

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

KERNENERGIE NOTA



samengesteld door de

WERKGROEP KERNENERGIE

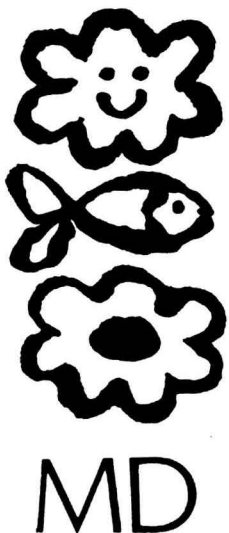
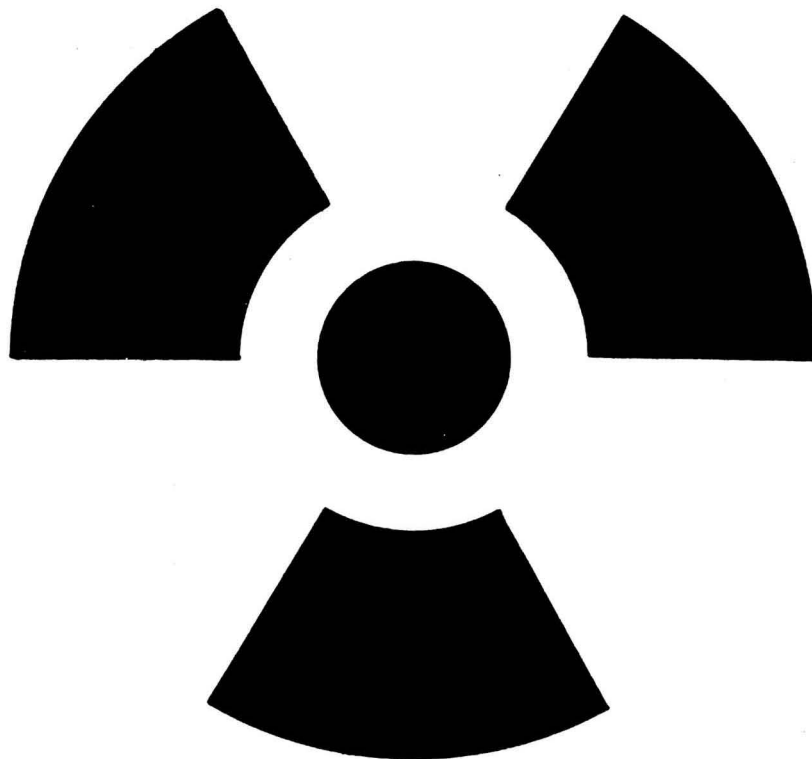
uitgebracht door de

VERENIGING MILIEU DEFENSIE



SEPTEMBER 1972

KERNENERGIE NOTA



samengesteld door de

WERKGROEP KERNENERGIE

uitgebracht door de

VERENIGING MILIEU DEFENSIE



SAMENSTELLERS

Dr. P. Boskma, kernfysicus, polemoloog
Drs. Margo Chamalaun, scheikundige
Ir. C. Daey-Ouwens, natuurkundige
Jannetje Möller
Ir. D. Nolson, elektro-technisch ingenieur
(energie-techniek)
G.A. Sanders, directeur elektriciteitsbedrijf
Drs. W.A. Smit, natuurkundige
Ir. E.J. Tuininga, werktuigbouwkundig ingenieur
Drs. W. Turkenburg, natuurkundige
Mr. I. de Vos, advocaat
Th.J. van Waas, stralingsdeskundige

-.-.-.-.-

Deze nota is verkrijgbaar bij:

RAAD VOOR MILIEUDEFENSIE
Herengracht 109
Amsterdam

of

door overmaking van f 12,50
op postgiro 10.2000 t.n.v. VMD
onder vermelding "Nota Kernenergie"

INHOUD

pag.

Stellingen	4
Voorwoord	6
Conclusies en aanbevelingen	9
Hoofdstuk 1: Inleiding kernenergie	13
Hoofdstuk 2: Gevolgen van radioactieve straling	17
Hoofdstuk 3: Radioactieve lozingen en afval	23
Hoofdstuk 4: Ongelukken met nucleaire installaties	32
Hoofdstuk 5: Stralingsbelasting van het personeel in kerncentrales	39
Hoofdstuk 6: Thermische verontreiniging	41
Hoofdstuk 7: Gebrek aan voorlichting en openheid	48
Hoofdstuk 8: Alternatieve energiebronnen	53
Hoofdstuk 9: Militaire implicaties van het gebruik van kernenergie	58
Hoofdstuk 10: Juridische gevolgen van ongelukken met kernenergiecentrales	65
Hoofdstuk 11: Energiebeleid	70

"Deze tweede druk is in principe
gelijk aan de eerste.

Er zijn echter, mede dankzij kritiek
die wij mochten ontvangen, enkele
kleine wijzigingen, voornamelijk in
Hoofdstuk 2, aangebracht".

De Samenstellers,
mei 1973

ERRATA

Waar krypton staat, leze men krypton.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Vereniging Milieudefensie.

STELLINGEN

1. Van de totale energie, die er in brandstoffen zit, gebruikt de mensheid niet eens de helft. Tot dusver heeft men zich over deze verspilling niet al te veel zorgen gemaakt. Het denken over energie is ook nu nog steeds gebaseerd op het idee dat een overvloed van energie beschikbaar moet zijn tegen een zo laag mogelijke prijs per verbruikseenheid.
2. Bij de prognoses over het toekomstig elektriciteitsverbruik in Nederland gaan de belanghebbenden uit van een 6 tot 8-voudige stijging tussen nu en het jaar 2000. Dit zou betekenen dat we 5 à 6 keer zoveel per persoon gaan gebruiken. Alle plannen van overheid en industrie zijn gebaseerd op deze "self-fulfilling prophecies" en van enige bezinning op de noodzaak van een dergelijke stijging is dan ook nauwelijks sprake.
3. Om de door henzelf opgestelde prognoses te kunnen verwezenlijken, beweren de elektriciteitsproducenten dat kernenergie noodzakelijk is om de slinkende reserves van fossiele brandstoffen niet te zeer te hoeven aanspreken. De energie-lobby is zo overtuigd van het nut van de kernsplijting (en met name van de natrium-gekoelde kweekreactor) dat zij een serieuze studie naar energie-besparende en minder milieubelastende alternatieven niet nodig vindt.
4. Ondanks twintig jaar studie en miljarden gulden voor onderzoek heeft men nog steeds geen antwoord op een aantal fundamentele vragen t.a.v. de gevaren van de kernsplijting. Bij verdere plaatsing van kerncentrales zal de bevolking van ons dichtbevolkte land steeds meer risico lopen stralings schade op te doen. Met name de natrium-gekoelde kweekreactor zal dit risico sterk vergroten.
5. Radio-activiteit is voor een leek de meest ongrijpbare en onbegrijpelijke soort van milieubelasting. De voorlichting erover laat in Nederland alles te wensen over en gaat voorbij aan de zeer vele vragen die nog onbeantwoord zijn, met name op het gebied van de genetische effecten op lange termijn.
6. De overheid laat zich in Nederland geheel leiden door de belangen van de industrie en de elektriciteitsproducenten. Al behoort het tot de taak van de overheid (en parlement) om de gegeven prognoses, aanbevelingen en voorlichting kritisch te evalueren, daar is tot dusver geen werkelijke poging toe gedaan. Met een schuchtere vraag om bezinning over het groeiende energieverbruik is de recente Urgentie-nota Milieuhygiëne een fluisterende in de woestijn.
7. De officiële prognoses stellen dat Nederland in het jaar 2000 drie à vier maal zoveel fossielgestookte centrale capaciteit

nodig heeft dan nu staat opgesteld. Indien men overgaat tot energiebesparende maatregelen en technieken dan zou dit ruimschoots voldoende zijn voor een ongestoorde elektriciteitsvoorziening. Doordat dan kernsplitsing overbodig zou zijn, zal een dergelijk beleid het nationale welzijn zeer ten goede komen.

8. Een dergelijk energiebesparend beleid, dat geen gebruik maakt van kernsplitsing, zal mogelijk zijn door de ontwikkeling van op bestaande technieken gebaseerde nieuwe systemen, die de fossiele brandstoffen veel efficiënter en schoner kunnen verbranden. Voor op lange termijn energievoorziening moet men overgaan tot het ontwikkelen van energiesystemen gebaseerd op zonne-energie. Een mogelijke bijdrage is verder te verwachten van kernfusie en systemen die gebruik maken van waterstof en brandstofcel.
9. Ter verdediging van haar rol bij de ontwikkeling van kern-energie hanteert de overheid het argument van de behoefte aan industriële innovatie. Dit argument is gebaseerd op valse hoop, want Nederland heeft gewoon niet de industriële capaciteit om meer dan een zeer bescheiden rolletje te spelen in de scherp concurrerende markt van kernsplitsing. Indien Nederland zich zou gaan toeleveren op genoemde energiebesparende systemen dan is er de kans op werkelijke innovatie op een niveau dat beter bij onze capaciteiten past. Met deze kleinere energiesystemen kan juist baanbrekend werk verricht worden en de afzet ervan biedt in alle opzichten grote mogelijkheden nu de vraag naar besparing van energie overal opkomt. Ook voor de ontwikkelingslanden bieden deze minder gecompliceerde systemen grote mogelijkheden.
10. De korte termijn maatregelen, die op het ogenblik doorgaan voor energiebeleid, hebben ten doel zoveel mogelijk energie te leveren tegen een zo laag mogelijke prijs. Dit streven verhoogt de milieubelasting en put de grondstoffenreserves snel uit. Een werkelijk energiebeleid moet zijn gebaseerd op de energievoorziening op lange termijn en streven naar het optimaliseren van welzijn en de besparing van energie. Het gebruik van kernsplitsing is, bij de huidige stand van ontwikkeling, aan een dergelijk beleid tegenstrijdig.

VOORWOORD

Steeds meer mensen zien in de energievoorziening één van de kernproblemen van de toekomst. Voor- en tegenstanders van verdere economische groei zijn het wat dit betreft roerend eens: energie is onmisbaar in elk systeem. Steeds meer energie blijkt nodig voor de exploitatie van grondstoffen en het kweken van voedsel, maar ook voor het bestrijden van vervuiling en het overnemen van geestdodend werk. Dus niet alleen de welvaart, maar ook het welzijn hangt in steeds sterkere mate af van ongestoorde energievoorziening. In elke denkbare toekomstige wereld zal dus een voortdurende energiebehoefte bestaan, de kernvraag is echter: "waar gebruiken we al die energie voor en hoeveel is genoeg?". De energievoorziening is één van de snelst groeiende sectoren van de wereldeconomie (in Nederland + 7,3% tegenover het Bruto Nationaal Produkt + 4,2% in 1970).

De energievoorziening is nu vrijwel geheel afhankelijk van fossiele brandstoffen die eens uitgeput raken. Men zoekt al jaren naar energiebronnen die deze fossiele brandstoffen kunnen aanvullen en misschien zelfs vervangen, want vele van deze schaarse brandstoffen kunnen veel beter gebruikt worden als grondstof voor voedsel, kunstmest, kunststoffen etc.

Van alle andere, mogelijke energiebronnen heeft de geïndustrialiseerde wereld vrijwel geheel gekozen voor de kernsplitsing als bron voor toekomstige elektriciteitsopwekking. Deze keuze was in eerste instantie ook de meest logische: de technologie van de kernsplitsing was in principe bekend vanuit de bewapeningswedloop en voor andere alternatieven zoals fusie, zonne-energie, aardwarmte, wind, enz. ontbraken kennis en interesse. Sinds 20 jaar wordt kernenergie in vrijwel alle landen aangeprezen als de enige en meest ideale oplossing.

Deze nota kernenergie is tot stand gekomen uit onrust over deze eenzijdige ontwikkeling. Wij geloven niet dat de kernenergie zo "schoon" en "veilig" is als men ons wil doen geloven en wij vragen ons af waarom er niet veel meer research, geld en aandacht wordt besteed aan o.m. alternatieve energiebronnen, aan onderzoek naar de problemen van radio-actief afval, aan betere voorlichting. Als werkgroep zijn wij geschrokken van de kernenergienota (dd. 30 maart) van de minister van Economische Zaken (mede ondertekend door enkele andere ministers). Allereerst gaat deze nota voorbij aan een aantal kritieke aspecten van milieu en veiligheid bij kernenergie: het probleem van thermische verontreiniging wordt afgedaan met de opmerking dat het aantal vestigingsplaatsen in Nederland beperkt is; de problemen rond stralingsgevaar worden geheel niet genoemd en wat men gaat doen aan het onopgeloste probleem van radio-actief afval wordt afgedaan met de belofte voor te treffen "voorzieningen". De gehele nota staat bovenal in het teken van "de mogelijkheden welke de bouw van kernenergie-centrales biedt voor nieuwe industriële ontwikkelingen".

Deze vooral industriële oriëntatie van de nota culmineert in de aankondiging van een heffing op de elektriciteitsprijs om de

voortgezette deelneming van het industrieel aantrekkelijke project van de snelle kweekreactor mogelijk te maken (totale kosten voor Nederland 318 miljoen gulden).

Wat wij in deze nota en bij alle verdedigers van deze nota missen is de gezonde, wetenschappelijke twijfel over het alles zetten op één kaart, de kernsplitsing. En zelfs al kiest men eerst voor lichtwater reactoren en later voor een nieuwe generatie reactoren, waarom dan geen objectieve evaluatie, discussie en voorlichting over de milieu-aspecten, risico's en economische implicaties van bestaande en andere kernreactoren (zwaarwater reactor, hoge temperatuur gasreactor, gasgekoelde kweekreactor)? Dit is tekenend voor het eenzijdige denken dat in de energie wereld overheerst. Uitgaande van de gedachte dat steeds meer goedkope energie noodzakelijk is, stormt men blindelings verder op de ingeslagen weg. Gezonde wetenschappelijke twijfel over die gekozen weg komt men niet meer tegen, zelfs als de randvoorwaarden fundamenteel veranderen, zelfs al is het alternatief misschien goedkoper.

Als werkgroep willen wij "geen blind verzet" tegen vooruitgang, maar verzet tegen blinde vooruitgang (thema van een Amerikaanse milieu-organisatie, Sierra Club).

Het is waanzin om door te gaan met de enorme energieverpillingen die zelfs minister Langman erkent (rede Utrecht, 30 maart 1972). De "grenzen aan de groei" worden, ook bij het energieverbruik, steeds duidelijker, enkele hebben zelfs internationale dimensies: de opslag van radio-actief materiaal en de meteorologische gevolgen van stijgende hoeveelheden koolzuur en stof. Nationaal zijn daarnaast van belang de beperkte mogelijkheden van afvoer van proceswarmte, de nadelige eigenschappen en beschikbaarheid van primaire energiedragers (olie, gas), de beperkte industriële capaciteit en de stralingsveiligheid van de inwoners.

Energiebeleid kan en mag niet meer gebaseerd zijn op het geloof in blinde vooruitgang, het moet zich instellen op de steeds duidelijk wordende grenzen aan de ongelimiteerde groei. Dat betekent het ontwikkelen van besparende en schone technieken, maar dat betekent vooral het ontwikkelen van een andere mentaliteit bij energieproducenten en -consumenten.

De producenten moeten hun beleid niet meer alleen baseren op economische overwegingen op korte termijn, maar op alle welzijnsaspecten op lange termijn. In producententaal gezegd: Beleid moet gebaseerd worden op integrale systeemanalyses met nieuwe randvoorwaarden en andere optimalisatie criteria.

Ook de consument moet de kans krijgen om energieverpilling te herkennen en tegen te gaan; d.m.v. betere voorlichting over verbruiksmethoden en -apparaten kan hij tot een doelbewuste keuze komen.

Er ligt hier dus een enorme taak voor de overheid die zelf moet beginnen om via bezinning tot een werkelijk geïntegreerd beleid te komen. Vandaar dat de kernenergienota voor ons zo'n geweldige deceptie was. Wat hier beleid wordt genoemd, is van een huiveringwekkende eenzijdigheid. Slechts economische motieven tellen mee en men gaat volledig voorbij aan de internationaal groeiende twijfel aan het nut van steeds meer energie en de bijdrage van kernenergie.

In dit opzicht toont de recent verschenen Urgentienota Milieuhygiëne minder monomanie en stelt:

".... oplossingen moeten worden gevonden in het voor praktische

toepassing bruikbaar maken van andere energiebronnen
Vooral gelet op de belangrijke milieuhygiënische consequenties van de aanzienlijke stijging van de energieproductie wordt bezinning over de mogelijkheden tot matiging van het energie-verbruik actueel" (blz. 45 van genoemde nota). Nog veel duidelijker staat deze roep om bezinning in het recente advies van een regeringscommissie voor het milieu in Engeland. Dit z.g. Ashby-rapport ("Nuisance or Nemesis?") stelt: "Er is een groot gevaar dat men, door zich volledig op atoomenergie te concentreren alle schepen achter zich verbrandt voordat men tot de conclusie komt dat de problemen niet kunnen worden opgelost. Het is daarom alleen maar verstandig om het reactor programma te vertragen tot we de problemen hebben opgelost of andere energiebronnen hebben ontdekt". Enkele leden van deze Engelse commissie pleiten zelfs voor een volledig stopzetten van kernenergie. Zo liggen ook ongeveer de verhoudingen in onze werkgroep: enkelen wijzen kernenergie volledig af, maar de gehele groep pleit unaniem voor een grondige bezinning over de noodzaak van steeds meer energie-verbruik in het algemeen en de ontwikkeling van kernsplitsing in het bijzonder.

Het is de bedoeling van onze nota om vanuit wetenschappelijke gegevens kritische vraagtekens te zetten bij de tunnelvisies die tot dusver het debat over kernenergie hebben ontsierd. Ondanks de beperkte tijd, plaats en ruimte hebben wij geprobeerd de complexe problematiek van de kernenergie op een voor ieder verstaanbare manier toe te lichten. Dit overzicht van de probleemgebieden staat in het teken van serieuze twijfel, met name aan vele pseudo-zekerheden en het kernenergiebeleid dat in Nederland daarop is gebaseerd. Bezinning is noodzakelijk, niet alleen vanwege de gevaren voor milieu en gezondheid van vooral latere generaties, maar ook vanwege de enorme bedragen die de gemeenschap voor dit tot dusver eenzijdige beleid steeds weer moet opbrengen.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- a) De mens staat in zijn natuurlijke milieu reeds bloot aan een hoeveelheid ioniserende straling als gevolg van kosmische stralen, stralen van bepaalde bodemsoorten en kalium in het lichaam. Naast deze natuurlijke doses van 70 à 200 millirems per jaar worden de mensen ook blootgesteld aan straling uit onnatuurlijke bronnen zoals d.m.v. medische toepassingen (röntgenstralen, 6-60 millirems per jaar) en straling van TV-buizen, bouwmaterialen, atoomproeven, enz. Internationale studies van de korte termijn en lange termijn affecten van radio-actieve straling op het menselijke lichaam komen tot de conclusie dat een veilige of onschadelijke hoeveelheid straling niet bestaat. Omdat dus elke extra toevoeging gevaarlijk is rijzen ernstige twijfels omtrent het verder verhogen van de stralingsbelasting door het bouwen van steeds meer kerncentrales.
- Internationale aanbevelingen voor de maximaal toelaatbare stralingsbelasting voor een willekeurig individu als gevolg van alle onnatuurlijke bronnen geven 170 millirems per jaar. Er is echter veel kritiek en wetenschappelijke twijfel over deze aanbevelingen, vooral gezien de onbekende genetische consequenties ervan.
- Alvorens men tot toepassing van kernenergie op grote schaal besluit is veel meer studie naar de consequenties van stralingsgevaar dringend gewenst.
- b) De lozing van radio-actief afval uit kerncentrales in water en lucht zal leiden tot groter stralingsgevaar voor de omwonenden. De bestaande internationale aanbevelingen voor de grootte van deze lozingen worden in elk land verschillend geïnterpreteerd. Zo zou bijvoorbeeld de toegestane limiet voor de centrale te Borssele in de VS onacceptabel zijn. Een nog groter gevaar is te verwachten van splijtstofopwerkingsfabrieken, waarvan er één vlakbij de Nederlandse grens staat in België. Vooral de bewerking van het uiterst gevaarlijke plutonium zal grote problemen gaan opleveren.
- Maar voorlopig blijft het allergrootste probleem de opslag van afgewerkte splijttingsprodukten die lang radio-actief blijven. De tot dusver gebruikte oplossingen (dumpen op zee en opslaan in zoutmijnen) blijken gevaarlijk. Gezien de te verwachten enorme hoeveelheden hiervan is internationale samenwerking voor dit probleem dringend gewenst.
- Ook uitgewerkte kernreactors (na 20-40 jaar) kunnen gevaar blijven opleveren.
- c) De cijfers die men geeft voor de kansen op nucleaire ongelukken zijn in verband met het ontbreken van statistische gegevens nietszeggend. Daarbij kan de kans dat een kernreactor een radioactieve ramp veroorzaakt nooit op nul worden gesteld. De gevolgen van zo'n ramp zijn daarentegen verschrikkelijk. De bruikbaarheid van de bestaande noodkoelingssystemen bij de nu gebruikte thermische reactoren is twijfelachtig. Een

met natrium gekoelde snelle kweekreactor is in principe zelfs onveiligere dan de met water gekoelde thermische reactoren.

Bij de situering van kerncentrales moet met de kans op grote ongelukken veel meer rekening worden gehouden dan men tot nu toe doet. Door de aanwezigheid van nucleaire installaties is de kans op grootscheepse sabotage tijdens politieke instabiliteit aanzienlijk vergroot.

- d) Naarmate een kerncentrale ouder wordt zal hij ook sterker radioactief raken en worden de stralingsniveaus binnen de centrale steeds hoger. Tegelijkertijd zal de centrale vanwege slijtage steeds meer reparaties eisen. Doordat de stralingsbelasting van het personeel steeds groter wordt, en niet boven een bepaalde grens mag uitkomen, zal men voor de steeds frequentere reparaties personeel van buiten moeten aantrekken. Hierdoor zullen, zeker bij het groeiend aantal kerncentrales, steeds meer mensen door steeds meer reparaties de maximaal-toegestane dosis radioactiviteit oplopen. Slechts bij veel betere voorzieningen en strengere controle daarop zal dit kunnen worden voorkomen.
- e) Al is thermische verontreiniging niet een specifiek probleem voor kerncentrales, met name thermische kerncentrales hebben een veel grotere bijdrage hierin dan de fossiel-gestookte centrales. Landelijk gezien wordt er in de eerstkomende decennia in Nederland nog geen gebrek aan koelwater verwacht, lokaal echter wel (zuid-oost Nederland). Deze optimistische visie is echter gebaseerd op "voorlopige" normen voor de opwarming van het oppervlaktewater. Er is echter veel (vooral biologische) twijfel aan de geldigheid van deze normen, o.a. omdat in andere landen strengere normen worden gehanteerd.

Bij het situeren van kerncentrales zijn de waterstaatkundige en economische voorkeuren vaak tegengesteld. Het is zeer goed mogelijk dat de ecologische en/of planologische voorkeuren weer geheel anders komen te liggen. Dit wijst op de noodzaak van integrale studies naar al deze aspecten. Ook een beter gebruik van het afgevoerde koelwater en de ontwikkeling van gasturbinecentrales vraagt meer studie en ontwikkeling.

- f) De voorlichting en openheid over kernenergie laten alles te wensen over. Evenals in andere landen probeert men alle kritiek als hysterie of onzin af te doen en dat terwijl steeds meer serieuze wetenschapsmensen met ernstige twijfels komen. Recente ontwikkelingen in de kerntechniek laten zien dat, ondanks de enorme hoeveelheden geld en inspanning, nog veel vragen onbeantwoord blijven. Die vragen liggen vooral op fundamentele gebieden, zoals veiligheid, stralingsbelasting en opslag van radioactief materiaal. Met name in de VS leiden deze vragen tot grote controversen, die in enkele gevallen het grote gebrek aan objectiviteit van de atoomlobby hebben aangetoond. Wetenschappelijk gezien is er geen enkele basis voor geruststellende voorlichting, zoals die tot dusver werd gegeven. Zeker niet door een industrie die zo weinig ervaring heeft en nog zoveel onbeantwoorde vragen kent. Meer openheid en betere voorlichting

worden ook in Nederland essentieel als men niet voor onaangename verrassingen wil komen te staan (zie Hoogovens-Maasvlakte). Het gaat niet meer om prestigés, het gaat hier om de zorg voor milieu en gezondheid (ook van latere generaties); bovendien, als dat argument misschien meer spreekt, het gaat om enorme investeringen (= werkgelegenheid).

- g) Er bestaan wel degelijk alternatieven voor kernsplitsing. Vooral gezien in het licht van het huidige gebruik van energie dat rooibouw pleegt op de fossiele brandstoffen en veel bijdraagt tot de milieubelasting, moeten wij die alternatieven hierbij aanpassen.
- Energie opgewekt door middel van kernsplitsing maakt wel effectiever gebruik van de bestaande brandstoffenreserves (uranium en thorium), maar is niet zo "schoon" als het wordt aangeprezen. De werkelijk lange termijn oplossingen voor de problemen van milieu en uitputting van de reserves liggen in het gebruik van de bestaande natuurlijke energiebronnen: zonne-energie, windkracht, getijdenwerking en aardwarmte. Van deze alternatieven is slechts een wezenlijke bijdrage tot de energievoorziening op lange termijn te verwachten van het gebruik van zonne-energie.
- Een dergelijke bijdrage is ook te verwachten van kernfusie, aangezien hiervoor vrijwel ongelimiteerde reserves bestaan. De milieuveiligheidsaspecten van deze methode zijn echter nog niet goed bestudeerd. Korte termijn alternatieven voor kernsplitsing zijn de ontwikkeling van o.a. schone verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen, rendementverhogende systemen en beleidsmaatregelen ter besparing van energie. Gezien de steeds duidelijker wordende gevaren van kernsplitsing is het raadzaam veel meer aandacht (en geld) te gaan besteden aan deze alternatieve energiesystemen, met name aan zonne-energie en kernfusie.
- h) De ontwikkeling van kernenergie voor vreedzame toepassingen heeft duidelijk militaire implicaties, omdat nucleaire kennis en faciliteiten vrij eenvoudig en snel kunnen leiden tot de ontwikkeling van kernwapens.
- Wil men in het kader van het non-proliferatie verdrag een verdere verspreiding van kernwapens tegengaan, dan zijn verdere overeenkomsten voor wat betreft het gebruik van de gehele nucleaire techniek noodzakelijk.
- Deze militaire aspecten worden noch in de "Kernenergienota" noch in het "Drielanden-verdrag over uraan-verrijking" bevredigend behandeld.
- i) De juridische gevolgen van ongelukken met kerncentrales zijn geregeld in een wet van 1 januari 1966. Het uitgangspunt van deze wet is dat de ontwikkeling van kernenergie dient te worden beschermd door het wegnemen van een aantal (beperkende) bepalingen uit het gewone recht.
- Daartoe heeft men een beperkte aansprakelijkheid ingesteld en slechts de exploitant van de kerncentrale enigszins aansprakelijk gemaakt. Hierdoor is bereikt dat de industrie die deze centrales ontwerpt en bouwt, juridisch geen enkel risico loopt en zich dus minder hoeft te bekommeren om de eventueel schadelijke gevolgen van catastrofes.

j) Evenals de meeste andere landen kent Nederland geen werkelijk energiebeleid. Wat tot dusver daarvoor doorgaat wordt gekenmerkt door korte termijn visie (zie aardgas beleid) of staat onder invloed van industriële belangen (kernenergienota). Het gebrek aan geïntegreerde planning op lange termijn blijkt vooral uit het beleid voor de elektriciteitsvoorziening in de toekomst. Hierbij overwegen nu technologische en economische motieven die leiden tot een eenzijdig propageren van kernenergie als de enige oplossing. Maar ook binnen de energielobby ontstaat steeds meer twijfel over het nut van de zeer sterke stijging van het energieverbruik en het beleid wat daarop is afgestemd. Niet alleen blijken besparingen voor energie mogelijk, maar ook ontstaan er steeds betere alternatieve systemen die de plaats van kernsplitsing (voor elektriciteitsopwekking) kunnen overnemen. Op lange termijn zijn dat zonne-energie en kernfusie en voor de tussenliggende periode kan dat door middel van een combinatie van beleidsmaatregelen en rendement-verhogende systemen. De ontwikkeling van deze minder gevaarlijke en energiebesparende systemen biedt de Nederlandse industrie vermoedelijk meer mogelijkheden dan de ontwikkelingen in kernsplitsing. Al is de problematiek van de energievoorziening uitermate gecompliceerd een toekomstvisie mag niet meer alleen gebaseerd zijn op economische factoren, maar moet alle aspecten van het nationale welzijn in acht nemen. Studie naar een werkelijk geïntegreerd energiebeleid moet, ook internationaal, een hoge prioriteit krijgen.

HOOFDSTUK I

INLEIDING

1) Atoomkernen als energiebronnen

Op het moment wordt verreweg het grootste gedeelte van de elektriciteit opgewekt door middel van stoom. Dat gaat als volgt in zijn werk: Men zet met behulp van een warmtebron water om in stoom. Deze stoom laat men een geperfectioneerd schoepenrad aandrijven; de as van deze turbine is nu gekoppeld met de as van een elektrische dynamo, die de verlange elektriciteit levert.

Het omzetten van thermische energie in mechanische energie, hetgeen in de turbine gebeurt, gaat gepaard en zal altijd gepaard blijven gaan met aanzienlijke verliezen. Op moderne elektriciteitscentrales wordt maar 30 tot 40% van de thermische energie omgezet in mechanische energie. Het niet omgezette gedeelte wordt geloosd en is de bron van de zogenaamde thermische verontreiniging.

Tot nu toe verkrijgt men nagenoeg alle warmte door verbranding van de fossiele brandstoffen; kolen, olie en gas. Men spreekt dan van conventionele elektriciteitscentrales. In kernenergiecentrales maakt men gebruik van warmtebronnen die gebaseerd zijn op reacties van atoomkernen.

Een atoomkern is opgebouwd uit een aantal neutronen en een aantal protonen, dit zijn hele kleine deeltjes die ongeveer dezelfde massa hebben. Deze massa is in de grootteorde van $1.66/10^{-24}$ gram, dit wil zeggen dat men 1.66 moet delen door een één met 24 nullen erachter. Protonen bezitten een positieve lading, terwijl neutronen geen elektrische lading hebben. Een atoomkern wordt beschreven door het aantal protonen en door de som van het aantal protonen en neutronen. $^{235}_{92}\text{U}$ heeft bijvoorbeeld een uraniumkern aan die bestaat uit 92 protonen en 143 neutronen.

Sommige atoomkernen vallen gemakkelijk uiteen in een aantal brokstukken, wanneer er één neutron extra in binnendringt. Bij dit splijten komt warmte vrij. Ziedaar de warmtebron.

Atoomkernen die eenvoudig door neutronen kunnen worden gespleten, zijn $^{233}_{92}\text{U}$, $^{235}_{92}\text{U}$, $^{239}_{94}\text{Pu}$ en $^{241}_{94}\text{Pu}$. Pu is de afkorting van het element plutonium. Bij het splijten van een dergelijke kern komen ook neutronen vrij, die weer nieuwe kernen kunnen splijten. Wanneer nu juist één splijting één nieuwe splijting tot gevolg heeft, spreekt men van een kritisch proces, waarvan men de vrijkomende warmte kan gebruiken om water te verhitten.

Slechts $^{235}_{92}\text{U}$ komt in de natuur voor. De andere splijtbare kernen moeten eerst gemaakt worden, kweken of broeden noemen de vakmensen dat. $^{233}_{94}\text{U}$ kweekt men uit $^{232}_{90}\text{Th}$ (orium) en $^{239}_{94}\text{Pu}$ en $^{241}_{94}\text{Pu}$ kweekt men uit $^{238}_{92}\text{U}$.

Wanneer in een kernreactor, waarin zich $^{232/90}\text{Th}$ of $^{238/92}\text{U}$ bevindt, tengevolge van één splijting één of meer dan een nieuwe splijtbare kernen worden gekweekt, spreekt men van een kweekreactor. Sommige doorgewinterde germanisten hebben het zelfs wel eens over een "broeder".

De neutronen die bij de splijting vrijkomen bezitten een hoge energiesnelheid. In veel reactoren is het noodzakelijk dat deze neutronen, voordat ze nieuwe splijtingen kunnen veroorzaken, een gedeelte van hun energie kwijtraken. Dit kan men bereiken door een medium in de reactor te brengen waarin de neutronen door botsingen worden afgeremd. Water en grafiet zijn bijzonder geschikt als "moderator". In dit geval spreekt men van thermische reactoren. Wanneer dit afremmen niet plaatsvindt, spreekt men van snelle reactoren. Als men bijvoorbeeld veel splijtbaar plutonium in een reactor wil kweken, moet dit afremmen achterwege blijven.

Behalve dat men energie kan verkrijgen uit het splijten van zware kernen, kan dit ook uit het samensmelten van lichte kernen. Twee reacties komen hiervoor in aanmerking. De fusie van $2/1\text{H}$ en $3/1\text{H}$ en de fusie van twee $2/1\text{H}$ -kernen. H is het symbool voor waterstof, $2/1\text{H}$ wordt vaak deuterium of zwaar waterstof genoemd, terwijl $3/1\text{H}$ de naam tritium draagt. Dit tritium is radioactief en komt nauwelijks in de natuur voor. Het moet met behulp van neutronen gekweekt worden uit lithium. De condities waaronder deze fusiereacties kunnen optreden, zijn bijzonder extreem. Men moet de kernen tot miljoenen graden Celsius verhitten. Het is dan ook zelfs op laboratoriumschaal nog nooit gelukt om deze reacties met een positief energiesaldo te laten verlopen. Waar het wel lukt is op de zon. De zon is één grote fusiereactor.

2) Thermische reactoren

Bij dit type kan men de warmte afvoeren door middel van water of gas. Wanneer men gas toepast moet men nog een aparte moderator aanbrengen, bijvoorbeeld grafiet. Zowel de Dodewaard-reactor als de Borssele-reactor zijn thermische reactoren, welke gekoeld en gemodereerd worden met water.

De Dodewaard-reactor is een kokend-water-reactor. Dat wil zeggen dat het water direkt door de splijtstof in stoom wordt omgezet. Stoom die 30% van zijn energie aan de turbine afgeeft.

De Borssele-reactor is een drukwater reaktor. Dat wil zeggen dat het water door de splijtstof wordt verwarmd. Er wordt geen stoom gevormd. Dat gebeurt in een warmtewisselaar, waar het door de splijtstof verwarmde water ander water, gescheiden door metalen wanden, in stoom omzet.

In beide types bevindt de splijtstof zich in lange metalen pijpen, waar in langrichting het water langs stroomt. Het water komt dus niet direkt in aanraking met de splijtstof. In beide types bevindt zich een mengsel van $^{235/92}\text{U}$ en $^{238/92}\text{U}$, ongeveer 3% $^{235/92}\text{U}$ en de rest $^{238/92}\text{U}$. Er wordt wel wat $^{238/92}\text{U}$ in $^{239/92}\text{Pu}$ en $^{241/92}\text{Pu}$ omgezet, maar veel te weinig om deze types kweekreactoren te noemen.

3) Snelle reactoren

Snelle reactoren zijn geschikt om behoorlijk te kweken. Men stelt geen prijs op moderatie, zodat men voor de afvoer van warmte gebruik maakt van vloeibare metalen of gassen. In Kalkar heeft een combinatie van Duitsers, Belgen en Nederlanders een snelle, met vloeibaar natrium gekoelde kweekreactor gepland. Het opgewarmde natrium brengt via een warmtewisselaar water aan de kook. Het natrium wordt door metalen wanden gescheiden gehouden van het water. De brandstof bevindt zich wederom in metalen pijpen, waarlangs het natrium stroomt. De brandstof bestaat uit een mengsel van splijtbare en niet-splijtbare uranium- en plutoniumkernen. Ongeveer 20% splijtbare kernen. De rest is niet splijtbaar.

4) Radioactiviteit

Radioactiviteit ontstaat wanneer een instabiele atoomkern onder uitzending van straling overgaat in een meer stabiele atoomkern.

Er bestaan drie soorten straling:

- alphadeeltjes. Dat zijn heliumkernen, $4/2 \text{ He}$.
- betadeeltjes. Dat zijn elektronen. Een elektron is een deeltje met een elektrische lading en een massa van ongeveer 9×10^{-28} gram.
- gamma fotonen. Dit zijn elektro-magnetische golven.

Radioactiviteit wordt uitgedrukt in het aantal kernovergangen (desintegraties) per seconde. De eenheid is Curie). Eén curie komt overeen met 3.7×10^{10} desintegraties per seconde. De veel gehanteerde term "halveringstijd" is de tijd waarin de helft van de oorspronkelijk aanwezige radioactieve kernen is vervallen.

Instabiele kernen ontstaan in kernreactoren op verschillende manieren. De brokstukken van een gespleten zware kern zijn zeer instabiel. Verder kunnen stabiele kernen instabiel worden door de absorptie van neutronen.

De schadelijke gevolgen van door radioactieve stoffen uitgezonden straling op het menselijk weefsel berusten op de ioniserende werking ervan. Dat wil zeggen dat de straling verandering brengt in het aantal elektronen dat behoort bij atomen of combinaties van atomen van het menselijk weefsel. Hierdoor wordt de structuur van het menselijk weefsel aangetast en kan de biologische functie verloren gaan.

Er bestaan verschillende grootheden waarin men het effect van straling kan uitdrukken. Men spreekt van één rad als één gram van een bepaald materiaal ten gevolge van ioniserende straling een hoeveelheid energie van 100 erg absorbeert. Omdat deze energieabsorptie niet alléén bepalend is voor de stralingsschade heeft men de rem ingevoerd. Om de stralingsschade uitgedrukt te krijgen in rems, moet men de hoeveelheid rads vermenigvuldigen met een factor die een maat is voor de biologische schade van een bepaalde stralingssoort. Deze factoren kunnen per stralingssoort verschillen. Bij de bepaling van stralingsschade door uitwendige bestraling dient men ook nog rekening te houden

met de snelheid waarmee de betreffende radioactieve stof op natuurlijke wijze uit het menselijk lichaam wordt verwijderd en met de neiging van de betreffende radioactieve stof om zich op bepaalde plaatsen in het menselijk lichaam te concentreren. Radioactief plutonium, strontium en jodium zijn bijvoorbeeld bijzonder gevaarlijk bij opname in het lichaam. De eerste twee concentreren zich in het bot en de laatste in de schildklier.

5) De levensweg van de nucleaire brandstof

Uranium wordt gewonnen in mijnen. Ongeveer 0,25% van het erts dat gewonnen wordt, is uraniumoxyde (U_3O_8). Van dit uraniumoxyde is 99,3% $^{238}/_{92}U$ en 0,7% $^{235}/_{92}U$. Dit oxyde wordt omgezet in een gasvormige verbinding van uranium en fluor. In een verrijkingsinstallatie wordt dit gas gesplitst in twee gassen, één met een hoger gehalte $^{235}/_{92}U$ (verrijkt) en één met een lager gehalte $^{235}/_{92}U$ (verarmd). Het verrijkte gas wordt omgezet in uraniumoxydepoeder (UO_2). Het verarmde uranium wordt opgeslagen. Van het UO_2 worden spijfstofelementen gemaakt welke in kernreactoren kunnen worden geschoven. Tot dan toe heeft men nog weinig met radioactiviteit te maken gehad en er zijn wat dat betreft dan ook nog geen bijzondere voorzieningen getroffen. $^{238}/_{92}U$ is heel licht radioactief. Het heeft een halveringstijd van 4,5 miljard jaar.

Zodra de splijtstof-elementen in een kernreactor zijn ontstoken, wordt de brandstof radioactief. Op een gegeven moment zijn er zoveel neutronenabsorberende splijtingsprodukten gevormd, dat het splijtingsproces niet meer kritisch is. De brandstof is dan opgebrand, hoewel er nog wel degelijk splijtbare kernen in aanwezig zijn. De uiterst radioactieve splijstfostofelementen worden na enige tijd van de kernreactor naar de opwerkingsfabriek getransporteerd. In deze fabriek probeert men zo goed mogelijk het nog aanwezige uranium en het gevormde plutonium te scheiden van de splijtingsprodukten. Zowel het uranium als het plutonium kunnen opnieuw gebruikt worden. Het restant wordt gesplitst in hoog en laag radioactief afval. Het hoog radioactief afval moet, net als het vast afval zoals hulpmateriaal, bijzonder lang veilig worden opgeborgen. Deze periode bedraagt in verband met de nog aanwezige plutonium en andere trans-uranen duizenden jaren. De halveringstijd van het uitermate gevaarlijke $Pu\ 239$ is 24.000 jaar.

Wanneer men een kernreactor met een thermisch vermogen van $150\ MW^*$ (ongeveer de grootte van Dodewaard) een jaar op vol vermogen laat werken, verkrijgt men ongeveer 60 kg splijtingsprodukten, 10 kg plutonium en nog zwaardere elementen, $2,5\ m^3$ hoog actieve afvalvloeistof en $0,5\ m^3$ vaste afval van omhullingen. De kernreactor die in Borssele gebouwd wordt, zal een thermisch vermogen krijgen van bijna $1.500\ MW_{th}$ (= $450\ MWe$).

* $1\ MW = 1.000.000\ Watt$

HOOFDSTUK 2

GEVOLGEN VAN RADIOACTIEVE STRALING

In het jaar 1895 ontdekte W.C. Röntgen een nieuw soort straling, die een groter doordringingsvermogen had dan de tot nu toe bekende lichtstralen. Als Röntgen zijn hand tussen de stralingsbronnen en het beeldscherm hield, zag hij zijn knoken binnen de vage omtrek van zijn hand. Van dit doordringend vermogen van deze straling werd al spoedig gebruik gemaakt door de medische wereld bij de diagnostiek. Omstreeks de eeuwwisseling worden stoffen ontdekt die ook deze geheimzinnige straling uitzenden. Deze stoffen vinden ook hun weg naar de medische wereld. Al spoedig kwam men tot de ontdekking dat de toepassing van dit soort straling (nu bekend onder de naam Röntgenstraling) en van deze radioactieve stoffen niet van gevaar ontbloomt is.

1) De uitwerking van straling op het menselijk lichaam

- a) Het menselijk lichaam, opgebouwd uit miljarden bouwstenen, die we cellen noemen, heeft de eigenschap zich steeds weer te regenereren. Dit is mogelijk door het vermogen van de cellen om zich door deling te vermenigvuldigen. In de cel bevinden zich alle eigenschappen van het individu en van de cel in de vorm van genen, die in lange reeksen volgens een bepaald systeem geordend zijn. De lange reeksen genen heten chromosomen. De mens heeft er 46. Bij de deling van de cel vindt ook een zodanige deling van de chromosomen plaats dat alle eigenschappen van het individu op de twee delen volledig worden overgedragen. De straling oefent juist op de cel en de celdeling invloed uit door de ioniserende werking ervan. Hierdoor kunnen
- de cellen zodanig beschadigd worden dat acute afsterving ervan plaatsvindt;
 - de chromosomen zodanig beschadigd worden dat verdere deling onmogelijk wordt.

Beide verschijnselen spelen een rol bij de zogenaamde acute effecten tengevolge van een in korte tijd ontvangen hoge dosis. Het is duidelijk dat het acuut afsterven van grote hoeveelheden cellen en een plotseling gestopte algehele of gedeeltelijke celdeling nadelige invloeden op het lichaam heeft. Het verstoort de stofwisseling. Het optreden hiervan en de gevolgen zijn afhankelijk van de lichamelijke constitutie van de betrokkenen en de opgelopen stralingsdoses.

De effecten lopen van een merkbare verandering in het bloedbeeld bij een dosis van 25-50 rem via een lichte stralings-"kater" bij 50-100 rem naar ziekteverschijnselen bij 100-250 rem door naar ernstige ziekteverschijnselen, die de dood tot gevolg kunnen hebben, bij doses tussen de 250 en 600 rem.

Naarmate de dosis stijgt, worden de overlevingskansen van

de betrokkene kleiner. Bij een dosis van 600 rem en hoger zijn geen overlevingskansen meer aanwezig. Overigens zijn de begrippen hoge en lage doses nogal arbitrair, ze variëren vaak afhankelijk van de effecten die men bekijkt. Men moet ook rekening houden met doserings-snelheden.

b) Somatische effecten

Naast deze acute effecten, die meestal goed te herkennen zijn, bestaan er latente effecten; deze kunnen een gevolg zijn van een acute storing, waarvan men zich hersteld heeft. Ook kunnen ze optreden tengevolge van langzaam opgelopen doses. Een van de mogelijke stralingseffecten is het breken van de chromatiden en de beschadiging van de genen, terwijl de celdeling voortgaat. Er heeft nu een verkeerde informatieoverdracht plaats, waardoor de ontstane cellen of alsnog sterven, of een leven gaan leiden dat niet past bij de functie van deze cellen in het geheel. Het lichaam kan nu deze cellen elimineren. Ook kunnen er grote voortwoekerende opeenhopingen van cellen ontstaan. Dit wordt kanker genoemd. De beenmergcellen, die voor de aanmaak van bloed zorgen, kunnen door ioniserende straling worden aangetast en daarna tot een andere vorm van kanker aanleiding geven: leukemie genaamd.

Hiernaast bestaan er nog zogenaamde "goedaardige" effecten, zoals:

- 1) stralingsstaar
- 2) verminderde weerstand tegen infecties (door beenmergbeschadiging)
- 3) verminderde vruchtbaarheid
- 4) specifieke levensduurverkorting (vervroegde veroudering).

Voor deze goedaardige effecten zijn nog geen cijfers beschikbaar die het verband leggen tussen de frequentie van het optreden van deze effecten en de hoogte van de dosis bij lage doses (kleiner dan 1 rem).

Van de kwaadaardige effecten is al iets meer bekend: zo blijkt er een lineair verband te bestaan tussen deze effecten en de hoogte van de dosis bij hoge doses (meer dan 50-100 rem).

Dierproeven en onderzoeken op de overlevenden van Hiroshima en Nagasaki, op een groep radiologische werkers en op een groep van therapeutisch bestraalde patienten hebben dit uitgewezen. Uit deze onderzoeken bleek ook dat er geen redenen aanwezig waren om voor de kansberekening de extrapolatie naar zeer lage doses niet te maken. Algemeen kan daarom worden gesteld dat bij een bestraling van de totale bevolking met een dosis van 1 rem het aantal kankergevallen met 40 à 120 gevallen per miljoen inwoners zal stijgen. Uit de berekeningen kwam naar voren dat de dosis waarbij het aantal kankergevallen zich over het algemeen verdubbeld heeft, ligt rond de 150 rem. Deze dosis lijkt hoog, maar is de gemiddelde stralingsbelasting waar-

aan een radiologisch werker beroepshalve gedurende zijn leven blootgesteld kan worden. Op kinderen, die een veel grotere frequentie van celdeling hebben, is het effect van ioniserende straling veel groter. De kansen op kwaadaardige gevolgen zijn hier 2 tot 10 maal zo groot als bij volwassenen.

Bestraling kan naast de eerdergenoemde effecten ook een verminderde groei en ontwikkeling tot gevolg hebben. Bij bestralingen van de nog ongeborne vrucht kunnen ook grote lichamelijke of geestelijke afwijkingen het gevolg zijn.

De aard van dit soort beschadigingen hangt af van het stadium welke het embryo of de foetus doormaakte op het moment van de bestraling. Al deze effecten zijn bekend onder de naam somatische stralingsschade en hebben alleen betrekking op individuen.

c) Genetische effecten

Nog zwaarder moet men tillen aan beschadigingen van het genetisch materiaal, dat van geslacht op geslacht wordt doorgegeven. De zaad- en de eicel bevatten elk de helft van het normale aantal chromosomen, namelijk 23. De mogelijkheid van breuken in de chromosomen en van beschadiging van de genen geldt ook voor de ei- en zaadcellen. Dit worden mutaties genoemd. Mutaties treden altijd op, spontaan, onder invloed van chemische stoffen en tengevolge van natuurlijke straling. Het is duidelijk dat elke willekeurige verandering van het erfelijkheidspatroon fatale gevolgen kan hebben. Veelvuldige proefnemingen op dieren hebben een lineair verband kunnen leggen tussen de stralingsdoses en het aantal mutaties. Hieruit blijkt dat iedere stralingsdosis, hoe klein ook, enige mutatie veroorzaakt.

Bij bananenvliegen ligt de verdubbelingsdosis van het aantal mutaties bij ongeveer 50 rem. Hoe groot deze dosis bij de mens is, is uiteraard, door het achterwege blijven van experimenten in deze, onbekend. Gezien zijn stralingsgevoeligheid voor acute en somatische effecten zal deze dosis bij de mens zeker niet hoger zijn.

Wanneer het bekend was welk deel van de normale mutatie bij de mens het gevolg is van de natuurlijke straling waarin wij leven, dan zou het gemakkelijk zijn deze verdubbelingsdosis te berekenen.

Beschadiging van de ei- of zaadcel, zover deze de levensvatbaarheid ervan niet nadelig beïnvloedt, zorgt voor een verkeerde informatieoverdracht.

Effecten in de eerste generatie zijn: miskraam, ernstige lichamelijke of geestelijke afwijkingen, kindersterfte, etc. Ook minder ernstige afwijkingen kunnen een gevolg zijn. De mutaties komen tot uiting in het eerste geslacht wanneer ze dominant zijn. Is de mutatie recessief, dan zal deze zich in een volgende generatie uiten. Van de genoemde somatische schade blijkt uit dierproeven de specifieke levensduurverkorting van de vader over te gaan op het nageslacht.

d) Radioactiviteit in het lichaam

Radioactieve stoffen kunnen zich ook in het lichaam ophopen en dan daar fungeren als inwendige stralingsbron. De in de inleiding genoemde isotopen Pu/239, Sr/90 en Cs/137 zijn de gevaarlijkste. Door interactie van deze radionucliden met het chromatine van een cel kan tevens schade aangericht worden tengevolge van transmutatie (overgang naar een ander element).

Ook tritium kan wijzigingen aanbrengen in het DNA/RNA van de cel, zodat de kans bestaat dat het nakomeling-schap bedreigd wordt.

Bepaalde stoffen worden door het lichaam in het geheel niet vastgehouden, terwijl andere door het lichaam in het geheel niet meer uitgescheiden worden, met allerlei gradaties ertussen. Als het hier gaat om radioactieve stoffen, maakt dit natuurlijk wel enig verschil. Daarom is de term effectieve halveringstijd ingevoerd, dat wil zeggen "de tijdsduur waarbinnen het lichaam de helft van de betreffende hoeveelheid van het betrokken nuclide heeft afgestoten". Dat kan variëren van enkele dagen tot duizenden jaren. De International Commission on Radiological Protection (ICRP), welke zich met de stralingsbeveiliging van de mensheid bezighoudt, heeft tabellen samengesteld van alle mogelijke radionucliden met de daarvoor kritische organen, effectieve halveringstijden en toelaatbare concentraties in het menselijk lichaam, water en lucht. Nog veel is er onbekend over de cumulatie van bepaalde nucliden in de voedselketen. Zo kan de concentratie van radioactiviteit in vis miljoen malen groter zijn dan in het water waarin de vis zwemt.

2) Radioactieve straling

Zolang de mens bestaat is hij blootgesteld geweest aan straling vanuit de ruimte, vanuit de aardkorst en zelfs door inwendige straling van radioactief kalium/40 dat in zijn lichaam is opgenomen. Ook deze straling veroorzaakt mutaties. Omdat men rustig kan aannemen dat al het leven geëvolueerd is uit enkele organische verbindingen, die de voorlopers van het leven waren, mag men stellen dat de mensheid haar bestaan dankt aan deze mutaties. Het is echter niet zo dat deze natuurlijke straling geheel zonder risico's is.

De ICRP kent aan deze natuurlijke straling van 125 millirem per jaar een zesdegraads risico toe. Hetgeen wil zeggen dat er rekening gehouden dient te worden met 1 tot 10 gevallen van stralingsschade met noodlottige afloop per miljoen mensen. Aan streken met een verhoogde natuurlijke straling, zoals Kerala in India en sommige streken in Brazilië, kent de ICRP een vijfdegraads risico toe. Er moet dan met 10 à 100 gevallen van stralingsschade per miljoen mensen rekening gehouden worden.

De mensheid heeft tot aan het begin van deze eeuw altijd geleefd in een bepaald evenwicht met deze mutaties tengevolge van de natuurlijke straling en de radioactieve stoffen die door zijn lichaam werden opgenomen. Door de veelvuldige

toepassing van röntgendiagnostiek moet men ook hier met een bijkomende stralingsbelasting van 10 tot 60 millirem per jaar voor de erfelijke massa rekenen. Dit zal ook het aantal mutaties opvoeren.

De industrie maakt een steeds ruimer gebruik van toepassingen van röntgenstraling en radionucliden. Wij staan aan het begin van het gebruik van kernenergie-centrales op grote schaal met de daaraan verbonden risico's, stralingsbelasting voor de bevolking en het personeel en de inbreng van milieuvreemde radionucliden, die in het menselijke lichaam kunnen accumuleren (zie Hoofdstuk 7).

En ondanks deze nog zo onbekende risico's wordt kernenergie als een oplossing gepropageerd voor de milieuproblemen die bij fossiel gestookte centrales optreden !

3) Normen en risico's

De door de ICRP gestelde maximaal toelaatbare stralingsdosis voor de bevolking, is sinds 1924 (toen de dosis nog 1.5 rem per week was) 450 x kleiner geworden. Voor de radiologische werkers is deze dosis slechts met een factor 15 verlaagd.

Dit laatste voornamelijk om economische redenen. In Amerika is per 9 juni 1971, buiten de ICRP om, de toegestane dosis voor de bevolking de factor sterk verlaagd. (Bulletin of the Atomic Scientists, sept. 1971).

Dit is mede het resultaat van het werk van de arts en atoomfysicus John W. Gofman, die de ICRP normen sterk aanvecht.

Voor Nederland omgerekend betekenen de ICRP normen volgens hem tweeduizend extra gevallen van kanker en leukemie per jaar.

Ook Prof. Lines Pauling vecht de ICRP normen aan. Volgens zijn berekening betekent de huidige toegestane stralingsdosis voor de bevolking zelfs zesduizend extra gevallen van kanker en leukemie voor Nederland. Uiteraard worden de thesen van Gofman en Pauling sterk bekritiseerd en in de controverses hierover staat de ene wetenschappelijke hypothese tegenover de andere.

De schade aan de erfelijkheid kan niet precies worden bepaald. Om de schade op korte termijn te beperken, is het alleszins een aanbeveling waardig de minimumleeftijd van radiologische werkers zo te stellen dat mag worden verwacht, dat deze op dat moment hun nageslacht reeds hebben verwekt.

De wetenschappelijke commissie van de VN (UNSCEAR) en de ICRP stellen eerlijk dat de schade op lange termijn niet is te overzien.

"Een extra probleem bij het schatten van genetische risico's is, om ze in een duidelijke formule uit te drukken

De meest genetische beschadigingen zijn niet te schatten, men kan zelfs niet vermoeden wat de schade in toekomstige generaties voor de enkeling en de gemeenschap zal betekenen".

(UNSCEAR 21: zitting 1966, blz. 122).

"Omdat de totale beschadiging van de erfelijkheid pas na vele generaties blijkt, zou het juist zijn, wanneer het gemeenschappelijke geweten zich hoofdzakelijk met de schade die op de lange duur ontstaat, zou bezighouden. Dit houdt in dat de totale schade die tijdens een onbeperkte tijd ontstaat, moet worden bekeken". (ICRP publicatie, nr. 81906).

Conclusies

De mens staat in zijn natuurlijke milieu reeds bloot aan een hoeveelheid ioniserende straling als gevolg van kosmische stralen, grondstralen en kalium-40 in het lichaam. Naast deze natuurlijke doses van 70 à 200 millirem per jaar worden de mensen ook blootgesteld aan straling uit onnatuurlijke bronnen, zoals door middel van medische toepassingen (röntgenstraling, 6-60 millirem per jaar) en straling van TV-buizen, bouwmaterialen, atoomproeven, etc.

Internationale studies voor de somatische (korte termijn) en genetische (lange termijn) effecten van radioactieve straling op het menselijk lichaam komen tot de conclusie dat een veilige of onschadelijke hoeveelheid straling niet bestaat (ICRP-14).

Omdat dus elke extra toevoeging gevaarlijk is, rijzen ernstige twijfels omtrent het verder verhogen van de stralingsbelasting door het bouwen van steeds meer kerncentrales.

Internationale aanbevelingen voor de maximaal toelaatbare stralingsbelasting als gevolg van kernenergie geven 170 millirem per jaar. Er is echter veel kritiek en wetenschappelijke twijfel over deze aanbevelingen, vooral gezien de onbekende genetische consequenties ervan.

Alvorens men tot toepassing van kernenergie op grote schaal besluit, is veel meer studie naar de consequenties van stralingsgevaar dan ook dringend gewenst.

Literatuur

ICRP publications:

- no 8: The evaluation of risks from radiation (1960);
 - no 9: Recommendations of the ICRP (1966);
 - no 10: Report on evaluation of radiation doses to body tissues (1968);
 - no 11: Review of radiosensitivity of the tissues in bone (1968);
 - no 14: Radiosensitivity and spatial distribution dose (1969).
- Z.M. Nootboom-Beeckman; Milieuaspekten van de kernenergieproductie. Risico's en Normen; Atoomenergie-juni 1971.
- J. Schwibach; Strahlungsschutzempfehlungen und Strahlenschutzvorschriften; Atomwirtschaft-März-Mai 1972.
- J.W. Gofman + A.R. Tamplin; Poisoned power ; Rodale press inc-1971.

HOOFDSTUK 3

Radioactieve lozingen en afval

1. Lozing tijdens normaal bedrijf (1)

a) Waterverontreiniging

In het koelwater komen naast spijtingsprodukten ook vele radionucliden voor die ontstaan door neutronen-activering van stabiele elementen. Deze oorspronkelijke stabiele elementen zijn daardoor instabiel, dus radioactief geworden. Voorbeelden vormen chroom/51, mangaan/54, kobalt/60 en zink/65. De mate van aanwezigheid van cesium/137 en strontium/90 hangt af van de grootte van de splijtstof-lekkage. Ditzelfde geldt voor tritium, hoewel dit ook in het koelwater kan terecht komen doordat het door de splijtstof-bekleding heen kan diffunderen.

Dit koelwater wordt gefilterd. Het gefiltreerde water wordt opnieuw gebruikt of geloosd in oppervlaktewater. Aard en hoeveelheid van radioactief afval in het geloosde water zijn sterk afhankelijk van het type kernreactor, en van de mate waarin zuivering van het afvalwater wordt toegepast. Tritium is er zeer moeilijk uit te krijgen. Om geen al te hoge kosten te hoeven maken heeft men vanaf het begin van de ontwikkeling van de kernenergie gebruik gemaakt, zoals men dat noemt van de "capaciteit van het watermilieu om beperkte hoeveelheden radioactief afval op te nemen".

Eenmaal in het milieu geloosd, verdwijnt een radionuclide alleen definitief door radioactief verval, onder uitzending van ioniserende straling (radioactiviteit).

Volgens een opgave van het Bundesministerium für Wissenschaft und Finanz van 30 juni 1971, zullen in 1978 voor in totaal ca. 10.000 MW(e) kerncentrales langs de Rijn in Zwitserland, Frankrijk en Duitsland aanwezig zijn.

Er is geen reden tot optimisme over de lozingen van deze centrales bij normaal en onregelmatig bedrijf.

Werkgroepen die zich bezighouden met de gevaren van radioactiviteit in Zwitserland, Duitsland en Frankrijk verwachten van Nederlandse zijde officieel protest tegen deze kerncentrales, omdat Nederland het meest getroffen zal worden door de verhoogde radioactiviteit en opwarming van de Rijn.

b) Luchtverontreiniging

Een niet onbelangrijk deel van de splijttingsprodukten is gasvormig, zoals xenon (Xe), krypton (Kr) en jodium (J). Een zeer groot gedeelte van dit gasvormige afval is radioactief, zoals Kr/85, Kr/87, Kr/88, Xe/133 en J/131.

Deze gassen komen vrij uit het centrale deel van de reactor, de reactorkern, welke een temperatuur bezit, afhankelijk van het type, boven 1650 graden Celsius. Hoewel een groot gedeelte van deze gassen wordt ingevangen met be-

hulp van filters, verdwijnt een behoorlijke hoeveelheid door de schoorsteen en komt in de atmosfeer terecht. Het grootste aandeel leveren de edelgassen krypton en xenon.

Een groot probleem levert het splijtingsprodukt tritium (H-3) dat tijdens het splijtingsproces, met een opbrengst van ongeveer 0,01% vrij komt. Bovendien kan het door afbraak van andere elementen ontstaan, bijvoorbeeld uit borium/10, dat voor de procesbeheersing wordt gebruikt in drukwaterreactoren.

Het radio-actieve tritium (halveringstijd is 12.3 jaar) heeft bovendien de nare eigenschap dat het dwars door omhullingen en wanden heen diffundeert en aldus overal terecht komt, onder andere in het koelmiddel. Tengevolge van deze lozingen zal de radioactiviteit van de lucht in de omgeving van de installatie toenemen. De stralingsbelasting van mensen in de omgeving zal hierdoor toenemen, in hoofdzaak door uitwendige bestraling is er opname van radioactief materiaal in het lichaam door inademing of via het voedsel, wat inwendige bestraling van de organen in het lichaam tot gevolg heeft.

Een van de geloosde gasvormige elementen is jodium/131 met een halfwaardetijd van 8 dagen. Bij dit element is inwendige bestraling van de schildklier, waarin het zich ophoopt, een zeer groot risico, en wel na neerslag van het jodium op grasland consumptie door de koe en consumptie van melk van deze koe door de mens.

Het is duidelijk dat de grootte van het gevaar dat men loopt bij uitwendige - zowel als bij inwendige bestraling en besmetting, afhangt van de hoeveelheid geloosde gassen en de samenstelling ervan. Hiervoor is onder meer van belang de afstand tot de reactor, de hoogte van de schoorsteen, de windrichting en de windsnelheid.

c) Lozingsnormen

Internationaal baseert men de normen op de aanbevelingen van de International Commission on Radiological Protection (ICRP) maar in Amerika is de norm voor de stralingsbelasting van de bevolking aan de grens van het reactorterrein per 9 juni 1971 sterk verlaagd (2). Het veiligheidsrapport van de kerncentrale van Borssele baseert zich op de maximaal toegestane stralingsdosis aan de grens van het reactorterrein zoals de ICRP deze geeft en die een belangrijk hogere stralingsbelasting voor de bevolking geeft dan in Amerika nu is toegestaan. Algemeen geldt dat de hoeveelheden gasvormige en vloeibare radioactiviteit, die maximaal geloosd mogen worden, niet mogen resulteren in een grotere dan de maximaal toelaatbare stralingsdosis voor de bevolking. Van de toegestane lozing voor Borssele vermeldt het veiligheidsrapport 170 Ci/uur aan edelgassen, 3,4 mCi/uur aan jodium.

Citaten uit dit rapport:

"De maximaal toelaatbare lozing van radioactieve gassen ligt dus belangrijk boven de lozing, waarop het ontwerp gebaseerd is, zodat ook bedrijfsstoringen niet tot een over-

schrijding leiden. Om een flexibel bedrijf van de kern-energiecentrale mogelijk te maken, kan het wenselijk zijn gedurende korte tijd grotere hoeveelheden radioactieve gassen te lozen".

Er volgt dan de aanvraag tot lozing van 1.400.000 Ci edelgassen en 28 Ci jodium/131 per jaar.

Een dergelijke lozing in oppervlaktewater en lucht zal leiden tot een verhoging van de uitwendige en inwendige stralingsdosis en tot inwendige besmetting van de mens via voedsel of drinkwater. Reactorconstructeurs proberen uiteraard binnen de gestelde normen te blijven en niet om de risico's werkelijk zo laag mogelijk te houden.

Een duidelijk voorbeeld hiervan vindt men in het veiligheidsrapport van de snelle kweekreactor te Kalkar. Dit vermeldt zelfs lozing van plutonium in de Rijn.

Met deze experimentele reactor gaat men uiteraard allerlei proeven doen. Daarbij kan wel eens wat plutonium in de Rijn terecht komen en het lijkt erop alsof men dit via het veiligheidsrapport alvast probeert te sanctioneren.

2) Lozing bij de opwerking van de splijtingsprodukten

De gebruikte splijtstof van de kerncentrales wordt aan speciaal daarvoor gebouwde fabrieken geleverd, de zogenaamde "opwerkingsfabrieken". Deze fabrieken scheiden de energiegrondstoffen uranium en plutonium van de splijtingsprodukten, hetgeen betekent, dat deze splijtingsprodukten dan afvalstoffen zijn geworden, die wij door hun uitermate gevaarlijke eigenschappen eeuwenlang met grote zorg onder controle moeten houden. De politieke implicaties hiervan zijn enorm groot (zie dit hoofdstuk onder 3a).

Momenteel bestaan in Europa twee grote (la Hague en Windscale) en een zevental kleinere eenheden voor de opwerking van gebruikte splijtstoffen alsmede een militaire installatie in Frankrijk.

De Nederlandse gebruikte splijtstof-elementen gaan naar de opwerkingsfabriek in Mol (België), op slechts een tiental kilometers van de Nederlandse grens.

Met de huidige methoden wordt de splijtstof eerst opgelost in een oplossing van salpeterzuur in water. Daaruit wordt vervolgens het uranium en plutonium gehaald. De zeer sterk radioactieve waterige oplossing van de splijtingsprodukten wordt door indampen verder geconcentreerd en opgeslagen in roestvrij stalen tanks. Deze tanks moeten voortdurend gekoeld worden en op lekkage gecontroleerd.

Daarnaast ontstaat een relatief groot volume vloeibare afval die veel minder radioactief is en tevens gasvormige radioactieve afval, hoofdzakelijk krypton/85 en tritium (waterstof/3). Krypton heeft een halveringstijd van 9.4 jaar. Het komt tijdens de opwerking uit de splijtstof vrij en wordt geheel in de atmosfeer geloosd.

Tritium heeft een halveringstijd van 12.3 jaar. Ongeveer een kwart van het gevormde tritium komt in de uitlaatgassen terecht. De rest komt via het vloeibare radioactieve afval van de opwerkingsinstallaties in het oppervlaktewater terecht. Praktische mogelijkheden voor scheiding van het tritium werden recent aangekondigd (1).

Ook komt bij de opwerking plutonium in de omgeving vrij. Met de beste methodes is het niet te voorkomen dat 1 tot 2% van het plutonium niet terug te winnen is bij de opwerking. Deze 1 tot 2% moeten dan met het vaste of vloeibare afval worden verwijderd (3).

Bij de tegen het eind van de eeuw verwachte jaarlijkse productie van 200 tot 300 ton van dit metaal in West Europa is dit 2 tot 5 ton per jaar. Bij de zuivering van het afval komen hiervan enkele procenten in de omgeving terecht. Dit betekent een jaarlijkse verspreiding van 20 tot 100 kg plutonium per jaar in West-Europa (4).

Over dit uiterst gevaarlijke element is nog veel te weinig bekend. Het heeft een halfwaarde tijd van 24.000 jaar en wordt in wetenschappelijke kringen gekenschetst als:

"diabolisch, omdat het onvoorspelbaar en zeer moeilijk te behandelen is" (5). Behalve de militaire implicaties voor de aanwezigheid van dit element in vele landen (zie hoofdstuk 9) maakt de AEC in Amerika zich ernstige zorgen over de mogelijkheid kleine hoeveelheden plutonium tijdens b.v. het transport (ervan) te stelen of te saboteren (6). Plutonium is niet alleen uitermate gevaarlijk vanwege de mogelijkheden die het biedt om bommen te maken, maar het is ook in minuscule hoeveelheden kankerverwekkend (7). Dit element kan in handen van bepaalde lieden of landen tot chantage op grote schaal aanleiding geven. De AEC vreest zelfs een zwarte markt in plutonium.

3. Laag, middelmatig en hoog radioactief afval bestemd voor opslag

a. Laag radioactief afval

Geconcentreerd laag radioactief afval wordt met cement of bitumen in een onoplosbare vorm gebracht. Het storten van het aldus verpakte afval in zee wordt door de meeste landen als een aanvaardbare oplossing beschouwd. Wat dit tot gevolg heeft blijkt reeds uit de proeven die men begin 1970 heeft genomen op sprut uit de Noordzee.

Sommige visjes bleken zeer radioactief te zijn. Een tweede oorzaak zou zijn, het begraven van radioactieve afvalstoffen in de grond die via het grondwater opgelost in zee terecht komen.

Door de Europese kernenergie-organisatie (ENER) worden telkens dumpingen gepleegd van radioactief afval. Zo werden in 1967 36.000 vaten in de Atlantische oceaan gedumpt op een diepte van 3000 tot 5000 m. Om de studie van het gevolg van het vrijkomen van de radioactiviteit te vereenvoudigen, zijn de experts, volgens het rapport van de betreffende organisatie, er vanuit gegaan dat de vaten gedurende de eerste tien jaar nadat zij in zee geworpen zijn, geen radioactieve stoffen prijsgeven en dat vervolgens alle radioactiviteit tegelijk vrijkomt.

Sinds 1967 is er onder auspiciën van de ENEA circa 28.000 ton gedumpt met een totale radioactiviteit van 60.000 Curie.

"Schadelijke gevolgen zijn er voor het zeewater of de organismen daarin niet of nauwelijks te verwachten", stelt de Nederlandse overheid (9). De Amerikaanse Atomic Energy Commission (AEC) weet ook niet erg goed raad met het probleem. Al gaf men sinds 1960 geen nieuwe vergunningen meer

uit voor dit soort dumpen, in 1972 stelde AEC dat het slechts mogelijk was als de aanvrager kon aantonen dat storten in zee minder schadelijk is voor mens en milieu dan andere verwijderingsmethoden (10).

In Mol wordt het afval van een groot aantal Europese landen in tanks opgeslagen. Dit gebeurt bovengronds vanwege de hoge grondwaterstand. De kluizen moeten voortdurend gekoeld en bewaakt worden. De schatting is dat dit afval 600 jaar gekoeld en bewaakt moet worden. De levensduur van de vaten is slechts 50 tot 70 jaar. Dit betekent dat de vloeistof verschillende malen overgeheveld zal moeten worden.

Ondanks al de aarzelende formuleringen (van ENEA b.v.) ligt het in de verwachting dat dumpen op zee ook in Europa zal worden verboden en dat elk land een eigen oplossing zal moeten vinden. Dit stelt tenminste de Wetenschappelijke Raad voor de kernenergie in een recent advies (11) aan onze regering. De Raad stelt voor in Nederland het afval te storten in de restanten van verlaten kerncentrales en ernaast weer nieuwe kerncentrales te gaan bouwen. Wij huiveren bij het idee van al die radioactieve "mausolea" aan onze kosten. Laten we hopen dat dit soort "oplossingen" de mensen de ogen opent voor de consequenties van kernenergie en tot bezinning doet komen.

Heeft eigenlijk iemand van de energielobby zich ooit werkelijk gerealiseerd wat dat betekent: elke volgende generatie maar op te scheppen met steeds meer radioactieve afvaltanks en mausolea?

Dit biedt, evenals bij plutonium, levensgevaarlijke kansen voor chantage en sabotage in tijden van politieke instabiliteit.

Wij herhalen met nadruk dat wij deze "wie dan leeft, wie dan zorgt" mentaliteit afschrikwekkend vinden. Laten we in hemelsnaam tot onze zinnen komen en niet zonder meer bouwen aan dit "zwaard van Damocles".

b. De opslag en lozing van sterk radioactief afval

Vanwege de aanwezigheid van langlevende spijtingsproducten en in nog meerdere mate de aanwezigheid van sporen plutonium, is het nodig om een opslag voor eeuwen te verzekeren. Daarom kan de opslag in vloeibare vorm, zoals momenteel overal wordt gebezigd, geen definitieve oplossing betekenen, omdat voor geen enkele opslagtank een levensduur van eeuwen kan worden gegarandeerd.

Men zoekt dan ook reeds jaren naar methoden om de hoogactieve afval in vaste vorm te brengen.

Men denkt bijvoorbeeld aan droogdampen, of het verwerken van de splijtingsproducten tot een glasmasa.

De verkregen vaste afvalstoffen moeten worden vervoerd naar een permanente opslagplaats, waarvoor men het liefst zoutformaties (zoutmijnen) kiest, omdat deze vrij zijn van water en bovendien enigszins plastisch zijn, waardoor ontstane scheuren door de druk van het gesteente zich weer sluiten.

Bij deze wijze van opslag vormt de warmte-ontwikkeling een groot probleem. Het bleek dat de eerst gunstig geachte

eigenschappen van het zout niet onverdeeld prettig zijn. Het krimpverschijnsel schijnt hinderlijk te worden wanneer er grote warmte-ontwikkeling in het zout plaats heeft. Een goede definitieve oplossing biedt deze wijze van opslag dus niet (12).

En welk land wil met andermans afval worden opgescheept? Een geheel nieuwe ontwikkeling is het volgende (projekt Plowshare, USA):

Met behulp van een ondergrondse kernexplosie wil men in een geschikt gesteente een gat creëren, waarin men dan via het boorgat een oplossing van hoog-actieve afval kan toevoegen. De geïnjecteerde vloeistof zal door haar eigen warmte-ontwikkeling gaan koken en geleidelijk droogdampen. Gedurende de hele levensduur van de boven dit gat gebouwde opwerkingsfabriek kan hoog-actieve afval en later zelfs middel-actieve afval worden geïnjecteerd. Men neemt nu aan dat na 25 jaar de toevoeging van afvalvloeistof wordt stopgezet en het gat gedicht. Daarna zal de gedroogde afval met de aanwezige rotsresten smelten, terwijl tenslotte ook het gesteente rondom het gat zal smelten. Dit zal volgens de berekening ongeveer 90 jaar duren, waarna door de afgenomen vervalwarmte het gesmolten silicaat-afvalmengsel zal gaan stollen.

De eerste indruk van dit revolutionaire idee is, dat misschien hiermee een echte permanente opslagmethode is gevonden, maar het is de vraag of het idee niet te lichtvaardig is gepresenteerd. Er zal namelijk stellig bij het heftig indampen diep onder de grond veel afval worden meegesleurd met de stoom en de bovengrondse installatie, die moet dienen om deze meegesleurde deeltjes weer terug te voeren, zal vrij kostbaar zijn.

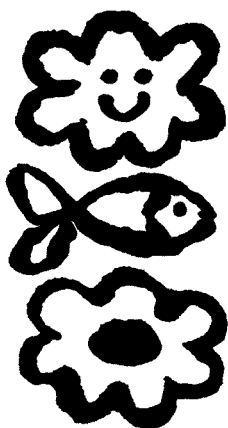
Bovendien zouden sommige vluchtige splijtprodukten, zoals ruthenium, veel narigheid kunnen veroorzaken en men moet er ook niet aan denken wat er zou kunnen gebeuren wanneer door een aardbeving het buizensysteem naar de oppervlakte in het ongerede zou raken.

Dit is een serieus plan waaraan de Amerikaanse Atomic Energy Commission (AEC) in februari 1971 1,3 miljoen dollar heeft besteed voor het ontwerpen van een schacht tussen de 45 en 60 meter diepte in gesteenten onder het productiecentrum Savannah River van de AEC in Zuid-Carolina. De schacht zal worden gebruikt "in het kader van een onderzoek-programma om te bevestigen dat hoog-actief afval kan worden opgeslagen in vast gesteente". (10).

De allernieuwste gedachte over het kwijtraken van dit radioactief materiaal is vervat in een voorstel van de voorzitter van de Amerikaanse Commissie voor atoomenergie, Dr. J. Schlesinger. Hij wil raketten met radioactief afval naar de zon schieten en denkt dit over 10 jaar te kunnen realiseren. (Volkskrant 8-2-1972).

De gevaren die hieraan verbonden zijn, werden een maand later geïllustreerd, want het risico dat een dergelijke lancering mislukt is relatief nog vrij groot. (Volkskrant 15-3-1972).

Het bleek dat b.v. een kunstmaan van de Amerikaanse marine, 8 jaar geleden in de atmosfeer verbrandde, hetgeen nu pas werd meegedeeld door de Amerikaanse commissie voor kernenergie (AEC).



MD Word lid van de Vereniging Milieudefensie, Herengracht 109, Amsterdam.



IK GEEF MIJ OP ALS LID VAN DE VERENIGING MILIEUDEFENSIE.

lidmaatschap: minimaal f 5.- per half jaar

lidmaatschap + abonnement tijdschrift: minimaal f 10.- per half jaar

- Ik heb zelf het verschuldigde bedrag overgemaakt op uw postgiro 102000 t.n.v. Vereniging Milieudefensie, Amsterdam.
- Ik wacht met betalen tot ik een accept-girokaart van u heb ontvangen.

Naam: _____

Adres: _____ Woonplaats: _____

Handtekening: _____

P.S.

- Ik wil eventueel meewerken in de wetenschappelijke staf. Stuur mij informatie.
- Stuur mij per omgaande materiaal toe, want ik wil meedoen aan de ledenwerfactie.

De satelliet heeft ongeveer twee pond plutonium uitgestrooid over 12 landen op het zuidelijk halfrond. Dat komt overeen met 1/6 van de hoeveelheid plutonium die op het zuidelijk halfrond is neergedwarreld na meer dan 300 kernproeven van de Amerikanen en Russen in de atmosfeer. Het probleem van de opslag van radioactieve afval wordt algemeen erkend als enorm. Vooral gezien de enorme hoeveelheden waarom het in de toekomst gaat: voor een kerncentrale (lichtwatertype) van 100 MWe zullen na behandeling en verpakking van het laag tot matig radioactief afval 300 tot 600 vaten per jaar moeten worden opgeslagen. Volgen we de prognoses van de kernenergienota dan zal dit voor Nederland in de orde van 10.000 à 20.000 vaten zijn geworden rond de eeuwwisseling. (13, 14).

Voor West-Europa zal dat in de orde van 15 à 20 maal zoveel zijn. Maar ook de opslag van hoog-actief afval en vooral plutonium zal grote problemen opleveren. In 1980 reeds verwacht men een jaarlijkse produktie van 40 ton pu per jaar in West-Europa, hetgeen in 1985 al verviervoudigd zal zijn (4).

4. De reactor

Door de radioactieve vergiftiging van de kerncentrale tijdens het bedrijf, scheidt het uit de weg ruimen van deze installatie grote moeilijkheden. Daar kernreactoren niet langer dan 20 à 40 jaar meegaan, zal het aantal uitgebrande centrales sterk toenemen. Men speelt met de gedachte deze "mausolea" te gebruiken voor het opslaan van radioactief afval (11). De aanwezigheid van een aantal gevaarlijke radioactieve tombes in ons dichtbevolkte land lijkt op zijn zachtst uitgedrukt nogal angstaanjagend, zo niet zeer gevaarlijk (sabotage, etc.) Afbraak van deze levensgevaarlijke relikwieën is alleen theoretisch uitvoerbaar vanwege de zeer hoge mate waarin deze reactoren radioactief zijn geworden (zie hoofdstuk 5).

5. Conclusies

De lozing van radioactief afval uit kerncentrales in water en lucht zal leiden tot groter stralingsgevaar voor de omwonenden. De bestaande internationale aanbevelingen voor de grootte van deze lozingen worden in elk land verschillend geïnterpreteerd. Zo zou bijvoorbeeld de toegestane limiet voor de centrale te Borssele in de VS onacceptabel zijn.

Een nog groter gevaar is te verwachten van splijtstofopwerkingsfabrieken, waarvan er één vlakbij de Nederlandse grens staat in België. Vooral de bewerking van het uiterst gevaarlijke plutonium zal grote problemen gaan opleveren.

Maar voorlopig blijft het allergrootste probleem de opslag van afgewerkte splijtstoffen, die lang radioactief blijven. De tot dusver gebruikte oplossingen (dumpen op zee en opslaan in zoutmijnen) blijken gevaarlijk. Gezien de te verwachten enorme hoeveelheden hiervan is internationale samenwerking voor dit probleem dringend gewenst.

Ook uitgewerkte kernreactoren (na 20-40 jaar) kunnen gevaar blijven opleveren.

Literatuur

1. Basis van deze gegevens: artikelen uit Atoomenergie 1970-1971-1972 en Bulletin of Atomic Scientists; Sept.-Oct., 1971.
2. Reactor Emission: AEC guidelines move towards critics position; Science 18-6-1971.
3. Energie nucleaire; 1971, blz. 383.
4. Plutonium-problems and possibilities; Nuclear engineering International; Febr. 1972.
5. Science News, 29-11-1969, blz. 496.
6. Please don't steal the atombomb; Esquire; mei 1969.
7. Kernreactoren in de VS, Financieel Dagblad, 27-8-1971.
8. ENEA "Disposal of radioactive waste in the Atlantic Ocean; 1967.
9. Antwoord op vragen van eerste Kamerlid Van Wijk (PSP), dd. 26-6-1972.
10. Atoomenergie 2-72.
11. Advies over vestigingsplaatsen van energiereactoren en de opslag van radioactief afval; Wetenschappelijke Raad voor de kernenergie, dd. 17-7-1972.
12. Nucleonics Week; 7-10-1971.
13. Proc. IAEA-ENEA: Symp. Management of low and intermediate level radioactive waste; 1970, blz. 218.
14. Proc. IAEA-ENEA: Symp. Disposal of radioactive waste into the ground; 1969, blz. 338.

HOOFDSTUK 4

Ongelukken met nucleaire installaties

1. De kans op ongevallen

Een van de problemen die kerncentrales leveren is dat er in een jaar tijd, in de kern net zoveel lang levende radioactieve stoffen worden geproduceerd als bij een explosie van ongeveer 1000 Hiroshima-bommen (1).

Het is duidelijk dat iedere reactor een potentieel gevaar is, aangezien het onverwachts vrijkomen van deze radioactieve stoffen desastreuze gevolgen kan hebben. Men heeft daarom allerlei veiligheidsvoorzieningen getroffen om te voorkomen dat de reactor uit de hand gaat lopen. De veiligheidsmaatregelen zijn zodanig dat, volgens reactorontwerpers, de kans op een ongeluk 1 op de 1000 reactorjaren is wat betreft kleine ongelukken en 1 op de 1.000.000 reactorjaren wat betreft grote ongelukken. Er zijn echter geen harde feiten die deze schattingen kunnen staven (2). Tot op heden heeft men een paar honderd reactorjaren ervaring in commerciële kerncentrales voor de produktie van elektriciteit en in deze periode zijn geen grote ongelukken gebeurd. Dit is echter nog ver verwijderd van het getal 1.000.000, dus deze schattingen zeggen niet zoveel (3).

Het is bekend dat ondanks alle voorzorgsmaatregelen ongelukken kunnen plaatsvinden, met name indien reactoren worden gebouwd in gebieden waar aardbevingen voorkomen. De werkelijkheid is dat over de hele wereld er al zo'n 12 ongelukken zijn gebeurd, met het kleine aantal reactoren dat momenteel bestaat, maar de meeste van deze ongelukken waren klein (2).

Met de toename van het aantal reactoren en van de grootte van iedere reactor, en in het bijzonder met de introductie van snelle-kweek-reactoren, zal de kans op het gebeuren van een ongeluk toenemen.

Reactor-ongelukken kunnen variëren tussen kleine ongelukken, waarbij een kleine hoeveelheid radioactiviteit vrijkomt of een paar mensen aan hoge doses worden blootgesteld, oplopend tot een totaal openbarsten van de veiligheids-omhullingen, waarbij het grootste gedeelte van de aanwezige radioactieve stof in de vrije atmosfeer terecht komt. Dr. Edward Teller, dikwijls de vader van de waterstofbom genoemd en een van de meest vooraanstaande supporters van de Amerikaanse atoom-commissie (AEC) heeft enkele jaren geleden gezegd: (1)

"Eén behoorlijk ongeluk in een kernreactor kan ongelooflijke schade veroorzaken, niet vanwege de explosieve kracht, maar door de radioactieve besmetting. Tot nu toe zijn we bijzonder gelukkig geweest. Maar met de spreiding van de industrialisatie en met al dat geknoei met dingen die niet volledig begrepen worden, zal vroeg of laat een of andere idioot een proef nemen die groter is dan welk experiment dan ook zelfs met onfeilbare systemen".

Bij het beschouwen van de veiligheid van kernreactoren is het belangrijk op te merken dat tot op heden bijna iedere kernreactor een experiment is.

Bijna iedere reactor verschilt van de andere reactoren en of hij zal werken en of hij veilig zal werken hangt af van de uitkomst van het experiment (1).

Om een idee te geven over de kinderschoenen waarin het veiligheidsvak nog staat het volgende citaat van Ir.C.J. van Daatselaar van het Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid (6):

"De klassieke opvatting van hypothetisch ongeval is inmiddels verlaten en begint steeds meer plaats te maken voor een waarschijnlijkheids-benadering. Dit houdt in dat voor elk denkbaar ongeval getracht wordt de kans te bepalen op het optreden ervan en de gevolgen te beschouwen in de zin van individueel- of bevolkings-risico. Helaas ontbreken voor deze meer realistische benadering statistische gegevens over faalkansen van componenten en systemen om dit met enige mate van betrouwbaarheid te kunnen doen".

Desalniettemin is men, onder andere bij het RCN, aan het rekenen geslagen, op basis van een waarschijnlijkheids-berekening, om de hoeveelheid radioactiviteit te becijferen die in het geval van een zwaar ongeval over de omgeving van een reactor verspreid zou worden (7). Bij vroegere analyses werd verondersteld dat door een fatale oorzaak de gehele reactor-kern smolt, zoals jodium en 1% van de vaste stoffen, zoals splijtingsprodukten in het reactorgebouw vrij zouden komen. De veiligheidsomhulling, die geacht wordt het ongeval te doorstaan, heeft een geschat lek in volumeprocenten per dag. Met behulp van voor de vestigingsplaats typische meteorologische gegevens kan dan de verspreiding over de omgeving worden berekend.

Men achtte deze benaderingsmethode rijkelijk veilig en er is tot nu toe nauwelijks een motief geweest deze methode te veranderen. De toekomstige reactoren met grote vermogens (1000 MWe en meer) daarentegen bevatten veel meer radioactief materiaal, waaronder in het geval van snelle-kweekreactoren zeer veel plutonium. Hierdoor zouden de vereiste veiligheidsmaatregelen zwaar drukken op de kosten van de geleverde elektriciteit. Men zou bijvoorbeeld meer dan twee veiligheidsomhullingen moeten toepassen, hetgeen de bouw van deze grote reactoren vrijwel onaantrekkelijk zou maken (7). De oplossing hiervoor is eenvoudig; men laat zien dat de veiligheidsberekeningen van vroeger te veilig waren en dat dus een derde veiligheidsomhulling niet noodzakelijk is. Voor de SNR-300 leidde dit tot "een verfijning van de veiligheidsberekening met twee grootte orden" (7).

2. Oorzaken

Voordat een groot ongeluk kan ontstaan moet het koelmiddel van de reactor gedeeltelijk verloren gaan en moet de noodkoeling falen.

De kans dat het koelmiddel gedeeltelijk verloren gaat is bij een snelle met natrium gekoelde kweekreactor (SNR) groter dan bij een thermische met water gekoelde reactor (LWR),

* TUSSENVOEGEN: smolt, waarbij alle edelgassen, 50 % van de vluchtige stoffen, zoals

want in tegenstelling tot een LWR kan bij een SNR ten gevolge van de afwezigheid van het koelmiddel het aantal splijtingen per seconde stijgen, waardoor het geproduceerde vermogen toeneemt. Het vloeibare natrium kan in eerste instantie verdreven worden door het ontstaan van natriumdamp of door het vrijkomen van gasvormige splijtingsprodukten. Deze twee laatste effecten zouden beide kunnen worden veroorzaakt door het kapot gaan van de metalen splijtstofbekleding.

Uit de bedrijfservaringen met thermische reactoren blijkt dat het kapot gaan van metalen splijtstofbekledingen geen zeldzaam verschijnsel is. Dat het met de noodkoelsystemen ook nog geen rozegeur en maneschijn is blijkt uit de geweldige opschudding die op het moment in de VS heerst tengevolge van mislukte experimenten met noodkoelsystemen voor reactoren te Idaho. Het bleek daar niet mogelijk bij een namaakreactor noodkoelwater te injecteren, het water verdampte onmiddellijk en blokkeerde verdere injectie (8) en (9). De hierdoor ontstane geruchtmakende hoorzittingen in de VS, waarbij vertegenwoordigers van de AEC en Oak Ridge tegenover National Intervenors (een coalitie van milieuorganisaties) stonden, onthulden gapingen in de AEC-gegevens, gebrek aan testproeven, talrijke veronderstellingen en een groot aantal twijfelende personen, vooral in Oak Ridge.

Volgens ingewijden heeft de AEC een onherstelbaar verlies aan prestige geleden ook al zou het gelukken de bezwarende feiten door aanvullende rapporten ten dele te verzwakken (10). Westinghouse en General Electric (de voornaamste aannemers van reactorwerken) hebben de beschuldigingen ten dele verzwakt en ten dele naar de AEC teruggespeeld. Zij hebben echter ook verbeterde ontwerpen aangekondigd (11).

Ook de reeds eerder geciteerde Dr. Edward Teller heeft zich uitgesproken over snelle-kweek-reactoren (4):

"Zij zijn schoon zolang als zij naar behoren functioneren, maar wanneer er iets kwetsbaars misgaat, hetgeen in principe kan gebeuren, kunnen er genoeg splijtingsprodukten vrijkomen om een enorm aantal mensen te doden. Wanneer je twee ton plutonium in een kweekreactor samenvoegt kan 0.1% van dit materiaal kritisch worden. Ik heb honderden analyses aangehoord over het verloop van nucleaire ongelukken. Alhoewel ik geloof dat het mogelijk is de directe consequenties van een ongeluk te analyseren, geloof ik niet dat mogelijk is de secundaire gevolgen te voorspellen en te analyseren. Bij een ongeluk met een plutonium-reactor kunnen een aantal tonnen plutonium smelten. Ik denk dat niemand kan voorspellen waar één of twee of vijf procent van dit plutonium terecht zal komen en hoe het zich zal mengen met andere materialen. Een kleine hoeveelheid van de oorspronkelijke lading kan een grote ramp veroorzaken".

De kritische massa van plutonium is slechts enkele kilogrammen, die daardoor genoeg zijn voor een zelf-onderhoudende reactie.

Naast kernreactoren lijken opwerkfabrieken, opslagplaatsen van sterk radioactief afval en transporten van dit afval bijzonder kwetsbaar voor sabotage. De ravage die een saboteur kan aanrichten is onvoorstelbaar groot.

3. De gevolgen

Men spreekt van een groot ongeluk als bijvoorbeeld 5% van de splijttingsprodukten zou vrijkomen uit een 850 MWe kernreactor. Dan zouden de gevolgen zijn (12):

1. een strook van dood en verderf met een mogelijke oppervlakte van 2 bij 60 kilometer, met de wind mee gerekend;
2. een strook vol ziekte ter grootte van ongeveer 2 bij 150 kilometer;
3. een voor landbouw evenals voor drinkwater niet meer te gebruiken streek van tenminste 25 kilometer in de omtrek, maar mogelijk zelfs 800 kilometer en dit voor vele jaren;
4. een publieke reactie tegen het gebruik van kerncentrales.

Uit bovenstaande blijkt dat de afstand tot de reactor, de windrichting, de windsnelheid, de intensiteit van de straling, en de samenstelling van de radioactieve "wolk" van belang zijn. Soortgelijke beschouwingen kan men houden voor kleinere reactorongevallen. Als uitgangspunt wordt dan wel genomen dat er een kans bestaat van eenmaal in de duizend reactorjaren op het vrijkomen van 1000 curie jodium. Dit is slechts een hele kleine fractie van de aanwezige hoeveelheid. Bovendien rekent men dan op het vrijkomen van, in een bepaalde verhouding tot jodium, andere radioactieve stoffen, zoals edelgassen, tellurium, cesium en strontium (6). Onder normale weersomstandigheden betekent het vrijkomen van 1000 curie jodium dat kinderen door inhalatie een schildklierdosis van 25 rem kunnen oplopen tot een afstand van ongeveer 2 kilometer. Een indirecte besmetting van de schildklier is mogelijk via de melkketen: jodium dat op grasland neerslaat kan via de koe melkbesmetting opleveren. Tot een afstand van meer dan 30 km. kan het grasland zodanig met jodium worden besmet, dat de melk van grazende koeien niet voor distributie in aanmerking kan komen. Bij zeer stabiele meteorologische condities worden deze afstanden enkele malen groter (6).

De AEC sponsorde een welbekende studie van de potentiële kosten van een ernstig ongeluk in een kernreactor die wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit. De gepubliceerde resultaten (Report Wash-740, bekend als "The Brookhaven Report") welke reactoren beschouwd ter grootte van slechts 1/5 van de huidige ontwikkelde en geplande reactoren, concludeerden desalniettemin dat een ernstig ongeluk een monetair verlies kon veroorzaken tot 7 miljard dollars - afgezien van de toegebrachte letselen aan mensen en de verliezen van levens. (1).

4. Problemen en ongelukken die reeds hebben plaatsgevonden

Tijdens een bijeenkomst van de British Nuclear Energy Society over het bedrijven van reactoren, gehouden eind 1970, werd onder meer medegedeeld van de zijde van de Central Electricity Generating Board (CEGB) dat het bij letterlijk iedere kerncentrale van de CEGB nodig was gebleken gebrekkige onderdelen in de reactor te herstellen. In sommige gevallen was het nodig de reactor te herstellen. In andere gevallen was het nodig de reactor langdurig stil te leggen om herstelwerkzaamheden uit te voeren. Onder meer werd toen beschreven de verwijdering en vervanging van onderdelen van de prototype Steam Generating Heavy Water Reactor (SGHWR) te Winfrith. Met het oog op de stralingsvoorschriften ten aanzien van medewerkers moest hier leidinggevend en ander personeel uit het reactorwerk worden teruggetrokken en verschillende malen vervangen (13).

Soortgelijke ervaringen heeft men in Zweden, zoals in de Agesta Kernenergie Centrale te Stockholm (14). Deze centrale kan als een Zweedse pionier op het gebied van reactoren worden beschouwd, De Agesta is een met zwaar water gekoelde en gemedereerde drukvatreactor. De reactor werd op 17 juli 1963 kritisch: in maart 1964 werkte hij op vermogen. Vanaf 1964 hebben zich jaarlijks ernstige lekkages voorgedaan. De splijtstofelementen functioneerden goed tot januari 1968. Toen ontsnapten gasvormige splijtingsprodukten uit een van de splijtstofelementen in het centrum van de kern. Bij een latere inspectie bleek dat de kern ernstig was beschadigd. Gebroken splijtstofstaven, stukken mantel en een groot aantal onderdelen van de splijtstofelementen bleken los in het reactorvat te zitten, en gedeeltelijk op de bodem te liggen. Nadat men deze materie had verwijderd, een omvangrijke operatie, leerde een berekening dat zich nog 1 kg splijtstof in het systeem moest bevinden, onbereikbaar bij de schoonmaakoperatie.

Bedrijfservaringen kwamen ook ter sprake in Genève op de 4e conferentie over Vreedzame Toepassingen van de Kernenergie, gehouden van 6 t/m 16 september 1971 (15). Bij een aantal reactoren hadden zich ernstige problemen voorgedaan die soms tot langdurige bedrijfs-onderbrekingen hebben geleid. Bij alle reactortypen blijken zich lekkages van splijtstofelementen voorgedaan te hebben.

Een ernstige lekkage trad op in de eerste helft van 1969 in de PWR-centrale te Obrigheim (16). Dit had tot gevolg dat in 1969 aan edelgassen 5.500 curies werden geloosd. Dit is ruim 20 keer meer dan bij gelijksoortige kerncentrales in Amerika. Interessant is hierbij dat de kerncentrale te Borssele een getrouwe kopie is van de door Siemens gebouwde, centrale te Obrigheim (17).

Ernstige ongelukken hebben zich ook voorgedaan in de centrale te San Onofre in Californië, 6 kilometers ten zuiden van San Clemente. In de eerste 6 maanden dat hij werkte moest de reactor 6 keer worden stopgezet wegens diverse kleine storingen. Op 7 februari 1968 gebeurde het eerste van de drie ern-

stige ongelukken, toen overbelaste elektriciteitskabels in brand vlogen, 19 februari werd de centrale weer in werking gesteld. De 45 regelstaven werden uit de reactor getrokken, waardoor de reactor weer kritisch werd.... 19 dagen later kwam men er pas achter dat een regelstaaf in de reactor was achtergebleven! Al deze dagen had men een ernstig risico gelopen: de regelstaaf had uit de reactor geworpen kunnen worden en ernstige, misschien levensgevaarlijke schade kunnen aanrichten. Op 10 maart werd de reactor weer in werking gesteld. Maar twee dagen later veroorzaakte een storing in een elektrische leiding brand in de schakelkamer. Vervolgens weigerde het automatische borium-injectiesysteem, dat de reactor onder-kritisch had moeten maken. Het kostte uren om het borium met handkracht in de reactor te brengen. Men had 6 maanden nodig om de ravage te herstellen (18). Een soortgelijk ongeval deed zich voor in 1970 in de kerncentrale te Hanford.

Wat betreft de ervaringen met snelle reactoren moet worden opgemerkt dat tot op heden geen echte grote snelle reactoren zijn opgebouwd. Wel zijn er momenteel enige in aanbouw. De grootste hiervan zijn de PFR (600 MWth) in Engeland, de Phenix (560 MWth) in Frankrijk, de SNR-300 (730 MWth) aan de Duits-Nederlandse grens en de BN-350 en BN-600 in Rusland. In Amerika is momenteel in aanbouw de FFTF, welke onder andere zal bestaan uit een 400 MWth-reactor. Zij alle zullen worden gekoeld door natrium en gaan plutonium en uraniumoxide als brandstof gebruiken (19). Het gebruik van kleinere snelle reactoren heeft echter al een groot aantal ongevallen met zich meegebracht (19):

1. De Downreay Fast Reactor (DFR), met een vermogen van 60 MWth, wordt gekoeld door natrium-kalium. Een lek in het primaire koelcircuit was er de oorzaak van dat de reactor een jaar heeft stilgelegen om het lek te vinden en te repareren.
2. De Rapsodie te Frankrijk is van origine een 24 MWth-systeem, gekoeld door natrium, maar is in 1970 op 40 MWth bedreven. Op 18 oktober 1966 ontstond er brand doordat er natrium uit een buis spoot. In april 1967 gebeurde hetzelfde ongeluk op een andere plaats. Ook heeft men last gehad van lekkages in het secundaire koelcircuit.
3. Een van de ernstigste gevallen heeft zich voorgedaan in de Enrico-Fermi-centrale te Monroe, Michigan. Hier staat een snelle-kweek-reactor van 200 MWth die wordt gekoeld door natrium in 3 omlopen. In 1966 trad er een "melt-down" op waardoor de centrale bijna in de lucht vloog. Gelukkigerwijs gebeurde dit echter toen de reactor op vermogen werd gebracht. Een studie van de universiteit van Michigan bevestigde later dat de straling die bij een explosie vrij zou zijn gekomen, de dood van 133.000 mensen had kunnen veroorzaken.
4. Een tweede ernstig ongeval trad op in de EBR-I te Idaho in Amerika, een zeer kleine snelle reactor met een vermogen van 1 MWth. Hij werd gebouwd in 1948 en gekoeld door natrium-kalium. In november 1955 smolt de helft van de kern doordat de temperatuur in het hart van de kern boven het kookpunt van natrium-kalium uitkwam. Hierdoor begonnen splijtstofstaafjes door te buigen. Splijtstof smolt en ka-

nalen werden geblokkeerd. 40 tot 50% van de splijtstof was gesmolten voordat dit proces werd beëindigd.

Dit alles gebeurde in een paar seconden.

5. Ongelukken hebben zich ook voorgedaan in de EBR-II (natriumbrand) en de BR-5 (beschadiging van de enige splijtstofbekledingen).

5. Conclusies

- De kansen waarin het optreden van nucleaire rampen wordt uitgedrukt zijn in verband met het ontbreken van statistische gegevens nietszeggend.
- De kans dat een kernreactor een radioactieve ramp veroorzaakt kan nooit op nul gesteld worden. De gevolgen van radioactieve rampen kunnen verschrikkelijk zijn.
- Bij de situering van kerncentrales moet met de kans op ongelukken duidelijker rekening worden gehouden dan tot nu toe gebeurt.
- Een natrium-gekoelde snelle kweekreactor is in principe onveiliger dan een water-gekoelde thermische reactor.
- De bruikbaarheid van de bestaande noodkoelingssystemen bij de nu gebruikte thermische reactoren is twijfelachtig.
- Saboteurs hebben door de nucleaire installaties een ongekende macht verkregen.

Literatuur

1. J.W. Gofman and A.R. Tamplin, *Poisoned Power*, Rodale Press inc. 1971.
2. P.J. Lindop and J. Rotblat, *Bulletin of Atomic scientists*, Sept. 1971.
3. W.H. Jordan, *Physics Today*, May 1970.
4. E. Teller, *Nuclear News*, August 21 (1967).
5. W.W. Nijs, *Atoomenergie en haar toepassingen*, juli/augustus 1969.
6. C.J. van Daatselaar, *Atoomenergie en haar toepassingen*, 3 (1972).
7. J.F. van de Vate, *Atoomenergie en haar toepassingen*, 5 (1972).
8. *Nucleonics Week* (8-5-1971).
9. *Nucleonics Week* (13-5-1971).
10. *Nuclear Reactor Safety, a skeleton at the feast?*; *Science*, 28-5-1971.
11. *Nucleonics Week* (20-4-1972).
12. *Symposium "Energy, Environment, Resources"*, Livermore Lab. (USA), february 22-5 (1972)
13. *Atoomenergie en haar toepassingen*, 2 (1971) 29.
14. A.H. Lindhout, *Atoomenergie en haar toepassingen*, 2 (1971).
15. *Atoomenergie en haar toepassingen*, 2 (1971) 42.
16. Y. van der Feer en J.R.D. Stoute, *Atoomenergie en haar toepassingen*, 7/8 (1971).
17. *Atoomenergie en haar toepassingen*, mei (1969) 123.
18. R. Rapoport, *de Haagse Post*, 29-3/4-4 (1972) 42.
19. J. Graham, *Fast Reactor Safety*, Academic Press inc. (1971).

HOOFDSTUK 5

De stralingsbelasting van het personeel in kerncentrales

1. De langzame vervuiling van de centrale

Per splijting van een atoom $u\ 235$ komen 2 à 3 neutronen vrij, terwijl er maar één neutron voor het in stand houden van de reactie noodzakelijk en gewenst is. De andere neutronen worden gedeeltelijk ingevangen in het omringend materiaal. Zo brengt elke neutronen-Invangst in de kern van een atoom een verandering teweeg, die meestal het ontstaan van een radioactief isotoop ten gevolge heeft. Dit verschijnsel wordt activering genoemd.

De mate van activering is afhankelijk van de neutronen-influx en de tijdsduur dat het materiaal aan de neutronenstraling wordt blootgesteld.

Als vuistregel geldt, dat na een periode van 4 x de halverings-tijd van een bepaald isotoop bij een bepaalde neutronenflux voor dat isotoop de maximale activering is opgetreden. Hierna houdt het verval de activering in evenwicht.

Het is duidelijk dat tengevolge van de neutronenstraling in de allereerste plaats de constructies van de reactor kern, de reactorvat-wand, de regelstaven, enz. geactiveerd worden.

Naarmate men verder van de kern verwijderd raakt, is de neutronen-flux lager en de activering dus eveneens.

Daar het hier gaat om een vaste constructie, biedt dit op zich dus weinig problemen. Echter alles is aan corrosie onderhevig, De materialen vlak bij de kern staan bloot aan aantasting zowel door radicalen, die door straling zijn ontstaan en zich in het water bevinden, als door neutronenstraling; bovendien tasten de hoge temperaturen de kern aan. De op deze wijze ontstane radioactieve corrosie-produkten verspreiden zich door het systeem.

Voor zover het hier gaat om niet gasvormige stoffen zullen deze bij een kokend-water-reactor in het vat achterblijven.

Bij de temperatuur en druk, die er in het vat heerst, zal een groot gedeelte van de aangevoerde corrosie-produkten zich omzetten in vaste stoffen.

Op deze vaste stoffen oefenen de splijtstof-elementen krachten uit, die gelijken op die van statische elektriciteit. Een gevolg hiervan is dat deze onopgeloste in het water zwevende deeltjes zich in een millimeters dikke laag op de brandstof-elementen afzetten om zo des te sneller en vollediger te worden geactiveerd.

Elke verandering van het stromingspatroon in de kern, elke verandering van het neutronenfluxpatroon, ja zelfs elke beweging van de regelstaven heeft het opwarrelen van deze geactiveerde corrosie-produkten in het reactorvat ten gevolge.

Het reactorvat van een kokend-water-reactor werkt zo als groot verzamelvat van corrosie-produkten die hierin geactiveerd worden. Door de stoomfase wordt maar heel weinig afgevoerd.

Dat weinige echter is voldoende om een langzame toename van de radioactieve besmetting van de turbine te veroorzaken.

De onoplosbare vaste deeltjes zetten zich af door het gehele leidingensysteem.

2. Onvoldoende beschermingsmaatregelen

Het water in de reactor van een kokend-water-reactor en het primaire koelwater van een drukwater-reactor worden door een zuiveringssysteem met o.a. ionenwisselaar geregenereerd. De ionenwisselaars, die de opgeloste en vaste stoffen uit het koelmedium moeten afscheiden, moeten zelf ook geregenereerd worden of geheel overgepompt naar het afvalgebouw. Onmiddellijk verplaatst zich hier de stralingsbron, en laat een spoor van radioactiviteit achter langs de weg, die hij genomen heeft.

Bij het splitsstofwisselen wordt de ruimte boven het reactorvat volgepompt met water en in open verbinding gesteld met het opslagbassin. Bij het transporteren van de afgewerkte brandstof naar het opslagbassin (om ze dan gedurende minstens een half jaar te laten afkoelen) laat een gedeelte van de aanhangende corrosieproducten los en verontreinigt het water. Dit water moet gezuiverd en gekoeld worden, hetgeen weer een radioactieve besmetting van de daarvoor bestemde systemen tot gevolg heeft. Niets is lekdicht, er wordt gemorst met radioactief besmet water, er wordt gerepareerd en schoongemaakt. Al dat radioactief verontreinigd water komt terecht in het vloerwater-systeem.

De afvalwater-behandeling en de opslag van de voorraden water raken radioactief besmet. Al naar gelang de werkzaamheden stijgen de stralingsniveaus rond deze systemen.

De afgewerkte ionenwisselaar wordt als afval verwerkt. Het gehele systeem waarin dit gebeurt, begint te stralen.

De droge radioactieve afval vervuult het systeem waarin het verwerkt wordt.

Er is meestal een installatie waarin zwaar radioactief verontreinigd water gezuiverd wordt. Dit begint eveneens te stralen.

Met het ouder worden van een centrale neemt het aantal reparaties en revisies toe. Bij alles, wat uit elkaar moet worden gehaald, komt radioactiviteit vrij. De ruimte waarin een en ander staat opgesteld, raakt besmet met radioactiviteit. Deze besmetting kan zelfs zulke vormen aannemen, dat hoge stralingsniveaus daarvan het gevolg zijn.

De te dragen werkkleding raakt radioactief besmet. De wasmachines, waarin deze gewassen worden, eveneens en ook de afvoersleidingen voor het waswater.

Het gereedschap raakt radioactief besmet. Het schoonmaken ervan heeft, evenals van het reinigen van de kleding, maar een beperkt effect.

3, Conclusies

Naarmate een kerncentrale ouder wordt, zal hij ook sterker radioactief geraken en worden de stralingsniveaus binnen de centrale steeds hoger. Tegelijkertijd zal de centrale vanwege slijtage steeds meer reparaties eisen. Doordat de stralingsbelasting van het personeel steeds groter wordt, en niet boven een bepaalde (wettelijk toegestane) grens mag uitkomen, zal men voor de steeds frequentere reparaties personeel van buiten moeten aantrekken. Hierdoor zullen, bij het groeiend aantal kerncentrales, steeds meer mensen door steeds meer reparaties de maximaal toegestane dosis radioactiviteit oplopen. Slechts veel betere voorzieningen en strengere controle daarop zal dit kunnen voorkomen.

HOOFDSTUK 6

Thermische verontreiniging

Als wij spreken van thermische verontreiniging dan wordt daarmee bedoeld de opwarming van oppervlaktewater door het gebruik ervan als koelwater. In eerste instantie denkt men hierbij meestal aan het gebruik door elektrische centrales (fossiel en nucleair), want de verdeling van de totale koelwaterbehoefte is 75% voor centrales en 25% voor de overige industrie. De elektriciteitsvoorziening in Nederland wordt praktisch uitsluitend verzorgd m.b.v. stoomturbines (ook in nucleaire centrales), waarvan de stoom in condensors weer wordt gekoeld tot water. Om deze condensors te koelen, zijn grote hoeveelheden koelwater nodig, te weten 40 m³ per seconde (bij conventionele centrales) en 60 m³ per seconde (bij nucleaire centrales van lichtwatertype)* per 1000 MW (1). Door het lage rendement van de stoomturbines (30 à 40%) komt het erop neer dat voor iedere geproduceerde KWh energie ongeveer 2 KWh in de vorm van warmte wordt afgevoerd (vooral aan het koelwater). Voor de koeling van condensors zijn verschillende methoden mogelijk, maar in een waterrijk land als het onze is de koeling door middel van oppervlaktewater het meest toegepast. Hierbij wordt water aan een rivier of meer onttrokken, langs de condensors geleid, waarbij het water 6 tot 8 graden Celsius in temperatuur stijgt en dan weer terug gevoerd naar de rivier, het meer of de zee. Tot voor kort waren de hoeveelheden geloosd koelwater klein, maar nu door de bouw van steeds grotere centrales deze hoeveelheden toenemen, wordt de invloed op het ontvangen water merkbaar.

Koelwaterreserves in Nederland

De koelcapaciteit van de Nederlandse wateren indien deze volledig benut kan worden, is studie geweest van verschillende auteurs (2, 3, 4), waarbij de schattingen liggen tussen koelmogelijkheden voor 113.000 - 125.000 MW(e). Deze schattingen zijn gebaseerd op de volgende gegevens:

1. dat het koelwater bij de uitlaat een temperatuur van maximum 30 graden Celsius mag bereiken;
2. dat een rivier maximaal 3 graden Celsius boven zijn "natuurlijke temperatuur" mag worden opgewarmd, ongeacht het jaargetijde (voor de Rijn gelden andere richtlijnen);
3. de aanname dat voor de grote meren een over het oppervlak gemiddelde temperatuurverhoging van minder dan 1 graad Celsius wordt verwacht;
4. koelstromen van ca. 50 m³ per seconde per 1000 MW(e) beschikbaar moeten zijn;
5. voor oppervlakte-koeling van het koelwater ca. 5 km² per 1000 MW(e) aanwezig moet zijn;
6. de stroomsterkte die door in- en uitnemen van koelwater ontstaat niet hinderlijk is voor de scheepvaart.

* De snelle kweekreactor heeft evenveel koelwater nodig als de conventionele centrales.

De verschillende auteurs en met name Wemelsfelder (Rijkswaterstaat) wijzen met nadruk op het hypothetische van deze aannames, aangezien de bovengenoemde 6 uitgangspunten nog allerminst door voldoende onderzoek gesteund worden.

Vergelijkt men deze hypothetische reserves met de prognoses voor het opgesteld vermogen dan komt men tot het volgende beeld:

Prognoses voor het opgesteld elektrisch vermogen in het jaar 2000: 70.000 tot 80.000 MW(e), (5,6), daarnaast nodig koelwater voor de industrie (vuistregel 1/3 van elektrisch koelvermogen) leidt tot een benodigde koelcapaciteit in het jaar 2000 van 100.000 MW(e).

Indien dus de uitgangspunten van de prognoses juist zijn, reiken de koelmogelijkheden van de Nederlandse oppervlaktewateren tot even na het jaar 2000. In dit opzicht zitten wij relatief gunstiger dan enkele andere landen in Europa.

Mogelijke gevolgen van temperatuurstijging van oppervlaktewater

In het oppervlaktewater leeft een grote verscheidenheid van organismen, waarvan het grootste deel alleen microscopisch zichtbaar is. Al deze organismen vormen samen een levensgemeenschap, dus een complex systeem van in elkaar grijpende kringlopen en voedselketens. De invloeden van opwarming op de kwaliteit van het water zijn onder te verdelen in mogelijke veranderingen in:

- a. fysische eigenschappen (dampspanning, viscositeit, dichtheid, oplosbaarheid zuurstof, etc.);
- b. chemische reacties, verlopen bij toenemende temperatuur sneller;
- c. bio-chemische reacties, vinden eveneens versneld plaats;
- d. fysiologische processen in organismen (voortplanting, ontwikkeling tot volwassenheid);
- e. soort en samenstelling van de organismen.

De studie naar de gevolgen van de lozing van grote hoeveelheden koelwater komt maar langzaam op gang en vele biologen zijn het dan ook duidelijk oneens over deze gevolgen.

Uit een uitgebreid literatuuronderzoek op dit gebied (9) blijkt dat als mogelijke gevolgen voor het oppervlaktewater zijn te verwachten:

- a, verandering en versnelling van zand- en slibafzettingen;
- b. veranderingen in de zuurstofbalans in ongunstige zin;
- c. sterke groei van waterplanten en fytoplankton is mogelijk (verdere verstoring zuurstofbalans);
- d. verstoring van levenscycli van organismen;
- e. vestiging van voor het gebied nieuwe soorten (exoten);
- f. sterfte onder vissen en ander organismen door overschrijding lethale temperatuur;
- g. verhoogde gevoeligheid van in het water levende organismen voor giftige stoffen; synergetisch effect met andere milieufactoren;
- h. invloed op meteorologische omstandigheden: mistvorming. minder ijs (scheepvaart).

Aan deze ingrijpende veranderingen in het aquatische leven, wordt in de recent door de overheid gepubliceerde "Urgentie-nota Milieuhygiëne (juli 1972)" maar één bladzijde gewijd en melding gemaakt van slechts enkele van de vele mogelijke consequenties van deze veranderingen (sterfte van eenden, bepaalde vorm

hersenvliesontsteking bij de mens via bacteria). Verder vermeldt deze overheidsnota dat men ernstig rekening dient te houden met een verarmd ecosysteem, hetgeen tot een zeer serieuze onbalans kan leiden. In dit opzicht is deze nota dus duidelijk minder optimistisch over de gevolgen van thermische verontreiniging dan de prognoses die wij meestal horen van de elektriciteitsproducenten (10) en de KEMA (7).

Voorlopige normen in Nederland

Uit het bovenstaande is het duidelijk dat hogere watertemperaturen noodlottig kunnen zijn voor het aquatische leven en de zuurstof-huishouding. Pas sinds 1968 wordt er in Nederland onderzoek gepleegd naar de wisselwerking tussen de steeds grotere hoeveelheden geloosd water en het aquatisch leven. Omdat bekend is dat de meeste organismen bij 32 graden tot 36 graden Celsius gedood worden, heeft men in Nederland een voorlopige norm aangenomen, te weten 30 graden Celsius als maximale uitlaat-temperatuur. Verder zijn enkele normen "tastenderwijs in toepassing" (1): plaatselijke temperatuursprongen moeten beneden de 8 graden Celsius blijven en een rivier mag in welk seizoen dan ook niet meer dan 3 graden Celsius boven zijn temperatuur worden verwarmd. Internationaal gezien, liggen deze "voorlopige" normen aan de hoge kant (9). Verschillende landen hebben de algemene norm van 30 graden Celsius meer gedifferentieerd, bijvoorbeeld naar soort van ontvangend water, naar seizoen, enzovoort. In enkele landen geldt in plaats van 30 graden Celsius 25 graden Celsius (Duitsland in de Donau, Zwitserland) of 28 graden Celsius (Duitsland in de Rijn, USA in Estuaria). Zoals vermeld, zijn er ook bezwaren gemaakt tegen de "temperatuurschok" van maximaal 8 graden Celsius (8) en zijn er onder andere in de USA volumebeperkingen gesteld aan de maximale opwarming van 3 graden Celsius in een rivier (9).

Al met al kan men stellen dat nog veel meer studie naar deze complexe problematiek nodig is en dat de huidige prognoses voor het koelpotentieel van het Nederlandse oppervlaktewater (30 à 40 jaar) aan de optimistische kant lijken te liggen.

Mogelijke gevolgen van opwarming voor andere vormen van watergebruik

Uit genoemd literatuuroverzicht (9) blijkt dat hier veel tegenstrijdige meningen over bestaan. Wat betreft de visserij staan de optimistische verhalen over vissen die zich lekker voelen in warm water en ook zich makkelijker zouden laten vangen tegenover (pessimistische) kansen op grotere vissterfte als gevolg van onder andere de verstoorde zuurstofbalans.

Voor de scheepvaart refereert men vaak aan verhoogde mistvorming en opgewekte dwarsstromingen waar weer tegenover staat de verminderde ijsvorming (3). Bij de veeteelt concentreren de discussies zich vooral op de effecten van de temperatuursverhoging op min of meer stilstaand water. Hierin zouden meer blauwalgen en rottingsprocessen optreden die dit water als drinkwater voor het vee gevaarlijk kunnen maken.

Op de drinkwatervoorziening heeft de opwarming ook al verschil-

lende effecten, deels wordt de zelfreinigende capaciteit van het water verhoogd, deels kan door algengroei de zuurstofloosheid optreden en daarmee de kwaliteit weer verslechteren.

Vaak wordt gerefereerd aan de aspecten van recreatie, waarbij in de Nederlandse situatie opwarming vooral positieve reacties oproept. Maar ook hier is het totale effect niet bekend, omdat weer zuurstofloosheid en algengroei zouden kunnen leiden tot allerlei huidaandoeningen.

Voortdurende opwarming van het oppervlaktewater als gevolg van vermeerderde elektriciteitsproduktie heeft dus niet alleen gevolgen voor het milieu, maar ook consequenties voor de vele andere manieren van watergebruik. Een integrale planning van deze problematiek lijkt dan ook meer dan noodzakelijk.

Mogelijkheden tot doelmatige toepassing van de afvalwarmte

De rendementen van nieuwe centrales kunnen in de toekomst misschien enkele procenten hoger liggen dan nu, maar ook de nucleaire centrales zullen enorme grote lozingsstromen blijven spuien. Vandaar dat men steeds intensiever zoekt naar een manier om al dat warme water ten nutte te gaan maken. In genoemde literatuur (9) komt men tot het volgende overzicht:

1. vis- en schaaldierkwekerijen (nog in experimentele fase);
2. agrarische toepassingen, in Nederland nog weinig geprobeerd; kasverwarming in de buurt van centrales is een mogelijkheid;
3. ontzouting van zeewater, economische omstandigheden zijn tot dusver de beperkende factor. Gezien de aangekondigde verhoging van de waterprijs zou dit een mogelijkheid kunnen worden.
Experimenten lopen op Texel en de Botlek;
4. stadsverwarming, beperkt door de afstand tot de centrale. Utrecht en Rotterdam gebruiken dit systeem reeds;
5. "total-energy" systemen. In de procesindustrie heeft dit grote mogelijkheden, in Engeland wordt bijna de helft van de elektriciteit in de petrochemische industrie zelf opgewekt en dit aandeel stijgt steeds (11). Ook voor grote huizenblokken en complexen (gebruikt bij het Olympisch Dorp in München) heeft dit systeem mogelijkheden.

Al deze mogelijke toepassingen bieden geen werkelijke oplossing voor het koelwaterprobleem, men kan echter wel wat hogere rendementen voor het totale systeem ermee bereiken. Dit lijkt voldoende reden om deze mogelijkheden veel uitgebreider te gaan bestuderen.

Koelsystemen

Wemelsfelder (1) geeft een uitgebreid overzicht van alle koelingsmogelijkheden en hun problemen. Hij onderscheidt koeling door middel van:

1. de zee: aan de kust, aan de riviermonding of op een eilandje;
2. een rivier: aan een circuit of gewoon;
3. een estuarium (brede riviermondingen zoals in zuid-west Nederland);
4. een meer;
5. koeltorens, droge of natte koeling, met of zonder geforceerde trek.

Wemelsfelder geeft een discussie-schets voor de toekomst, waarbij hij de tien huidige centrales uitbreidt tot 20 in het totaal. Hiervan staan er 6 aan de meren (Diemen, Flevo, Bergum, Ketelmeer, St. Philipsland en Tiengemeenten), 3 aan een circuit (Maasbracht, St. Andreis en Wijk bij Duurstede), 4 aan een rivier (Amer, Velzen, Dodewaard, Merwelanden), 1 aan een riviermonding (Maasvlakte), 2 aan een estuarium (Waalhaven, Borssele) en 4 aan de kust (Eems, Schouwendam, IJmuiden, Lauersoog).

Tezamen met Rijksplanologische dienst, KEMA en Economische Zaken gaat Rijkswaterstaat een plan maken voor de situering van toekomstige centrales. Volgens de Urgentie-nota Milieuhygiëne zal men zoveel mogelijk gebruik proberen te maken van volledige of gedeeltelijke recirculatie van het koelwater.

In estuaria en aan rivieren zal dat enorme waterstaatkundige werken eisen die, evenals het alternatief koeltorens, sterk kostenverhogend zullen werken. De biologische en ecologische aspecten van de door Wemelsfelder geplande kolossale centrales aan de Amer (Biesbosch), Lauersoog (Waddenzee) en de Grevelingen zijn nog onbekend. Ook koeling op zee kent nog vele onbekende facetten: zo wordt onder andere genoemd mistvorming (9) die bij centrales aan havenmonden (Borssele, Maasvlakte, IJmuiden-Velzen) problemen voor de scheepvaart zou kunnen opleveren. In Amerika bestaan serieuze studies over centrales op eilanden of platvormen in zee (12).

Koeltorens zijn een andere vaak genoemde oplossing, maar behalve landschapsverstoring zijn zij ook sterk kostenverhogend. Wemelsfelder verwacht ze vooral te zijner tijd in het zuid-oosten van Nederland (Maasbracht); bij de meeste prognoses spreekt men over 10.000 MW gekoeld met koeltorens in het jaar 2000. Maar ook aan koeltorens kleven wel enkele bezwaren: In de eerste plaats zijn het lelijke (en lawaaijerige) kolossen van zeker 100 meter hoog en 100 meter breed, maar ook de meteorologische aspecten ervan (zoals nevelpluimen) zijn nog onbekend.

Daarbij lopen de schattingen van de extra kosten uiteen van 5% bij natte koeltorens tot 12% bij droge koeltorens (12).

Door gebrek aan oppervlaktewater moeten onder andere Zwitserland en Duitsland de studie en ontwikkeling van koeltorens krachtig stimuleren. Alvorens deze kolossen in ons platteland als een oplossing van het koelprobleem te zien, is het raadzaam de buitenlandse ervaringen nauwkeurig te blijven volgen.

Gezien dus de beperkte aanwezigheid van koelmogelijkheden zelfs in ons waterrijke land zullen enorme investeringen moeten worden verricht om elektrische centrales van koeling te blijven voorzien. Om economische redenen is er een trend naar steeds grotere centrales, men praat zelfs over zogenaamde nucleaire parken (1). De enorme koelstromen die wij voor deze eenheden nodig zullen hebben, maken dat er slechts weinig vestigingsplaatsen hiervoor mogelijk zijn. De meeste van deze plaatsen liggen in het Delta-gebied van zuid-west Nederland waar recente studies (15) juist de biologische rijkdom van hebben aangewezen.

Aan de situeringsmogelijkheden van het IJsselmeer en de Waddenzee kleven vermoedelijk weer andere ecologische en recreatieve bezwaren (16).

Andere technieken

Het koelwaterprobleem is terug te voeren naar het vrijwel universele gebruik van stoomturbines in elektrische centrales. De ontwikkeling van nieuwe methoden van elektriciteitsproductie met hogere rendementen kan leiden tot een vermindering van het koelwater probleem. In de eerste plaats denkt men hierbij dan aan het gebruik van gasturbines, deze hebben namelijk geen koelwater nodig, want ze geven hun warmte af aan de lucht. Op het ogenblik worden in Nederland slechts enkele kleine gasturbine-centrales gebruikt als zogenaamde piekcentrale voor peikbelastingen vooral vanwege hun flexibiliteit. Maar er wordt op het moment steeds meer onderzoek verricht naar systemen van elektriciteitsopwekking die gasturbines gebruiken of kunnen draaien op combinaties van gasturbines met stoomturbine en stoomketel. De terloops in de kernenergienota genoemde Hoge Temperatuur Gasreactor is een kernreactor die juist uitstekend met een gasturbine kan draaien. Enkele van deze reactoren zijn reeds in Amerika verkocht. Ook een andere vorm van elektriciteitsproductie, de Magneto Dynamische omzetting, krijgt meer aandacht (12) en kan uitstekende gecombineerd worden met een gasturbine. Maar ook met de nu gebruikte centrale systemen zijn er mogelijkheden door combinaties van gasturbines met stoomturbines. Laméris (14) stelde dat een combinatie van 2 gasturbines en 1 stoomturbine niet alleen lagere investeringen en hogere rendementen opleverde, maar ook veel van de koelwater problemen zou kunnen opheffen. Tegenover het vaak geuite bezwaar van de luchtvervuiling als gevolg van het gebruik van gasturbines, noemde Laméris een aantal mogelijke "schone" processen, onder andere partiële vergassing van zware olie of kolen. Uiteraard zullen de meteorologische aspecten van de lozing van grote hoeveelheden warme lucht als gevolg van het gebruik van gasturbines (en droge koeltorens) ook bestudeerd moeten worden. Koeltechnisch gunstig zijn ook de ontwikkeling van de brandstofcel en fusiereactoren (9).

Het situeren van centrales op de meest gunstige plaats is mede afhankelijk van de afstand tot het verzorgingsgebied. Verbeterde technieken van elektriciteitstransport kunnen leiden tot ruimere plaatsingsmogelijkheden. Planologisch gezien is ondergronds kabel-transport het meest aantrekkelijke; dit is echter 6 à 15 maal zo duur als het huidige bovengrondse transport (5).

Conclusies

Landelijk gezien wordt er in de eerst komende decennia in Nederland nog geen gebrek aan koelwater verwacht, lokaal echter wel (zuid-oost Nederland). Deze optimistische visie is echter gebaseerd op "voorlopige" normen voor de opwarming van het oppervlaktewater. Er is echter veel (vooral biologische) twijfel aan de geldigheid van deze normen, onder andere omdat in andere landen strengere normen worden gehanteerd. Bij het situeren van centrales zijn de waterstaatkundige en economische voorkeuren vaak tegengesteld (1). Het is zeer goed mogelijk dat de ecologische en/of planologische voorkeuren weer geheel anders komen te liggen. Dit wijst op de noodzaak van integrale studies naar al deze aspecten. Ook een beter gebruik van het afgevoerde koelwater en de ontwikkeling van turbinecentrales vraagt meer studie en ontwikkeling.

Wordt nu internationaal de brandstoffenaanvoer als grootste probleem van de energievoorziening gezien, in Nederland zijn het vooral de milieuproblemen die centraal moeten staan. Als eerste grens aan de verdere groei van elektriciteitsproductie wordt veelal de verminderde beschikbaarheid van vestigingsplaatsen genoemd. Thermische verontreiniging blijkt hierbij naast stralingsgevaar bij kerncentrales en luchtverontreiniging bij fossiele centrales, één van de belangrijkste factoren.

Literatuurlijst

1. Ir. P.J. Wemelsfelder (Rijkswaterstaat), "Waterstaatkundige aspecten voor de koelwatervoorziening", Publikatie Stichting Toekomstbeeld der Techniek, no 12 (1972).
2. Prof.Dr. J.J. Went (Kema) en Ir. J.H. Bakker (Kema), "Electrical energy, demand and supply", Publikatie Stichting Toekomstbeeld der Techniek, no 7 (1971).
3. Dr. K.J. Keller (Kema), o.a. in "Nederlands onderzoek in verband met Koelwaterproblematiek voor elektrische centrales", Atoom Energie, april 1972.
4. Ir. P.J. Wemelsfelder in NAP-Bulletin 11-10-1971.
5. Prof.Dr. J.J. Went (Kema), o.a. in "Transmissiesystemen voor elektrische energie in Nederland", Publikatie Stichting Toekomstbeeld der Techniek, no 11 (1972).
6. Nota inzake het Kernenergiebeleid, Dept. voor Economische Zaken, Zitting 1971-1972-11761, dd. 30 maart 1972.
7. Drs. I. Vellema-Groet (TNO), "Koelwater, Beperkingen en Mogelijkheden: een studie", TNO-Nieuws, januari 1972.
8. Ir. F.A.W.H. van Melick (PNEM, Den Bosch), "De elektriciteitsvoorziening in onze samenleving en haar wisselwerking met het milieu", De Ingenieur, 7 januari 1972.
9. The Economist, 19-2-1972, pag. 64.
10. Verslag symposium "Toekomstbeeld der Techniek", De Ingenieur, 26-5-1972.
11. "Europese Commissie onderzoekt mogelijkheden nucleaire parken", Bulletin Onderzoek en Technologie (van EEG), 2-5-1972.
12. Prof.Ir. H. Laméris, Afscheidscollege TH-Eindhoven, 30-6-1972.
13. Contact Commissie voor Natuur- en Landschapsbescherming, "Atlas voor Zuidwest Nederland", 1972.
14. "Getijdenwateren vragen grootst mogelijke zorg", Financieel Dagblad, 2-8-1972.

HOOFDSTUK 7

Gebrek aan voorlichting en openheid

De openbare discussie over de mogelijkheden en gevaren van kern-energie wordt ernstig belemmerd door de eenzijdige en overoptimistische voorlichting van de belanghebbende instanties.

Officiële informatie over kernenergie is nog altijd juichend en de reactie op kritiek is meestal verontwaardigd en neerbuigend. Zo ligt het trouwens in de meeste landen, met name in de USA, waar de arrogante zekerheid van de Atomic Energy Commission (AEC) tot grote controverses heeft geleid (zie Hoofdstuk 4, punt 2).

Keer op keer moesten de AEC deskundigen bepaalde optimistische uitspraken terugnemen (onder andere over opslag van radioactief afval, over plutonium-opslag, over noodkoelsystemen).

Ook in Nederland hebben de belanghebbenden bij kernenergie (verenigd in het Nederlands Atoomforum) moeilijkheden met hun geloofwaardigheid.

Informatieboekjes over kernenergie staan vol reclame-achtige kreten en op voorlichtingsbijeenkomsten vertoont men propagandistische films, die aan milieuaspecten totaal voorbij gaan. En bij elke kritiek, bij elke gezonde wetenschappelijke twijfel is er de onvolwassen reactie van pseudo-zekerheid en van het denigreren van de kritiek. En zoals de AEC heeft ondervonden, zal dat - in deze tijd van milieu-bewustzijn - keer op keer een boemerang-effect kunnen hebben.

Nu moet worden erkend dat de algemene voorlichting over kernenergie geen eenvoudige zaak is. Allereerst is het een uitermate ingewikkelde materie, maar vooral moet men zich steeds realiseren dat het grote publiek de angstige associatie legt met atoomwapens. Om dit negatieve imago om te buigen, hamert de voorlichting steeds op de inderdaad indrukwekkende hoeveelheid veiligheidsonderzoek.

Maar men verzwijgt veelal dat er nog vele vragen onbeantwoord gebleven zijn. Zoveel vragen liggen nog open dat vele wetenschappers (waaronder de Nobelprijswinnaars Alfven, Lederberg en Pauling) serieus twijfelen aan de uitspraak dat kernenergie een "schone" energie zou zijn. De controverse over stralingsnormen (voor reactoren in normaal bedrijf) gaat internationaal nog steeds door en waterdichte controle op die normen schijnt niet eenvoudig (zie Dodewaard, zie probleem van vervoer gevaarlijke stoffen).

Over de veiligheidsaspecten van kerncentrales worden geruststellende mededelingen gedaan. Van Daatselaar stelt de kans op een ongeluk als één op de miljoen reactorjaren (1). Uiteraard neemt de "atoomlobby" dit geruststellende cijfer graag over, maar men vergeet erbij te vermelden dat dit cijfer geen enkele statistische waarde heeft (zie Hoofdstuk 4).

Want wij hebben pas vierhonderd reactorjaren ervaring in de gehele wereld en zelfs een lid van de AEC-veiligheidscommissie stelt dat men in wezen niets zinnigs kan zeggen over de kansen op een ongeluk bij een kerncentrale (2).

Verder gebruikt men dit cijfer van één op de miljoen, dat in wezen voor lichtwater-reactoren is opgesteld, zonder meer ook voor

de kweekreactoren (3), waarvan juist veiligheid nog veel minder zeker is, temeer omdat er ongelukken zijn opgetreden in 3 van de 7 bestaande prototypes (4).

Maar het werkelijke probleem is dat volgens internationale experts (ICRP, zie Hoofdstuk 2) geen enkele dosis veilig is. Er is dus voorlopig geen basis voor geruststellende voorlichting, zeker niet nadat de Atomic Energy Commission (USA) vorig jaar onder druk van de kritiek ineens haar aanbevelingen voor reactor-emissies met een factor 100 omlaag bracht (11). De geloofwaardigheid van de hele nucleaire voorlichting werd hiermede ernstig aangetast.

De Zweedse Nobelprijswinnaar (fysica, 1970) Alfven heeft de controverse uitstekend onder woorden gebracht (5):

"Men claimt dat er meer studie is gepleegd naar reactor-veiligheid dan naar enige andere veiligheidstechnologie. Dit is waar, maar niet relevant. Als een probleem te moeilijk is om op te lossen, kan men niet beweren dat het is opgelost door te wijzen op het vele werk wat men heeft verzet om een oplossing te bereiken. Deze (reactor)technologen beweren dat, indien alles volgens hun blauwdrukken verloopt, de kernsplijting een veilige en aantrekkelijke oplossing van het energieprobleem zal zijn. Dat is mischien waar. Vandaar dat zij alle kritiek afdoen als het resultaat van "onwetendheid", "boosaardigheid" of "hysterie". Dit is onzin. Het werkelijke probleem is of hun blauwdrukken in de realiteit zullen voldoen en niet alleen functioneren in een technologisch paradijs.....

De consequenties van nucleaire catastrofes zijn zo verschrikkelijk dat datgene wat gewoonlijk als normaal (bij veiligheid) wordt gezien, hier onaanvaardbaar bij is".

In de discussie rond stralingsgevaar als gevolg van kerncentrales in normaal bedrijf gebruikt de "atoomlobby" het geliefkoosde argument: "de stralingsbelasting als gevolg van kerncentrales is slechts enkele procenten van de natuurlijke stralingsbelasting" (voorlichtingsdag, Ottersum, 9-5-1972).

Het vergelijken van deze twee stralingsbronnen met elkaar is niet wetenschappelijk verantwoord (6,7). De straling als gevolg van in de natuur voorkomende bronnen is zeer gelijkmatig verspreid. Dit in tegenstelling tot zeer onregelmatige verspreiding van het mengsel van radionucliden uit de kerncentrales, die de neiging hebben zich in bepaalde organen van levende wezens te concentreren, waardoor ze in de voedselketen terecht kunnen komen. In de lichaamsweefsels van de baars heeft men 1000-voudige concentraties caesium aangetroffen; 8700-voudige concentratie in de graten van zeevissen (zie Hoofdstuk 3.3.a). De radioactiviteit in de larven van kokerjuffers liep zelfs op tot 350.000-voudige concentratie, die in het eigeel van eendeïeren tot het 40.000-voudige en bij volwassen zwaluwen tot het 75.000-voudige (8). Het is deze accumulatie van radioactiviteit die het mogelijk maakt, dat het in geconcentreerde vorm via de voedselketen in de mens komt.

Het simpelweg vergelijken van het aantal millirems dat de bevolking gemiddeld krijgt van natuurlijke bronnen en van de lozingen door kerncentrales is niet alleen onwetenschappelijk, gebruikt men deze argumenten om de bevolking "voor te lichten", dan noemen wij dat onverantwoordelijk.

Tekenend voor de vaak onwetenschappelijke argumenten uit de nucleaire wereld is ook de redenering als zouden fossiel gestookte centrales evenveel radioactiviteit kunnen verspreiden als kerncentrales (9). Bij nader onderzoek blijkt dit gebaseerd op een verdwaald gegeven over kolen uit Alabama (USA) die 30 à 300 maal zoveel radium bevatten als Duitse kolen (9). Evenzo blijkt het Nederlandse aardgas minuscule hoeveelheden Radon te bevatten, hetgeen echter geen werkelijk stralingsgevaar oplevert (11).

De voorlichting over het peperdure projekt van de SNR (kosten voor Nederland 318 miljoen gulden) laat ook duidelijk te wensen over.

Uit een prachtig gedrukt voorlichtingsboekje (13) schrapte men op het laatste moment de bladzijde met mogelijke bezwaren en onopgeloste vragen.

In alle interviews komt men verder het argument tegen dat er te weinig uranium in de wereld is om in de toekomst met licht-waterreactoren te kunnen blijven werken en dat wij daarom de kweekreactoren nodig hebben (deze gebruiken uranium 140 maal meer efficiënt). De cijfers die men daarbij geeft voor de uraniumvoorraden zijn nu achterhaald: er is zeker tien maal zoveel (14, 15), toch blijft men dit zo goed klinkende verkoopargument voor de kweekreactor rustig hanteren.

Een ander hoofdargument voor de kweekreactor is dat hij zou leiden tot goedkopere electriciteit. Toch laat een recente studie (15) zien dat in de Amerikaanse economische evaluaties hierover een aantal fundamentele fouten worden gemaakt: onder andere een rentepercentage van 7% is gebruikt in plaats van de (voor federale projecten) aanbevolen 10%.

En over de gevaren van plutonium wordt meestal gezwegen. Toch is dit de "gevaarlijkste substantie die ooit op de aarde werd aangetroffen" (Haxel, 10) en zal als de belangrijkste brandstof voor de kweekreactoren uitgebreid worden bewerkt, opgeslagen en getransporteerd.

Ook over thermische verontreiniging komt men met geruststellende uitspraken (zie hoofdstuk 6) en een van de weinige problemen die men dan wel erkent (sinds kort overigens) is dat van de opslag van radioactief afval, maar men stelt dat, ondanks de onzekerheid over de mogelijkheid dit probleem afdoende op te lossen, we gewoon maar door moeten gaan met bouwen van centrales (3). Ook andere belanghebbenden zoals de Europese Atoom Organisatie (ENEA) stellen optimistisch dat oplossingen wel "eens" gevonden zullen worden en dat er dus best doorgebouwd kan worden. Veel meer twijfel hierover bleek echter uit de recente rapporten van een Engelse regeringscommissie op milieugebied.

Eén ervan ("Nuisance or Nemesis") schreef: "Vele verantwoordelijke mensen vinden dat geen atoomcentrales gebouwd moeten worden voordat we weten wat we met het afval moeten doen".

De conclusie van deze commissie (o.l.v. Sir Ashby) was iets voorzichtiger, maar toch duidelijk genoeg: "..... voorzichtigheid moet leiden tot een afremming van kernenergie tot het moment dat we of het afvalprobleem hebben opgelost, of fusie hebben ontwikkeld, of reactoren kunnen maken die geen afval achter laten" (16).

En een commissie deskundigen van de OECD stelde:

"..... uiteindelijk zal leiden tot zulke opeenhoping van radioactiviteit in het milieu dat relatief grote gebieden, mogelijk zelfs de planeet als geheel, erdoor wordt getroffen".

Met deze nota proberen wij duidelijk te maken dat wij streven naar bezinning over de verdere bouw van kerncentrales en naar betere voorlichting over de consequenties daarvan.

We proberen te laten zien dat de oppositie tegen het huidige ongenueanceerde beleid niet alleen is gebaseerd op emoties, maar ook komt van zeer respectabele wetenschappers en beleidsadviseurs.

We putten enige hoop uit de oproep tot bezinning en betere voorlichting die staat in de Urgentienota van minister Stuyt en de waarschuwendende woorden die klinken uit officiële rapporten als die van de OECD en de Engelse regering. Waar wij ook naar streven is meer openheid, vooral tijdens de vergunningsprocedures.

De huidige procedures voor het verkrijgen van een vergunning tot bouwen en in bedrijf stellen van een kerncentrale zijn ondoorzichtig en ingewikkeld. In de adviesraden die de aanvraag behandelen (Commissie Reactorveiligheid, Gezondheidsraad) zitten vrijwel altijd weer dezelfde deskundigen. De aanvraag van zo'n vergunning ligt ter visie (vol technisch jargon) en er is slechts één hoorzitting. Indien men werkelijk belang heeft bij de mening van de omwonenden en de gemeenschap, moet men evenals in Amerika, deze procedures doorzichtiger maken. In de VS stelt men eerst een voorlopig veiligheidsrapport op, hetgeen leidt tot de vergunning voor het bouwen van een centrale. Maar voordat de vergunning tot inwerkingstellen wordt uitgegeven in de VS, moet een onafhankelijke veiligheidscommissie (van 14 man) wederom een studie maken van het definitieve veiligheidsrapport, waarna een nieuwe hoorzitting plaatsvindt. Meer onafhankelijke studies en zelfs meer publieke controle kunnen wel eens van fundamenteel belang zijn, wil men nog meer kerncentrales in ons overvolle land gaan plaatsen.

In Minneapolis (VS) besloot het elektriciteitsbedrijf om bij verdere planning van centrales een commissie van 40 burgers in te schakelen (7), maar daartoe kwam men pas nadat duizenden moeders en kinderen een protestoptocht hielden tegen het lozen van laag-radioactief afval in de Mississippi!

Wat men moet proberen is om uit de sfeer van polarisatie te komen: niet alle kritiek is ongenueanceerd en gezonde twijfel is nog altijd de basis van de wetenschap. Een stap in de goede richting werd gezet door de Zwolse IJsselmeercentrale (fossielgestookt), die in haar milieufolder ook de kritische stichting "Milieuzorg Overijssel" ruimte gaf om haar mening te geven.

Conclusies

De voorlichting en openheid over kernenergie laten alles te wensen over. Evenals in andere landen probeert men alle kritiek als histerie of onzin af te doen en dat terwijl steeds meer serieuze wetenschapsmensen met ernstige twijfels komen. Recente ontwikkelingen in de kerntechniek laten zien dat, ondanks de enorme hoeveelheden geld en inspanning, nog veel vragen onbeantwoord blijven. Die vragen liggen vooral op fundamentele gebieden, zoals veiligheid, stralingsbelasting en opslag van radioactief materiaal.

Met name in de VS leiden deze vragen tot grote controverses, die in enkele gevallen het grote gebrek aan objectiviteit van de atoomlobby hebben aangetoond. Wetenschappelijk gezien is er geen enkele basis voor geruststellende voorlichting zoals die tot

duzver werd gegeven. Zeker niet door een industrie die zo weinig ervaring heeft en nog zoveel onbeantwoorde vragen kent. Meer openheid en betere voorlichting worden ook in Nederland essentieel als men niet voor onaangename verrassingen wil komen te staan (zie Hoogovens Maasvlakte). Het gaat niet meer om prestiges, het gaat hier om de zorg voor milieu en gezondheid (ook van latere generaties); bovendien, als dat argument misschien meer spreekt, het gaat om enorme investeringen (= werkgelegenheid).

Literatuur

1. Ir. C.J. van Daatselaar (Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne), Conferentie "Kernenergie in Nederland", Petten, 7-6-1972.
2. Dr. W. Jordan (Oak Ridge Laboratory, USA), "Physics Today", mei 1970.
3. Ir. R.G. Schölvink (RCN), Eindhovens Dagblad, 10-6-1972.
4. D. Hamilton, "Power for the Fast Breeder", New Scientist, 28-6-1971.
5. Bulletin of Atomic Scientists, mei 1972.
6. Hanford Laboratory (USA), zie C.H. Martin: "Atom, Zukunft der Welt?", pag. 98
7. Dr. Heubst, Radiobiologische Institut Universiteit Freiburg, 10-6-1971.
8. M. Eisenbud, Environmental Radioactivity, New York 1963.
9. Prof. H. Grümme (Wenen), zie ook FAZ, 6-10-1971.
10. Kernforschungszentrum Karlsruhe.
11. Antwoord Minister van Economische Zaken op vragen kamerlid Terlouw (dd. 31 mei 1972).
12. Reactor Emissions Science 18-6-1971.
13. SNR-300, uitgave NERATOOM, 1971.
14. M. Benedict, "Electric power from nuclear fission", Technology review, oktober/november 1971.
15. "The fast breeder reactor", signs of critical reaction, Science, 28-4-1972.
16. Working party reports on the environment; zie New Scientist, 25-5-1972.
17. Time 12-6-1972, pag. 35-36.

HOOFDSTUK 8

Alternatieve energiebronnen

Voor de energievoorziening op langere termijn zijn als potentiële bronnen aanwezig:

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1) zonne-energie | a) straling |
| | b) waterkracht, wind |
| 2) kernfusie | |
| 3) geothermische energie | |
| 4) energie uit getijdenwerking | |

Voor uitgebreide beschouwingen omtrent de bijdragen die de diverse bronnen kunnen geven, wordt verwezen naar literatuur (1) en (2). Een samenvatting wordt hieronder weergegeven.

Indien men de bronnen bekijkt, dan kan worden gesteld dat geothermische energie en energie uit de getijden verkregen, slechts een beperkte bijdrage kunnen leveren aan onze huidige energiebehoeften. Er blijft dus over de zonne-energie en kernfusie.

1) Zonne-energie

Wat de zonne-energie betreft, kan in de eerste plaats gesteld worden dat de bron aanwezig is, het gaat er alleen om de energie in de juiste vorm om te zetten. In de natuur vindt de omzetting plaats via de fotosynthese. Van oudsher zijn wind- en waterkracht twee voorbeelden van het gebruik van zonne-energie.

Indien de energie uit waterkracht volledig gebruikt zou worden, kan dit de wereld-energiebehoefte op het ogenblik dekken. Er moeten dan wel grote stuwmeren worden aangelegd, wat veel problemen met zich meebrengt. Ook de energie uit de wind verkregen kan een bijdrage leveren, maar zal aan de totale vraag naar energie niet kunnen voldoen. Het grootste deel van de zonne-energie is aanwezig in de vorm van straling. De aarde ontvangt 10^4 maal $\dot{\sim}$ 10^5 maal zoveel energie als het huidige verbruik. Om de energie te gebruiken, zal men systemen moeten bouwen die de straling omzetten, er zijn een aantal mogelijkheden, elk met zijn eigen voor- en nadelen. Voorbeelden zijn de bekende zonnecellen voor de ruimtevaart en een spiegel die de energie bundelt, waarbij een voorwerp wordt verhit. Zo'n systeem kan men zich denken op het dak van een huis, of in het groot in de vorm van een "energieboerderij" (3).

Voordelen van het gebruik van zonne-energie:

- a) Er wordt geen natuurevenwicht verstoord (geen thermische verontreiniging;
- b) Bij de omzetting van zonne-energie komen geen verontreinigingen in de lucht, geen radioactief afval en dergelijke.
- c) Men kan olie, steenkool en dergelijke voor andere doeleinden gebruiken.
- d) Aangezien de processen tijdens de omzetting zonder warmteproductie kunnen verlopen, is een hoog rendement mogelijk.

- e) De levensduur van een zonne-energiecentrale is groot.
- f) De centrale werkt zonder dat er bij verwoesting een ramp gebeurt.
- g) Men probeert een kernfusiereactor te bouwen, terwijl het toch zinvoller is van de bestaande (de zon) gebruik te maken.
- h) Een land is niet meer afhankelijk van de aanvoer van energiebronnen (olie) uit andere landen.

Nadelen

- a) Er wordt wel gesteld dat er zulke grote oppervlakten nodig zijn, maar de voor de energieomzetting gunstige gebieden zoals woestijnen en hoogvlakten, worden meestal toch niet door mensen gebruikt, en op zee is ruimte genoeg. Overigens valt er op het dak van een huis genoeg energie voor een gezin. Wil men Nederland geheel van energie voorzien, dan zal de energie die op ongeveer 2% van het grondoppervlak valt, moeten worden omgezet.
- b) Verder is de prijs per energie-eenheid van bestaande omzethethoden hoger dan de prijs die men betaalt voor energie verkregen uit olie of gas.
- c) Een deel van de energie zal moeten worden opgeslagen. Dit probleem doet zich ook voor bij gebruik van kernenergie (een auto rijdt niet op een kleine kernenergiebatterij), bij de zonne-energie is het echter een groter probleem, (dag en nacht, zomer en winter). Voor de opslag zijn weer een aantal mogelijkheden aanwezig, bijvoorbeeld in de vorm van via elektrolyse verkregen waterstof, of voor korte perioden in stuwmeren.

Bij de beschouwing van de alternatieve bronnen moet men wel beseffen dat een omschakeling van de ene op de andere dag niet mogelijk is. Zonne-energie kan wel gebruikt worden, en zelfs op vrij korte termijn, maar de prijs per energie-eenheid zal dan een stuk hoger komen te liggen dan nu het geval is. Een uitgebreide research kan echter leiden tot goedkopere systemen die de energie met een hoog rendement omzetten, waardoor deze bron tegen een vergelijkbaar tarief kan werken.

2) Kernfusie

Als twee lichte atoomkernen versmelten tot een nieuwe kern, dan kan dit gepaard gaan met verlies van massa. De verloren massa is dan omgezet in energie. Deze energie zou, in warmte omgezet, kunnen worden benut voor het opwekken van elektriciteit. De te benutten kernreacties voor een mogelijke D-D-reactor (brandstof deuterium) zijn:

- deuterium + deuterium geeft tritium + proton + energie (3,3MeV)
- deuterium + deuterium geeft helium-3 + neutron + energie (4,0MeV).

Beide reacties zijn ongeveer even waarschijnlijk. Bovendien treden er nog nevenreacties op tussen Deuterium, Tritium en Helium-3. Voor een mogelijke D-T-reactor (brandstof Deuterium en Tritium, de laatste gekweekt uit lithium) gelden de reacties:

- deuterium + tritium geeft helium-4 + neutron + energie (17,6MeV)
- lithium-6 + neutron geeft helium-4 + tritium + energie (4,8MeV).

Ook hier zijn er nevenreacties tussen deuterium, tritium en helium-4 mogelijk.

Het gebruik van kernfusie als bron van energie stuit op zeer grote moeilijkheden. Fusie kan alleen optreden indien de te versmelten kernen hoge snelheden bezitten. In een afgesloten systeem bezitten kernen alleen dan een voldoende snelheid, als de temperatuur van de orde van grootte van 100 miljoen tot 1 miljard graden Celsius is. Bij deze temperaturen zijn alle atomen volledig geïoniseerd, zodat in het mengsel van stoffen waarin men fusie wil laten optreden, uitsluitend (positief geladen) naakte kernen en elektronen rondvliegen. Een dergelijk geïoniseerd gas noemt men "plasma". Vanwege de vereiste extreem hoge temperaturen spreekt men wel van "thermonucleaire reacties". Deze temperaturen zijn aanwezig in:

- a) sterren (de zon)
- b) een waterstofbomexplosie
- c) plasma's die met behulp van een laserstraal in een vaste stof zijn gecreëerd.

Men prefereert de kernfusie als bron van energie boven kernsplijting om verschillende redenen.

- a) Uranium is slechts in beperkte mate in enkele landen als grondstof aanwezig, terwijl deuterium, ook wel zwaar waterstof genaamd, voor 0,015% in gewoon water voorkomt en overal aanwezig is voor onafzienbare tijd.
- b) De fusiereactor is veiliger dan een splijtingsreactor, omdat er zich op ieder moment alleen maar voor enkele seconden brandstof in kan bevinden.
- c) De fusiereactor maakt geen as behalve helium, dat chemisch en nucleair onschadelijk is voor het milieu.
- d) De brandstof zelf is (energetisch) veilig: het is niet mogelijk deze buiten een goed werkende reactor te ontsteken. Zij behoeft dan ook nauwelijks bewaakt te worden in verband met non-proliferatieverdragen.

Op het ogenblik bestaat de fusiereactor niet. Wel is er een wereldwijd verbreid researchprogramma, dat wordt afgewerkt om dit in de naaste toekomst te verwezenlijken. (In Nederland wordt er onder meer aan gewerkt in het FOM-instituut voor Plasma-Fysica Rijnhuizen te Jutphaas).

Of er ooit een fusiereactor zal komen, is allerminst zeker. De meningen hierover, ook in Nederland, lopen zeer uiteen. Het zal minstens nog 10 jaar duren voor men een meer definitief antwoord zal kunnen geven. Mocht dit antwoord "ja, vermoedelijk wel" zijn, dan zal het daarna nog zeker 20 jaar arbeid kosten voor men een voor de opwekking van energie bruikbare en aan het lichtnet koppelbare fusiereactor heeft gebouwd.

Problemen van de fusiereactor

a) Technologische problemen

Deze zijn voorlopig nog enorm groot, met name bij de fabricage van de vacuümwand (die een bombardement van neutronen moet kunnen doorstaan) en het maken van de enorme magneten.

b) Veiligheids- en milieuproblemen

Een belangrijke vraag is of fusiereactoren uit veiligheids-technische en milieu-overwegingen wel gewenst zijn. Veel studie is hiervoor nodig, vooral in verband met:

- 1) In de loop van de tijd wordt de vacuümwand gedeeltelijk omgezet in radioactieve stoffen, zodat reparaties en verwisselen van de wand worden belemmerd.
- 2) De lozing van as (helium) zal gepaard gaan met de lozing van radioactieve corrosieproducten en tritium.
- 3) De magnetische energie die in de spoelen ligt opgeslagen is zeer groot en kan (bij sabotage of doorbranden) explosies veroorzaken. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat gigantische hoeveelheden curies zouden vrijkomen.
- 4) Het probleem van de thermische verontreiniging blijft volop bestaan.

Conclusies

Met het huidige gebruik van energie pleegt men roofbouw op de fossiele brandstoffenreserves en draagt men zeer veel bij tot de milieubelasting.

Energie opgewekt door middel van kernsplitsing maakt wel efficiënter gebruik van de bestaande brandstoffenreserves (uranium en thorium), maar is niet zo "schoon" als het wordt aangeprezen. De werkelijk lange termijn oplossingen voor de problemen van milieu en uitputting van de reserves liggen in het gebruik van de bestaande energieverschillen in de natuur: zonne-energie, windkracht, getijdenwerking en aardwarmte. Van deze alternatieven is slechts een wezenlijke bijdrage tot de energievoorziening te verwachten van het gebruik van zonne-energie. Een dergelijke bijdrage is ook te verwachten van kernfusie, aangezien hiervoor vrijwel ongelimiteerde reserves bestaan. De milieu- en veiligheidsaspecten van deze methode zijn echter nog niet goed bestudeerd (voor korte termijn alternatieven, zie Hoofdstuk 11). Gezien de steeds duidelijker wordende gevaren van kernsplitsing, is het raadzaam veel meer aandacht (en geld) te gaan besteden aan alternatieve energiesystemen, met name aan zonne-energie en kernfusie.

Literatuur

- 1) Resources and Man, W.H. Freeman and Comp., San Francisco 1969.
- 2) Scientific American, Energy and Power; Sept. 1971.
- 3) A.B. Meinel, Physics looks at solar energy, Physics today, Febr. 1972.
- 4) R.F. Post, Bulletin of the Atomic scientists, October 1971.
- 5) W. Dänner, Atoomkernenergie (ATKE) Bd. 18 (1971) Lfg 4, pag. 295.

- 6) B. Brandt, Atoomenergie en haar toepassingen 3 (1972).
- 7) W. Schuurman, Ned. Tijdschrift voor Natuurkunde 37 (1971).
- 8) Atoomenergie en haar toepassingen, 10 (1971) 264.
- 9) Physics Today, Januari 1972.
- 10) D.G.H. Latzko, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, No. 12.

HOOFDSTUK 9

Militaire implicaties van het gebruik van kernenergie

1) Inleiding

Tussen de militaire en civiele ontwikkelingen op het gebied van de kernenergie heeft vanaf het begin een nauwe samenhang bestaan. Bij de splijtingsbommen, zoals bij kernexplosies, gaat het om een ongecontroleerde kernreactie, meestal in ^{235}U of ^{239}Pu ; bij de energieopwekking wordt een gecontroleerd splijtingsproces op gang gezet, zodat de vrijkomende energie geregeld kan worden en benut voor het opwekken van andere energievormen, bijv. elektriciteit. Voor het fusieproces van zeer lichte atoomkernen als waterstof en deuterium is de ongecontroleerde reactie gerealiseerd in de waterstofbommen; gecontroleerde fusiereacties geschikt voor energiewinning zijn nog niet gelukt. Naar algemeen wordt aangenomen, zullen fusiereacties ook niet voor 2000 van betekenis worden. De meningen over realisering hiervan variëren van optimistisch tot zeer pessimistisch.

Ook in de geschiedenis van de gehele ontwikkeling vinden we een sterke beïnvloeding. Het is moeilijk voorstelbaar dat de geweldige groei van het kernfysisch onderzoek zou hebben plaatsgevonden, als niet juist in de tweede wereldoorlog in de VS hier om militaire redenen met zo grootscheepse middelen aan was gewerkt. Daarna is in vele gevallen de uitgesproken motivatie van technologisch-economische aard. Het opraken van de fossiele brandstoffen, waarvan overigens nogal eens onjuiste schattingen zijn gegeven, zou een aanpak van de kernenergie als alternatief op zeer korte termijn noodzakelijk maken en voor een zo fundamentele sector als de kernenergievoorziening kan geen land het zich veroorloven daar niet aan te werken. Het zou een technologische achterstand veroorzaken, die moeilijk weer te niet zou kunnen worden gedaan.

Maar op de achtergrond spelen zeer vaak militaire overwegingen een rol (bijv. Frankrijk, India, West-Duitsland). Het hebben van de mogelijkheid kernwapens te maken, is nauw verbonden met het algemeen technologisch niveau op het gebied van de kernfysica en de kernenergie. Globaal gezien kan men zeggen dat een land dat in staat is zelf reactoren te bouwen en van brandstof te voorzien, ook technisch in staat is kernwapens te maken. Bovendien is het maken van splijtingsbommen in dat geval niet meer zo duur: de prijs van een splijtingsbom van de sterkte van Hiroshima en Nagasaki is ongeveer één miljoen gulden (1).

Dit probleem van de verspreiding van kernwapens t.g.v. het invoeren van de vreedzame nucleaire technologie is door velen reeds in 1945 gezien. Desalniettemin is sinds toen het aantal nucleaire landen gegroeid tot 5 (met Israel 6), terwijl in verschillende landen als India en Japan de discussie om tot een eigen kernwapen te komen weer verhevigd oplaait.

In West-Europa zijn verschillende ontwikkelingen gaande, die de drempel voor het tot stand komen van een Westeuropese kernmacht in enigerlei vorm minimaal zullen maken.

Om de verspreiding van kernwapens over de wereld te voorkomen, is in 1970 het non-proliferatie verdrag in werking getreden. Maar dit is niet geratificeerd tot nu toe door landen als Japan, India, Pakistan, West-Duitsland, Frankrijk, Italië en ook Nederland. Voor West-Europa hangt dit samen met de problematiek van Euratom, waarin op vreedzaam gebied wordt samengewerkt door de EEG-landen (2).

In deze korte bijdrage zullen we achtereenvolgens bespreken hoe de samenhang tussen de vreedzame en militaire ontwikkeling is, gezien vanuit de technologie, de betekenis van het non-proliferatie verdrag in deze en tot slot zullen we enkele opmerkingen maken over de Nederlandse situatie.

2) De technologische samenhang

Splijtingsbommen en energiereactoren gebruiken in principe dezelfde brandstof, meestal de atoomsoorten ^{235}U en ^{239}Pu . ^{235}U komt slechts voor 0,7% voor in het in de natuur gevonden uranium, dat hoofdzakelijk uit ^{238}U bestaat. Voor de huidige grote energiereactoren wordt meestal gewerkt met in de atoomsoort ^{235}U verrijkt uraan, vaak tot ongeveer 3%. Er zijn zeer veel technieken om uraan te verrijken. Tot nu toe is op grote schaal in gebruik de diffusiemethode en binnenkort komt in gebruik de ultracentrifugemethode. Voor bommen is veel sterker verrijkt uranium nodig, meestal tot boven de 95%. Maar dit kan met dezelfde technologieën. Dit betekent dat, technologisch gezien, een land dat over een uraanverrijkingsfabriek beschikt, in staat is geschikt uraan te maken voor kernwapens. De ultracentrifugemethode is wat dit betreft bijzonder geschikt voor niet al te grote landen, omdat deze techniek reeds bij niet al te grote eenheden redelijk goedkoop wordt.

In iedere reactor ontstaat uit het aanwezige ^{238}U door neutroninvangst ^{239}U en ook in mindere mate ^{240}U . Beide atoomsoorten zijn instabiel en vervallen naar ^{239}Pu en ^{240}Pu . ^{239}Pu is zeer geschikt voor splijtingswapens. Daarvoor moet het eerste uit de brandstofstaven worden gehaald. Nu moeten deze toch regelmatig worden "gezuiverd", omdat er door het splijtingsproces allerlei atoomsoorten ontstaan die de reactor minder effectief laten werken. In splijtstofopwerkingsbedrijven zoals bijvoorbeeld Eurochemie in Mol worden deze andere atoomsoorten uit het uranium gehaald en wordt ook het plutonium afgescheiden.

Lange tijd heeft de mening geheerst dat een hoog percentage ^{240}Pu het afgescheiden plutonium ongeschikt zou maken als explosief voor kernwapens. Dit lijkt door veranderde bomconstructies opgeheven; ook het met ^{240}Pu verontreinigde plutonium lijkt vrij gemakkelijk geschikt voor bomproductie (3). Het hebben van reactoren en een splijtstofopwerkingsbedrijf maakt het technologisch voor een land mogelijk pu voor kernwapens te produceren.

Ook economisch zijn er niet zulke grote problemen voor een land, dat over de technologische kennis beschikt. Dit laatste

is tegenwoordig voor zeer veel landen het geval, bij een verspreiding van reactoren over de wereld verspreidt zich ook deze kennis.

Het VN-rapport over Kernwapens van 1967 (4) berekent dat een "bescheiden" kernmacht van 100 plutonium bommen, 30-50 vliegtuigen voor transport en 50 middellange afstandsrametten, niet in zware bunkers opgesteld, ongeveer \$ 1.7 miljard kost, te besteden over een periode van 10 jaar. Ter vergelijking: het Nederlandse defensiebudget is ongeveer 4 miljard gulden per jaar. Verder is het erg van de algemene technologische situatie afhankelijk hoe groot voor een land de belasting is wat betreft mankracht aan intellect: naarmate de militaire ontwikkeling gemakkelijker past in het programma van de civiele ontwikkeling is het zelfs denkbaar dat dit nauwelijks ernstig is: de militaire gelden geven dan hun veelgeroemde spin-off voor de civiele ontwikkeling.

Het voorbeeld is hier bedoeld om te laten zien, dat kernwapens gemakkelijk binnen het bereik van vele landen komen te liggen. Met het huidige programma voor de bouw van kernreactoren voor energieopwekking in de landen van de EEG en Engeland, veronderstellend dat de start van het fast-breeder reactorprogramma omstreeks 1984/85 zal zijn, zal de plutoniumvoorraad hier zijn opgelopen tot 50-100 ton. Voor een splijtingsbom is ongeveer 8 kilo nodig. De vergelijking laat nog eens zien hoe overvloedig plutonium aanwezig zal zijn. Tabel I (uit het SIPRI Jaarboek 1972) (5) geeft een overzicht van de geschatte groei van energiereactoren en de plutoniumproductie over de wereld.

Jaar	Aantal landen	Aantal energiereactoren	El. vermogen (MWe)	Plut.prod. (ton/jaar)
1971	16	128	35.000	13
1977	32	325	174.000	65
1980	-	-	350.000	130

Tabel I

Als conclusie kunnen we zeggen dat naarmate het vreedzaam gebruik van kernenergie over de wereld toeneemt, in vele landen de kennis aanwezig zal komen en veelal de faciliteiten om kernwapens te maken. Dit probleem is al vanaf 1945 één van de meest bedreigende geweest in de ogen van velen. In 1970 is het non-proliferatie verdrag tot stand gekomen met de bedoeling te verhinderen dat alle landen kernwapens zouden gaan maken. Daarover gaat de volgende paragraaf.

3) Het non-proliferatie verdrag

In het non-proliferatie verdrag (NPV), dat in maart 1970 in werking is getreden beloven kernwapen-landen niet-kernwapen-landen op generlei wijze behulpzaam te zijn bij het verkrijgen van kernwapens, en niet-kernwapen-landen op generlei wijze pogingen te doen om deze wapens te verkrijgen. Voor de niet-kernwapen-landen zal door de International Atomic Energy Agency (IAEA) van de Verenigde Staten, gevestigd in Wenen, hierop inspectie worden uitgeoefend, hoofdzakelijk door te controleren,

wat er met de nucleaire brandstof gebeurt. Eind 1971 zijn nog maar ongeveer de helft van alle landen tot het NPV toegetreden.

In het SIPRI Jaarboek 1972 "World Armaments and Disarmament" (5) wordt de houding van de belangrijkste landen, die een kernwapen zouden kunnen maken, besproken wat betreft het non-proliferatie verdrag.

We zullen hier volstaan met een paar opmerkingen.

Waar door het NPV vreedzaam gebruik van kernenergie op geen enkele manier mag worden belemmerd, zal de kennis van de nucleaire technologie zich met de verspreiding der reactoren over de wereld verspreiden. Het NPV verbiedt een land niet alle voorbereidingen te maken voor het krijgen van een kernwapen: de onderdelen mogen a.h.w. wel worden gemaakt; alleen de assemblage tot wapens is verboden.

Daarmee is het mogelijk voor een land een optie op een eigen kernwapen te houden, zelfs wanneer men is toegetreden tot het NPV. Het lijkt alsof er o.a. in deze richting wordt gedacht in Japan. In een toekomstige situatie, waarbij er voor een dergelijk land een oorlog dreigt en er haars inziens fundamentele belangen op het spel staan, kan dat land opnieuw geheel binnen het kader van de opzeggingsclausule van het verdrag, het NPV opzeggen en overgaan tot de produktie van kernwapens.

Bij het ontstaan van een West-Europese kernmacht moet men zeker rekening houden met een dergelijke sluipende ontwikkeling. Juist in deze regio is de kennis van de nucleaire technologie hoog. Dit geldt ook in het bijzonder met betrekking tot de verrijkingstechnieken van uranium, voor Nederland wat betreft de ultracentrifugemethode (6).

Natuurlijk spelen vele politieke overwegingen een grote rol, maar alle deelbeslissingen, nodig voor het kunnen maken van een West-Europese kernmacht, zijn feitelijk allang genomen, meestal beneden het zichtbare politieke besluitvormingsniveau. Ze zijn meestal geargumenteed op economische gronden, die als zodanig niet onredelijk zijn, maar waarbij de implicaties voor de vredesproblemen wel zeer sterk ondergewaardeerd zijn. Wanneer in toenemende mate door sommigen gepleit wordt voor een eigen Europese defensie, omdat de geloofwaardigheid van de Amerikaanse nucleaire garantie aan het verminderen zou zijn, dan is de geleidelijke ontwikkeling naar een geïntegreerde uitbouw van de huidige Franse en Engelse nucleaire macht, vooral wat de onderzeeboten betreft, feitelijk niet meer zoveel verschillend van het ontstaan van een West-Europese kernmacht. Zelfs binnen het kader van het huidige SALT verdrag lijkt een dergelijke ontwikkeling mogelijk.

Als conclusie kan worden gesteld dat tot nu toe het NPV nog niet door voldoende landen is geratificeerd om voor de toekomst werkelijk te kunnen functioneren. Maar bovendien is het verdrag zelf een onvoldoende garantie om met de spreiding van de nucleaire technologie over de wereld te voorkomen dat ook kernwapens zich over de wereld verspreiden. Daarvoor is niet alleen een controle op de nucleaire energiesector, zoals nu in het NPV geregeld, nodig, maar zou alleen een systeem waarbij de gehele brandstofsector in beheer bij de VN is, pas enige zekerheid gaan bieden.

4) De Nederlandse situatie

De Nederlandse regering heeft zich steeds positief opgesteld wat betreft het tot stand komen van het NPV. Binnen EURATOM heeft ze het standpunt ingenomen dat de IAEA inderdaad inspectie zou uitoefenen. Daarna heeft ze er verschillende keren op aangedrongen dat zo snel mogelijk een regeling van EURATOM met de IAEA tot stand zou komen.

Problematischer liggen de zaken rondom de ultracentrifugemethode.

In het begin van de zestiger jaren, zonder uitzicht op enige vorm van non-proliferatie verdrag en met volstrekte duidelijkheid over de betekenis van de methode voor de internationale veiligheid, wordt er, voor zover waarneembaar, niets gedaan aan een evaluatie van het project in meer dan economische termen. En bij het drielanden verdrag over verrijking van uranium met deze methode tussen Engeland, West-Duitsland en Nederland, is opnieuw het referentiekader strikt economisch. Engeland is het toegestaan binnen het kader van het verdrag "verrijkt uranium, afkomstig uit een tripartite installatie, eventueel in eigen installaties verder te verrijken tot de graad, vereist voor de fabricage van kernwapens" (7).

Ook West-Duitsland mag volgens de Nederlandse regering op eigen grondgebied wel hoog verrijkt uraan maken, bijv. voor een nucleair explosief om olie op de Noordzee te vinden. Dat vindt de Nederlandse regering niet in strijd met de West-Duitse verklaring uit 1954 bij toetreding tot de NAVO, dat zij op eigen grondgebied geen atomaire, biologische of chemische wapens zal maken. Bij deze verklaring wordt namelijk als "nuclear fuel" o.a. genoemd: uranium verrijkt tot meer dan 2,1% van het isotoop 235/u (8). De Nederlandse regering zegt nl. in de Kamerdiscussie dat verdere verrijking op Westduits grondgebied is toegestaan, als het voor burgerlijke doelen of wetenschappelijk onderzoek gaat.

Voor alle militaire aspecten van de ultracentrifugemethode moet volgens de regering het NPV voldoende zijn. Proliferatie van de kennis van de ultracentrifuge zal, gegeven het complexe systeem van internationale bedrijven, waarbinnen de methode wordt gebruikt, zeker optreden. En in feite wordt daarmee de reeds eerder genoemde sluipende ontwikkeling naar meer kernwape-nenstaten bevorderd.

Ook in de huidige kernenergie-nota zijn het zuiver economische overwegingen die de plannen bepalen. Ook nu zal het NPV waarschijnlijk wel weer worden gezien als toereikend voor de problemen van oorlog en vrede. Nergens althans in de nota wordt hiervan echt een punt gemaakt. De huidige nucleair-technologische ontwikkeling, hoofdzakelijk geleid door de doelstellingen van de multinationale ondernemingen, is een gevaarlijke zaak voor de vrede. Juist waar er grote overlappingsen zitten wat betreft industriële en militaire belangen, ligt een voortreffelijke voedingsbodem voor onbestuurbare ontwikkelingen. Eisenhower weet ervan mee te praten.

Onze conclusie is dan ook, dat bij de discussie over de ontwikkeling van de kernenergie in Nederland op lange termijn zorgvuldig moet worden geanalyseerd hoe hier kan worden voor-

komen dat zeer geleidelijk via alle multinationale ondernemingen in West-Europa een belangrijke bron voor de verspreiding van kernwapens ontstaat en tevens hoe door deze ontwikkeling de totstandkoming van een West-Europese kernmacht wordt beïnvloedt. Beide problemen zijn door de Nederlandse regering noch bij het tot stand komen van het drielanden-verdrag over uraanverrijking, noch in de kernenergie-nota bevredigend behandeld.

5) Conclusies

- 1) Naarmate het vreedzaam gebruik van kernenergie in verschillende landen toeneemt, zal daar ook de kennis ontstaan en veelal de faciliteiten om kernwapens te maken. De kosten van een eenvoudig kernwapen zijn niet dusdanig, dat niet vele landen kernwapenstaten zouden kunnen worden.
- 2) Het verdrag tegen verspreiding van kernwapens (NPV) zal slechts goed kunnen functioneren, wanneer het wordt opgevolgd door verdergaande overeenkomsten wat betreft het gebruik van de nucleaire technologie. In zijn huidige vorm, hoe waardevol ook, kan het niet verhinderen dat landen, die beschikken over een aantal reactoren en brandstof-faciliteiten, alle onderdelen van kernwapens kunnen maken en daarmee in conflictsituaties binnen een half jaar een kernwapen kunnen hebben.
- 3) De Nederlandse regering zou haar beleid op het gebied van de kernenergie moeten analyseren op het criterium in hoeverre ze hiermee zo optimaal mogelijk de verspreiding van kernwapens of het tot stand komen van een Europese kernmacht tegengaat. De huidige procedure van verwijzing naar het non-proliferatie verdrag is, wat dit betreft, onvoldoende.

Literatuur/noten

- 1) Dit bedrag is de prijs van een kernexplosie voor vreedzaam gebruik uit het VS-programma (Bull. Atom. Scient., dec. 1967). Uiteraard hangt de prijs erg samen met de grootte van de produktie.
- 2) Er lijkt nu schot te komen in de onderhandelingen tussen EURATOM en IAEA en daarmee in de ratificatie door de EURATOM-landen.
- 3) Zie: Feld. The impact of new technologies on the arms race, Pugwash Monograph, 1970, pag. 137, 138. Ook: SIPRI Yearbook, 1972, pag. 366: "Even though contaminated with up to 30% ^{240}Pu , the plutonium normally produced in nuclear power reactors would still be usable as the fissile material for more primitive, but still effective nuclear weapons".
- 4) Kernwapens, Rapport Secretaris-Generaal der Ver. Naties, Ned. edities, Staatsdrukkerij, 1968.

- 5) SIPRI Yearbook, World Armaments and Disarmament, Almqvist and Wiksell, Stockholm 1972.
- 6) De ultracentrifuge, een goudmijntje of een gevaar voor de vrede, 1969. Werkgroep VWO Twente, verkrijgbaar VWO-bureau, Utrecht.
- 7) Memorie van Antwoord 1969, Kamerstuk 10469 - 10733.
- 8) Protocol III on the control of armaments, annex II, Protocol van Parijs. Zie bijv. NATO, Facts and Figures, Brussel 1970.

HOOFDSTUK 10

Juridische gevolgen van ongelukken met kernenergiecentrales

1. Algemeen

Een ongeluk met een kernenergiecentrale heeft vele - ook juridisch onvoorziene - gevolgen. Een van de juridische gevolgen is sinds 1 januari 1966 dat de wet houdende regelen inzake wettelijke aansprakelijkheid op het gebied van kernenergie (in het vervolg de wet te noemen) op de alsdan ontstane situatie van toepassing zal zijn. De wet is van 25 oktober 1965 en gepubliceerd in het Staatsblad 546, 1965.

Meer in het algemeen wordt de materie terzake van de kernenergie geregeld in de Kernenergiewet van 21 februari 1963, stbl. 82. Bovendien zijn er een aantal - ontwerp - verdragen, welk stuk wetgeving hier buiten beschouwing blijft.

Met betrekking tot de aansprakelijkheid zijn er een tweetal ontwerpverdragen; dat van Parijs van 1960 en dat van Brussel van 1963. De thans in werking zijnde Nederlandse wet is geënt op de gedachte als neergelegd in de ontwerpverdragen en heeft slechts een doel in een regeling te voorzien zolang de verdragen nog niet bekrachtigd zijn.

2. Redenen, welke tot het ontstaan van de wet hebben geleid

De regering spreekt in de memorie van toelichting behorend bij de wet als haar overtuiging uit dat de kernenergie in een betrekkelijk nabije toekomst een belangrijke factor in het economische leven zal zijn en dat daarom de bevordering van de ontwikkeling daarvan van belang moet worden geacht. Tegen deze achtergrond wordt dan overwogen dat deze ontwikkeling zou kunnen worden belemmerd door het uitzonderlijke risico dat bij toepassing van kernenergie kan optreden als gevolg van mogelijke radioactieve besmetting. De omvang van een eventuele schade immers is niet bij benadering te schatten. Deze overweging - de mogelijkheid, hoe gering ook, dat een zeer grote schade ten gevolge van een ongeluk met een kernenergiecentrale zal ontstaan - brengt de regering ertoe een afwijkende regeling van het geldend recht terzake van de aansprakelijkheid voor schades op te stellen, daar toch volgens het geldende recht er een onbeperkte aansprakelijkheid rust op degene door wiens schuld de schade is veroorzaakt. Deze regel immers zou ongetwijfeld de bouw en exploitatie van kernenergiecentrales kunnen belemmeren, daar bedrijven welke zich met de bouw en exploitatie van kerncentrales bezighouden, zich voor eventuele schades moeten verzekeren, hetgeen aanzienlijke sommen zal vergen. Niet onvermeld mag blijven dat in dit kader tevens overwogen is dat ook daarom een afwijkende regeling van het geldende recht wordt voorgesteld, nu het geldende recht inzake de aansprakelijkheid voor ongevallen voor diegenen die tengevolge daarvan schade hebben geleden als ontoereikend moet worden aangemerkt, daar bij een eventueel

ongeval in een kernenergiecentrale het, ter vaststelling van de aansprakelijkheid, noodzakelijk bewijs door wiens schuld de schade is veroorzaakt, moeilijk te leveren zal zijn.

3. Grondlijnen van de wet, tevens belangrijkste uitzonderingen op het tot dan terzake geldende recht

Bij de regeling, als neergelegd in de thans in ons land van toepassing zijnde wet, is direct aansluiting gezocht bij de regeling als vervat in de beide hierboven genoemde verdragen. De regeling wijkt op een tweetal punten in belangrijke mate af van het geldende recht terzake van schades niet ontstaan door ongevallen met kernenergiecentrales. In de eerste plaats kent de wet een afwijkende regeling voor de aard der aansprakelijkheid en in de tweede plaats is in de wet neergelegd een beperking van de omvang van de aansprakelijkheid voor eventuele schades.

a) Aard van de aansprakelijkheid

Op grond van de wet is de aansprakelijkheid voor schades, ontstaan ten gevolge van ongevallen met kernenergiecentrales - uiteraard voor zover deze in Nederland gelegen zijn - absoluut, dus ongeacht de vraag of schuld aan het ongeval kan worden aangetoond, art.3 en 4. Een regeling dus, gebaseerd op de rechtsgrond "gevaarzetting". Het blote feit dat een installatie wordt opgetrokken, die onder omstandigheden een groot gevaar kan opleveren, rechtvaardigt dat de aansprakelijkheid voor eventuele ontstane schades gebaseerd wordt op het gevaar, dat alleen al het optrekken en het doen werken van de installatie met zich mee brengt.

De regeling houdt enerzijds in dat het voor derden, die schade hebben geleden, niet noodzakelijk is schuld te bewijzen aan het ontstaan van de schade; zij kunnen direct de exploitant van de kernenergiecentrale daarvoor verantwoordelijk houden, art3 en 4. Anderszijds brengt deze regeling met zich mee dat de exploitant niet kan stellen dat hij niet aansprakelijk zou zijn voor eventuele ontstane schades op grond van de omstandigheid dat hem iedere schuld terzake zou ontbreken. Nu hij exploitant is, is hij aansprakelijk. Dit laatste aspect staat niet met zoveel woorden in de wet, doch dient afgeleid te worden uit het overmachtsbegrip als in de wet neergelegd, art. 8, luidende: de exploitant is niet aansprakelijk voor de schade, veroorzaakt door een kernongeval ten gevolge van handelingen, verband houdende met een gewapend conflict, inval, burgeroorlog of opstand, of ten gevolge van een ernstige natuurramp van uitzonderlijke aard. Dit overmachtsbegrip biedt beduidend minder ontsnappingsmogelijkheden voor de exploitant als in andere overeenkomstige wetten neergelegd, hetgeen ook de bedoeling is van de opstellers van de wet.

Ook met betrekking tot het vraagstuk van de medeschuld is in de wet een afwijkende regeling van het algemene recht neergelegd. De wet bepaalt, art. 3 lid 3, dat slechts dan de vergoedingsplicht voor de exploitant geheel of gedeeltelijk vervalt, indien de schade mede te wijten is aan

opzet of grove schuld van de benadeelde. Er is in de wet derhalve een belangrijke beperking aangaande dit een en ander neergelegd.

b) Beperkte aansprakelijkheid

De aansprakelijkheid voor schades wordt op tweeërlei wijze beperkt. Enerzijds bepaalt de wet een maximumbedrag waartoe het totale beloop van een eventuele schade ten gevolge van een kernongeval beperkt wordt en anderzijds ziet de wet op een kortere termijn waarbinnen een vordering terzake van een eventueel geleden schade voor de rechter aanhangig gemaakt moet worden.

i) tot een bepaald bedrag

=====

De wet gaat ervan uit dat, gezien de aard van de installatie, de exploitant van een kernenergiecentrale zorg dient te dragen voor voldoende dekking voor eventuele schades. Dientengevolge is bepaald, art.10, dat de exploitant verplicht is een verzekering af te sluiten, of enig andere financiële zekerheid te stellen, zulks tot een bedrag van 50 miljoen gulden. Onder bijzondere omstandigheden kan de minister bij Koninklijk Besluit bepalen dat een bepaalde exploitant zich slechts tot een lager bedrag behoeft te verzekeren, terwijl bovendien, mocht de exploitant het risico niet kunnen verzekeren, dan wel slechts onder extreme condities kunnen verzekeren, de minister de staat onder nader te bepalen voorwaarden als verzekeraar kan doen optreden. Daarnaast bepaalt de wet in art.9 dat het maximumbedrag waarvoor een exploitant voor schade aansprakelijk gehouden kan worden, een bedrag van 430 miljoen gulden niet zal overschrijden. Mocht het totale bedrag van de totale schade ten gevolge van een ongeluk dit bedrag wel overschrijden, dan worden ingevolge art. 20 de aanspraken op vergoeding verhoudingsgewijs verminderd.

ii) Kent het gewone recht een verjaringstermijn van vorderingen uit onrechtmatige daad van 30 jaar, deze wet bepaalt in art.14 dat het recht op schadevergoeding vervalt indien niet binnen 10 jaar na de datum van het kernongeval een rechtsvordering is ingesteld of het recht op schadevergoeding is erkend. Mocht het de benadeelde onbekend zijn dat hij schade heeft geleden ten gevolge van een ongeval, dan bepaalt art.14 lid 2 dat het recht een rechtsvordering tot vergoeding van deze schade in te stellen verjaart door verloop van 3 jaar na de dag waarop de betrokkene of, indien hij een wettelijke vertegenwoordiger heeft, deze laatste kennis draagt of redelijkerwijze geacht kan worden kennis te dragen van de schade en van de aansprakelijke exploitant. In de wet is derhalve neergelegd een zeer belangrijke beperking in de tijd, welke beperking feitelijk strekt ten gunste van de exploitant en zijn verzekeraars. De ratio van deze bepaling is gelegen in de omstandigheid dat gezocht is naar een stelsel van

aansprakelijkheden waarbij vergoeding met behulp van particuliere voorzieningen is gewaarborgd. Het zou voor exploitanten en hun assuradeuren een ernstige zaak zijn indien zij genoodzaakt zouden zijn gedurende 30 jaar na een eventueel ongeval enorme reserves aan te moeten houden voor eventuele nakomende vorderingen.

Het is duidelijk dat deze regeling allerminst bevredigend is voor slachtoffers van eventuele kernongevallen. Hierdoor ontstane schades immers kunnen van diverse aard zijn en kunnen zich eerst na geruime tijd - genetische schade - manifesteren.

c) Overige bepalingen

De wet voorziet in de mogelijkheid dat, zoals reeds terloops is opgemerkt, de minister bij beschikking van de bepalingen van de wet afwijkt. Zo geeft de wet de minister de mogelijkheid om de wet op bepaalde installaties, waar minder gebaarlijke stoffen opgeslagen zijn, niet van toepassing te doen zijn. Uiteraard gelden in deze situaties dan de bepalingen van het gewone burgerlijke recht en bestaat er terzake van eventuele ontstane schades een volledige onbeperkte aansprakelijkheid voor degene die schuld heeft aan het ontstaan van de schade.

De regeling terzake van de aansprakelijkheid van vervoermiddelen welke door middel van kernenergie worden aangedreven is in een aparte wet neergelegd.

De wet voorziet in schades veroorzaakt door kernenergie-installaties op Nederlands grondgebied; de aanspraken evenwel kunnen geclaimd worden indien schade is geleden op het grondgebied van Nederland, de Bondsrepubliek Duitsland, België, Luxemburg en Frankrijk.

4. Kortom en tenslotte

Het uitgangspunt dat dit stuk wetgeving de ontwikkeling van de kernenergie dient te bevorderen door eliminatie van bepaalde belemmerende wetsbepalingen in het gewone recht lijkt door de aard en strekking van dit stuk wetgeving gewaarborgd. De ontwikkeling van de kernenergie dient zich in de private sfeer te voltrekken en daarvoor mogen er geen risico's bestaan waartegen de privé-ondernemer, hoe groot deze ook is, zich niet kan dekken. Het bedrijfsleven, in verband met niet te voorziene risico's waarvoor het zich geplaatst zou kunnen zien en waartegen geen dan wel een bijzonder dure dekking mogelijk zou zijn, zou zijn belangstelling in de ontwikkeling van de kernenergie kunnen verliezen, waardoor - aldus de memorie van toelichting bij deze wet - een in de nabije toekomst te verwachten belangrijke factor in de energievoorziening teloor zou gaan. Het is dan ook duidelijk dat de wet tracht te voorkomen dat onder omstandigheden ingewikkelde processen over de schuldvraag ontstaan, welke ertoe zouden leiden dat mogelijk anderen dan de exploitant, die niet over financiële dekking tegen het risico beschikken worden aangesproken.

Aldus wordt bereikt, dat deze betrokkenen, die als fabrikanten, ontwerpers, leveranciers, aannemers enz. aan kernenergiecentrales leveren of in dat verband werkzaam zijn niet worden geremd door eventuele onvoorziene risico's. Aldus wordt omgekeerd bewerkstelligd dat de vraag naar de aard en eventuele - schadelijke - gevolgen van de werkzaamheden, waarmee deze niet-exploitanten in het kader van de kernenergie bezig zijn, hun niet levensgroot voor ogen behoeven te staan.

HOOFDSTUK 11

Energiebeleid

Energie gaat in de toekomst een steeds grotere rol spelen in de samenleving en het is nu al één van de snelst groeiende sectoren van de Nederlandse economie. Welvaart, maar ook welzijn hangen in steeds sterkere mate af van een ongestoorde energievoorziening. Dit wordt vrij algemeen erkend, maar een werkelijk energiebeleid bestaat vrijwel nergens. Gebrek aan een geïntegreerd beleid leidde in de VS tot een energie-crisis (1), (2) en Europa dreigt dezelfde kant op te gaan (3). Men probeert de oorzaken van deze crisis veelal te zoeken in de onbetrouwbaarheid van de brandstoffenvoorziening (3), (4), maar de werkelijke oorzaak ligt dieper. Het gebrek aan planning, coördinatie en onderzoek wordt in de VS geweten aan het versnipperde overheidsbeleid en de eenzijdige belangstelling van industrie en elektriciteitsproducenten voor economische resultaten op korte termijn (5).

Ook in Nederland wordt de roep om een geïntegreerd energiebeleid sterker (4). Voorlopig echter valt het ergste te vrezen, want ook hier te lande is het overheidsbeleid versnipperd (zie milieu), kortzichtig (zie aardgas) of sterk eenzijdig gericht. Van dit laatste is de kernenergienota een sprekend bewijs: het staat vooral in het teken van industriële innovatie en verwaarloost met name de milieu- en veiligheidsaspecten. En zoals in de vorige hoofdstukken is gebleken, dit één-dimensionale denken overheerst ook bij de nucleaire industrie en elektriciteitsproducenten. Een schrikbarend voorbeeld voor de argumentaties van deze laatsten blijkt uit een interview (6) met de directeur (ir. Bakker) van de Samenwerkende Elektriciteitsproducenten (SEP) die over de problemen van vermeerderend energieverbruik concludeert: "De grondoorzaak is: we zijn met tevelen. Vroeger werd je tenminste uitgemoord, nu weten we dat te voorkomen; helaas"!! Deze lugubere uitspraak is typerend voor de onvolwassen reactie van de economische belangengroepen, die steeds de schuld op de bevolkingsgroei willen gooien. Men kent gewoon geen twijfel aan het nut van het steeds groeiend energieverbruik per hoofd (prognoses in Nederland: 5 maal zoveel in 2000) en de daarvoor noodzakelijk steeds grotere centrale eenheden. Gelukkig begint er iets meer aarzeling te komen in het groei-optimisme van de energielobby. Broeze wees in een recent symposium voor elektriciteitsvoorziening in de toekomst (4) op een vraag die ook in de VS steeds meer centraal komt te staan: "hoeveel energie hebben we werkelijk nodig?" En zelfs minister Langman wees in dat symposium op de enorme verspilling van energie die overal in de wereld optreedt.

Met deze nota proberen wij de afwezigheid van een werkelijk geïntegreerd energiebeleid duidelijk aan de kaak te stellen. Het is niet onze bedoeling om alleen maar kritiek te leveren op de zeer eenzijdige visies die de energielobby en overheid tot dusver hebben laten horen. Wij willen ook herinneren aan het bestaan van alternatieven, die helaas tot dusver veel te weinig aandacht kregen. Overal ter wereld wijzen onderzoekers op het waanzinnige van het alles op die ene kaart van kernenergie te zetten. Een

commissie uit het Amerikaanse Congres zal per 1 oktober 1972 met voorstellen komen tot ingrijpende veranderingen ter verbetering van het gehele energie-onderzoek (7). Ook in Nederland moet veel meer aandacht worden gericht op de besparing van energie en het ontwikkelen van andere systemen die op lange termijn onze energievoorziening kunnen verzorgen (zie Hoofdstuk 8). Door de langdurige, eenzijdige aandacht voor de kernsplijting zijn deze alternatieve systemen (met name fusie en zonne-energie) voorlopig nog niet operationeel en zijn tussenoplossingen noodzakelijk. Omdat al onze huidige omzettingssystemen met een verlies van minstens 60% werken, kunnen we allereerst proberen de rendementen omhoog te brengen. Recente ontwikkelingen maken dit mogelijk, bijvoorbeeld door middel van combinaties van gasturbines met een stoomcyclus (8), MHD-generatoren (9) en thermionische reactoren (10). Ook een beter gebruik van de afvalwarmte kan tot rendementsverhogingen leiden. Het ontwikkelen hiervan is vooral een kwestie van overheidsbeleid: o.a. door belastingfaciliteiten (zoals in de VS zijn te verwachten) aan industrieën die met "total-energy"-installaties zelf elektriciteit opwekken (11). Daarnaast kan men landelijk plannen maken voor het opstellen van kleine gedecentraliseerde krachtcentrales dicht bij de verzorgingsgebieden. Deze installaties kunnen dan, behalve elektriciteit, ook warmte leveren voor de drinkwatervoorziening, waterzuivering, stadsverwarming en procesindustrie.

Het huidige kernenergiebeleid van de overheid is vooral gebaseerd op de noodzaak van industriële innovatie in de metaalverwerkende industrie (zie blz. 4 kernenergienota). OECD-rapporteurs plaatsen kortgeleden (12) grote vraagtekens bij de haalbaarheid hiervan; onze metaalindustrie schijnt nu eenmaal niet over het potentieel te beschikken om serieus in de kerntechniek te kunnen meedraaien. Het lijkt echter zeer wel mogelijk dat zij wel over het potentieel beschikt om bovengenoemde kleinere energiesystemen te ontwikkelen, temeer daar, gezien de weinige aandacht hiervoor in Europa, in deze markt wel eens veel grotere kansen kunnen liggen. De noodzaak van industriële innovatie is dus geen enkel argument voor de ontwikkeling van kernenergie, integendeel. Met een dergelijk stimuleren van de ontwikkeling van kleinere en veilige energiesystemen kan men de levensvatbaarheid en werkgelegenheid van de metaalindustrie letterlijk en figuurlijk minder in gevaar brengen.

Voor de door de OECD-rapporteurs bekritiseerde researchinstellingen (universiteiten, RCN, TNO) ligt bij een werkelijk nieuw beleid zeer veel werk te verwachten. Dringend noodzakelijk zijn oorspronkelijke studies naar problemen van opslag en transport van energie (o.a. brandstofcel, kansen voor waterstof) en de milieufactetten van alle alternatieve systemen. Uiteraard hebben veel van deze aspecten ook internationale dimensies, zoals bij voorbeeld de stijging van radioactiviteit in en de opwarming van de Rijn als gevolg van de 20 kerncentrales die daar zijn gepland. Verdere studie is ook noodzakelijk naar de economische aspecten van een geïntegreerd beleid: de socio-economische consequenties van heffingen, prijsstijgingen en belastingfaciliteiten (13). Misschien kan men daarmee uitstijgen boven het huidige kortzichtige beleid van gemanipuleer met gas- en kolenprijzen en de aangekondigde heffing op elektriciteit (ten bate van de SNR).

Wij erkennen dat een werkelijk energiebeleid een uitermate gecompliceerde zaak zal blijken te zijn. Naast de vaak tegenstrijdige eisen van milieu, planologie, techniek en economie wordt een lange termijn aanpak gehinderd door de vaak tegenstrijdige belangen van overheid en industrie. Op het internationale vlak komt daarbij o.a. ook nog de extra complicatie van de verhouding tussen de grondstoffenleverende landen en hun afnemers. Maar bovenal dient een dergelijk beleid te zijn afgestemd op de lange termijn situatie. In de niet-te-verre toekomst zullen steeds meer beperkingen van de onbegrensde energiegroei zich opdringen. Internationaal is dat vooral in relatie met het probleem van de opslag van radioactief afval en de meteorologische consequenties van koolzuur en stof. Nationaal zal de voortdurende vraag naar energie worden beperkt door het gebrek aan koelwater en fossiele brandstoffen.

Maar wat wij in Nederland eerst moeten doorbreken is de kortzichtigheid van het huidige kernenergiebeleid. Met deze nota hopen wij een serieuze discussie over een geïntegreerd energiebeleid op gang te brengen. Misschien is op nationaal niveau te vermijden wat naar aanleiding van de onmogelijkheid van een internationaal oliebeleid werd geschreven: "Alleen een zeer ernstige crisis schijnt de belanghebbenden te kunnen wijzen op de komende gevaren" (14).

Conclusies

Evenals de meeste andere landen kent Nederland geen werkelijk energiebeleid. Wat tot dusver daarvoor doorgaat wordt gekenschetst door korte termijn visie (zie aardgasbeleid) of staat onder invloed van industriële belangen (kernenergienota). Het gebrek aan geïntegreerde planning op lange termijn blijkt vooral uit het beleid voor de elektriciteitsvoorziening in de toekomst. Hierbij overwegen nu technologische en economische motieven die leiden tot een eenzijdig propageren van kernenergie als de enige oplossing. Maar ook binnen de energielobby ontstaat steeds meer twijfel over het nut van de zeer sterke stijging van het energieverbruik en het beleid wat daarop is afgestemd. Niet alleen blijken besparingen voor energie mogelijk, maar ook ontstaan er steeds betere alternatieve systemen die de plaats van kernsplitsing (voor elektriciteitsopwekking) kunnen overnemen. Op lange termijn zijn dat zonne-energie en kernfusie en voor de tussenliggende periode kan dat door middel van een combinatie van beleidsmaatregelen en rendementsverhogende systemen. De ontwikkeling van deze minder gevaarlijke systemen biedt de Nederlandse industrie vermoedelijk meer mogelijkheden dan de ontwikkelingen in kernsplitsing.

Al is de problematiek van de energievoorziening uitermate gecompliceerd, een toekomstvisie mag niet meer alleen gebaseerd zijn op economische factoren, maar moet alle aspecten van het nationale welzijn in acht nemen. Studie naar een werkelijk geïntegreerd energiebeleid moet, ook internationaal, een hoge prioriteit krijgen.

Literatuur

- 1) Time, 12-6-72, p. 35-36.
- 2) Bulletin of Atomic Scientists, Sept.-Oct.-Nov. 1971.
- 3) The Times - Energy Supplement, 5-7-72.
- 4) Symposium "Elektriciteitsvoorziening in de toekomst", 30-3-72. Publikatie Stichting Toekomstbeeld der Techniek no. 12.
- 5) John O'Leary (vroegere Director of Bureau of Mines), Chemical and Engineering News, 2-1-72.
- 6) De Tijd, 27-11-71.
- 7) "Congress probes US Energy R&D policy", Chemical and Engineering News, 12-6-72.
- 8) Prof.Ir. H. Laméris, afscheidscollege, Eindhoven, 30-6-72.
- 9) Zie NRC - Energiebijlage, 28-12-71.
- 10) "Thermionik-Reaktore brauchen Marketing", Atomwirtschaft 7/72.
- 11) Ir. W.H. Boerendons "Nieuwe ontwikkelingen bij de opwekking van energie en warmte in de industrie", De Ingenieur, 23-6-72.
- 12) "OECD plaatst vraagtekens bij omvang en doelmatigheid van speurwerk in Nederland", Financieel Dagblad, 16-6-72.
- 13) "Energy, The Economic and The Environment", Technology Review, Oct.-Nov. 1971.
- 14) "Europe's oil at risk", Vision, July-Aug. 1972.



VERENIGING MILIEUDEFENSIE

Herengracht 109, Amsterdam. Tel. 020 - 23 54 50.

Postgiro: 102000. Bankrelatie: Algemene Bank Nederland. Rek. no. 54.20.97.699.

1) Karakter

- De Vereniging vat het begrip milieu op in zijn breedste betekenis, te weten als de gehele omgeving die de leefbaarheid bepaalt. Het gaat dus niet alleen om de relatie mens-natuur, maar eveneens om de relatie tussen mens en maatschappij.
- De Vereniging zoekt haar uitgangspunt in wetenschappelijk werk, en stelt de resultaten van dit werk ter beschikking aan een ieder, die zich de milieuproblematiek aantrekt of dat zou moeten doen, dat wil zeggen aan overheid, industrie en burgerij.
- De Vereniging staat open voor iedereen, onafhankelijk van partijpolitieke- en geloofs-overtuigingen. De Vereniging heeft dan ook leden uit alle politieke partijen en onderhoudt relaties met vele groeperingen van uiteenlopende levensbeschouwelijke aard.

2) Organisatie

- Als organisatie werd de Verenigingsvorm gekozen, omdat deze vorm de optimale mogelijkheid biedt de leden op democratische wijze in de besluitvorming betreffende de milieuproblematiek te betrekken.
- De wetenschappelijke staf bestaat uit meer dan honderd wetenschapsmensen. Daaruit worden werkgroepen geformeerd, die zich middels lange en korte termijnstudies concentreren op door de Vereniging als prioriteit gestelde problemen.
- Via het Centraal Bureau worden alle activiteiten gekoördineerd, en de externe contacten onderhouden; het voert tevens de administratie. Alleen op het centraal bureau werken betaalde krachten. Alle overige werkzaamheden geschieden op basis van vrijwilligheid.
Gestreefd wordt naar een decentralisatie in regionale kerngroepen, ter bevordering van een slagvaardig optreden onder alle omstandigheden op alle niveau's.

3) Activiteiten

- De Vereniging geeft het maandblad MilieuDefensie uit; dit maandblad is gericht op opinievorming en berichtgeving. Het maandblad biedt tevens een publikatiemogelijkheid aan andere milieugroeperingen.
- De Vereniging publiceert studies in een voor een grote lezerskring verstaanbare taal. In de serie milieudefensie verschenen reeds als nr 1 de Kernenergienota en als nr 2 „De auto nog eens nagerekend”, een studie van Drs. G. Hupkes. Nr 3 „De gehinderde mens” een handleiding voor de burger bij het gebruikmaken van de diverse milieuwetten met name de Hinderwet, is reeds in voorbereiding.
- De Vereniging richt zich tot de overheid met wensen, verzoekschriften en bezwaarschriften, en doet daarmee een beroep op zowel centrale als lagere overheid om zich zowel bestuurlijk als inhoudelijk milieubewust op te stellen.
- De Vereniging is bereid gerechtelijke procedures te voeren, als uiterste middel om duidelijkheid in de belangenafweging te verkrijgen.
- Voor 1973 stelde de Vereniging de volgende prioriteiten voor onderzoek en overige activiteiten vast:
 1. de Nederlandse waterhuishouding,
 2. verkeer en vervoer,
 3. kringloopproductie (recycling),
 4. energiebeleid,
 5. ruilverkaveling en landschapsinrichting.



Collectie Stichting Laka

www.laka.org
Gedigitaliseerd 2021