader onderzoek aan voor beide centrales op basis van waarschijnlijkheidsanalyse, teneinde een vollediger inzicht te krijgen in de relevante ongevalsscenario's, op grond waarvan eventueel aanvullende maatregelen noodzakelijk kunnen zijn.

3. Specifieke maatregelen voor de kerncentrale Borssele

Voor de centrale Borssele beveelt GRS met name aan:

het aanbrengen van een betrouwbaar afblaassysteem op de primaire kringloop dat in staat moet zijn hoge drukken en temperaturen te weerstaan, met als doel bij evt. kernsmelten te voorkomen dat het reaktorsysteem op hoge druk blijft (in dit laatste geval moet anders met verlies van de containmentfunctie rekening worden gehouden als de kern door het vat heen smelt). Het primaire koelsysteem beschikt reeds over een afblaassysteem dat wellicht ook voor deze functie kan worden gebruikt.

Voorts wordt een aantal studies en maatregelen aanbevolen o.a. ten aanzien van het benutten van watervoorraden, het scenario 'stoomgeneratorpijpbreuk' en het optreden van lekkages in de ringruimte. Ten aanzien van de containmentintegriteit doet men voorstellen met betrekking tot het beheersen van het waterstofgehalte en van de druk in het containment, alsmede van de radioactiviteit in de containmentatmosfeer. Onderdeel van deze maatregelen is een gefilterd drukontlastsysteem.

4. Specifieke maatregelen voor de kerncentrale Dodewaard

Voor de centrale Dodewaard beveelt GRS eveneens een betrouwbaar drukontlastsysteem aan op de primaire kringloop. Ook hier kan wellicht het bestaande systeem worden gebruikt. Voorts worden o.a. verbeteringen voorgesteld met betrekking tot het benutten van watervoorraden, de noodstroomvoorziening en de isolatiecondensor (ook wel 'noodcondensor' geheten).

Ten aanzien van de containmentfunctie beveelt men aan mogelijkheden te scheppen de reaktorkamer (d.i. de ruimte direct rondom de reaktor) onder water te zetten teneinde een doorge-smolten kern op te kunnen vangen, alsmede het beschermen van dragende delen en containmentdoorvoeringen (dat wil zeggen plaatsen waar kabels of pijpen door het containment gaan) tegen gesmolten kernmateriaal. Ook beveelt men een gefilterd drukontlastsysteem voor het containment aan.

RAPPORTEN
HERBEZINNING
KERNENERGIE

Post-Tsjernobyl Rapportage inzake Veiligheidsregels

RAPPORTEN
HERBEZINNING
KERNENERGIE



STUURGROEP PROJECT
HERBEZINNING

Rapport nr. SPH-03-10	ISBN nummer	
Titel rapport Post-Tsjernobyl Rapportage inzake Veiligheidsregels	Distributienummer	
	Datum publicatie Mei 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Ir. P. J. de Munk	Rapport type en periode Hoofdrapport 1988	
Uitvoerend instituut Kernfysische Dienst	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting Het rapport is vooral te zien als een rapportage over ontwikkelingen en activiteiten ten aanzien van veiligheidsregels voor kerncentrales in Nederland. Dit omvat ook de ontwikkelingen welke reeds plaatsvonden vóór het ongeval te Tsjernobyl. Te benadrukken is immers dat regelgeving een continue inspanning is die echter wel sterk beïnvloed kan worden door ernstige ongevallen. Als gevolg van het ongeval te Tsjernobyl werden diverse veiligheidsstudies voor de beide centrales geïnitieerd en OSART-onderzoeken uitgevoerd (zie SPH-03-04/09). Deze studies kunnen op hun beurt leiden tot aanpassing van veiligheidsregels. Het is te verwachten dat het pakket veiligheidsregels, inclusief de speciale aanpassingen tengevolge van het ongeval te Tsjernobyl, in het najaar 1988 gereed zal zijn voor advisering en vaststelling.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 Zie lijst achterin	
	Aantal blz.	Prijs
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

Inleiding

In het Projekt Herbezinning Kernenergie is ook een actie opgenomen ten aanzien van veiligheidsregels. Het actieplan "Veiligheid van Kerncentrales", onderdeel van voornoemd Projekt, (zie 2e Kamer, vergaderjaar 1986-1987, 18830, nr. 79) vermeldt "Ontwikkeling en vaststelling van veiligheidsregels". Deze notitie beoogt een overzicht te geven van ontwikkelingen en activiteiten op dit gebied, in nationaal verband maar ook internationaal, waarbij meerdere instanties betrokken zijn zowel van overheidszijde als van industriezijde.

Om meer dan een reden werd het nodig gevonden dat ook in het actieplan aandacht besteed werd aan de veiligheidsregels. Het ongeval in Tsjernobyl heeft vooral gewezen op het grote belang van duidelijke regels voor het bedieningspersoneel zodat in de mens-machine relatie zo min mogelijk aan het toeval wordt overgelaten. Hetzelfde ongeval heeft echter ook gewezen op de noodzaak van duidelijke eisen voor het veiligheidsontwerp. Er wordt in deze rapportage korthedshalve gebruik gemaakt van de verzamelterm "veiligheidsregels" voor het geheel van bepalingen variërend van fundamentele principes tot uitvoeringsrichtlijnen.

Deze notitie is ook vooral te zien als een beschrijving van de huidige stand van zaken omtrent de veiligheidsregels. Anders dan diverse post-Tsjernobyl studies betreft de ontwikkeling en vaststelling van veiligheidsregels een continue inspanning. Zo waren er reeds vele activiteiten vóór het ongeval te Tsjernobyl, maar ook lang na Tsjernobyl zullen op dit terrein activiteiten blijven. In het volgende zullen die fasen zichtbaar zijn.

De volgende drie hoofdstukken kunnen worden onderscheiden:

1. Situatie vóór het ongeval in Tsjernobyl.
2. Acties naar aanleiding van het ongeval te Tsjernobyl.
3. Huidige stand van zaken en vooruitblik.

1. Situatie voor het ongeval in Tsjernobyl

Voordat ingegaan wordt op de gevolgen van het ongeval te Tsjernobyl voor de veiligheidsregels is het goed om eerst een beeld te geven van de activiteiten vóór dat ongeval. Allereerst is dan te vermelden dat voor de kerncentrales te Dodewaard en Borssele in principe de veiligheidsregels van het land van herkomst zijn toegepast, dus de Amerikaanse respectievelijk de Duitse regels.

De eerste Nederlandse activiteiten op het gebied van de ontwikkeling van veiligheidsregels dateren van 1975. In het CRV-advies uit dat jaar over "De veiligheidsaspecten van de splijtstofcyclus in Nederland" [1] zijn enkele richtlijnen opgenomen inzake specifieke Nederlandse eisen, bijvoorbeeld met betrekking tot overstroming, gaswolkexplosie en neerstortend vliegtuig.

Tegen het einde van de jaren zeventig werden bij de Kernfysische Dienst werkzaamheden gestart met de bedoeling om te komen tot een Nederlands stelsel van veiligheidsregels voor kerncentrales. De behoefte daartoe werd duidelijk gevoeld daar de Kernenergiewet, zijnde een raamwet, weinig of geen regels geeft. Ook het Besluit Kerninstallaties, Splijtstoffen en Ertsen bevat geen concrete veiligheidsregels. Wel zijn enkele fundamentele stralenbeschermingsregels te vinden in het Besluit Stralenbescherming.

De vraag naar de veiligheidsregels stelde men zich tevens tegen de achtergrond van de zich steeds verder ontwikkelende stelsels van regels in enkele grote leverancierslanden van kerncentrales. Deze stelsels, veelal een reflectie van de in het betreffende land geaccepteerde ontwerpen van kerncentrales, vertonen op vele punten verschillen. Op een zeker aantal punten is equivalentie bovendien niet direct gegeven. Met het oog op eventueel te introduceren nieuwe kerncentrales, maar ten dele ook voor de bestaande centrales, was het nodig om in ieder geval op essentiële veiligheidsaspecten een geformaliseerd standpunt te hebben ten behoeve van beoordeling en toezicht.

In plaats van het zelf opstellen van regels of overnemen van bepaalde buitenlandse regels, werd gekozen om aansluiting te krijgen bij internationaal geaccepteerde regels. Aan de eerste opzet kleefte namelijk het bezwaar van de bovenmatig grote inspanning alsmede soms van

aanzienlijke beperkingen ten aanzien van de toepasbaarheid. De beperkingen ten aanzien van de toepasbaarheid vloeien vooral voort uit het feit dat betreffende regels, zoals hierboven reeds gesteld, sterk geënt zijn op het specifieke nationale ontwerp.

Bovengenoemde keuze werd gemaakt op een tijdstip dat het Internationale Atoomenergie Agentschap (IAEA) te Wenen ver gevorderd was met de uitvoering van het Nuclear Safety Standards (NUSS) programma dat beoogt alle essentiële veiligheidsaspecten te reglementeren, echter ruimte latend voor verschillende gelijkwaardige concrete uitvoeringen in de praktijk. In omvang en diepgang is dit internationale programma uniek. Er werd daarom gekozen voor dit IAEA-stelsel als uitgangspunt, dat waar nodig of gewenst werd gewijzigd of aangevuld. De wijzigingen en aanvullingen werden nodig gevonden op plaatsen waar verdergaande of meer gedetailleerde eisen wenselijk werden gevonden. Een voorbeeld vormen de reeds genoemde richtlijnen inzake overstroming, gaswolkexplosie en neerstortend vliegtuig.

Het NUSS programma strekt zich uit tot vijf aandachtsgebieden.

1. Governmental Organisation (overheidsorganisatie)
2. Siting (vestigingsplaatsen)
3. Design (ontwerp)
4. Operation (bedrijfsvoering)
5. Quality Assurance (kwaliteitsborging).

Voor ieder van de aandachtsgebieden zijn de eisen voor een voldoende veiligheidsniveau vastgelegd in een z.g. Code of Practice, terwijl per aandachtsgebied verschillende onderwerpen verder zijn uitgewerkt in z.g. Safety Guides (ca. een tiental per aandachtsgebied). Een Safety Guide beschrijft geaccepteerde methoden om invulling te geven aan onderdelen van een Code of Practice. Aan de eisen uit de Codes of Practice dient zonder uitzondering voldaan te worden, terwijl de Safety Guides een niveau van voldoende uitvoering aanduiden. Ook andere, niet beschreven uitvoeringswijzen kunnen op hetzelfde niveau van veiligheid liggen. Een uitgebreidere beschrijving van het NUSS programma wordt gegeven in de IAEA brochure "IAEA Nuclear Safety Standards (NUSS)" [2].

Ontbrekend bij de IAEA-NUSS regels is het stelsel zeer fundamentele grondslagen dat de basis voor de 5 gebieden vormt. De Commissie van de Europese Gemeenschappen voorzag echter in dit gebrek door publicatie van het document "Safety Principles for light water reactor nuclear power plants", COM (81) 518 def. [3].

De Commissie Reactorveiligheid steunde de hiervoor beschreven keuze in een advies van december 1984 (CR84-41A) [4], waarin zij concludeerde dat de geamendeerde IAEA-regels tezamen met het overkoepelende document van de Europese Commissie een goede basis vormen voor de beoordeling van nucleaire installaties die tevens de eigen verantwoordelijkheid van de vergunningvragende instantie onverlet laat. De samenhang tussen de verschillende niveaus van voorschriften, grondslagen en richtlijnen is weergegeven in fig. 1, welke is ontleend aan [4].

De IAEA Codes en Safety Guides werden bestudeerd en geamendeerd voor de aandachtsgebieden Design en Quality Assurance. De EG publikatie was zonder meer bruikbaar, slechts met de aantekening dat deze veiligheidsbeginselen in toepassing niet beperkt zijn tot het type lichtwaterreactoren. Dat van de 5 aandachtsgebieden van het NUSS programma de nadruk lag bij Ontwerp en Kwaliteitsborging is omdat hier de behoefte bij overheid en vergunninghouders het sterkst gevoeld werd, ook met het oog op de verwachte uitbreiding van het kernenergiepotentieel. Betrokkenen meenden voor andere aandachtsgebieden dat behandeling later ter hand kon worden genomen of dat men reeds in redelijke mate voorzien was van uitgangspunten, bijvoorbeeld voor vestigingsplaatsen.

Ten aanzien van de totstandkoming van de geamendeerde regels werd gestreefd naar zo groot mogelijke inbreng en draagvlak van betrokkenen.

Dit betekende dat onder meer vertegenwoordigers namens de beide kerncentrales deelnamen aan de discussies. Alvorens tot vaststelling van de geamendeerde regels over te gaan werden deze voor advisering aan de Commissie Reactorveiligheid aangeboden. Bedoelde geamendeerde Codes en Safety Guides waren praktisch gereed om vastgesteld te worden, toen het ongeval in Tsjernobyl plaatsvond. Besloten is door de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid om vaststelling op te schorten in afwachting van post-Tsjernobyl studies.

2. Acties naar aanleiding van het ongeval te Tsjernobyl

a. Nationaal

Niet alleen werden de gereedgekomen regels niet gepubliceerd, ook het accent bij de regelgeving veranderde. Als voorbereiding op nieuwe kerncentrales was dringend behoefte aan regels op de aandachtsgebieden Ontwerp en Kwaliteitsborging. Toen deze voorbereiding werd opgeschort en inzicht werd verkregen in de toedracht van het ongeval te Tsjernobyl verschoof het accent naar de regels voor bedrijfsvoering. Deze immers zijn niet alleen van belang voor eventuele nieuwe centrales, maar ook voor de bestaande centrales. Ook de beide OSART-missies hebben in een later stadium duidelijk gemaakt dat ten behoeve van het toezicht op de bedrijfsvoering, regels op dit gebied van groot belang zijn.

Voor de totstandkoming van de regels zou dezelfde werkwijze van toepassing moeten zijn als voorheen voor Ontwerp en Kwaliteitsborging. Een werkgroep bestaande uit vertegenwoordigers van overheid (SZW en VROM) en de exploitanten van de kerncentrales werd gevormd om de Code of Practice en de Safety Guides op het terrein van de bedrijfsvoering te bestuderen en nodig geachte wijzigingsvoorstellen te ontwikkelen.

Voor wat betreft de reeds vóór Tsjernobyl geamendeerde Codes en Safety Guides inzake ontwerp en kwaliteitsborging werd besloten om eerst de uitkomsten van de post-Tsjernobyl veiligheidsstudies van de kerncentrales Dodewaard en Borssele en van de brontermstudie af te wachten. Deze studies zouden aanleiding kunnen zijn om aanvullende wijzigingen voor te stellen.

b. Internationaal (IAEA)

Voor het IAEA was het Tsjernobyl ongeval aanleiding om het gewicht van internationale veiligheidseisen te benadrukken. Veel landen waren van mening dat de NUSS Codes of Practice deze functie zouden kunnen vervullen, maar andere landen wilden toch de vrijheid bewaren hun eigen regels te stellen.

Er werd wel besloten tot een algehele herziening van de vijf Codes of Practice. In deze herziening zouden de Codes, die soms bijna 10 jaar geleden ontwikkeld werden, bijgesteld worden in het licht van de ontwikkelingen sindsdien, eventueel ook in het licht van het ongeval te Tsjernobyl. Een andere reden was ook de wens om, nu het gehele NUSS programma inclusief Safety Guides gereed was, de consistentie en leesbaarheid van het geheel te verbeteren.

De herzieningsprocedure ging er van uit dat na voorstellen van daartoe opgerichte werkgroepen en beoordeling van die voorstellen door Technical Committees (selecties van technische experts uit de lidstaten) nieuwe concepten zouden ontstaan. Op deze concepten gevraagd commentaar van de lidstaten dient verwerkt te zijn in het voorjaar van 1988 zodat vaststelling van de nieuwe Codes door de IAEA in de zomer 1988 kan plaatsvinden.

3. Huidige stand van zaken en vooruitblik

Het aandachtsgebied Operation (bedrijfsvoering) werd in een hiervoor aangeduide werkgroep vrijwel geheel behandeld. De afronding van de voorgenomen werkzaamheden is in een gevorderd stadium. De werkgroep heeft vooral stilgestaan bij, en waar nodig wijzigingen aangebracht inzake thema's als duidelijke organisatiestructuren, opleiding en training van het bedieningspersoneel, ontwikkeling en kennis van veilige bedrijfsprocedures en voorbereiding op ongevalssituaties. Definitieve afronding van activiteiten inzake de regelgeving voor de bedrijfsvoering maar ook voor de andere aandachtsgebieden is afhankelijk van de conclusies uit de post-Tsjernobyl studies voor de beide Nederlandse kerncentrales en de brontermstudie. Tevens is vaststelling van de regels niet eerder te doen dan na voltooiing van het herzieningsproces dat het IAEA zelf uitvoert.

Dit proces van herziening heeft reeds tot nieuwe concepten van Codes geleid die echter nog enig commentaar en goedkeuringsronden moeten doorlopen. De KFD heeft actief deelgenomen bij het totstandkomen van de nieuwe concept versies van Codes of Practice op de gebieden Design, Operation en Quality Assurance. Voor een deel zijn daarbij Nederlandse

amendementen op de originele versies verwerkt in de nieuwe teksten. Schema van afronding van de herzieningsprocedure van de Codes of Practice is naar verwachting zomer 1988.

Vooruitblikkend kan het volgende worden gesteld:

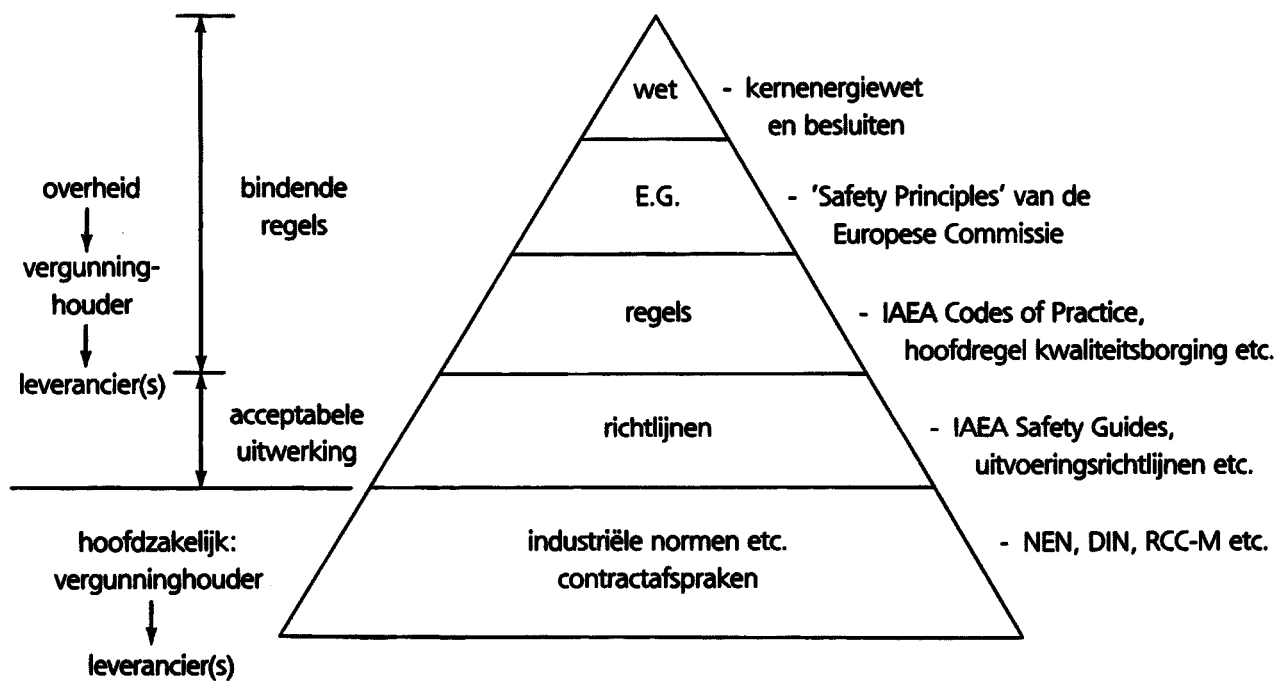
- a. Nu het niet mogelijk is gebleken om aan de IAEA Codes of Practice een status te verlenen van door alle lidstaten na te volgen veiligheidseisen wordt nog een andere mogelijkheid voorbereid. IAEA tracht een regime tot stand te brengen waarbij lidstaten op vrijwillige basis een verklaring afleggen jegens de IAEA dat de Codes of Practice worden nageleefd. Nederland verleent actieve steun aan dit alternatief.
- b. De Nederlandse amenderingen van de originele Codes of Practice terzake Design, Operations en Quality Assurance zullen zoveel mogelijk reeds aangepast worden aan de nieuwe concept versies van deze stukken.
Wanneer deze zomer de eindversies door de IAEA vastgesteld worden, brengt uiteindelijke Nederlandse amendering naar verwachting weinig additioneel werk met zich mee.
- c. De Nederlandse amenderingen van de Safety Guides terzake Design, Operation en Quality Assurance zullen nu aangevuld kunnen worden met de lessen die uit het ongeval in Tsjernobyl geleerd zijn, c.q. met de ervaringen die in de recente veiligheidsstudies van de kerncentrales zijn opgedaan en de bevindingen die uit de brontermstudie naar voren komen. Deze werkzaamheden kunnen parallel lopen aan behandeling van genoemde studies in de Commissie Reactorveiligheid.
- d. Ingrijpende nieuwe amenderingen van de Safety Guides kunnen worden voorkomen door ontwikkeling van een aparte richtlijn voor beperking van het restrisico waarin specifiek ingegaan wordt op actuele zaken zoals bronterm en ongevalsbeheersing. Verdere ontwikkelingen kunnen dan eenvoudiger geïmplementeerd worden zonder aanpassing van diverse Safety Guides.
- e. KFD ontwikkelt in samenwerking met andere diensten ook op andere dan het onder c. genoemde onderwerp aparte richtlijnen voor tenminste de volgende onderwerpen:
 - Bescherming tegen externe effecten
 - Kwaliteitsklassering
 - Uitvoering van mediumvoerende mechanische componenten
 - Ontwerp en uitvoering van civieltechnische onderdelen
 - Noodkoelsysteem
 - Nakoelsysteem
 - Stralingsdosis bij ongevallen.

De onder e. genoemde activiteit kan gezien worden als een steeds voortgaande in overeenstemming met de behoefte aan richtlijnen. De activiteiten b., c. en d. kunnen in dit najaar gereed zijn voor advisering en vaststelling.

4. Referenties

- [1] Commissie Reactorveiligheid: "Advies over de veiligheidsaspecten van de splijtstofcyclus in Nederland", 1975.
- [2] IAEA, "IAEA Nuclear Safety Standards (NUSS)", 1983.
- [3] Commission of the European Communities, "Safety principles for light water reactor nuclear power plants", COM (81) 519 final, 1981.
- [4] Commissie Reactorveiligheid: "Veiligheidsgrondslagen en richtlijnen voor kernenergiecentrales", CR 84-41A, 1984.

Nucleaire regelgeving in Nederland



Rapport nr. SPH-04-11	ISBN nummer 90 346 1545 6	
Titel rapport Overzicht van de gehanteerde interventie-werkwaarden	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s)	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Stralenbescherming	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting In het kader van de Herbezinning Kernenergie is een aantal studies uitgevoerd onder andere naar de economische gevolgen, de gevolgen voor het milieu en naar de uitvoerbaarheid van evacuatie in het geval van een kernongeval. In het kader van genoemde studies was het van belang om over waarden te beschikken op grond waarvan voor de berekeningen kan worden aangenomen of en op welk moment een maatregel ter bescherming van de bevolking wordt uitgevoerd. De beschouwde maatregelen zijn schuilen, jodium-profylaxe, evacuatie, terugkeer in verlaten gebied en voedsel- en drinkwaterbeperking. Deze waarden worden interventie-werkwaarden of kortweg werkwaarden genoemd. Het onderhavige rapport geeft een overzicht van de werkwaarden zoals deze zijn gehanteerd in genoemde herbezinningsstudies. In het algemeen zijn interventiewaarden of interventieniveaus waarden die aangeven wanneer het treffen van maatregelen door de overheid aan de orde is.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 zie bijgevoegde lijst rapporten	
	Aantal blz. 56	Prijs f 8,40
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

In het kader van de Herbezinning Kernenergie is een aantal studies uitgevoerd onder andere naar de economische gevolgen, de gevolgen voor het milieu en naar de uitvoerbaarheid van evacuatie in het geval van een kernongeval. In het kader van genoemde studies was het van belang om over waarden te beschikken op grond waarvan voor de berekeningen kan worden aangenomen of en op welk moment een maatregel ter bescherming van de bevolking wordt uitgevoerd. De beschouwde maatregelen zijn schuilen, jodium-profylaxe, evacuatie, terugkeer in verlaten gebied en voedsel- en drinkwaterbeperking.

Deze waarden worden interventie-werkwaarden of kortweg werkwaarden genoemd. Het onderhavige rapport geeft een overzicht van de werkwaarden die zijn gehanteerd in de herbezinningsstudies. In het algemeen zijn interventiewaarden of interventieniveaus waarden die aangeven wanneer het treffen van maatregelen door de overheid aan de orde is.

De te hanteren waarden zijn gebaseerd op recente (inter)nationale aanbevelingen. In dit verband zij melding gemaakt van de aanbevelingen van een deskundigengroep van de Commissie van de EG (EG82), van de ICRP (IC84), van de IAEA (IA85) en van de Gezondheidsraad (GR86).

Deze aanbevelingen hebben gemeen dat er geen vaste interventieniveaus worden aanbevolen, maar trajecten, opdat afhankelijk van de specifieke situatie na een ongeval een interventieniveau voor een bepaalde maatregel kan worden bepaald. De trajecten dienen daarbij als leidraad. Om dezelfde redenen zijn de meeste aanbevelingen met name bestemd voor de eerste twee weken na een ongeval.

Gezien het karakter van de berekeningen kon in de studies echter niet worden gewerkt met trajecten. Daarom zijn bij de bepaling van de te hanteren doses waar mogelijk zowel de hoogste als de laagste waarden van de trajecten gekozen. Met deze uiterste waarden konden de extremen wat betreft de economische gevolgen en de gevolgen voor de omgeving, onder andere door invloed van de maatregelen, worden berekend.

Waar aanbevelingen ontbraken of waar de ervaringen na het ongeval te Tsjernobyl en meer recente studies daartoe aanleiding gaven, is hiervan afgeweken.

De aanbevolen niveaus geven dosiswaarden aan. Voor direct gebruik moesten daarom werkwaarden worden afgeleid zoals becquerel per kilogram voor voedsel of kilometer afstand van de centrale voor evacuatie. Hierbij moest een aantal uitgangspunten worden gehanteerd, zoals de hoeveelheid voedsel en drinkwater per jaar, de omrekeningsfactor van ingenomen hoeveelheid becquerel naar dosis etc. Deze uitgangspunten zijn bepaald aan de hand van bestaande gegevens of zo goed mogelijk geschat en in dit rapport weergegeven en onderbouwd.

De interventie-werkwaarden zijn op grond van de geadviseerde interventieniveaus en diverse uitgangspunten bepaald. Deze methodologie verschilt niet van die in een werkelijke ongevals-situatie.

Rapport nr. SPH-05-12	ISBN nummer 90 346 1555 3	
Titel rapport Uitvoerbaarheid van evacuatie	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s)	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Interdepartementale werkgroep "evacuatie"	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
	Opdrachtgever(s)	
Samenvatting In het kader van het Project Herbezinning Kernenergie was het van belang een onderzoek in te stellen naar de uitvoerbaarheid van evacuaties bij kernongevallen. In dit rapport staat de vraag centraal of evacuaties kunnen worden uitgevoerd bij ongevallen met een bronterm van 1% in 1000 MW-kerncentrales. Dit in de periode na de melding van een dergelijk ongeval maar voor het begin van de lozing van radioactief materiaal. Het onderzoek richt zich in het bijzonder op de mogelijke vestigingsplaatsen Borssele, Westelijk Noordoostpolderdijk, Eemshaven, Maasvlakte en Moerdijk. De bestaande kerncentrales blijven buiten beschouwing. Onderkend wordt dat de uitvoerbaarheid in feite wordt bepaald door bestuurlijk-organisatorische en technische randvoorwaarden. Het onderzoek richt zich in eerste instantie op de bestuurlijk-organisatorische aspecten van evacueren. Deze blijken vooral van belang te zijn voor de noodzakelijke voorbereidingen, zoals het bepalen van de planningszones en het opstellen van waarschuwings- en verkeerscirculatieplannen. Deze voorbereidingen dienen om een snelle en effectieve uitvoering mogelijk te maken. De bestaande situatie maar ook de ontwikkelingen die dienaangaande — naar aanleiding van het ongeval in Tsjernobyl — in gang zijn gezet worden in de beschouwing betrokken. Hierna wordt de aandacht gevestigd op de technische randvoorwaarden, die het slagen van evacuaties kunnen beïnvloeden. In de hier beschouwde situatie wordt ervan uitgegaan dat een goede bestuurlijke organisatie aanwezig is. Dit tweede deel van het onderzoek heeft als doel na te gaan of zich bij de technische uitvoering van evacuatie structurele knelpunten voordoen. Het gaat dan om de bevolkingsomvang, de infrastructuur, de transportmiddelen, de wegcapaciteit alsmede de aanwezigheid van bijzondere groepen. In de analyse van elk der potentiële vestigingslokaties van een kerncentrale wordt op modelmatige wijze nagegaan of de bevolking, gegeven de situatie ter plaatse, zich tijdig uit de betrokken gebieden kan verwijderen, casu quo door hulpverleners verwijderd kan worden. Op basis van dit onderzoek wordt geconcludeerd dat preventieve evacuatie van de bevolking op de voorziene lokaties uitvoerbaar is. Op de lokatie Moerdijk kunnen zich echter belemmeringen voordoen ten gevolge van de aanwezigheid van bijzondere groepen.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 48	Prijs f 7,20
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

In het kader van het Project Herbezinning Kernenergie was het van belang een onderzoek in te stellen naar de uitvoerbaarheid van evacuaties bij kernongevallen. In verband hiermee wordt in deze studie de vraag centraal gesteld of evacuaties kunnen worden uitgevoerd, ter voorkoming van een onaanvaardbare stralingsbelasting voor de bevolking. Deze vraag wordt onderzocht ten aanzien van ongevallen met een bronterm van één procent in een kerncentrale van 1000 Megawatt elektrisch vermogen. Er wordt dus geen aandacht besteed aan de bestaande Nederlandse centrales. Een dergelijke evacuatie zou moeten worden uitgevoerd na de melding van dat ongeval, maar voor de lozing van het radioactieve materiaal uit de centrale. Het onderzoek richt zich in het bijzonder op de mogelijke vestigingsplaatsen Borssele, Westelijke Noord-oostpolderdijk, Eemshaven, Maasvlakte en Moerdijk. In aanmerking wordt genomen dat dit ongeval onder ernstige weersomstandigheden plaatsvindt met een dusdanige windrichting dat veel personen, waaronder veel moeilijk verplaatsbare personen, moeten worden geëvacueerd. Eventueel noodzakelijke evacuaties, die na de lozing van het radioactief materiaal zouden moeten worden uitgevoerd bijvoorbeeld ter voorkoming van besmetting door depositie van dit materiaal, blijven buiten beschouwing omdat hiervoor een langere voorbereidings-tijd bestaat en omdat deze niet onder dezelfde tijdsdruk behoeven te worden gerealiseerd als de evacuaties die nog voor de lozing noodzakelijk zijn.

Dit onderzoek heeft een hypothetisch karakter. Dat geldt met name voor de aard en de omvang van het gepostuleerde ongeval, waarbij verondersteld wordt dat één procent van de reactorinhoud ontsnapt na zes uur na de melding van het ongeval. Wat de interventiewerkwaarden voor het besluit tot evacuatie betreft is aangesloten bij de gegevens die zijn neergelegd in het "overzicht van de gehanteerde interventiewerkwaarden". (3)

Aangezien in dit onderzoek de gekozen planningszones voor evacuaties worden bepaald door de bronterm, het gepostuleerde ongeval, de aangehouden interventiewerkwaarden en de voor de verschillende lokaties gekozen windrichtingen mogen deze niet zonder meer op de situatie bij bestaande kerncentrales worden toegepast.

In het rapport wordt onderkend dat de uitvoerbaarheid van evacuaties wordt bepaald door bestuurlijk-organisatorische en technische randvoorwaarden. Dit onderzoek richt zich in eerste instantie op de bestuurlijk-organisatorische aspecten van evacueren. Deze blijken vooral van belang te zijn om de noodzakelijke voorbereidingen te kunnen uitvoeren, zonder welke een onmiddellijke evacuatie niet goed mogelijk is. Hierbij kan gedacht worden aan het opstellen van waarschuwingsplannen om de bevolking op adequate wijze te kunnen informeren, het ontwerpen van verkeerscirculatieplannen om verkeersstromen tijdig te kunnen beheersen en het maken van evacuatieplannen die een snelle en effectieve evacuatie mogelijk moeten maken. Deze bestuurlijk-organisatorische randvoorwaarden hebben meer concreet tot doel om de totaal voor evacuatie benodigde tijd te minimaliseren. Hier kunnen worden onderscheiden de tijd die nodig is om het ongeval vanuit de centrale te melden aan de bevoegde bestuurlijke autoriteiten, de besluitvormingstijd voor het bestuur, de tijd om de bevolking te waarschuwen en de tijd die nodig is voor de evacués om zich voor te bereiden op vertrek. Gelet op de ervaringen met betrekking tot (snelle) evacuaties wordt in dit rapport geconcludeerd dat voor deze tijden in totaal voor alle lokaties maximaal twee uur kan worden aangehouden.

Hierna wordt de aandacht gevestigd op de technische randvoorwaarden, die het slagen van evacuaties kunnen beïnvloeden. Dit om te beoordelen of daarin knelpunten aanwezig zijn waardoor de feitelijke verplaatsing van de bevolking niet binnen de resterende vier uur mogelijk is. In de hier beschouwde situatie wordt ervan uitgegaan dat een goede bestuurlijke organisatie aanwezig is. Het tweede deel van het onderzoek heeft als doel na te gaan of zich bij de technische uitvoering van de evacuatie structurele knelpunten voordoen. Het gaat dan om de bevolkingsomvang, de infrastructuur, de transportmiddelen, de wegcapaciteit alsmede de aanwezigheid van bijzondere groepen. In de analyse van elk der potentiële vestigingslokaties van een kerncentrale wordt op modelmatige wijze nagegaan of de bevolking, gegeven de

situatie ter plaatse, zich tijdig uit de betrokken gebieden kan verwijderen, casu quo door hulpverleners verwijderd kan worden. De analysemethodiek voorziet in een berekening van de tijd die nodig is om het totale aantal transportmiddelen dat voor de evacuatie moet worden ingezet, via de ter plaatse beschikbare wegen af te voeren. Als wegcapaciteit wordt gehanteerd de daadwerkelijk gemeten capaciteit van volledig belaste wegen zoals weergegeven in rapporten van Rijkswaterstaat. Hierbij wordt rekening gehouden met opstoppen, bijvoorbeeld door verkeersongevallen. Op basis van dit onderzoek wordt geconcludeerd dat preventieve evacuaties van de bevolking op de voorziene locaties uitvoerbaar zijn. Op de locatie Moerdijk kunnen zich echter belemmeringen voordoen ten gevolge van de aanwezigheid van een aantal bejaardentehuizen en een verpleegtehuis.

Tot slot worden een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van de voorbereiding van evacuaties. Deze betreffen planning, voorlichting, noodstopprocedures voor bedrijven, (tijdige) aanwezigheid van hulpverleners en van transportmiddelen, decontaminatie van besmette personen, opvang van evacués, nationale coördinatie van de opvang, behandeling van stralingsslachtoffers en handhaving van de openbare orde en veiligheid. Voorts wordt aangedrongen op een onderlinge afstemming van de overheidsplanning en de plannen van de uitvoerende diensten en van de kerncentrale.

De voor evacuatie noodzakelijke materiële faciliteiten dienen, voorzover thans nog niet aanwezig, te worden aangeschaft.

Rapport nr. SPH-06-13		ISBN nummer 90 346 1565 0	
Titel rapport Economische schade van een ongeval met een kerncentrale Hoofdrapport		Distributienummer	
		Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) prof. dr. ir. T. Goemans, drs. J. J. Schwarz, e.a.		Rapport type en periode Hoofdrapport 1988 Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Uitvoerend instituut SIBAS Stichting Samenwerkende Instellingen t.b.v. Beleidsanalytische Studies			
Opdrachtgever(s)			
Samenvatting De hier uitgevoerde studie is gericht op het aangeven van de economische schade die ontstaat door een ernstig ongeval met een nieuw te bouwen kerncentrale van 1000 Mwe in Nederland. Een zestal cases zijn daarbij beschouwd die bepaald worden door de ernst van en de weersomstandigheden tijdens het ongeval en de lokatie van de centrale. De volgende schadeposten zijn daarbij in ogenschouw genomen: verlies van de centrale zelf (inclusief ontmanteling), volksgezondheid, evacuatie en relocatie van de bevolking en werken en wonen in het besmette gebied (inclusief reiskosten), export of vernietiging van landbouwproducten, decontaminatie en bezoek van buitenlandse toeristen. De gevolgen voor de drinkwatervoorziening konden niet goed worden gekwantificeerd. De totale schade kan worden geraamd op f 14 - 17 miljard. Indien echter een sterk geurbaniseerd gebied zou worden getroffen dan kan deze oplopen tot ca. f 30 miljard. Naast de centrale zelf bepalen exportverlies en het verminderde bezoek van buitenlandse toeristen in belangrijke mate de hoogte van de schade.			
Begeleidingscommissie		Bijbehorende rapporten SPH-01-00 SPH-06-14 SPH-06-15 SPH-06-16 SPH-06-20 Zie lijst achterin	
		Aantal blz. 116	Prijs f 17,40
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.			

SAMENVATTING

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken is door de Samenwerkende Instellingen voor Beleidsanalyse Studies (SIBAS) in het kader van het Project Herbezinning Kernenergie een onderzoek uitgevoerd naar de economische schade als gevolg van een eventueel ongeval met een nieuw te bouwen kerncentrale in Nederland met een vermogen van 1000 MWe.

Indien zich een ernstig ongeval zoals hier wordt beschouwd voordoet, zal de omgeving van de getroffen centrale met radioactiviteit worden besmet. De mate van besmetting hangt af van enkele uitgangspunten, waarvan de belangrijkste zijn de zogenoemde bronterm, de locatie van de centrale en de weersomstandigheden ten tijde van het ongeval. Teneinde de gevoeligheid van de economische schade voor de verschillende uitgangspunten aan te kunnen geven, zijn in het onderzoek de volgende aannamen gedaan:

- twee verschillende voor nieuw te bouwen kerncentrales als extreem te beschouwen ongevallen; deze worden gekarakteriseerd door de ernstigste lozingen waarmee gezien de kans van optreden nog volgens het ECN rekening dient te worden gehouden, n.l. de 1% bronterm en de 0,1% bronterm met een berekende kans van optreden van 10^{-8} á 10^{-7} resp. $< 10^{-6}$ per reactorjaar
- twee verschillende, representatief voor de te beschouwen gevolgen te achten, vestigingsplaatsen voor een kerncentrale, n.l. Moerdijk en Westelijke Noordoostpolderdijk
- voor de locatie Moerdijk twee verschillende meteorologische situaties, waarbij de radioactiviteit wordt verspreid over een sterk verstedelijkt gebied (richting Zuid-Holland) resp. over een groot agrarisch gebied (richting Utrecht)
- voor de locatie Westelijke Noordoostpolderdijk verspreiding van de radioactiviteit over het IJsselmeer.

Op deze wijze zijn zes onderzoekcases gedefinieerd met als doel extreme (in de zin van relatieve grote) gevolgen — vanuit de voor het betreffende ongevalsscenario gekozen invalshoek (economische schade, landbouw-economische schade en de gevolgen voor de (drink)waterkwaliteit) — van een ongeval met een kerncentrale in beeld te brengen. De ernst van de gevolgen van een ongeval wordt, behalve door bovengenoemde uitgangspunten ook nog bepaald door maatregelen die worden genomen om de gevolgen te beperken (het interventiebeleid), zoals bijv. evacuatie en schuilen van bevolking. Ook voor de maximum toelaatbare radioactiviteit zijn twee verschillende aannamen gedaan in de vorm van zogenoemde interventiewerkwaarden. Als economische situatie ten tijde van het ongeval is die van 1985 genomen.

De in deze studie geraamde schade kan worden gedefinieerd als de door het ongeluk veroorzaakte aantasting van de welvaart in Nederland. Dit houdt in dat geen rekening is gehouden met een eventuele schade aan buitenlandse economieën. Tot de economische schade wordt gerekend:

- het verlies van de centrale zelf, de kosten van het opruimen van de centrale en de kosten van vervangende elektrische energie gedurende de periode dat nieuw vermogen nog niet beschikbaar is
- kosten van schade aan de gezondheid van de bevolking
- schade toegebracht aan de kwaliteit van de woonomgeving (inclusief evacuatiekosten e.d.)
- schade voor de agrarische sector (inclusief exportbelemmeringen)
- kosten samenhangend met vermindering van het buitenlandse bezoek aan Nederland
- derving van (nationale) toegevoegde waarde
- kosten van overige noodzakelijke maatregelen en effecten (zoals decontaminatie, extra reiskosten woon-werk verkeer, enz.)

Het onderzoek is beperkt tot de kwantificeerbare economische (in geld waardeerbare) schade. Waar kwantificering niet goed mogelijk bleek, zoals bij het tekort aan goed drinkwater en bij de tijdelijke onbruikbaarheid van oppervlaktewater bijvoorbeeld voor water gebonden recreatie, zijn de factoren die een rol spelen toch zo goed mogelijk weergegeven. Dit houdt overigens in dat niet of moeilijk kwantificeerbare aspecten, zoals het gedrag van mensen met

betrekking tot het eten van besmet voedsel of de terugkeer naar (geëvacueerde) gebieden waar de stralingsintensiteit onder de gehanteerde interventiewerkwaarden is gedaald, wel degelijk invloed kan hebben op de hoogte van de totale economische schade.

Om de economische schade van een ongeval met een kerncentrale te kunnen ramen is een groot aantal onderzoeksactiviteiten uitgevoerd. Zo heeft het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) aan de hand van modellen de verspreiding van radionucliden en de gevolgen daarvan voor het verblijf van mensen in het besmette gebied berekend. Grondmechanica Delft (GD) heeft, ten behoeve van de bepaling van de landbouwschade en drinkwatervoorziening via grondwater, de verspreiding van radionucliden in de bodem nagegaan. Tevens heeft zij aangegeven welk deel van deze nucliden in de gewassen en door het vee opgenomen worden. Het Waterloopkundig Laboratorium (WL) heeft berekend in hoeverre oppervlaktewater gedurende een bepaalde tijd niet gebruikt kan worden voor de bereiding van drinkwater, voor de watervoorziening van de omliggende gebieden (o.m. berekening bij agrarische activiteiten) en voor andere gebruiksfuncties zoals vervoer te water, koelwater voor industriële processen etc. Daarnaast zijn de productieverliezen voor de visserij berekend en is ingegaan op de effecten op de watergebonden recreatie. Het Landbouw Economisch Instituut (LEI) heeft op basis van de resultaten van de hiervoor genoemde onderzoeken de schade voor de landbouw berekend (inclusief de exportverliezen), terwijl het Nederlands Economisch Instituut (NEI) tenslotte de schadeberekening voor de volksgezondheid, wonen en werken, de elektriciteitsvoorziening, buitenlands toerisme en de totalisering van de economische schade voor zijn rekening heeft genomen. Ook is aandacht geschonken aan de kosten van effectbeperkende maatregelen. Elk van de hier genoemde instituten heeft de resultaten van het betreffende deel van het onderzoek neergelegd in een deelrapport.

De resultaten van de schadeberekeningen zijn samengevat in onderstaande tabel, waarbij onderscheid is gemaakt naar de gehanteerde scenario's (locatie en weersomstandigheden die in combinatie met de gehanteerde brontermen een aantal cases opleveren) en de aard van het te voeren interventiebeleid.

Voor de overzichtelijkheid is een aantal posten samengevoegd; onderscheiden worden:

- . kosten verlies centrale (waarde verlies van de centrale, overbruggings- en opruimkosten)
- . kosten inzake gezondheid en verlies woonfunctie
- . verlies toegevoegde waarde gehele economie inclusief kosten maatregelen in de agrarische sector
- . nadelig verschil betalingsbalans (verlies exportwaarde + gederfd buitenlands bezoek – uitkering buitenlandse verzekeringen en bijdragen van andere staten)
- . overig (extra kosten woon-werkverkeer, kosten stilleggen continue productie, extra kosten i.v.m. gebruik oppervlaktewater, decontaminatie bebouwde omgeving).

**Totale economische schade als gevolg van een ongeval met een kerncentrale
(in miljarden guldens)**

Ongevalsecase		economische schade						
Scenario	Type ongeval	Inter- ventie- beleid	Verlies centrale	Gezond- heid + wonen	Toege- voegde waarde + maat- regelen	Buiten- land	Overig	Totaal
Moerdijk-Utrecht	zeer ernstig	streng	7,7	0,3	2,8	6,0	0,3	17,1
Moerdijk-Utrecht	ernstig	streng	7,7	0,0	2,0	6,1	0,1	16,0
Moerdijk-Utrecht	zeer ernstig	licht	7,7	0,1	2,0	6,1	0,1	16,0
Moerdijk-Utrecht	ernstig	licht	7,7	0,0	1,8	6,1	0,1	15,7
Moerdijk-ZH	zeer ernstig	streng	7,7	4,8	7,6	4,2	5,3	29,6
Moerdijk-ZH	ernstig	streng	7,7	0,0	2,8	5,9	0,1	16,5
Moerdijk-ZH	zeer ernstig	licht	7,7	0,3	2,3	5,9	0,1	16,3
Moerdijk-ZH	ernstig	licht	7,7	0,0	1,3	6,1	0,1	15,2
Westelijke NOP	zeer ernstig	streng	7,7	-	0,3	6,0	0,1	14,2
Westelijke NOP	ernstig	streng	7,7	-	0,3	6,1	0,0	14,2
Westelijke NOP	zeer ernstig	licht	7,7	-	0,2	6,1	0,0	14,1
Westelijke NOP	ernstig	licht	7,7	-	0,1	6,1	0,0	14,0

Onder een "streng" interventiebeleid wordt hier verstaan een beleid dat gebaseerd is op lage interventiewerkwaarden; een "licht" interventiebeleid is gebaseerd op hoge interventiewerkwaarden.

In het algemeen blijken de gehanteerde brontermen, de locatie van de centrale en de weersomstandigheden tijdens de lozing van radionucliden uit de beschadigde centrale relatief weinig invloed te hebben op het uiteindelijke schadebedrag. Afgerond bedraagt de economische schade f 14 tot 17 miljard; ongeveer de helft hiervan wordt veroorzaakt door verlies van de centrale. In één geval is de schade echter aanzienlijk groter, n.l. wanneer de radioactieve pluim bij een ernstig ongeval over een sterk verstedelijkt gebied trekt (Rotterdam en omgeving) en er relatief strenge interventiewerkwaarden worden gehanteerd. De schade bedraagt dan gemiddeld f 30 miljard, hetgeen voornamelijk een gevolg is van beperkingen in werken en wonen, extra transportkosten, kosten van evacuatie en relocatie van mensen uit het besmette gebied en het verlies aan toegevoegde waarde door het verlies van productiefuncties van het besmette gebied.

Wordt in dit geval een licht interventiebeleid gevoerd, dan kan echter het aantal slachtoffers (dat kan variëren tussen 0 en 2400) op de lange termijn maximaal 80% hoger liggen dan bij het voeren van een streng beleid.

Bij de interpretatie van de verkregen uitkomsten dient met het volgende rekening te worden gehouden.

1. De verkregen uitkomsten gelden uiteraard slechts voor de in beschouwing genomen ongevalsecases.
2. Bij sommige schadeposten zijn maximum en minimum ramingen opgesteld (verlies centrale, "maatregelen" land- en tuinbouw, exportverlies en verminderd buitenlands bezoek). In de tabel zijn alleen gemiddelden overgenomen.
3. Geen rekening is gehouden met een verminderde binnenlandse vraag naar uit Nederland afkomstige agrarische producten en mede als gevolg daarvan een grotere afname van agrarische producten uit het buitenland. Ook niet met een mogelijke toename van het doorbrengen van vakanties in het buitenland, indien nederlandse recreatiegebieden besmet zijn geraakt. Op grond hiervan kunnen die bedragen als minima worden opgevat.

4. Geen rekening is gehouden met een zekere flexibiliteit van de nederlandse economie, waardoor de berekende verliezen aan toegevoegde waarde als maxima kunnen worden beschouwd.

De met een onderzoek als het onderhavige samenhangende problemen zijn aangepakt door het doen van aannamen, waarover discussie mogelijk is. Gegeven een bepaald ongevalssce-nario met bijbehorende cases hangt veel af van hoe overheden, bedrijven, groepen en indivi-duen zullen reageren. Hierover is op voorhand niet genoeg bekend om tot een nauwkeurige raming van de economische schade te kunnen komen. Gewezen wordt op de volgende punten:

- . afzetproblemen met produkten op de langere termijn
- . kwetsbaarheid van de voorzieningenstructuur m.n. bij de drinkwatervoorziening
- . functieverlies bij recreatieve voorzieningen
- . psychologische weerstanden bij (geëvacueerde) personen om weer in besmet gebied te gaan werken en/of wonen
- . beperkte kennis over de mogelijke ecologische gevolgen van een ongeval

Ondanks de hiervoor gegeven beperkingen kan worden gesteld dat het onderzoek systema-tisch en voldoende breed is opgezet om van nut te zijn bij de discussie en besluitvorming over kernenergie. Tot slot wordt er op gewezen dat de beide hypothetische ongevallen die in deze studie zijn gehanteerd, zoals eerder aangegeven, een zéér lage kans van optreden hebben. Bij de in dit rapport weergegeven effecten dient men deze kansen van optreden, naast de verschil-lende weersgesteldheden met hun specifieke kansen en gevolgen, steeds in gedachten te houden.

Rapport nr. SPH-06-14		ISBN nummer 90 346 1575 8	
Titel rapport Economische schade van een Ongeval met een Kerncentrale; Mobiliteit van Radionucliden in de bodem.		Distributienummer	
		Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) ir. H. T. Sman, drs. F. A. Weststrate, dr. ir. M. Loxham		Rapport type en periode Deelrapport, 1987-1988	
Uitvoerend instituut Grondmechanica Delft, afdeling Chemie en Milieugeotechniek Postbus 69, 2600 AB Delft, (015) 693500 onder verantwoordelijkheid van: Stichting SIBAS, Postbus 177, 2600 MH Delft		Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)			
Samenvatting Voorliggende rapportage is een technische studie in het kader van het onderzoek naar economische schade van een ongeval met een kerncentrale. Het onderzoek gaat in op de gevolgen van een ongeval met een nieuw te bouwen kerncentrale voor de bodem, de daarop groeiende gewassen alsmede voor de melk- en vleesproductie van grazend vee en de (drink)watervoorziening. Het ongeval zelf is beschreven aan de hand van twee zogenaamde brontermen (SPH-03-01), waarmee de hoeveelheid en de onderlinge verhouding van de uit de reactoromhulling ontsnapte hoeveelheid radioactieve stoffen worden aangegeven. Bij deze brontermen komt respectievelijk 1% en 0.1% van de vluchtige radioactieve stoffen van de reactorinhoud buiten de getroffen centrale terecht. Uit het grote aantal nucliden dat bij zo een ongeval vrijkomt zijn Jodium, Strontium en Cesium geselecteerd, welke geacht worden het merendeel van de economische schade te veroorzaken. Uitgaande van genoemde brontermen is voor bepaalde weerssituaties voor de locatie Moerdijk en Westelijke Noordoostpolder berekend waar en in welke hoeveelheden beschouwde nucliden op het aardoppervlak zijn afgezet. De op het aardoppervlak terecht gekomen nucliden kunnen verlies van functie van de bodem tot gevolg hebben. In het onderhavige onderzoek is de concentratie-ontwikkeling van beschouwde nucliden in de bodem berekend en is met behulp van zogenaamde overdrachtsfactoren tussen bodem en produkten de concentratie van de nucliden in het produkt bepaald, op basis van voor deze studie afgeleide werkwaarden (normen) is bepaald welke produkten gedurende een bepaalde periode niet meer voor consumptie geschikt zijn. Hierbij is onderscheid gemaakt in functieverlies voor bouwland, weiland en drinkwaterproductie.			
Begeleidingscommissie		Bijbehorende rapporten Dit rapport (SPH-06-14) is een technische deelstudie bij het rapport: — SPH-06-13 — Economische Schade van een Ongeval met een Kerncentrale. — SPH 01-00 — Zie lijst achterin	
		Aantal blz. 74 pag. + 10 uitsl.	Prijs f 17,10
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.			

SAMENVATTING

Voorliggende rapportage is een technische studie in het kader van het Onderzoek naar de Economische Schade van een Ongeval met een Kerncentrale (EGOK). In deze studie is de mobiliteit van specifieke radionucliden in de bodem in beschouwing genomen. Rekeninghoudend met de kleine transportsnelheden in de bodem zijn hoofdzakelijk de langlevende nucliden in beschouwing genomen. Dit betreft de nucliden Strontium (89,90) en Cesium (134,137). Daarnaast is voor bepaalde aspecten tevens Jodium (131) meegenomen.

Bij de opzet van deze rapportage is de bron-pad-(bedreigd)object benadering gevolgd. Als gevolg van de uiterst beperkte beschikbaarheid van normen of grenswaarden, is het bedreigde object beperkt gehouden tot de mens, effecten voor het milieu zijn in beperkte mate in beschouwing genomen. De gebruikte werkwaarden zijn niet definitief, maar in overleg tussen de betrokken ministeries voor deze studie vastgesteld, waarbij is uitgegaan van een kwetsbare groep (1-jaar oude kinderen) en interventieniveaus bij een maximaal effectief dosisequivalent van 5 en 50 mSv per jaar. Uitgaande van deze twee interventieniveaus zijn werkwaarden afgeleid voor voedsel (exclusief melkprodukten), melkprodukten en drinkwater. De berekeningen zijn uitgevoerd voor twee verschillende dosisequivalenten, zodat een inzicht wordt verkregen in de gevoeligheid van de resultaten voor de te hanteren werkwaarden. De in beschouwing genomen besmettingswegen zijn te onderscheiden in:

depositie-plant	-mens
depositie-plant-vee-melk/vlees	-mens
depositie-bodem-plant	-mens
depositie-bodem-plant-vee-melk/vlees	-mens
depositie-bodem-grondwater-drinkwater	-mens

De overdracht tussen de verschillende compartimenten in het pad is bepaald door middel van overdrachtsfactoren op basis van literatuurgegevens.

Uitgaande van de voor verschillende produkten afgeleide werkwaarden per nuclide is een depositie-limiet berekend waarboven de functie van het specifieke produkt verloren gaat.

Het functieverlies voor de drie in beschouwing genomen economische eenheden is in onderstaande kort samengevat.

Bouwland

Functieverlies van bouwland direct na het ongeval zal in eerste instantie veroorzaakt worden door depositie van Jodium 131 op de op het land staande gewassen. Na enige weken, wanneer het Jodium is afgespoeld of deze gewassen zijn verwijderd, zal functieverlies optreden door de opname van Strontium vanuit de bodem. Het gebied waarbinnen functieverlies optreedt is afhankelijk van het beschouwde gewas.

De meest kwetsbare gewasgroep blijkt peulvruchten te zijn.

Knolgewassen (aardappelen) daarentegen behoren tot de minst kwetsbare gewassen. Functieverlies voor de tweede oogst, 1 jaar na het ongeval, wordt veroorzaakt door het langlevende Strontium 90. Daar deze nuclide lange tijd in de bovenste laag van de bodem aanwezig zal blijven is het mogelijk dat binnen dit gebied nog vele jaren functieverlies optreedt.

Weiland

Functieverlies van het weiland, voor de veeteelt, in de eerste weken na de besmetting (het ongeval), is het directe gevolg van de op het gras afgezette nucliden (vooral Jodium 131). Wanneer deze nucliden zijn afgespoeld of het gras is afgemaaid en verwijderd, dan zal functieverlies optreden doordat het gras nucliden vanuit de bodem opneemt. Het functieverlies na enkele weken wordt veroorzaakt door de consumptie van voedsel dat besmet is met de nucliden Strontium 90 en Cesium 137. Door het langlevende karakter van deze nucliden kan het grasland zijn functie als weiland gedurende vele jaren verliezen. De omvang van het gebied

waar functieverlies optreedt is sterk afhankelijk van het aandeel besmet gras in het voedselpakket van de dieren.

Grondwater

De functie van het grondwater als grondstof voor de productie van drinkwater kan verloren gaan als gevolg van de depositie van de beschouwde nucliden. Het blijkt dat vooral gronden met een beperkte adsorptie-capaciteit uiterst kwetsbaar zijn. Dit zijn de kalk- en humusarme zandgronden. Wanneer de grondwaterwinning plaatsvindt vanuit een freatisch pakket binnen het besmette gebied, dan zal bij een waterverblijftijd van minder dan 5 jaar de winning na verloop van tijd verloren gaan. De periode die verstrijkt alvorens het besmette water de winning bereikt bedraagt de retardatiefactor (circa 5) maal de waterverblijftijd. Samenvattend kan gesteld worden dat alle freatische winningen in de arme zandgronden in principe bedreigd worden. De ernst van de bedreiging verschilt afhankelijk van de gemiddelde verblijftijd van het gewonnen water en de werkelijke adsorptie-capaciteit van de bodem ter plaatse. Functieverlies zal pas na verloop van tijd optreden, afhankelijk van bovengenoemde factoren. Dit kan er toe leiden dat pas 25 jaar na het ongeval het besmette water de putten bereikt en de winning alsnog verloren gaat.

Kans van optreden

De hier gebruikte scenario's gaan uit van de zogenaamde 1% bronterm en de 0.1% bronterm. Deze zijn door ECN beschreven als de ernstigste lozingen, waarmee gezien de kans van optreden nog rekening dient te worden gehouden bij nieuw te bouwen reactoren. De kans van optreden van deze brontermen is berekend op ten hoogste 10^{-7} à 10^{-8} per reactorjaar voor de 1% bronterm en ten hoogste 10^{-6} per reactorjaar voor de 0.1% bronterm. Bij de in dit rapport weergegeven effecten dienen deze kansen van optreden, naast de verschillende weersgesteldheden met hun specifieke kansen en gevolgen, steeds in gedachten te worden gehouden. De hier uitgevoerde berekeningen zijn voorts zodanig opgezet dat extreme gevolgen — vanuit de voor het betreffende scenario gekozen invalshoek (economische schade, landbouw-economische schade en de gevolgen voor de (drink)waterkwaliteit) — van een ongeval met een nieuw te bouwen kerncentrale in beeld worden gebracht.

Bovenstaande resultaten zijn de uitkomsten van berekeningen met het voor deze studie ontwikkelde model. Het model en de daarbij opgebouwde database vormen een algemene methodiek voor het berekenen van functieverlies. De resultaten zijn echter afhankelijk van de sterkte van de bron (bronterm) en de gehanteerde werkwaarden voor het beoordelen van het functieverlies. Wanneer de bronterm of de werkwaarden worden aangepast, dan zullen nieuwe berekeningen uitgevoerd moeten worden.

Rapport nr. SPH-06-15	ISBN nummer 90 346 1585 5	
Titel rapport Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Gevolgen van radioactieve besmetting van oppervlaktewater	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) P. J. A. Baan	Rapport type en periode Deelrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Waterloopkundig Laboratorium / WL	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting De gevolgen van een ongeval met een kerncentrale zijn geraamd voor: — de drinkwatervoorziening; — het gebruik van oppervlaktewater t.b.v. de agrarische sector, de industrie, voor waterrecreatie, e.d.; en — de visserij Besmetting van waterbronnen voor de drinkwatervoorziening kan tot grote problemen leiden, waarbij het niet altijd mogelijk is volledig in de behoefte aan drinkwater te voorzien met alle gevolgen van dien. Ook de agrarische sector kan schade lijden als niet in de behoefte aan onbesmet water voor beregening kan worden voorzien. De schade voor de recreatiesector kan ook aanzienlijk zijn. De schade voor andere watergebruikers zijn minder belangrijk. De visserij ondervindt met name schade door verlies van afzetmarkten, omdat deze terughoudend gaan reageren.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten	
	SPH 01-00 SPH 06-13 Zie bijgevoegde lijst	
	Aantal blz. 80	Prijs f 12,—
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING

1. Het onderzoek

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken is een studie uitgevoerd naar de economische schade van een eventueel ongeval in een mogelijk in Nederland te vestigen kerncentrale. Het onderzoek maakt deel uit van het project "Herbezinning Kernenergie" inzake de wenselijkheid en mogelijkheid van verdere toepassing van kernenergie ten behoeve van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. De studie is in de periode januari 1987 – januari 1988 uitgevoerd binnen het samenwerkingsverband SIBAS door de volgende instituten:

- Nederlands Economisch Instituut (NEI).
- Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).
- Grondmechanica Delft (GD).
- Waterloopkundig Laboratorium (WL).

alsmede buiten SIBAS-verband:

- Landbouw-Economisch Instituut (LEI).

Het onderhavige (deel)onderzoek, waarover hier wordt gerapporteerd, gaat in op de gevolgen van een kernsmeltongeval met een nieuw te bouwen kerncentrale van 1000 MWe voor het oppervlaktewater, de daarin levende vissen en ongewervelden en de effecten op de (drink)watervoorziening, de watergebonden recreatie en de visserij. Het onderzoek levert informatie die gebruikt is voor het vaststellen van de economische schade van genoemd ongeval.

Het ongeval zelf is beschreven aan de hand van twee zogenaamde brontermen, waarmee de hoeveelheid en de onderlinge verhouding van de uit de reactoromhulling ontsnapte radio-actieve stoffen (nucliden) worden aangegeven. Bij deze brontermen komt respectievelijk 1% en 0,1% van de reactorinhoud langs verschillende wegen buiten de getroffen centrale terecht. De kans van optreden van deze brontermen is door ECN (1987) voor nieuw te bouwen kerncentrales berekend op 10^{-7} à 10^{-8} per reactorjaar voor de 1%-bronterm en 10^{-6} per reactorjaar voor de 0,1%-bronterm.

Uit het grote aantal nucliden dat bij zo'n ongeval vrijkomt zijn er vijf gekozen, die door hun eigenschappen geacht worden het leeuwendeel van de economische schade voor hun rekening te nemen. Deze nucliden zijn:

- Jodium (I-131)
- Cesium (Cs-134 en Cs-137)
- Strontium (Sr-89 en Sr-90).

Uitgaande van bovengenoemde brontermen zijn, in een door het ECN uitgevoerde deelstudie, berekeningen uitgevoerd voor de verspreiding van de gekozen nucliden in de atmosfeer. Afhankelijk van de weersomstandigheden is berekend waar en in welke hoeveelheden de betrokken nucliden op land of in het oppervlaktewater terecht komen. Hiertoe zijn drie weersituaties gekozen en wel zodanig dat er, in combinatie met twee locaties, verschillende cases ontstaan met elk relatief grote gevolgen voor steeds andere belangen. Dit betreft stedelijk en geïndustrialiseerd gebied, de agrarische sector, en de watervoorziening. De gekozen weersomstandigheden hebben verschillende kansen van optreden en gevolgen. Bij het interpreteren van de resultaten dient dit in gedachten te worden gehouden. De volgende scenario's zijn gekozen:

Scenario Moerdijk-Utrecht (M'dijk-Utr), locatie Moerdijk met een windsnelheid van 8 m/s

uit zuidwestelijke richting. Het naar verwachting besmette gebied omvat een belangrijk deel van het landbouwareaal. Dus kunnen voor de landbouw relatief grote gevolgen worden verwacht.

- Scenario Moerdijk-Zuid-Holland (M'dijk-ZH), locatie Moerdijk met een windsnelheid van 4 m/s uit zuidoostelijke richting (met regen, dit geeft een grotere depositie van nucliden dan zonder regen). Met dit scenario zijn duidelijke gevolgen te verwachten voor het economische hart van Nederland.
- Scenario Westelijke Noord-Oost Polderdijk (WNOP), locatie West-NOP-dijk met een windsnelheid van 1,45 m/s uit zuidoostelijke richting. Bij dit scenario worden geen grote gevolgen verwacht voor de landbouw en stedelijk gebied, maar wel voor het oppervlaktewater.

De nucliden, die in het oppervlaktewater terecht komen, kunnen funktieverlies van dit water tot gevolg hebben. Op basis van voor de herbezinningsstudies opgestelde werkwaarden is bepaald voor welke functies het water gedurende een zekere periode niet meer bruikbaar is. Deze gegevens zijn gebruikt voor het vaststellen van de schade voor de (drink)watervoorziening, de watergebonden recreatie en de visserij. Bij de drinkwatervoorziening is met het oog op de groeiende vraag naar drinkwater zowel de huidige situatie (het jaar 1985) als een toekomstige situatie (het jaar 1995) in ogenschouw genomen.

Er is gewerkt met twee sets werkwaarden. De eerste set is gebaseerd op een maximale dosis voor voedsel en drinkwater tezamen van 5 mSv per jaar en de tweede van 50 mSv per jaar.

Om de gevolgen van besmetting van het oppervlaktewater te kunnen kwantificeren is noodgedwongen gebruik gemaakt van vele aannamen en schattingen. De verkregen schade-ramingen moeten in dit licht worden gezien en geven vooral een orde van grootte aan. In sommige gevallen zijn de onzekerheden zodanig groot, dat ervan is afgezien schadebedragen te ramen. Dit speelt met name bij de drinkwatervoorziening.

2. Gevolgen voor de drinkwatervoorziening

De drinkwatervoorziening wordt na een ongeval met een kerncentrale met meerdere problemen geconfronteerd:

- In het begin na een ongeval is de situatie erg onduidelijk. De mate van besmetting van waterbekkens en de gevolgen daarvan voor de drinkwaterkwaliteit moeten nog worden vastgesteld. Er zal moeten worden ingeteerd op niet-besmette voorraden. Voorts kunnen zich grote veranderingen voordoen in de vraag naar drinkwater.
- Problemen zijn te verwachten met mogelijke besmetting van grondwater tijdens het beluchten.
- Snelle hervatting of continuering van de levering van drinkwater is in enkele gevallen afhankelijk van het schoonmaken van gecontamineerde terreinen waar de productie van ruwwater of drinkwater plaatsvindt. Het onderbreken van de levering kan grote schade tot gevolg hebben bij de afnemers van het water.
- Duininfiltratieprojecten kunnen na enige tijd doorslag van radioactiviteit te zien geven. Doorslag op korte termijn geeft grote problemen, omdat dan nauwelijks kan worden voorzien in de waterbehoefte van de betreffende voorzieningsgebieden. Een langere tijdsduur tot doorslag maakt het mogelijk maatregelen te treffen, bijvoorbeeld in de vorm van aanvullende zuivering. De daarmee gemoeide kosten kunnen oplopen tot tientallen miljoenen guldens per maand.

Door gebruik te maken van nog beschikbare capaciteit van niet besmette produktiemiddelen kan (deels) in de tekorten aan drinkwater ten gevolge van besmetting van waterbekkens worden voorzien. De gevoeligheid van de drinkwatervoorziening voor storingen neemt daarvoor toe. De voorziening wordt immers afhankelijk van een kleiner aantal bronnen, projecten en transportleidingen.

Niet onvermeld mag blijven, dat sommige oplossingen gericht op het zoveel mogelijk voldoen aan de vraag naar drinkwater resulteren in een mindere kwaliteit van het geleverde water. Dat kan leiden tot een niet onbelangrijke kostenstijging voor huishoudens als deze voor consumptieve doeleinden flessenwater gaan kopen.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de te verwachten gevolgen voor de drinkwatervoorziening. Met scenario M'dijk-Utr doen zich met name problemen voor met de kwaliteit van het drinkwater. Met scenario M'dijk-ZH draagt contaminatie van bedrijfsterreinen (Kralingen/Berenplaat) in sterke mate bij aan de problemen (als gevolg hiervan kan tijdelijk geen drinkwater worden geleverd in Rotterdam en omstreken). Voorts kan doorslag van radioactiviteit naar duinwater met dit scenario grote problemen geven. Met scenario WNOP vormt het niet kunnen voorzien in de waterbehoefte een groot probleem. Daarnaast dient de kwetsbaarheid van de drinkwatervoorziening voor storingen te worden genoemd alsmede de tijdsduur van de effecten.

Gevolg \ Scenario	bronterm	M'dijk-Utr		M'dijk-ZH		WNOP	
		1%	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%
Contaminatie bedrijfs-terreinen ¹⁾		+	+	++	++	—	—
Kwetsbaarheid ^{2,3)}		+/-	—	—	—	++	++/-
Kwaliteit drinkwater ⁴⁾		++	++	+	+	—	—
Niet-geleverd water ^{3,5)} :							
— situatie 1985		1/0	0	1/0	0	10	10/0
— situatie 1995		2/1	1/0	2/1	1/0	21	21/0
Tijdsduur effecten ^{3,6)}		8m/2m	3m/0	8m/2m	3m/0	3j/19m	19m/1w
Duinwater ⁷⁾		—	—	++	++	—	—
Slibverwerking ⁸⁾ :							
— situatie 1985		4	4	0	0	0	0
— situatie 1995		5	5	0	0	1	1

Opm.: betekenis van de symbolen:

- = niet van belang
- + = belangrijk effect
- ++ = zeer belangrijk effect

¹⁾ Contaminatie van bedrijfsterreinen belemmert continuering of hervatting van de drinkwaterproductie.

²⁾ De voorziening wordt kwetsbaarder voor storingen als leidingbreuk en dergelijke.

³⁾ In geval van twee aanduidingen is er verschil in effect met werkwaarden op basis van een dosis van 5 mSv per jaar voor voedsel en drinkwater tezamen en van 50 mSv per jaar.

⁴⁾ Een mindere drinkwaterkwaliteit leidt tot schade bij huishoudens als deze overgaan tot aankoop van flessenwater.

⁵⁾ Vermeld is de behoefte aan drinkwater op jaarbasis (miljoen m³), waarin in het eerste jaar niet kan worden voorzien.

⁶⁾ Aangegeven is de langste gemiddelde overschrijdingsduur van werkwaarden voor met het betreffende scenario besmette bekkens (w=weken, m=maanden, j=jaren).

⁷⁾ Afhankelijk van de ligging van de pluim zou duin- en infiltratiewater (na enige tijd) besmet kunnen raken.

⁸⁾ Geraamde meerkosten van slibafvoer (miljoen gulden).

Tabel 1 Overzicht van gevolgen voor de drinkwatervoorziening

Concluderend kan in het algemeen worden gesteld, dat de problemen waarvoor de drinkwatervoorziening zich ziet gesteld na een ongeval met een kerncentrale in Nederland vele zijn en dat de daaruit voortvloeiende schade een grote omvang kan aannemen. In het onderhavige rapport is voornamelijk volstaan met het kwalitatief aangeven van de schade voor de drinkwatervoorziening.

3. Gevolgen voor gebruik oppervlaktewater

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de schadeposten gerelateerd aan het gebruik van oppervlaktewater. De in tabel 2 weergegeven schadebedragen verschillen sterk. Het grootste schadebedrag wordt waargenomen in het zomerseizoen voor scenario M'dijk-ZH met de 1%-bronterm en werkwaarden op basis van een maximale dosis voor voedsel en drinkwater tezamen van 5 mSv per jaar (443 miljoen gulden). Met scenario M'dijk-Utr is de geraamde schade gering. In de meeste gevallen is er een belangrijk verschil te constateren tussen zomer- en winterschade. Ook het niveau van de werkwaarden heeft in een aantal gevallen grote invloed. In de ramingen zijn geen schadebedragen voor de waterrecreatie begrepen.

	Scenario	M'dijk-Utr.		M'dijk-ZH		WNOP	
Schadepost	bronterm	1%	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%
Agrarische sector:							
— droogteschade ¹⁾		1	1/0	1	1/0	250/210	210/80
— kassuinbouw ^{1,2)}		—	—	442/14	13/0	—	—
Friesland ¹⁾ :							
— scheepvaart		—	—	—	—	45/10	10/7
— industrie		—	—	—	—	pm/0	0
— elektriciteitscentr.		—	—	—	—	12/3	3/2
Waterrecreatie ³⁾		pm	pm	pm	pm	pm	pm
Zandwinning ⁴⁾		0	0	—	—	25	25
totaal in zomer ¹⁾		1	1/0	443/15	14/0	332/248	248/114
totaal in winter ¹⁾		0	0	299/9	8/0	332/35	35/32

¹⁾ Zie noot 3 bij tabel 1.

²⁾ Ook opgenomen bij schaderaming voor land- en tuinbouw in rapportage van LEI.

³⁾ Gegeven de vele onzekerheden zijn geen schadebedragen geraamd. Op grond van de bestedingen aan waterrecreatie (in 1985 1,3 miljard gulden) moet niet worden uitgesloten, dat de schade een zeer grote omvang kan aannemen.

⁴⁾ De kans bestaat, dat de zandwinning langer wordt gestaakt dan hier is aangenomen. De schade zal dan groter zijn.

Tabel 2 Overzicht van schade voor het gebruik van oppervlaktewater (miljoen gulden)

De omvang van de weergegeven schade kan onder invloed van allerlei omstandigheden af- en toenemen. De schade met scenario WNOP bijvoorbeeld is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden in de periode na een kernongeval. Afhankelijk van het weer kan de droogteschade bijvoorbeeld afnemen tot een kwart of toenemen tot het zesvoudige van de weergegeven schade. Voorts wordt de schade bepaald door besluiten ten aanzien van de inname van water uit het IJsselmeer. Indien Friesland en Noord-Holland zich na radioactieve besmetting van het IJsselmeer terughoudender opstellen met betrekking tot het innemen van radioactief water uit het IJsselmeer dan overeenkomt met de hier gehanteerde werkwaarden, zal de schade toenemen.

De schade in de recreatiesector is nauwelijks te voorspellen en zal geen directe relatie vertonen met bijvoorbeeld de grootte van de bronterm. De schade wordt namelijk bepaald door het gedrag van mensen na een kernongeval (het omzien naar andere recreatiemogelijkheden en de tijdsduur daarvan). Voorts dient rekening te worden gehouden met schade voor de toeristenindustrie langs de Noordzeestranden.

Maatregelen om de schade van verminderde mogelijkheden tot aanvoer van oppervlaktewater uit het IJsselmeer en het Haringvliet te verminderen zullen moeten bestaan uit het aanvoeren van niet besmet water van elders. Nu nog zijn de mogelijkheden om bijvoorbeeld water vanuit de IJssel aan te voeren naar Friesland zeer beperkt. Door daarvoor infrastructurele voorzieningen te treffen kunnen deze mogelijkheden worden uitgebreid. Deze mogelijkheden en de kosten daarvan zijn in het kader van deze studie niet onderzocht.

4. Gevolgen voor de ecologie

Er wordt niet verwacht, dat de ecologische functie (met betrekking tot het populatieniveau) van het oppervlaktewater en daarmee samenhangend de visstand schade zal ondervinden van radioactieve besmetting van het oppervlaktewater. Ook ten aanzien van vogels, die zich aan het eind van de voedselketen bevinden, worden geen of weinig problemen verwacht. In dit opzicht zijn zeehonden vermoedelijk nog het meest kwetsbaar.

5. Gevolgen voor de visserij

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de geraamde schade voor de visserij na een ongeval met een kerncentrale voor de hier beschouwde scenario's. De grootste schadebedragen worden waargenomen voor scenario WNOP. Scenario M'dijk-ZH geeft relatief kleine schadebedragen te zien. De verschillen in schade tussen de twee brontermen zijn minder groot dan bijvoorbeeld voor oppervlaktewater is waargenomen in tabel 2. Ook is de invloed van het niveau van de werkwaarden op de schadebedragen minder uitgesproken. Het verschil in uitkomsten met de twee sets werkwaarden is ruwweg een faktor 2. In deze ramingen zijn geen schadebedragen voor de sportvisserij begrepen.

Visserijtak	Scenario bronterm	M'dijk-Utr.		M'dijk-ZH		WNOP	
		1%	0,1%	1%	0,1%	1%	0,1%
Beroepsbinnenvisserij ¹⁾		14/9	11/4	2	2	10	10
Sportvisserij ²⁾		pm	pm	pm	pm	pm	pm
Waddenzeevisserij ¹⁾		—	—	—	—	4/0	8/2
Noordzeevisserij ¹⁾		—	—	4/0	8/2	—	—
totaal in 1ste jaar ¹⁾		14/9	11/9	6/2	10/4	14/10	18/12
schade in 2de jaar en daaropvolgende ¹⁾		30/6	6/3	4/2	2/1	65/43	51/27
totaal ¹⁾		44/15	17/7	10/4	12/5	79/53	69/39

¹⁾ Zie noot 3 bij tabel 1.

²⁾ Gegeven de vele onzekerheden zijn geen schadebedragen geraamd. Op grond van de bestedingen aan sportvisserij (in 1985 circa 270 miljoen gulden) moet niet worden uitgesloten, dat deze schade een grote omvang kan aannemen.

Tabel 3 Geraamde schade voor de visserij (miljoen gulden)

In werkelijkheid kan de visserij een veel grotere schade ondervinden dan in de tabel is aangegeven. Zo kunnen vis en visprodukten uit Nederland na radioactieve besmetting van oppervlaktewater in een slechte reuk komen te staan, wat ook gevolgen heeft voor de afzet van niet besmette visprodukten. Als dit vis en visprodukten uit de Waddenzee en Noordzee betreft kan de schade door afzetverlies al snel oplopen tot honderden miljoenen guldens per jaar. Is de afzet van Nederlandse visserijprodukten eenmaal overgenomen door andere landen, dan is terugwinnen van deze afzet daarna een moeizame zaak.

De schadebedragen voor de visverwerkende industrie en de handel zijn berekend door NEI. Voor de resultaten van de berekeningen zij verwezen naar het rapport van NEI, (1988).

Leidt een ongeval met een kerncentrale (door terughoudendheid van de consument) tot een langdurige en algemene aantasting van de afzetmogelijkheden van vis en visprodukten, dan kan een aanzienlijk deel van de jaaromzet van de bij de visserij betrokken sectoren van enkele miljarden guldens in het geding zijn en zal de schade niet tot enkele tientallen miljoenen guldens beperkt blijven.

Rapport nr. SPH-06-16		ISBN nummer 90 346 1595 2	
Titel rapport Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Landbouw-economische gevolgen		Distributienummer	
		Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) Drs. L. B. van der Giessen		Rapport type en periode deelrapport 1987-1988 Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Uitvoerend instituut Landbouw-Economisch Instituut			
Opdrachtgever(s)			
Samenvatting De landbouw-economische gevolgen van een ongeval in een kerncentrale bestaan uit productie verliezen en export verliezen. De productie verliezen zijn het grootst bij de 1%-bronterm wanneer zo'n ongeval in mei plaatsheeft. Deze verliezen ontstaan voornamelijk wegens het onbruikbaar worden van gras in het besmette gebied gedurende de eerste zes weken na het ongeval en wegens het verloren gaan van tuinbouwprodukten onder glas gedurende de eerste drie maanden na het ongeval als gevolg van gebrek aan voldoende onbesmet water voor beregening. De exportverliezen worden voornamelijk veroorzaakt door het verloren gaan van een deel van de gebruikelijke exportmarkten om psychologische redenen. De conclusie kan worden getrokken dat de exportverliezen dermate overheersend zijn in het totale schadebeeld, dat de aard en de plaats van het in beschouwing genomen ongeval van minder betekenis lijken. Een goede voorlichting aan consumenten en handelaren in binnen- en buitenland lijkt dan ook in geval van een ongeval noodzakelijk om de verliezen zoveel mogelijk te beperken.			
Begeleidingscommissie		Bijbehorende rapporten	
		SPH 01-00 SPH 06-13 Zie lijst achterin	
		Aantal blz. 72	Prijs f 10,80
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.			

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Namens de Stuurgroep Project Herbezinning Kernenergie is door het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Landbouw en Visserij opdracht verleend de economische gevolgen te onderzoeken van een ongeval in een mogelijk in Nederland te vestigen kerncentrale van 1000 MWe. In deze deelstudie wordt gerapporteerd over de landbouw-economische gevolgen.

Wat de aard van het ongeval betreft, zijn twee brontermen onderscheiden: de 1%-bronterm en de 0,1%-bronterm, waarbij respectievelijk 1% en 0,1% van de reactorinhoud buiten de getroffen centrale terecht komt.

De omvang van het besmette gebied hangt voorts af van de locatie van de kerncentrale en de weersomstandigheden. Uitgegaan is van drie scenario's:

- scenario Moerdijk-Utrecht, met Moerdijk als locatie en een windsnelheid van 8 m/s uit zuid-westelijke richting;
- scenario Moerdijk-Zuid-Holland, met Moerdijk als locatie, een windsnelheid van 4 m/s uit zuidoostelijke richting en regen;
- scenario Westelijke Noordoostpolderdijk, met Westelijke Noordoostpolderdijk als locatie en een windsnelheid van 1,45 m/s uit zuidoostelijke richting. Bij dit laatste scenario wordt met name een gedeelte van de Waddenzee en het IJsselmeer besmet. Hierdoor zijn er voor dit scenario geen afzonderlijke berekeningen gemaakt, maar zijn er wel enige conclusies getrokken.

Per bronterm is van twee werkwaarden uitgegaan, namelijk 5 mSv en 50 mSv¹⁾, teneinde de gevoeligheid voor tegenmaatregelen na te gaan.

Zoals hierboven reeds is vermeld, wordt bij de hier gebruikte scenario's uitgegaan van de zogenaamde 1% bronterm en de 0,1% bronterm. Deze zijn door ECN beschreven als de ernstigste lozingen, waarmee gezien de kans van optreden nog rekening dient te worden gehouden bij nieuw te bouwen reactoren. De kans van optreden van deze brontermen is in het ECN-brontermrapport (SPH-03-01) berekend op ten hoogste 10^{-8} à 10^{-7} per reactorjaar voor de 1% bronterm en ten hoogste 10^{-6} per reactorjaar voor de 0,1% bronterm.

Bij de in dit rapport weergegeven effecten dienen deze kansen van optreden, naast de verschillende weersgesteldheden met hun specifieke kansen en gevolgen, steeds in gedachten te worden gehouden.

De hier uitgevoerde berekeningen zijn voorts zodanig opgezet dat extreme gevolgen — vanuit de voor het betreffende scenario gekozen invalshoek (economische schade, landbouw-economische schade en de gevolgen voor de (drink)waterkwaliteit) — van een ongeval met een kerncentrale in beeld worden gebracht.

De economische gevolgen voor land- en tuinbouw bestaan uit produktieverlies en exportverlies.

Het produktieverlies is een gevolg van het onbruikbaar worden van gewassen, vee, grond en water wegens een te hoge concentratie nucliden. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen een ongeval in mei en december, omdat het tijdstip van het ongeval van grote betekenis kan zijn voor de omvang van de schade. Voorts is de produktieschade berekend voor de jaren volgend op het eerste jaar na het ongeval.

Het exportverlies hangt samen met de veronderstelde weigering van een deel van de buitenlandse afnemers om Nederlandse land- en tuinbouwprodukten af te nemen, hoewel deze produkten wel geschikt zijn voor consumptie. De geweigerde hoeveelheid produkten, vermindert met het produktieverlies, moet tegen verlaagde prijzen worden afgezet op alternatieve exportmarkten. Bij tuinbouwprodukten is tevens rekening gehouden met prijseffecten op de totale afzet in binnen- en buitenland.

De tabellen 1 en 2 laten voor de twee scenario's betreffende de locatie Moerdijk een samenvatting zien van de directe nationaal-economische schade als gevolg van produktieverlies en exportverlies van land- en tuinbouwprodukten. De indirecte schade, dat is de schade in de toeleverende en afnemende bedrijven als gevolg van het produktieverlies van land- en tuin-

¹⁾ mSv = milli-Sievert = 0,001 Sievert.

bouwprodukten, is niet in deze tabel opgenomen, maar in de schadeberekening die door het Nederlands Economisch Instituut is uitgevoerd.

In geval van het scenario Moerdijk-Utrecht (tabel 1) blijkt het produktieverlies voornamelijk in het eerste jaar op te treden als het ongeval in mei plaatsheeft. Bij de 1%-bronterm bedraagt de totale schade dan ongeveer 1,4 miljard gulden en bij de 0,1%-bronterm 0,9 à 1,1 miljard gulden. Ongeveer 90% van deze schade wordt veroorzaakt door het verlies van de grasproductie gedurende de eerste zes weken na het ongeval in mei.

Tabel 1 Samenvattend overzicht van de directe schade als gevolg van produktieverlies en exportverlies in land- en tuinbouw (miljoenen gulden) in geval van scenario Moerdijk-Utrecht

	Lichte exportvariant			Zware exportvariant		
	produk- tie- verlies	export- verlies	totale schade	produk- tie- verlies	export- verlies	totale schade
1%-bronterm, 5 mSv						
1e jaar, mei	1446	2480	3926	1446	3850	5296
1e jaar, december	36	2580	2616	36	3950	3986
2e jaar	28	1435	1463	28	2375	2403
1%-bronterm, 50 mSv						
1e jaar, mei	1407	2530	3937	1407	3890	5297
1e jaar, december	4	2620	2624	4	3980	3984
2e jaar	1	1465	1466	1	2405	2406
0,1%-bronterm, 5 mSv						
1e jaar, mei	1157	2550	3707	1157	2950	5107
1e jaar, december	6	2620	2626	6	3980	3986
2e jaar	3	1465	1468	3	2405	2408
0,1%-bronterm, 50 mSv						
1e jaar, mei	944	2550	3494	944	3950	4894
1e jaar, december	3	2620	2623	3	3980	3983
2e jaar	—	1465	1465	—	2405	2405

In geval van het scenario Moerdijk-Zuid-Holland (tabel 2) is het totale produktieverlies op korte termijn kleiner en op langere termijn groter dan bij het scenario Moerdijk-Utrecht. Dit komt doordat minder gras verloren gaat, maar de akkerbouw en tuinbouw meer schade oplopen. De schade is het grootst bij de 1%-bronterm met een werkwaarde van 5 mSv. In mei bedraagt de schade daarbij 890 miljoen gulden en bij een ongeval in december 461 miljoen gulden. In volgende jaren is in die situatie nog sprake van een schade van 139 miljoen gulden per jaar. Het exportverlies is voornamelijk een gevolg van psychologische factoren. Hoewel de exportprodukten aan de gestelde normen voldoen, wordt mede op basis van ervaringen na het ongeval in Tsjernobyl verwacht dat een gedeelte toch niet door de gebruikelijke importeurs zal worden afgenomen. Voor deze produkten moeten andere exportbestemmingen worden gezocht, hetgeen alleen mogelijk wordt geacht tegen verlaagde afzetprijzen. De hierdoor ontstane lagere exportopbrengsten worden als exportverliezen aangemerkt, voor zover deze lagere opbrengsten niet reeds in het produktieverlies zijn verdisconteerd. Het exportverlies is groter naarmate er minder produktieverlies is. Een klein produktieverlies geeft immers een groter overschot van produkten, waardoor bovendien de exportprijzen sterker dalen.

Tabel 2 Samenvattend overzicht van de directe schade als gevolg van produktieverlies en exportverlies in land- en tuinbouw (miljoenen gulden) in geval van scenario Moerdijk-Zuid-Holland

	Lichte exportvariant			Zware exportvariant		
	produk- tie- verlies	export- verlies	totale schade	produk- tie- verlies	export- verlies	totale schade
1%-bronterm, 5 mSv						
1e jaar, mei	890	1590	2480	890	3140	4030
1e jaar, december	461	2000	2461	461	3380	3841
2e jaar	139	1255	1394	139	2195	2334
1%-bronterm, 50 mSv						
1e jaar, mei	307	2480	2787	307	3890	4197
1e jaar, december	57	2550	2607	57	3940	3997
2e jaar	37	1375	1412	37	3215	2352
0,1%-bronterm, 5 mSv						
1e jaar, mei	292	2480	2772	292	3890	4182
1e jaar, december	63	2550	2613	63	3940	4003
2e jaar	42	1375	1417	42	2315	2357
0,1%-bronterm, 50 mSv						
1e jaar, mei	187	2560	2747	187	3950	4137
1e jaar, december	9	2620	2629	9	3980	3989
2e jaar	—	1465	1465	—	2405	2405

Er zijn twee exportvarianten onderscheiden teneinde inzicht te verkrijgen in de gevoeligheid van de Nederlandse export voor buitenlandse reacties. Bij de lichte exportvariant reageren de buitenlandse afnemers minder sterk dan bij de zware exportvariant. Voorts is aangenomen dat in het tweede jaar na het ongeval het exportverlies in hoeveelheden tot de helft afneemt. De periode daarna is niet meer in beschouwing genomen omdat moeilijk is aan te geven in welke mate het zal gelukken de verlorengedane exportmarkten terug te winnen. De totale export-schade is derhalve beperkt tot de som van de exportverliezen in de eerste twee jaren na het ongeval met de kerncentrale.

In geval van het scenario Moerdijk-Utrecht (tabel 1) wordt weinig produktieverlies geleden, waardoor het exportverlies in alle situaties ongeveer 2,5 miljard gulden in het eerste jaar bedraagt en 1,5 miljard gulden in het tweede jaar in geval van de lichte exportvariant. Bij de zware exportvariant zijn deze bedragen respectievelijk bijna 4 miljard gulden in het eerste jaar en 2,4 miljard gulden in het tweede jaar.

In geval van het scenario Moerdijk-Zuid-Holland (tabel 2) wijkt de exportschade alleen aanmerkelijk af van die bij het scenario Moerdijk-Utrecht in geval van de 1 %-bronterm met een werk-waarde van 5 mSv. In die situatie treedt er in Zuid-Holland een tamelijk groot produktieverlies op, waardoor de exportschade lager is.

Uit deze verschillen tussen de twee scenario's kan worden afgeleid dat het bij prijsgevoelige produkten (zoals tuinbouwprodukten) betrekkelijk weinig uitmaakt of men bij verlies van afzetmarkten tracht alle produkten toch af te zetten tegen een verlaagd prijspeil of het overschot aan deze produkten (verlorengedane normale export minus verlorengedane produktie) uit de markt neemt en vernietigt.

De financiële schade is in beide gevallen ongeveer gelijk bij het in dit onderzoek veronderstelde verlies van exportmarkten. Het door de overheid uit de markt nemen van het exportoverschot is wellicht toch te prefereren in het belang van de Nederlandse producenten, omdat in dat geval ook het binnenlands prijspeil gehandhaafd kan blijven.

De daling van het binnenlandse prijspeil van tuinbouwprodukten levert immers ook nog een aanzienlijke schade op voor de tuinbouwsector. Deze schade is niet in de tabellen 1 en 2 opgenomen omdat het daarin gaat om de nationaal-economische schade en niet om de schade die alleen de sector lijdt. In nationaal-economisch opzicht worden de verliezen van tuinders op de binnenlandse markt immers gecompenseerd door de lagere uitgaven van de consumenten in Nederland.

Voor het scenario Westelijke Noordoostpolderdijk (WNOP) zijn geen afzonderlijke berekeningen gemaakt, omdat er nauwelijks of geen landbouwgrond wordt besmet. Dit wil echter niet zeggen dat er geen schade optreedt bij een ongeval met een kerncentrale.

Uit het rapport van het Waterloopkundig Laboratorium (WL) blijkt dat er in het eerste jaar na een ongeval droogteschade in de landbouw optreedt omdat water uit het IJsselmeer niet voor beregening kan worden gebruikt. De droogteschade bedraagt respectievelijk 250 miljoen gulden bij de 1 %-bronterm en 5 mSv, 210 miljoen gulden bij de 1 %-bronterm en 50 mSv, 210 miljoen gulden bij de 0,1 %-bronterm en 5 mSv en 80 miljoen gulden bij de 0,1 %-bronterm en 50 mSv.

Voor schade met betrekking tot de visserij in het IJsselmeer wordt verwezen naar het genoemde rapport van het WL.

Tenslotte kunnen er om psychologische redenen ook exportproblemen met landbouwprodukten ontstaan in het scenario WNOP, die in het uiterste geval tot een exportschade kunnen leiden die ongeveer gelijk is aan die welke in het scenario Moerdijk-Utrecht is vermeld (daar is immers ook weinig verlies van landbouwprodukten).

De eindconclusie kan worden getrokken dat het exportverlies dermate overheersend is in alle scenario's, dat het voor het totale schadebeeld relatief weinig uitmaakt welke bronterm en welke werkwaarde als uitgangspunt genomen wordt. Het scenario Moerdijk-Utrecht levert echter nog wel een extra schade op als gevolg van het tijdelijk onbruikbaar worden van grote oppervlakten grasland bij een ongeval in mei.

In geval van een ongeval zal dan ook veel aandacht geschonken moeten worden aan een goede voorlichting aan consumenten en handelaren in binnen- en buitenland. Hierbij kan overwogen worden licht besmette produkten (die wel voor consumptie geschikt zijn) uit de markt te nemen omdat deze handelswijze de totale schade zelfs kan doen verminderen als hierdoor het vertrouwen van de consument in het Nederlandse produkt behouden blijft of sneller teruggewonnen kan worden. Dit geldt des te meer omdat niet aangenomen is dat ook de binnenlandse consument overgaat tot een lagere consumptie van Nederlandse land- en tuinbouwprodukten. Indien dat het geval zou zijn, zou de schade nog veel groter worden dan hier berekend is, vooral door de dan te verwachten verdere prijsdaling van tuinbouwprodukten.

Rapport nr. SPH-07-17		ISBN nummer 90 346 1605 3	
Titel rapport Analyse van de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de lokatie Moerdijk		Distributienummer	
		Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s)		Rapport type en periode Hoofdrapport	
Uitvoerend instituut Rijks Planologische dienst		Titel onderzoekproject	
		Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)			
Samenvatting Indien tot de bouw van nieuw nucleair vermogen in Nederland wordt besloten, zal moeten worden gewaarborgd dat de daarvoor te kiezen lokaties blijven voldoen aan de criteria die aan de vestiging van kerncentrales gesteld zijn. In het deel d van de pkb Vestigingsplaatsen voor kerncentrales is aangegeven dat nader onderzoek nodig is naar de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de lokatie Moerdijk. Na het ongeval met de kerncentrale te Tsjernobyl is dit onderzoek toegevoegd aan de reeks van studies die in het kader van het Projekt Herbezinning kernenergie zijn uitgevoerd. In dit rapport zijn de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de lokatie Moerdijk nagegaan aan de hand van de te verwachten bevolkingsontwikkeling rond Moerdijk tot het jaar 2000 en een inventarisatie van overige relevante ontwikkelingen. Wat betreft een van de twee geschikt geachte situeringen van een kerncentrale op het Moerdijkterrein wordt geconcludeerd, dat mogelijk beperkingen zullen moeten worden opgelegd aan de bevolkingsontwikkeling, indien besloten wordt tot vestiging van een kerncentrale op deze lokatie. Wat betreft overige relevante ontwikkelingen wordt geconcludeerd dat de mogelijke vestiging van een racecircuit op het Moerdijkterrein en de eventuele vestiging van een kerncentrale op het Moerdijkterrein of het openhouden van de mogelijkheid daartoe, elkaar uitsluiten.			
Begeleidingscommissie		Bijbehorende rapporten SPH-01-00 Zie lijst achterin	
		Aantal blz. 28	Prijs f 4,20
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.			

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Indien tot de bouw van nieuw nucleair vermogen in Nederland wordt besloten, zal moeten worden gewaarborgd dat de daarvoor te kiezen lokaties blijven voldoen aan de criteria die aan de vestiging van kerncentrales gesteld zijn.

Het waarborgingsbeleid is gericht op ontwikkelingen met betrekking tot de bevolkingsomvang, explosie- en toxischgevaarlijke inrichtingen, en burgerluchtvaartterreinen en is omschreven in Hoofdstuk 6 van het deel a en het deel d van de pkb Vestigingsplaatsen voor kerncentrales.

In het deel d van deze pkb is aangegeven, dat nader onderzoek nodig is naar de praktische consequenties van het waarborgingsbeleid voor de lokatie Moerdijk, waarbij wat betreft de risico's (voor de bevolking) uitgegaan zou moeten worden van een zo concreet mogelijk gedefinieerd nucleair project.

Na het ongeval met de kerncentrale te Tsjernobyl is dit onderzoek toegevoegd aan de reeks van studies die in het kader van het Project Herbezinning Kernenergie zijn uitgevoerd.

In dit rapport zijn in aanvulling op het deel d de eventuele consequenties van het waarborgingsbeleid nog eens zorgvuldig nagegaan aan de hand van de te verwachten bevolkingsontwikkeling rond Moerdijk tot het jaar 2000 en een inventarisatie van overige relevante ontwikkelingen.

Het risico-aspect is in algemene zin aan de orde gesteld in de brontermstudie (SPH-03-01) en, toegespitst op de lokatie Moerdijk, in de studie Gevolgen voor de omgeving (SPH-08-18). De eventuele gevolgen van de resultaten van deze studies voor het waarborgingsbeleid, in het bijzonder met betrekking tot Moerdijk, zullen aan de orde komen in het kader van de voorbereiding van het regeringsstandpunt over de uitbreiding van kernenergie in Nederland.

Aan de hand van concrete situaties en te verwachten ontwikkelingen is in dit rapport nagegaan of de lokatie Moerdijk voldoet aan de criteria ter waarborging van de geschiktheid van mogelijke vestigingsplaatsen voor nieuwe kerncentrales.

Geconcludeerd wordt dat:

- de lokatievariant 1000/4100 tot het jaar 2000 nog net voldoet aan het waarborgingscriterium van 4500 gewogen inwoners in de dichtstbevolkte 45°-sector tot 20 km. De mogelijkheid bestaat dat in de periode na 2000 de lokatievariant 1000/4100 niet meer zal voldoen aan het waarborgingscriterium van 4500 gewogen inwoners.
- de lokatievariant 1000/4105 voor het jaar 2000 niet meer zal voldoen aan eerdergenoemd waarborgingscriterium. Dit kan tot gevolg hebben dat, bij een eventueel besluit tot vestiging van een kerncentrale op deze lokatie, beperkingen zullen moeten worden opgelegd aan de bevolkingsontwikkeling in de dichtstbevolkte 45°-sector.
- op grond van het huidige waarborgingsbeleid de mogelijke vestiging van een racecircuit op Moerdijk bij vestiging van een kerncentrale op het Moerdijkterrein of het openhouden van de mogelijkheid daartoe geen doorgang kan vinden. Het omgekeerde geldt ook.
- de bevolkingstoename van de kernen Klundert en Zevenbergen toelaatbaar is, gelet op de bovenlokale functie van Zevenbergen en op het feit dat voornamelijk sprake is van een natuurlijke aanwas van de beide kernen.

Rapport nr. SPH-08-18	ISBN nummer 90 346 1615 0	
Titel rapport Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien Gevolgen voor de omgeving	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) J. F. A. van Hienen, P. M. Roelofsen, A. D. Poley	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Energieonderzoek Centrum Nederland - ECN	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
	Opdrachtgever(s)	
Samenvatting Als bij een ernstig ongeval met een kerncentrale een lozing optreedt van radioactieve stoffen in de atmosfeer, wat zijn dan de gevolgen voor de omgeving, in het bijzonder voor de mens? Deze vraag wordt in dit rapport beantwoord. Uitgaande van de ongunstigste van de mogelijk geachte lozingen op de ongunstigste van de beschouwde lokaties, worden minder dan 100 ziektegevallen (misselijkheid of andere niet-ernstige stralingsziekten) verwacht, en geen dodelijke slachtoffers. Het aantal ziektegevallen zal ongeveer 20 maal hoger liggen indien geen beschermende maatregelen zouden zijn getroffen (schuilen, jodiumprofylaxe, evacuatie). Op lange termijn kan sprake zijn van een extra kans op fatale tumoren van maximaal 0,15% voor hen die dichtbij de centrale woonachtig zijn, en van maximaal 0,05% voor hen die elders in het verontreinigde gebied wonen. Ter vergelijking: de kans op overlijden door een tumor door andere oorzaken ontstaan, bedraagt in Nederland thans ruim 30%.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 SPH-08-19 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 92	Prijs f 13,80
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het ongeval te Tsjernobyl is aanleiding geweest tot een herbezinning op de uitbreiding van kernenergie in Nederland. In dat kader heeft de overheid besloten tot het doen uitvoeren van een aantal studies tezamen het Project Herbezinning Kernenergie genoemd.

ECN ontving de opdracht na te gaan in hoeverre nieuwe, na 1984 beschikbaar gekomen, gegevens met betrekking tot de veiligheid van een kerncentrale, aanleiding zijn om de uitgangspunten en schattingen uit vroegere publikaties aan te passen. De resultaten zijn neergelegd in 'Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien – de bronterm'. Dit zogeheten brontermrapport behandelt de oorzaken van mogelijke reactorongevallen en de daarop eventueel volgende lozing. Het geeft het verband tussen de omvang van een mogelijke lozing (de bronterm) en de kans op een lozing, voor nieuw te bouwen centrales van het lichtwaterreactortype. Dit verband is voor drie brontermen bepaald: een naar internationale maatstaven gemeten grote, een middelgrote en een relatief kleine lozing. De grote lozing is van dezelfde orde van grootte als de lozing in Tsjernobyl. Voor nieuw te bouwen centrales is het mogelijk de kans van optreden van een dergelijke bronterm te beperken tot minder dan eens per miljard bedrijfsjaren. Volgens het brontermrapport behoeft daarom met deze grote bronterm geen rekening te worden gehouden. In aansluiting op het brontermrapport is in dit rapport nagegaan welke gevolgen de resterende twee brontermen voor het milieu met zich kunnen meebrengen.

In de eerste plaats gaat het daarbij om de depositie van de geloosde radioactieve stoffen en de gevolgen daarvan voor de omgeving. In de atmosfeer geloosde radioactieve stoffen worden namelijk in de omgeving verspreid op een wijze die afhangt van het heersende weer. Met uitzondering van de edelgassen zullen de stoffen na enige tijd neerslaan en daardoor bodem en water verontreinigen. De ioniserende straling die door de radioactieve stoffen wordt uitgezonden kan schade aanrichten: in de fase direct na het ongeval vindt blootstelling plaats van de mens door directe straling uit de wolk en door inademing, in een later stadium tengevolge van verblijf op de verontreinigde bodem, en als gevolg van consumptie van verontreinigd drinkwater en voedsel.

In de tweede plaats zijn de gevolgen voor de mens nagegaan bij een ongeval op de 'referentievestigingsplaats' en bij een ongeval op de locatie Moerdijk. Voor de locatie Moerdijk is gekozen omdat in het regeringsstandpunt inzake vestigingsplaatsen een nadere studie met betrekking tot deze locatie is toegezegd. De resultaten zijn vergeleken met de in het Indicatief Meerjarenplan Milieubeheer (IMP-M) 1986-1990 neergelegde criteria voor individuele en groepsrisico's.

Naast de depositie en de gevolgen voor de mens zijn in de derde plaats gegevens gegenereerd ten behoeve van studies betreffende evacuatie en economische gevolgen, twee andere studies in het kader van het Project Herbezinning Kernenergie. Dit is gedaan voor een tweetal mogelijke vestigingsplaatsen, te weten Moerdijk en westelijke-Noord-oostpolderdijk, waarbij in totaal van drie ongevalsscenario's is uitgegaan. Aan de keuze van westelijke-Noordoostpolderdijk ligt dezelfde reden ten grondslag als aan de keuze van Moerdijk. De drie scenario's zijn zo gekozen dat daarin extreme gevolgen voor landbouw, economie respectievelijk watervoorziening optreden.

Met behulp van dosisberekeningen is in aansluiting op internationale aanbevelingen op dit gebied een maatregelscenario opgesteld. Dit scenario en de voor de drie ongevals-situaties berekende dosiscontouren vormen de basis voor de twee eerder genoemde studies.

De gevolgen voor de mens

De gevolgen voor de mens, met en zonder maatregelen, hangen af van de uiteindelijk ontvangen dosis, maar uiteraard ook van het aantal personen dat een dosis ontvangt. Dit laatste wordt zowel door het heersende weer als door de bevolkingsdichtheid rond de centrale bepaald. De gevolgen zijn berekend in termen van acute en late slachtoffers.

Voor de ongunstigste van de beschouwde vestigingsplaatsen en voor de grootst mogelijk geachte lozing – de bronterm-1%, met een kans van optreden van 10^{-8} tot 10^{-7} per reactorjaar – zijn de gevolgen voor de mens:

op de korte termijn (eerste maand)

Tijdens het overtrekken van de radioactieve wolk levert de ingeademde verontreinigde lucht de grootste bijdrage aan de lichaamsdosis. Evacuatie en schuilen in een gesloten omgeving ("ramen en deuren sluiten") zijn dan effectieve maatregelen, evenals het toedienen van jodiumtabletten.

- dodelijke slachtoffers : geen
- zieken (misselijkheid of andere niet-ernstige stralingsziekten):
verwachtingswaarde minder dan 100,
namelijk, bij ongunstige weerscondities (5% van de tijd) : 0 tot 1000
bij de overige weerscondities (95% van de tijd) : geen

Het effect van bovengenoemde beschermende maatregelen is in deze cijfers verdisconteerd. Zonder maatregelen zal het aantal dodelijke slachtoffers nul blijven, maar zal het verwachte aantal niet-ernstige ziektegevallen ongeveer 20 maal groter zijn. Bovendien zal dan sprake zijn van 0 tot 200 gevallen (verwachtingswaarde: 15) van ernstige, maar niet-dodelijke stralingsziekten.

op de lange termijn (50 jaar)

Na het overtrekken van de wolk vormen het verblijf op de verontreinigde bodem en de consumptie van besmet drinkwater en voedsel de belangrijkste oorzaken van verdere blootstelling van de mens. Deze kan worden beperkt door voedselcontrole en tijdelijke evacuatie. Het effect van de maatregelen is in deze cijfers verdisconteerd.

- de kans op overlijden door fatale tumoren (welke in Nederland thans ruim 30% bedraagt) wordt tengevolge van de extra stralingsbelasting verhoogd met
max. 0,15% voor personen woonachtig tot 15 km van centrale
max. 0,05% voor personen woonachtig vanaf 15 km van centrale

Vergelijking vestigingsplaatsen

In het Indicatief Meerjarenprogramma-Milieubeheer (IMP-M) heeft de overheid risicocriteria voorgesteld waarmee de risico's kunnen worden vergeleken, die zijn verbonden aan nieuwe industriële activiteiten. Indien men de in dit rapport berekende gevolgen combineert met de kansen op een ongeval met een kerncentrale (de uitkomsten van het bovengenoemde 'brontermrapport'), is een vergelijking met IMP-M mogelijk. Met inachtneming van de in dit rapport gehanteerde uitgangspunten blijkt dan dat een nieuw te bouwen kerncentrale aan deze criteria voldoet, welke van de beschouwde vestigingsplaatsen men ook kiest.

Rapport nr. SPH-08-19	ISBN nummer 90 346 1625 8	
Titel rapport Ernstige reactorongevallen opnieuw bezien Gevolgen voor de omgeving * Bijlagen	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) J. F. A. van Hienen, P. M. Roelofsen, A. D. Poley	Rapport type en periode Hoofdrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Energieonderzoek Centrum Nederland - ECN	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
	Opdrachtgever(s)	
Samenvatting Als bij een ernstig ongeval met een kerncentrale een lozing optreedt van radioactieve stoffen in de atmosfeer, wat zijn dan de gevolgen voor de omgeving, in het bijzonder voor de mens? Deze vraag wordt in dit rapport beantwoord. Uitgaande van de ongunstigste van de mogelijk geachte lozingen op de ongunstigste van de beschouwde lokaties, worden minder dan 100 ziektegevallen (misselijkheid of andere niet-ernstige stralingsziekten) verwacht, en geen dodelijke slachtoffers. Het aantal ziektegevallen zal ongeveer 20 maal hoger liggen indien geen beschermende maatregelen zouden zijn getroffen (schuilen, jodiumprofylaxe, evacuatie). Op lange termijn kan sprake zijn van een extra kans op fatale tumoren van maximaal 0,15% voor hen die dichtbij de centrale woonachtig zijn, en van maximaal 0,05% voor hen die elders in het verontreinigde gebied wonen. Ter vergelijking: de kans op overlijden door een tumor door andere oorzaken ontstaan, bedraagt in Nederland thans ruim 30%.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 SPH-08-18 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 84	Prijs f 12,60
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

Rapport nr. SPH-06-20	ISBN nummer 90 346 1685 1	
Titel rapport Economische schade van een ongeval met een kerncentrale: Beschrijving economische analyse	Distributienummer	
	Datum publicatie Voorjaar 1988	
Schrijver(s)/redacteur(s) J. A. van der Vlist, J. van der Vlies en L. Beumer	Rapport type en periode Deelrapport 1987-1988	
Uitvoerend instituut Nederlands Economisch Instituut, Rotterdam	Titel onderzoekproject Project Herbezinning Kernenergie	
Opdrachtgever(s)		
Samenvatting De economische schade als gevolg van een ongeval in een kerncentrale bestaat uit een aantasting van de welvaart. Deze schade bestaat uit het verlies van de centrale zelf en uit de schade die wordt veroorzaakt door radio-actieve besmetting van de omgeving. In deze studie zijn 12 ongevals-cases bestudeerd. Voor 11 van deze cases is de totale schade aan de Nederlandse welvaart geraamd op 14 à 17 miljard gulden (prijspeil 1985). Slechts bij één case, namelijk bij een ernstig ongeval waarbij een sterk verstedelijkt gebied wordt besmet en een stringent veiligheidsbeleid wordt gevoerd, bedraagt de geraamde schade 30 miljard gulden.		
Begeleidingscommissie	Bijbehorende rapporten SPH-01-00 SPH-06-13 Zie lijst achterin	
	Aantal blz. 124	Prijs f 18,60
Rapporten uit de reeks Project Herbezinning Kernenergie zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het D.O.P. (Distributiecentrum voor Overheidspublicaties), postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, onder vermelding van het ISBN nummer en het gewenste aantal exemplaren.		

SAMENVATTING EN CONCLUSIES NEI-RAPPORT

Aard en omvang van de in beschouwing genomen ongevalstypen

In het voorliggende rapport zijn ramingen gemaakt van de economische schade, die kan worden verwacht bij een ongeval met een kerncentrale in Nederland. In dit verband zou een zeer groot aantal cases kunnen worden onderscheiden, namelijk aan de hand van

- a. verschillende lokaties;
- b. verschillen in ernst van het ongeval;
- c. verschillen in weersomstandigheden waaronder het ongeval plaatsvindt.

Voor de ondernomen studie zijn slechts twee vestigingsplaatsen in beschouwing genomen, t.w. Moerdijk en Westelijke Noordoostpolderdijk. Voor de ernst van het ongeval zijn twee situaties onderscheiden, namelijk:

1. als ernstig ongeval: 1% van de reactorinhoud ontsnapt omdat de ommanteling van de reactor scheurt als gevolg van een te hoog opgelopen temperatuur in de reactor;
2. als minder ernstig ongeval: 0,1% van de reactorinhoud laat men ontsnappen via filters en schoorsteen om de opgelopen temperatuur te verlagen.

De veronderstelde weersomstandigheden zijn dusdanig gekozen dat de ontsnapte radioactiviteit bij een centrale in Moerdijk wordt verspreid, hetzij over sterk verstedelijkt gebied (Zuid-Holland en met name Rotterdam en omgeving), hetzij over een groot agrarisch gebied (richting Utrecht).

Bij het maken van deze keuze stond op de achtergrond dat hiermee een zeer omvangrijke schade voor verstedelijkt gebied of voor een agrarisch gebied kon worden becijferd.

Als complement werd nog een scenario voor een centrale aan de Westelijke Noordoostpolderdijk gekozen en wel met verspreiding over het IJsselmeer, zodat hiermee een mogelijkheid werd verkregen met name een maximale schade voor drink- en oppervlaktewater te kunnen becijferen.

Raming van de economische schade

Naast de schade aan de kerncentrale zelf kan als gevolg van verspreiding van een deel van de radio-actieve inhoud van de reactor schade in de omgeving van de kerncentrale worden aangericht. Deze mate van verspreiding is in sterke mate afhankelijk van de ernst van het ongeval, weersomstandigheden en fysische aard van het getroffen oppervlak.

Schade in economische zin komt neer op aantasting van de welvaart in Nederland (deze begrenzing impliceert dat wordt afgezien van een raming van de eventuele schade aan buitenlandse economieën).

Bij de te maken ramingen is uitgegaan van de fictie dat reeds in 1985 een kerncentrale aanwezig was in Moerdijk, respectievelijk aan de Westelijke Noordoostpolderdijk en dat in datzelfde jaar het veronderstelde ongeval heeft plaatsgevonden. Deze hypothese moet noodgedwongen gemaakt worden, voornamelijk omdat de voor de raming noodzakelijke gedetailleerde gegevens omtrent het gebruik van het getroffen gebied vanzelfsprekend niet voor de toekomst voorhanden zijn.

Het tenietgaan van de centrale zelf betekent een verlies aan capaciteit voor de opwekking van electriciteit. De waarde van dit verlies kan worden gelijkgesteld aan de vervangingskosten van eenzelfde opwekkingscapaciteit van het goedkoopste alternatief. Hoewel men op theoretische gronden voor de berekening van deze schade zou moeten uitgaan van vervanging door een kerncentrale is in dit verband uitgegaan van een vervangende kolencentrale.

Daarnaast dient nog rekening te worden gehouden met de kosten die nodig zijn om tijdens de voorbereidings- en bouwtijd van een nieuwe centrale in de elektriciteitsbehoefte te voorzien en met de kosten van opruimen van de getroffen centrale.

De economische schade als gevolg van het verlies van de kerncentrale bestaat uit 3 componenten:

- a) de kosten ter overbrugging van de bouwtijd van een nieuwe centrale. Gezien de veronderstelde situatie van een ongeval in 1985 en de toen bestaande overcapaciteit bestaan de kosten uitsluitend uit extra brandstofkosten. Bij het niet bestaan van overcapaciteit zou met een hoger bedrag rekening moeten worden gehouden;
- b) de kosten van het goedkoopste alternatief, waarbij rekening wordt gehouden met de resterende levensduur van de kerncentrale;
- c) de kosten van ontsmetting en ontmanteling van de getroffen centrale.

De economische schade als gevolg van besmetting van de omgeving van de centrale wordt veroorzaakt door:

- a) schade aan de gezondheid van de bevolking;
- b) besmetting van voorraden, te veld staande gewassen, drink- en oppervlaktewater, en dieren;
- c) maatregelen ter minimalisering van de radio-actieve besmetting van de bevolking. Hiertoe dient in sommige gevallen de bevolking te worden geëvacueerd respectievelijk de verblijfsduur te worden beperkt;
- d) verminderde export van Nederlandse producten en diensten als gevolg van al dan niet gerechtvaardigde vrees voor besmetting als gevolg van consumptie van Nederlandse voedingsmiddelen en als gevolg van bezoeken aan ons land.

De kosten van de in dit kader te treffen maatregelen kunnen ook als economische schade worden aangemerkt, indien ervan wordt uitgegaan dat de in te zetten productiefactoren aan andere bestemmingen worden onttrokken, of dat importen noodzakelijk zijn om (een deel) van de maatregelen te kunnen treffen.

De schade aan de gezondheid, aan voorraden en gewassen en de omvang van de evacuatie hangt behalve met de ernst van het ongeval ook samen met het terzake gevoerde beleid. Evacuatie respectievelijk beperking van de verblijfsduur van de bevolking kan tevens impliceren dat de voordien uitvoerende werkfunctie in het getroffen gebied wordt aangetast.

Voorts dient er nog rekening mee te worden gehouden dat de buitenlandse vraag naar Nederlandse producten en met name die naar agrarische producten negatief zal worden beïnvloed. Dit geldt ook voor het toeristische bezoek uit het buitenland. De oorzaak van deze effecten is voornamelijk van psychologische aard.

Bij de te maken berekeningen wordt uitgegaan van een streng en een minder streng beleid ten aanzien van toelaatbaar geachte grens van besmetting.

Resultaten

De uitkomsten van de gemaakte berekeningen zijn samengevat in de volgende tabel, waarbij ter vergemakkelijking een aantal posten is samengevoegd. Onderscheiden worden:

- a. kosten verlies centrale (waarde verlies centrale, overbruggings- en opruimkosten);
- b. kosten inzake gezondheid en verlies woonfunctie;
- c. verlies toegevoegde waarde gehele economie + kosten maatregelen in de agrarische sector;
- d. nadelig verschil betalingsbalans (verlies exportwaarde + gederfd buitenlands bezoek – uitkering buitenlandse verzekeringen, bijdragen andere staten);
- e. overig (extra kosten woon-werkverkeer, kosten stilleggen continue productie, extra kosten in verband met gebruik oppervlaktewater, decontaminatie bebouwde omgeving).

Bij de verkregen uitkomsten dient het volgende te worden aangetekend:

1. strikt genomen gelden de uitkomsten uitsluitend voor de in beschouwing genomen ongevals-cases en dan met name wat betreft vestigingsplaats, klimatologische omstandigheden, ernst van het ongeval en voor het jaar 1985;

2. bij sommige schadeposten zijn maximum en minimumramingen opgesteld (verlies centrale, "maatregelen" land- en tuinbouw, exportverlies, verminderd buitenlands bezoek. Voor de samenvattende tabel zijn de gemiddelde bedragen overgenomen);

Totale economische schade als gevolg van een ongeval met een kerncentrale (in miljarden guldens)

Scenario	Type ongeval	Aard beleid	Verlies centrale	Gezondheid + wonen	Toegevoegde waarde + maatregelen	Buitenland	Overig	Totaal
Moerdijk-Utrecht	ernstig	streng	7,7	0,3	2,8	6,0	0,3	17,1
Moerdijk-Utrecht	minder ernstig	streng	7,7	0,0	2,0	6,1	0,1	16,0
Moerdijk-Utrecht	ernstig	mild	7,7	0,1	2,0	6,1	0,1	16,0
Moerdijk-Utrecht	mider ernstig	mild	7,7	0,0	1,8	6,1	0,1	15,7
Moerdijk-ZH	ernstig	streng	7,7	4,8	7,6	4,2	5,3	29,6
Moerdijk-ZH	minder ernstig	streng	7,7	0,0	2,8	5,9	0,1	16,5
Moerdijk-ZH	ernstig	mild	7,7	0,3	2,3	5,9	0,1	16,3
Moerdijk-ZH	minder ernstig	mild	7,7	0,1	1,3	6,1	0,1	15,2
Westelijke NOP	ernstig	streng	7,7	-	0,3	6,0	0,1	14,2
Westelijke NOP	minder ernstig	streng	7,7	-	0,3	6,1	0,0	14,2
Westelijke NOP	ernstig	mild	7,7	-	0,2	6,1	0,0	14,1
Westelijke NOP	minder ernstig	mild	7,7	-	0,1	6,1	0,0	14,0

3. geen rekening is gehouden met een mogelijke vermindering van de binnenlandse vraag naar agrarische produkten van Nederlandse oorsprong en met een mogelijke grotere belangstelling voor buitenlandse agrarische produkten en voor buitenlandse vakanties. Op grond hiervan zouden de verkregen uitkomsten als minima moeten worden beschouwd. Anderzijds is echter geen rekening gehouden met een zekere mate van flexibiliteit van de Nederlandse economie. Als gevolg hiervan zouden de berekende verliezen aan toegevoegde waarde als maxima kunnen worden beschouwd;
4. het is niet mogelijk gebleken een acceptabel bedrag te berekenen voor de te verwachten schade aan de drinkwatervoorziening.

Wanneer wordt teruggekeerd naar eerdergenoemde tabel dan blijkt dat in de meeste onderscheiden ongevals-cases het totale schadebedrag niet veel verschilt en 14 à 17 miljard gulden bedraagt. Slechts bij één case: Moerdijk-Zuid-Holland, ernstig ongeval en streng beleid, bedraagt de geraamde economische schade bijna 30 miljard gulden. Dit grote verschil is geheel en al toe te schrijven aan het **veronderstelde strenge beleid**, maar dan alleen omdat dit wordt gevoerd in combinatie met een ernstig ongeval, waarbij een sterk verstedelijkt gebied wordt besmet. Wordt laatstgenoemd bedrag gesteld tegen de achtergrond van het nationaal inkomen (bruto n.p.) in 1985 van 418 mrd. gulden, dan blijkt dat circa 14% te bedragen. In andere gevallen is de gevoeligheid voor factoren als ernst ongeval, aard van het beleid en lokatie (geïsoleerd gezien) beperkt tot hoogstens ca. 3 miljard gulden. Ook in combinatie (Moerdijk-Utrecht, ernstig ongeval en streng beleid versus Westelijke Noordoostpolderdijk, minder ernstig ongeval en mild beleid) bedraagt het verschil in economische schade ruim 3 miljard gulden.

De relatief lage schade ingevolge het scenario Moerdijk-Zuid-Holland, ernstig ongeval en streng beleid wordt voornamelijk veroorzaakt door hoge kosten inzake beïnvloeding woonfunctie, extra reiskosten woon-werkverkeer en gecumuleerd toegevoegde waardeverlies. In dit verband wordt tevens opgemerkt dat bij een ernstig ongeval in Moerdijk met besmetting over Zuid-Holland een grote omvang van persoonlijk letsel kan worden verwacht. **die bij een**

Collectie Stichting *Laka*

www.laka.org
Gedigitaliseerd 2022