

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](http://www.laka.org) | [info@laka.org](mailto:info@laka.org) | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

# KERNENERGIE



de  
kerken  
een zorg

Collectie Stichting Loka

www.loka.org  
Gedigitaliseerd 2021

Foto omslag:

**KERNENERGIECENTRALE DODEWAARD**

**KLM AEROCARTO NV**

# **KERNENERGIE**

## **De Kerken een zorg**

Een bijdrage tot een zorgvuldige discussie en gedach-  
tenvorming over (kern)energie om tot een verantwoorde  
besluitvorming te komen.

Samengesteld door een konsultatiegroep van de Sektie voor  
Sociale Vragen van de Raad van Kerken in Nederland.

Voorzien van een gespreksagenda door de Centrale voor  
vormingswerk/H.V.D.

## Ter inleiding

Bijna 2½ jaar geleden werd een konsultatiegroep gevormd die de taak kreeg de Sektie voor Sociale Vragen van de Raad van Kerken in Nederland te helpen bij het antwoorden op vragen die ter zake van kernenergie tot de kerken werden gericht. In de loop van de tijd zijn de vragen nogal sterk van karakter veranderd. Aanvankelijk sprak uit brieven vrees en verontrusting van mensen over de plannen tot ruime toepassing van deze nieuwe technologische ontwikkeling. Naderhand uitte deze vrees en verontrusting zich meer en meer in protest en verzet. Geleidelijk aan werd ook ingezien dat de continuïteit van de gehele energievoorziening in onze samenleving alles te maken heeft met essentiële verworvenheden in onze samenleving zelf. Felle uitingen van voor- en tegenstanders van kernenergie dreigen de maatschappelijke discussie en meningsvorming te bemoeilijken. Intussen is ons land diep betrokken geraakt bij internationale vragen van vrede en veiligheid en van ontwikkelingsongelijkheid, die met de technologische en economische aspecten van de wereld energievoorziening samenhangen.

In het begin van zijn werkzaamheden zag de konsultatiegroep het vooral als zijn taak voorlichting te geven als antwoord op de om zich heengrijpende verontrusting. Met dat oogmerk zette de groep zich aan de voorbereiding van een brochure met een vooral voorlichtend karakter. De verschuiving van de accenten in de publieke discussie is evenwel niet zonder invloed gebleven op de taakopvatting van de groep. Wel bleef de opzet een breed oriënterende, maar de genoemde discussie drong de groep enerzijds het aantal onderwerpen dat ter sprake moest komen te vergroten en anderzijds verschillende motieven die bij standpuntsbepalingen van belang behoren te zijn meer diepgaand te bespreken.

In deze brochure gaat het om een verkenning van de veelzijdigheid van de vraagstukken. Sommige van deze vraagstukken zijn diepgaand in de publieke discussie betrokken, andere spelen echter nog nauwelijks een rol in de publieke meningsvorming. De konsultatiegroep beoogt met deze brochure vooral de samenhangen tussen de terzake doende vraagstukken op evenwichtige wijze onder de aandacht te brengen. Het zal dus duidelijk zijn dat de lezer in dit geschrift niet moet verwachten *de* standpunten van de kerken over de kernenergie aan te treffen. Het geschrift poogt wel tot uitdrukking te brengen dat het (kern)energievraagstuk voor de kerken een zorg is. Juist in de voorziening van energie worden op scherpe en ondubbelzinnige wijze de voornaamste wereldproblemen zichtbaar. Men denke aan de verdeling van de energie in relatie tussen rijke en arme volken, men denke aan de ecologische aspecten, waarmee met name toekomstige generaties ten nauwste zullen worden gekonfronteerd, men denke aan de huidige productie- en consumptiepatronen in de hoog-geïndustrialiseerde (en dus veel energiegebruikende) landen en men denke aan het vraagstuk wat we de vermilitarisering van de wereld kunnen noemen.

Bij de beslissingen over de energievoorziening, waarbij de toepassing van kernenergie een essentiële rol speelt en zal gaan spelen, komen deze vier aspecten telkens naar voren en kan geen enkele worden vergeten.

De twijfel waarmee lezers deze brochure ter hand nemen zal wellicht niet weggenomen zijn, als zij de lezing voltooid hebben. Wie goed leest, proeft deze twijfel ook telkens in het geschrift zelf. Zoals hierboven reeds opgemerkt, roept elke discussie over kernenergie emoties op.

Wie goed leest, bemerkt tussen alle zakelijke informatie (die broodnodig is) ook de spanning en de emoties van de samenstellers. Ik pleit er voor om deze emoties en spanningen serieus te nemen. We kunnen niet zakelijk met elkaar praten, als we niet tegelijkertijd bereid zijn om elkaars emoties als emoties van verantwoordelijke mensen zeer ernstig te nemen.

De discussie over de kernenergie is een wereldwijde discussie. Met name via de Wereldraad van Kerken is sedert 1975 een brede internationale gedachtenwisseling op gang gekomen en naar het zich laat aanzien zal dit vraagstuk grote aandacht vragen op de in 1979 te houden wereldkonferentie over 'Geloof, wetenschap en de toekomst', welke plaats zal vinden te Boston. Verstrekkende vragen van mens en samenleving, van vrede en gerechtigheid, van theologie en politiek komen in dit vraagstuk te samen. Ten diepste gaat het om de vraag: welke samenleving willen we voor onszelf en voor onze kinderen? De vraag uit de Sektie voor Sociale Vragen is: lees en neem deel aan de discussie en gedachtenvorming om tot verantwoorde besluitvorming te komen, die een perspectief opent voor de huidige en toekomstige generaties. Materiaal voor een zorgvuldige discussie wordt u via deze brochure aangereikt.

De samenstelling van de konsultatiegroep bij het gereed komen van de brochure was als volgt:

- drs. E.D. Nijenhuis (voorzitter) (Castricum)
- drs. M. Bustraan (Bergen)
- dr. ir. E.T. Ferguson (Eindhoven)
- mr. A.A.T. van Rhijn (Wassenaar)
- ir. E.J. Tuininga (Leusden)
- drs. J.E. van Veen (Wassenaar)

In een eerder stadium hebben bovendien meegewerkt:

- prof. dr. H.B.G. Casimir
- ds. J.O.C. Bouma

In de slotfase heeft de groep redactionele medewerking gehad van de heer C. Schuuring.

De gespreksagenda werd namens de Centrale voor vormingswerk/H.V.D. samengesteld door dr. J.J. van Deemter (Bussum)

H.M. de Lange

(Voorzitter Sektie Sociale Vragen van de Raad van Kerken in Nederland)

# *Kerken en kernenergie, hebben zij met elkaar te maken?*

I.

## **I.1. Achtergronden**

De uitvinding en toepassing van door fossiele brandstoffen aangedreven machines, ongeveer 200 jaar geleden, wordt terecht als een keerpunt in de geschiedenis beschouwd. Sinds deze 'Industriële Revolutie' nam met de mechanisatie het nationaal inkomen toe, later ook de bestaanszekerheid en tenslotte de welvaart voor allen. De gemiddelde levensduur werd langer, de gezondheidszorg en de huisvesting werden beter; ongekende mogelijkheden als vrije tijd en vakantie werden werkelijkheid.

Tevoren was de mens niet uitsluitend op eigen lichamelijk arbeidsvermogen aangewezen. Al eerder waren toepassingen van wind- en waterkracht ontdekt, zoals water- en windmolens en zeilschepen. Daarnaast werd arbeidskracht van dieren aangewend. Tenslotte werden plantaardige materialen toegepast als brandstof voor voedselbereiding, verwarming en nijverheid.

De zojuist genoemde energiebronnen uit het voor-industriële tijdperk zijn in principe onuitputtelijk. De plantengroei die voedsel en brandstof oplevert, de wind en de kringloop van verdamping en neerslag zijn immers te danken aan de voortdurende stroom van energie die de aarde ontvangt van de zon. Ook nu nog is een groot gedeelte van de wereldbevolking voornamelijk aangewezen op deze van de zon afgeleide energiestromen. Aan deze voortdurende stromen kan altijd energie worden onttrokken, maar niet in onbeperkte hoeveelheden.

Zeilschepen en molens kunnen niet meer wind vangen dan er is; gebruik van te veel hout als brandstof veroorzaakt tekorten in komende jaren. De totale arbeidskracht die mensen en trekdieren kunnen leveren wordt beperkt door de oogstopbrengsten van de landbouwgrond.

Een kenmerk van de industriële samenleving is zijn gerichtheid op het opvoeren van productie en produktiviteit. Dat kan alleen door aanwending van steeds meer energie. Elke toename van de produktiviteit gaat gepaard met een toename van het energieverbruik. De door de zon steeds aangevulde natuurlijke energiestromen zijn allang niet meer voldoende om aan de behoefte van deze energie-intensieve samenlevingsvorm te voldoen. Er werd steeds meer geput uit de grote voorraad energie, die in de vorm van fossiele brandstoffen in de bodem aanwezig is. Eerst was dat steenkool; aan het einde van de vorige eeuw kwam daar aardolie bij en nog weer later aardgas. Het streven naar efficiëntie leidde er ook toe de beschikbare vormen van energie om te zetten in andere, die zich in het bijzonder laten gebruiken voor bepaalde toepassingen. Zo worden uit aardolie door raffinage motorbrandstoffen en stookolie verkregen.

Elektrische energie is, sedert de ontdekking van het principe van de dynamo in het

midden van de vorige eeuw, een buitengewoon handzame vorm van energie gebleken. Allerlei energievormen kunnen gemakkelijk worden omgezet in elektrische energie; de generatoren in de centrales kunnen worden aangedreven door met verbrandingswarmte opgewekte stoom, door waterkracht en in principe ook door wind. Velerlei toepassingen bleken mogelijk. Na verlichting volgde toepassing in vervoerssystemen (trams en treinen) en elektrische motoren en tenslotte voor de veelsoortige apparaten, die efficiëntie en het comfort in onze huizen en werkplaatsen tot een grote hoogte opvoeren. Momenteel wordt elektrische energie in geïndustrialiseerde landen in voornamelijk grote centrales opgewekt en door een uitgebreid distributienet bij de gebruiker thuis 'bezorgd'.

De voorraden fossiele brandstoffen zijn wel groot, maar niet onuitputtelijk. Hoe meer energie er jaarlijks aan onttrokken wordt, des te eerder zijn ze uitgeput. Lange tijd is – bij de voortgaande groei van het energieverbruik – het besef van deze eenvoudige waarheid op de achtergrond gebleven. Dat is het gevolg van het feit dat energie dertig jaar lang zeer goedkoop is gebleven dankzij het tot ontwikkeling brengen van steeds nieuwe bronnen van fossiele brandstoffen. In het bijzonder werd intensief en met veel succes gezocht naar nieuwe voorkomens van aardolie en aardgas en werden nieuwe brongebieden snel en intensief in exploitatie genomen. De technieken voor massaal transport en omzetting ontwikkelden zich evenredig. Mede als gevolg hiervan vond in de jaren '50 en '60 een ongekend snelle groei van het energieverbruik plaats. In West-Europa was dat zelfs een verdubbeling per tien jaar. Het aandeel van kolen nam evenwel niet alleen relatief, maar ook in absolute hoeveelheden af. De energie-intensieve industriële samenlevingen waren helemaal afhankelijk geworden van een betrouwbare en stabiele aanvoer van olie.

Mede door de activiteiten van de 'Klub van Rome' is het bewustzijn gegroeid van de uitputbaarheid van de voorraden fossiele brandstoffen. Opeens kwamen velen tot de ontdekking dat de voorraden maar voor beperkte tijd aan de steeds groeiende vraag kunnen voldoen en dat we eigenlijk op grote schaal bezig zijn met potverteren. Dit wordt nog in de hand gewerkt door de gemakkelijke manier waarop we energie verspillen.

Vervolgens zijn we ons door de oliekrisis van 1973 hardhandig bewust geworden van het feit, dat deze bronnen van fossiele brandstoffen gekoncentreerd zijn in een beperkt aantal landen. De geïndustrialiseerde energie-verbruikende landen zijn afhankelijk van hun bereidheid energie in de gevraagde hoeveelheden ter beschikking te stellen.

Ook als de grenzen van de uitputting van de voorraden fossiele brandstof nog niet bereikt zijn, blijkt toch de beschikbaarheid ervan beperkt te kunnen worden door economisch-politieke factoren. Een wereldwijde beperking van de beschikbaarheid wordt door verantwoordelijke beleidsmensen reeds op korte termijn verwacht. Het laat zich volgens vele deskundigen aanzien, dat al tussen 1985 en 1995 het aanbod op de wereld-energiemarkt kleiner wordt dan de vraag.

Deze energie-schaarste wordt verwacht als gevolg van een relatief onvoldoende aanbod van met name aardolie. De voorraden kolen in de aarde zijn weliswaar veel groter dan de voorraden van aardolie en aardgas. Kolen vormden echter geen



aanlokkelijk alternatief tegenover de betrekkelijk schone brandstoffen olie en gas, waarop onze energie-ekonomie voor het overgrote deel is gaan berusten. Het op veel groter schaal dan voorheen weer in gebruik nemen van kolen als energiebron vergt jaren van voorbereiding op de winningsplaatsen, in de transport-systemen (schepen, havens) en gebruiksinstallaties.

Volgens de traditie van de geïndustrialiseerde samenleving zou met kracht gezocht moeten worden naar het tot ontwikkeling brengen van nieuwe energiebronnen. Maar ook bestaat de mogelijkheid te proberen het verbruik minder te laten stijgen of met minder energie toe te komen. Op dat gebied zijn er bepaald mogelijkheden; men denke aan betere isolatie van woningen en gebouwen, of aan nuttig gebruik van afvalwarmte van elektrische centrales voor stadsverwarming.

Er zijn ook uit andere hoofde dwingende overwegingen om veel meer dan tot nu toe in die richting te werken. De capaciteit van het milieu, in het bijzonder de atmosfeer en het oppervlaktewater om zonder grote schade lozingen van afvalwarmte en verbrandingsgassen op te nemen is begrensd. In dicht-bevolkte industrielanden zijn er plaatsen waar deze grenzen al zijn bereikt.

Kombinaties van het afremmen van het verbruik, het bevorderen van besparende maatregelen en het ontwikkelen van andere energiebronnen zullen samen de strategie vormen waarmee de problemen van de toekomst zullen moeten worden opgelost.

### **1.2. Mogelijkheden en ongerustheid rondom de kernenergie**

Onder deze omstandigheden heeft zich een nieuwe energiebron aangediend: de kernenergie. Niet onverwacht overigens; reeds voor de tweede wereldoorlog was gebleken, dat bij splijting van zware atoomkernen enorme hoeveelheden energie kunnen vrijkomen. In die oorlog is deze ontdekking voor het eerst toegepast, in de vorm van tegen Japanse steden gerichte atoombommen. De latere ontwikkeling van de beheerste kernsplijting voor vreedzame doeleinden kon echter velen de huiver niet doen vergeten, die door deze eerste toepassing was opgeroepen.

In de '50-er jaren werd – ook in ons land – gedacht dat kernenergie de rol van olie en gas zou overnemen. Aangezien deze in grote hoeveelheden en tegen lage prijzen beschikbaar kwam, werd kernenergie meer naar de achtergrond gedrongen. In het begin van de '70-er jaren, kwam er, mede door een beperking van de produktie in een aantal olie-leverende landen, meer begrip voor een komende schaarste aan olie en gas. Velen zagen toen in kernenergie een welkome mogelijkheid om de verwachte energie-problemen het hoofd te helpen bieden. Inschakeling van kernenergie zou de totaal beschikbare energievoorraden vergroten en de afhankelijkheid van de OPEC-landen verminderen. Het zou ons in ieder geval kunnen helpen om de stijging van de wereld-behoefte aan aardolie af te remmen, al moet hierbij wel worden opgemerkt dat kernenergie in eerste instantie kan worden ingezet voor de elektriciteitsopwekking die slechts een deel van de energie-voorziening vormt.

Ook in ons land wordt de toenemende publieke discussie beheerst door de konfrontatie tussen de hierboven geschetste, soms al zichtbaar wordende, verwachtingen omtrent energieschaarste en de huiver die de kernenergie omgeeft. De beleids-

voornemens van de minister van Economische Zaken – onder meer de Energienota van 1974, waarin als beleidsdoelen worden genoemd een afremming van de groei van het energieverbruik door besparing en een vermindering van het aandeel van gas en olie voor het opwekken van elektrische energie, mogelijk te maken door een stijging van het aandeel van steenkool en, in mindere mate, van kernenergie – zijn onder meer beantwoord door het ontstaan van de Bezinningsgroep Energiebeleid. Deze groep richt zich op het kritisch meedenken met de beleidsontwikkeling op lange termijn. Meer spectaculair, maar daarom niet noodzakelijk minder effectief, waren protestacties, die de uitvoering van het kernenergiebeleid vergezelden. Wekten de bouw van de lichtwaterreactoren van Dodewaard en Borssele nog weinig weerstanden, de Nederlandse deelname aan het kweekreactorproject te Kalkar heeft veel onbehagen omgezet in concrete acties, gericht tegen dat project. Sedert die tijd roept elke nieuwe stap in de realisatie van de bestaande kernenergieplannen nieuwe en meer gebundelde protesten op.

De in het bijzonder tegen kweekreactoren gerichte protestbewegingen vinden de laatste tijd krachtige steun bij een onverwachte bondgenoot. Niemand minder dan president Carter van de Verenigde Staten verzet zich tegen de verdere ontwikkeling van al die toepassingen, welke ertoe zouden kunnen bijdragen dat het reeds grote aantal landen dat kan beschikken over nukleaire wapens nog verder toeneemt. Zijn voorbehoud treft echter niet de toepassingen, waaraan dit risico in mindere mate kleeft, zoals de lichtwaterreactor. Carter acht de ontwikkeling van deze vorm van kernenergie onontbeerlijk voor de toekomstige energievoorziening, maar dan wel onder stringente veiligheidsmaatregelen.

De beleidsmensen, die verantwoordelijk zijn voor (de planning van) een voldoende aanbod van energie op lange termijn, staan voor moeilijke keuzen. Aan de ene kant blijken de moeilijkheden om de nog bestaande problemen rond de toepassing van kernenergie op te lossen groter dan was verwacht. Er is ook verschil van mening of deze problemen wel op te lossen zijn. Aan de andere kant zijn de gevaren van een onvoldoende energie-aanbod in onze gekompliceerde, van een hoog energieverbruik afhankelijke, samenleving evenmin te onderschatten. Het lijkt tevens voorbarig, en daarom niet verstandig, nu al te rekenen op andere mogelijke energiebronnen, die allemaal nog in een weinig gevorderd stadium van ontwikkeling verkeren. Voor welke verrassingen zullen deze ons stellen, als ze uit het stadium van de research in dat van de toepassing komen? Natuurlijk moet nu al wel het onderzoek naar deze nieuwe mogelijkheden krachtig worden ter hand genomen. Van regeringszijde zijn in ons land in de afgelopen paar jaar aanzetten in die richting gegeven.

Het is begrijpelijk, dat in deze situatie van nog niet voldoende beantwoorde vragen over de toepassing van kernenergie voor de elektriciteitsvoorziening bij velen zorg en angst blijft bestaan. Het is even begrijpelijk, dat anderen er van overtuigd zijn dat we – minstens tijdelijk – niet zonder die voorziening kunnen. De onzekerheden worden nog versterkt door de gekompliceerdheid van de vraagstukken, die ermee verbonden zijn: werkgelegenheid, exportsituatie, verdere toename van welvaart en welzijn, in de ontwikkelingslanden evengoed als in de geïndustrialiseerde landen. De gehele wereldsamenleving is in hoge mate afhankelijk geworden van een continue energievoorziening. Bij een hapering in die voorziening blijkt de kwetsbaar-

heid van de wereldsamenleving zich in allerlei aspecten te kunnen manifesteren.

In de verstrekkende beslissingen waarvoor onze samenleving zich gesteld ziet, spelen naast technische en economische ook ethische overwegingen een rol. Welke stellingname zijn we verplicht aan de aarde en de natuur om ons heen, aan volken in minder ver ontwikkelde landen, en aan generaties na ons?

### **1.3. Vragen uit de kerken**

Er is dus bezorgdheid van twee kanten: Die voor een gewaarborgde energievoorziening in de toekomst, en die om de moeilijkheden welke nog (?) verbonden zijn aan de nieuwe energiebron die zich aanbiedt: de kernenergie. Daarbij merken we op, dat er reden is voor een nog verderstrekkende bezorgdheid, namelijk dat de last van ons nog steeds groeiend energieverbruik – uit welke bron ook verkregen – de draagkracht van een gezond levensmilieu te boven gaat. Met hun zorgen richten mensen zich tot hun kerken. Van kerken wordt minstens bereidheid tot meedenken verwacht, maar dan niet in het gebruikelijke patroon van belangentegenstellingen, die de maatschappelijke discussies veelal beheersen. Daardoor kunnen zij wellicht duidelijke invloed uitoefenen op de wijze waarop de beslissingen genomen worden.

Hier en daar heeft dat geleid tot eigen initiatieven. Zo heeft het Interkerkelijk Deltaberaad een nota samengesteld, waarin de vraag aan de orde komt naar de doelstellingen van de openbare elektriciteitsvoorziening. Het beraad probeert te zoeken naar criteria voor een maatschappelijk verantwoord energieverbruikspatroon.

De klassis Alkmaar van de Hervormde Kerk heeft zich met stafleden van het Energie-onderzoek Centrum Nederland te Petten gezet aan een interne bezinning rond de onderhavige vragen. Deze bezinning kenmerkte zich door de zorgvuldige benadering van de veelzijdige problematiek.

Weer andere gemeenten en plaatselijke Raden van Kerken richtten zich in de eerste plaats tot de Raad van Kerken in Nederland of tot hoge beleidskolleges van de afzonderlijke kerkgenootschappen in de verwachting van deze richtinggevende uitspraken te verkrijgen. Sommige brieveschrijvers proberen hun geadresseerde ertoe te bewegen een reeds door hen zelf gekozen standpunt over te nemen. Onder de meer recente brieven noemen we die van plaatselijke kerkelijke groepen uit Assen en Vlissingen en die van de Hervormde klassis Heerenveen. Verder de heel concrete vraag van de Groninger Studenten Ekklesia aan de Synoden van de Hervormde en Gereformeerde kerken en het Episkopaat van de Rooms Katholieke kerk om zich uit te spreken voor een tijdelijke opschorting van alle beslissingen omtrent kernenergie. Deze zouden pas moeten worden genomen, nadat de bevolking door een goede voorlichting in staat is invloed uit te oefenen op de – nu veelal buiten hun invloed om verlopende – ontwikkelingen. Deze brieven waren voor de Synode der Nederlandse Hervormde kerk aanleiding zich in een van zijn vergaderingen te bezinnen over kernenergie. Dat gebeurde in de zomervergadering van 1977, aan de hand van een toen in konsept beschikbare tekst van deze brochure. De discussies – in een open sfeer en met grote betrokkenheid van de deelnemers gevoerd – leidden tot een aanbeveling van de Synode aan de Nederlandse regering om een proces van brede maatschappelijke discussie en besluitvorming op gang te brengen en ondertussen onherroepelijke beleidsbeslissingen op te schorten.

De aard èn het gewicht van de zorgen die personen ten aanzien van dit onderwerp hebben zowel als van de beslissingen waarvoor de samenleving als geheel zich gesteld ziet, maakt het de kerken onmogelijk als toeschouwer langs de kant te staan. Op wereldnivo, en ook landelijk, zijn de kerken reeds lang bezig met de vraagstukken rond kernbewapening en betreffende de toekomst van de door technologische vernieuwingen beheerste samenleving. In hoofdstuk V van deze brochure komen we daarop uitvoeriger terug. Nu reeds moet worden gezegd, dat op de vragen van de vreedzame toepassing van kernenergie de kerken geen kant en klaar antwoord hebben. Zij stellen zich niet op een standpunt van ongenueanceerde afwijzing, en evenmin op één van onvoorwaardelijke aanvaarding. De vraag kan dan opkomen hoe in deze brochure wordt ingegaan op de vragen uit en aan de kerken.

#### **1.4. Het doel van deze brochure**

In de lopende meningsvorming heeft de Raad van Kerken in Nederland, via zijn Sektie voor Sociale Vragen, aan enkele kerkleden die zich met verschillende aspecten van kernenergie hebben beziggehouden, gevraagd de Raad bij deze meningsvorming te helpen. Zo is een kleine konsultatiegroep ontstaan, die dit geschrift heeft voorbereid.

Met dit geschrift wil de Raad in de eerste plaats de zorgen van zovelen in kerk en samenleving tot de zijne maken. Kerken moeten funktioneren als plaatsen, waar mensen in hun zorgen en noden serieus genomen worden en waar naar hen geluisterd wordt.

Maar in het verlengde van het bespreekbaar maken van bezorgdheid ligt de opdracht elkaar te sterken in het aanvaarden van medeverantwoordelijkheid voor deze aarde in gehoorzaamheid aan de Heer.

Deze taken kunnen op verschillende manieren worden aangepakt.

Om te beginnen kan dat al heel simpel door de vragen en zorgen die er over kernenergie zijn, te ordenen. Er kan al veel gewonnen zijn als een gekompliceerd vraagstuk overzichtelijk wordt en daardoor bespreekbaar. Dan hoeven mensen in de basis van de samenleving niet het verlamdende gevoel te hebben, dat de vragen zich ver boven hun hoofd afspelen. Dan hoeven ze zich niet gemanipuleerd te voelen en gelaten op de ontwikkelingen te reageren, maar kunnen zij zelf deelnemen aan het zoeken naar antwoorden op de vragen waar we samen voor staan.

Dit is de voornaamste bedoeling van dit kleine geschrift. In hoofdstuk II zullen we proberen uiteen te zetten om welke vragen het bij kernenergie vooral gaat en ook welke vragen, die er vaak aan worden verbonden, ons inziens niet in dit verband behoeven te worden gesteld. In hoofdstuk III zullen vervolgens verschillende kanten van de toepassing van kernenergie vanuit een technisch-ekonomische gezichtshoek worden toegelicht. In het volgende hoofdstuk, IV, wordt ingegaan op de maatschappelijke kanten die aan kernenergie zitten: De toekomst van de totale energievoorziening, de gevaren van de vreedzame toepassing van kernenergie, de mogelijkheid voor militair misbruik van nukleaire technologie, ontwikkelingslanden en kernenergie, de mogelijkheid om over kernenergie democratische beslissingen te bereiken.

Met een beschrijving van dit alles, zijn we er nog niet. Als we het hier bij lieten, zouden we naar ons gevoel niet helemaal voldoen aan de verwachtingen. Terecht

wordt in sommige gevallen van kerken een profetische taak verwacht. De kerk is immers ook een ontmoetingsplaats van mensen die geloven, dat deze aarde Gods schepping is, het werkingsveld van Zijn heil. Deze aarde en zijn bewoners zijn betrokken in Zijn toekomst. Daarom mogen mensen die geloven in de levende Heer Jezus Christus de hun gegeven medeverantwoordelijkheid voor het lot en de toekomst van deze wereld niet afwijzen of gering achten. In en met, soms tegen, de samenleving heeft de kerk tot taak die toekomst open te houden. Soms zal ze, in alle ootmoed, de samenleving waarvan ze deel uitmaakt moeten oproepen tot bezinning of moeten terug roepen van een haars inziens heilloze weg. Met deze taak moeten de kerken bescheiden en voorzichtig omspringen. In het verleden hebben zij te veel gepretendeerd Gods wil en wijsheid in pacht te hebben.

Toch zijn er vanuit de Schrift wel enige criteria aan te geven, waaraan de uitkomsten van maatschappelijke beslissingsprocedures naar het oordeel van de kerken kunnen worden gemeten. Hoofdstuk V gaat op dat onderwerp dieper in.

Uitspraken over de konkrete inhoud van het te voeren kernenergiebeleid, het is al gezegd, zullen we in dit geschrift niet doen. Dat kan ook niet. Maar we zijn niet van mening, dat daarom dit geschrift noodzakelijk nietszeggend en vrijblijvend zou moeten zijn. Onze verwachtingen van dit geschrift zijn, dat het mensen moed geeft, om hun verantwoordelijkheid voor deelname aan de beslissingen waar we samen voor staan, te aanvaarden. Onze bedoeling ermee is mensen toe te rusten met achtergrondkennis, die het hen mogelijk maakt samenhangen te zien tussen hun levensstijl en de hier aan de orde zijnde problemen, en daaruit enkele consequenties te trekken. Met die bedoelingen voor ogen is het laatste hoofdstuk geschreven.

## II.1. Twee soorten vragen

Om twee soorten redenen richten mensen zich met hun vragen over kernenergie tot de kerken.

In de eerste plaats komt de vrees voor het onbekende, die alle nieuwe technologische ontwikkelingen begeleidt, juist in het geval van kernenergie sterk tot uiting. Enkele veel genoemde redenen voor die vrees zijn:

- Ook zij, die weinig van kernenergie weten, zijn zich toch wel ervan bewust dat de toepassing voor de opwekking van elektriciteit op dezelfde natuurkundige wetten berust als de militaire toepassingen. De vernietigende kracht van deze laatste, waardoor hele steden (in de tweede wereldoorlog eerst Hiroshima, daarna Nagasaki) door één enkele atoombom konden worden verwoest, heeft van meet af aan een onuitwisbare indruk gemaakt. Kan een uit de hand gelopen kerncentrale niet even verwoestend werken als een atoombom?
- Ook van de gevaren van radio-actieve straling – die wij niet met onze zintuigen kunnen waarnemen – voor de gezondheid en voor het biologisch erfgoed van alle levende wezens zijn de meeste mensen op de hoogte. Wegens die gevaren mag er geen radio-activiteit ontsnappen uit een in bedrijf zijnde kerncentrale en moeten de hoog radio-actieve afvalprodukten die in de reaktor ontstaan zorgvuldig buiten de biosfeer worden gehouden. Maar kan aan die eisen wel worden voldaan? Is bijvoorbeeld een dorp of stad boven de grond waarin radio-actief afval wordt opgeborgen geen bedreigde plek?
- De vrees is wijdverbreid, dat het veroorzaken van catastrofale ongelukken met nucleaire installaties, en het dreigen er mee, binnen het bereik ligt van terreurgroepen, of ook dat zulke groepen zich bij een meer uitgebreide toepassing van kernenergie gemakkelijk plutonium kunnen verschaffen waarmee zij een kernwapen zouden kunnen maken.

Als kernenergie zulke vragen oproept, dan is een sterke emotionele weerstand ertegen haast onvermijdelijk. Kernenergie versterkt zo bij velen het gevoel te moeten leven in een bedreigd bestaan; het tast de zekerheden aan en het vertrouwen dat mensen hebben in medemensen en maatschappelijke structuren. Voorlichting over en bestudering van de vele aspecten van kernenergie kan veel vrees voor het onbekende van kernenergie wegnemen. Maar daarmee verdwijnt niet direkt de vrees voor kernenergie zelf, alleen verandert het karakter van de dreiging, en dat is dan de tweede reden dat de mensen zich met vragen tot de kerken richten. Met de kennis van het onderwerp neemt immers het inzicht toe in de vele dilemma's waarvoor kernenergie onze samenleving stelt. Mensen die proberen temidden van die dilemma's richting te zoeken, stellen hun vragen anders, maar niet minder intens. Zij proberen boven de verlammeende machteloosheid uit te komen, en hun medeverantwoordelijkheid jegens de wereld waarin we leven gestalte te geven. Tastend zoeken zij hun weg in de ingewikkelde samenhangen en tegenstellingen tussen de factoren, die samen van belang zijn om te komen tot de beslissingen over

het vraagstuk van de energievoorziening in de toekomst. Hoe moeten alle factoren tegen elkaar worden afgewogen? Het gaat daarbij niet in de eerste plaats om de natuurwetenschappelijke en technische informatie, maar om alle factoren welke voor deze beslissingen uiteindelijk van belang zijn.

De overeenkomst tussen de beide soorten vragen is, dat ze beide uitingen zijn van een zelfde gevoel of overtuiging dat het hier om heel wezenlijke vragen gaat, om vragen die het bestaan en de toekomst van mens en wereld diep raken.

Daarom kunnen de kerken aan geen van de beide soorten van vragen voorbij; niet aan de onberedeneerde afwijzing gegrond in een diep-doorleefde bestaanszekerheid, en niet aan de beredeneerde afweging waarin mensen van hun kerken steun verwachten bij het vinden van de criteria en de normen waarop de grote beslissingen mogen worden gefundeerd.

## **II.2. Kernenergie en grootschaligheid**

Vaak wordt tegen kernenergie aangevoerd, dat het wordt toegepast in zeer grote productie-eenheden, met een voor buitenstaanders uiterst gekompliceerde organisatie van de bedrijfsvoering. Ongetwijfeld zijn er goede redenen voor dit grootschalige karakter van kernenergie, zoals bijvoorbeeld overwegingen van rentabiliteit, veilige bedrijfsvoering, en maximale beveiliging tegen gevaren van buitenaf. Maar we moeten er ons wel van bewust zijn, dat de toch al bij velen aanwezige vrees voor het onbekende juist door de technische grootschaligheid en de concentratie van verantwoordelijkheden binnen een kleine groep van deskundigen kan uitgroeien tot totale vervreemding en tot heftige emotionele afwijzing.

Kernenergie staat echter niet alleen in het proces van schaalvergroting dat zich in onze samenleving voltrekt; het is er zelfs geen koploper van. Veel sectoren van het bedrijfsleven en van de openbare voorzieningen zijn al voorgegaan met het concentreren en centraliseren van hun industriële of dienstverlenende productie- of distributiesystemen. In deze ontwikkeling spelen economische overwegingen meestal een hoofdrol. Al het andere – afname van werkgelegenheid, verdwijnen van ambachtelijke bekwaamheid, aantasting van de gespreide verantwoordelijkheid – wordt ondergeschikt gemaakt aan dit ene motief.

De voordelen van de grootschaligheid – met name een overvloedig aanbod van goederen en diensten – laten de meeste mensen zich gaarne en zonder protesten aanleunen. Men hoeft maar te denken aan de voordelen voor de klant van de grootschalige organisatie van de olie-industrie en -distributie en van het bankgiro-verkeer.

Ook zonder de toepassing van kernenergie is de productie en distributie van elektriciteit in hoge mate gecentraliseerd. Concentratie van de productie in grote eenheden, en een uiterst kompleks distributienet vormen samen de wijze, waarop een betrouwbare en continue stroomleverantie bij de gebruiker thuis wordt verzekerd. Het zou weinig verschil maken of de productie van elektrische energie zou gebeuren in kolen- of in kerncentrales. Een 1000 MWe kolencentrale is niet minder groot en maar weinig minder ingewikkeld dan een kerncentrale met het zelfde vermogen. De fijne en snelle afstemming van de productie op de steeds wisselende afname van energie door de gebruikers, de zekerheid van de voorziening, en de wens van een zo laag mogelijke prijs leiden tezamen tot een voorkeur voor grote en

goed bestuurbare centrales, aangesloten op een groot en verfijnd bestuurd distributienet.

Tegenover alle voordelen is er alle reden voor bezorgdheid over de voortgaande schaalvergroting in allerlei sectoren van de samenleving. De begeleidende verschijnselen van vervreemding van de mens tot zijn arbeid, van de verzakelijking van de mens, van het verheffen van economische motieven boven andere menselijke waarden, zouden een onvoldoende aanleiding kunnen vormen om in een brochure als deze op dit verschijnsel in te gaan.

Dit wordt echter toch nagelaten. Het zou immers noodzaken op veel onderwerpen veel dieper in te gaan dan voor het eigenlijke thema – kernenergie – nodig is.

Over de relatie tussen kernenergie en grootschaligheid willen we nog opmerken, dat bij het technologische ontwikkelingswerk vooral ook een sterke stijging van het energieverbruik heeft geleid tot een grootschalige toepassing. Tevens bleek in die fase van het onderzoek, dat het best aan de hoog gestelde eisen voor reactorveiligheid kan worden voldaan, als de elektriciteitsproductie door kernenergie zou worden gecentraliseerd in een niet te groot aantal – dus grote – centrales. Ook doeltreffende beveiliging tegen gevaren van buitenaf zou gediend zijn met concentratie van de productie in een klein aantal grote productie-eenheden.

Maar bij deze laatste overweging sluit zich de cirkel. In welke mate zal die voor beveiliging gunstige grootschaligheid op zijn beurt weer een versterking van de agressieve afwijzing van nukleaire installaties uitlokken? Hoe dan ook, kernenergie behoort niet tot de categorie van technologische ontwikkelingen, die kunnen bijdragen tot een ombuiging van de trend tot schaalvergroting in onze samenleving. Daarom valt het te begrijpen dat wie zich meent te moeten verzetten tegen voortgaande schaalvergroting, zich ook zal keren tegen kernenergie.

### **II.3. Een poging tot ordening van de vragen**

Uit het voorafgaande zal duidelijk zijn, dat groot belang gehecht moet worden aan een vermindering van de ongearticuleerde angst voor kernenergie. Het bestaan hiervan is niet bevorderlijk voor het komen tot verantwoorde beslissingen. Alleen als de voor de beslissingen belangrijke vragen door voldoende achtergrondkennis bespreekbaar zijn geworden, kan een klimaat ontstaan, waarin verantwoordelijke mensen langs democratische weg tot beslissingen komen over de energievoorziening in de toekomst.

Naast het meehelpen aan het scheppen van dit klimaat beoogt deze brochure ook een bijdrage te leveren tot het voorbereiden van die discussie zelf. Daartoe worden reeds enkele van de hoofdvragen genoemd, die in zo'n discussie moeten meespelen. In allerlei overlegforums spelen zij nu al een belangrijke rol.

- a) Welke maatschappelijke aspecten zijn aan het toenemende energieverbruik verbonden? In deze brochure willen wij benadrukken, dat vragen rond kernenergie niet los gezien mogen worden van de vraagstukken betreffende de energievoorziening als geheel. Ook moeten dergelijke vragen altijd in een internationale kontekst worden geplaatst, omdat de onderlinge invloeden in de wereld van de energievoorziening zeer sterk zijn.
- b) Welke risico's voor de veiligheid hebben invoering en afzien van kernenergie?



De kernenergie-diskussie heeft het probleem van het leven met risico's in de algemene belangstelling gebracht. Veel van de vragen, die ons uit de kerken bereiken, betreffen dit aspect.

- c) Welke verbanden bestaan er tussen elektriciteitsproductie door kernenergie en het gevaar voor de verspreiding van kernwapens? De koppeling tussen het vreedzame gebruik van kernenergie en de verdere verspreiding van kernwapens is de laatste tijd sterk op de voorgrond getreden in de publieke discussie. Ons land heeft direkt met deze vragen te maken in verband met ons partnerschap in de Urenco, die een kontrakt met Brazilië heeft aangegaan.
- d) Moeten ontwikkelingslanden worden geholpen met de vreedzame toepassing van kernenergie? Kernenergie lijkt een probleem van de rijke landen, maar steeds meer ontwikkelingslanden vragen om nukleaire installaties. In het licht van de eis van een meer rechtvaardige economische orde, en van de dreigende energie-schaarste, liggen hier zeer wezenlijke vragen.
- e) Moet iedereen (kunnen/willen) meedenken over (kern)energie? Overal ter wereld wordt de discussie gevoerd over invoering of uitbreiding van elektriciteitsproductie door kernenergie. Zowel de keus voor dit energie-systeem als de beslissing er van af te zien kan grote gevolgen hebben. Het is daarom gewenst, dat veel mensen hierover willen meepraten.
- f) Hoe moeten alle argumenten 'voor' en 'tegen' tegen elkaar afgewogen worden? Bij ingewikkelde problemen als kernenergie moeten velerlei aspecten worden betrokken alvorens beslissingen kunnen worden genomen. Die aspecten kunnen op economisch terrein liggen, op technisch gebied, op politiek, enz. De mogelijke gevolgen van beslissingen ter zake van alle aan een probleem verbonden aspecten zijn vaak niet geheel te overzien. De gevolgen kunnen ook in de tijd of de geografische reikwijdte verschillen, en zo aanleiding geven tot nieuwe problemen.

De vraag komt dan sterk naar voren welke argumenten voor de te nemen beslissingen het zwaarst moeten wegen. Technische en economische, of ook andere; voordelen op korte termijn, of ook mogelijke gevolgen op lange termijn? Er zijn tot nu toe weinig gebieden die zo klemmend als de kernenergie de vraag aan de orde gesteld hebben, hoe een zinvolle afweging van verschillende en ongelijksoortige argumenten moet plaats vinden.

# *Technische en economische informatie* III.

Kennis van technische en economische achtergronden is vanzelfsprekend onmisbaar bij beslissingen over uitbreiding of beperking van de toepassingen van kernenergie. Voor de vervanging van aardolie en aardgas bij de opwekking van elektriciteit staan in de eerstkomende decennia twee mogelijke energiebronnen ter beschikking, steenkool en energie uit kernsplijting. Aan beide energiebronnen zal in dit hoofdstuk aandacht worden geschonken.

Men kan er ook niet omheen de betekenis van het elektriciteitsverbruik in het geheel van het energie-konsumptiepatroon te betrekken in de bespreking.

Het is echter onmogelijk om een volledig en geargumenteed overzicht te geven van alle technische en economische kanten, die aan deze onderwerpen zijn verbonden. We proberen ons hieronder te beperken tot die gegevens, welke we noodzakelijk achten om tot een verantwoorde eerste meningsvorming te kunnen komen.

## **III.1. Motieven voor de invoering van kernenergie**

De vier voornaamste motieven worden hieronder genoemd en besproken.

### **III.1.1. Het opraken van de fossiele brandstoffen**

In de natuur vinden nog altijd de processen plaats, die uiteindelijk leiden tot de vorming van de fossiele brandstoffen aardolie, aardgas en steenkool. Maar deze brandstoffen worden nu duizenden malen sneller verbruikt dan ze worden gevormd. De voorraden van deze energie-grondstoffen zullen dus eens opraken. Een winningsplaats is uitgeput, als het winningsproces meer energie kost dan de gewonnen brandstof oplevert. De grens voor een economisch rendabele winning wordt al eerder bereikt. Het is niet precies te voorspellen, wanneer de grens van de uitputting voor elk van de brandstoffen bereikt zal zijn. Het huidige verbruik is bekend; de ontwikkeling van het toekomstige verbruik is te schatten, maar de schattingen worden onzekerder naarmate we verder in de toekomst willen zien. De juiste omvang van de winbare voorraden is niet definitief bekend. Nog altijd leveren exploraties nieuwe vondsten van olie, gas of kolen op. Toch gaan de schattingen van verschillende onderzoekers steeds meer op elkaar lijken.

Uit gegevens over het huidige verbruik van aardolie, aardgas en steenkool, en uit recente schattingen van de economisch winbare voorraden valt wel ongeveer af te leiden hoe lang we er nog mee toekunnen. In een bijlage worden cijfers hierover weergegeven. Uit deze cijfers blijkt, dat aardolie in verhouding het snelst wordt verbruikt. In sommige oudere wingebieden zijn de olievelden al ver uitgeput. Daardoor zal reeds rond 2000 het effect van de afname van de voorraden merkbaar worden in een daling van de olieproductie.

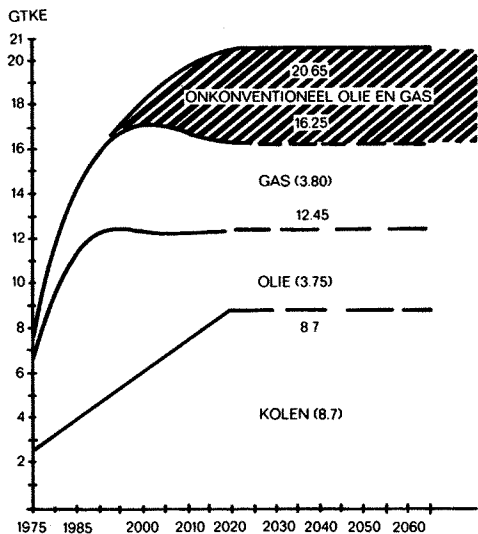
In verhouding tot het verbruik lijken de wereldaardgasvoorraden nog groot. Een moeilijkheid met aardgas is het vervoer ervan over lange afstanden. Voor dat doel kan het gas in vloeibare toestand worden gebracht (bij  $-160^{\circ}\text{C}$ ) en vervoerd.

Daarvoor moeten dan grote en kostbare koeltankers worden gebouwd, en kostbare installaties om het gas vloeibaar te maken resp. het weer in gasvormige toestand terug te brengen.

De totale economische winbare steenkoolvoorraden zijn ten minste tien maal zo groot als de overeenkomstige olievoorraden. Voor een verversing van de winnings- en transportcapaciteit voor kolen zijn echter grote kapitaalinvesteringen, en veel tijd, nodig. Zo zal de voor de Verenigde Staten tegen 2000 geplande verdrievoudiging van hun kolenproductie slechts met grote inspanningen kunnen worden bereikt.

Bij het trekken van konklusies uit de gegevens over winbare voorraden fossiele brandstoffen en energieverbruik moet niet vergeten worden, dat het verbruik elk jaar met een bepaald percentage toeneemt. Tot de oliekrisis in 1973 bedroeg dit in de niet-kommunistische landen ca. 6% per jaar, wat inhield dat elke 12 jaar een verdubbeling van het wereldenergieverbruik plaats vond. Door de gestegen olieprijs en de teruggang van de ekonomie is het groeipercentage van het energieverbruik daarna sterk teruggelopen. Verwacht wordt, dat dit lage groeipercentage zal aanhouden, ook als de ekonomie zich weer herstelt. Als gevolg van een actief regeringsbeleid in vele landen zullen op langere termijn besparingen op het energieverbruik merkbaar worden. Maar zelfs bij een groei van slechts 2 à 2½% per jaar (dat is minder dan de groei van de wereldbevolking) moet nog gerekend worden met een wereldenergieverbruik van omstreeks 12.000 miljoen ton olie-equivalent per jaar in 2000.

*Technisch zou er volgens de studie 'On Fossil Fuel Reserves and Resources' van Michel Grenon (uitg. International Institute for Applied Systems Analysis) nog vele tientallen jaren olie, kolen en gas te produceren zijn. Na de eeuwwisseling zou dit zelfs in een omvang van 2 tot 2½ maal de huidige produktie kunnen gebeuren. De getallen geven die produktie in Gigatonsteeenkoolequivalent aan. Met onkonventioneel olie en gas wordt bedoeld de olie en gas, die uit leisteen en teerzanden worden gewonnen. Politieke, financiële en milieufactoren zijn bij dit alles buiten beschouwing gelaten.*



Sommige mensen tillen minder zwaar aan het probleem van de uitputting van de fossiele brandstoffen. De wereldsamenleving zou volgens hen gemakkelijk toe kunnen met de verschillende soorten energie-stromen, d.w.z. met de energie die zou kunnen worden gewonnen uit de van de zon afgeleide stralings- en windenergie en

waterkracht, en mogelijk uit aardwarmte. Inderdaad ontvangt de aarde een zeer grote hoeveelheid energie van de zon. Maar een voldoende benutting van deze energiestroom ter dekking van de behoeften van industriële samenlevingen is nog in het geheel niet mogelijk gebleken. Of nieuwe technische ontwikkelingen in de toekomst een behoefte-dekkende benutting mogelijk zullen maken, is op dit tijdstip om technische en economische redenen nog erg onzeker.

Over de voorraden kernenergie in de vorm van economisch winbare uranium-reserves is niet zo gemakkelijk een oordeel te geven. Schattingen over de winbare voorraden lopen sterk uiteen, nl. van 1.8 tot 10 miljoen ton. Bij gebruik in licht-waterreactoren (LWR's) vertegenwoordigt de laagste schatting minder energie dan de nog aanwezige voorraden aardolie. Maar als men kweekreactoren gaat gebruiken, die veel zuiniger met kernbrandstof omgaan, vertegenwoordigt dezelfde uraniumvoorraad een 50 maal zo grote hoeveelheid energie. Bovendien wint dan de hoge voorraadschatting aan waarschijnlijkheid, omdat ook armere erts economisch zijn. Onder die voorwaarden vertegenwoordigt uranium een energievoorraad, die alle fossiele brandstoffen samen vele malen overtreft.

Indien we deze ontwikkeling willen, kunnen echter de kweekreactoren op zijn vroegst in de jaren '90 in gebruik worden genomen.

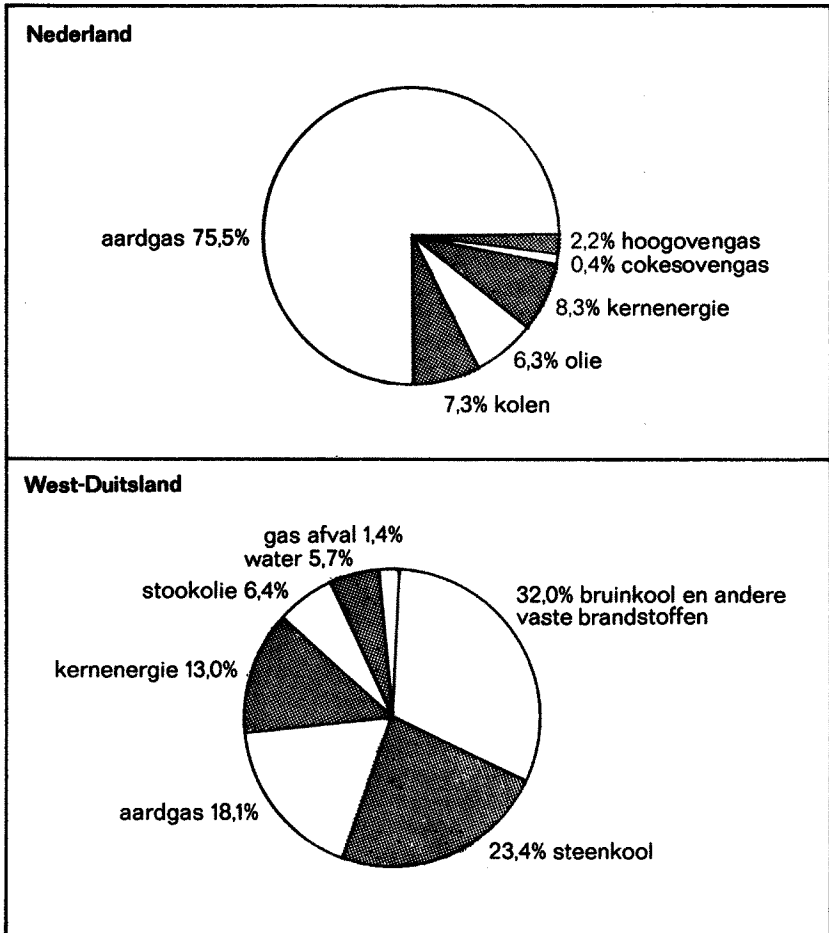
Daarnaast is nog een andere vorm van kweekreactor mogelijk, waarbij thorium in plaats van uranium als uitgangsmateriaal wordt gebruikt. Deze mogelijkheid is echter op korte termijn niet beschikbaar voor toepassing op grote schaal.

### **III.1.2. Voorzieningszekerheid**

Het is niet voldoende dat fossiele brandstoffen op aarde aanwezig zijn; de landen die ze nodig hebben willen ook waarborgen, dat ze die energiegrondstoffen ook kunnen verkrijgen uit de landen die over de voorraden beschikken. Olie, gas en steenkool zijn niet gelijkmatig over de aarde verdeeld. De grootste olie- (56%) en gasvoorraden liggen in het Midden-Oosten en Afrika. Daarnaast hebben de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie beide nog grote olie- en gasreserves. Het Noordzee-gebied bevat niet meer dan ca. 5% van de wereldvoorraden. De steenkoolreserves van de aarde liggen voor 80% in de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie. Tot de landen, die in belangrijke mate van de import van energie afhankelijk zijn, behoren de meeste Europese landen, Japan, en de meerderheid van de ontwikkelingslanden. Over enkele jaren behoort ook Nederland weer in die rij thuis. Deze landen zijn dus afhankelijk van de bereidheid van de bezittende landen om energiegrondstoffen in de noodzakelijke hoeveelheid te leveren. Deze bereidheid kan om politieke redenen afnemen, zoals bleek tijdens de oliecrisis 1973/74. Daarnaast kunnen olieproducerende landen hun productie om op zichzelf begrijpelijke redenen van nationaal-economische aard beperken, zoals problemen met de betalingsbalans, een verstoring van het milieu e.d. Dit gebeurt nu reeds door een aantal landen, waaronder ook niet-OPEC-landen.

Niet alleen de bereidheid energie-grondstoffen in voldoende hoeveelheid te leveren, ook de gevraagde prijs is van groot belang voor de economie van de importeerende landen. Zoals de OPEC heeft aangetoond, is een producenten-kartel dat de prijzen eenzijdig vaststelt en aanmerkelijk kan verhogen op de wereld-energiemarkt een reële mogelijkheid.

Uranium is gelijkmatiger over de aarde verdeeld dan de fossiele brandstoffen. Vandaar dat regeringen van landen, die in belangrijke mate energie moeten importeren, uit overwegingen van voorzienings-zekerheid zeer geporteerd zijn voor kernenergie. Toepassing van snelle kweekreactoren kan die voorzienings-zekerheid nog aanmerkelijk vergroten. Dat is de reden waarom grote geïndustrialiseerde landen zonder belangrijke eigen uranium-reserves – zoals Frankrijk, de Duitse Bondsrepubliek en Japan – de ontwikkeling hiervan willen verwezenlijken. Tenslotte, omdat kernbrandstoffen zo'n gering volume innemen, is het voor energie importerende landen mogelijk van deze energiebron een grote hoeveelheid in voorraad te houden.



Vergelijking tussen brandstof-voorziening van elektrische centrales in Nederland en West-Duitsland in 1977

(ontleend aan *Informatie*, 35 augustus 1978)

### **III.1.3. Vermindering van de directe milieubelasting**

In tegenstelling tot de huidige konventionele centrales veroorzaakt nucleaire energiewinning geen chemische luchtverontreiniging. Gebruik van kernenergie beperkt ook de toename in de atmosfeer van het – op zichzelf onschadelijke – verbrandingsproduct van alle fossiele brandstoffen, kooldioxyde (CO<sub>2</sub>), en daarmee het denkbare klimatologische effect van deze toename.

Steenkool als brandstof levert een groot volume vast afval, in de vorm van as-bestanddelen, dat moet worden opgeslagen of afgevoerd. Kerncentrales leveren slechts een kleine hoeveelheid vast afval, dat echter zeer radio-actief is. Veilige opslag hiervan wordt nog altijd als een probleem van de eerste orde beschouwd.

Ter zake van de belasting van het milieu met afvalwarmte zijn LWR's in het nadeel ten opzichte van konventionele centrales; per geproduceerde kWh loost een kerncentrale 1½ maal zoveel afval-warmte als een fossiele-brandstof-centrale.

### **III.1.4. De energieprijis**

De hoogte van de energieprijis heeft aanzienlijke invloed op de economische bedrijvigheid. Omdat kernenergie vooralsnog alleen toegepast wordt voor de opwekking van elektriciteit, kan een kostenvergelijking tussen konventionele- en kerncentrales dus een belangrijk punt van overweging zijn.

De kosten van een centrale worden bepaald door de kapitaalkosten en de brandstofkosten. De kosten voor de bouw van een LWR van 1000 MWe zijn ca. 1½ maal zo hoog als die voor een kolencentrale, en ca. 2 maal zo hoog als die voor een oliecentrale met hetzelfde vermogen. De brandstofkosten van een LWR zijn echter veel lager. Volgens recente studies van het Koninklijk instituut van Ingenieurs, die op 8 mei 1978 zijn gepubliceerd, liggen de uiteindelijke stroomprijzen voor met kolen en uraan gestookte centrales in West-Europa op ongeveer hetzelfde niveau. De opwerking en opslag van afval zijn tevens in deze berekening verwerkt. Regionaal kunnen er in de wereld verschillen optreden in deze stroomprijzen, omdat deze o.m. afhankelijk zijn van het transport van kolen. Gezien de onzekerheden in de ontwikkeling van prijzen, mag op dit aspect overigens niet een te groot aksent worden gelegd. De lagere brandstofkosten van een kerncentrale betekenen een voordeel op de handels- en betalingsbalans. Voor een land als Nederland is dit van belang, wanneer het gunstige effect van de aardgas-export op de betalingsbalans wegvalt.

## **III.2. Energieverbruik en elektriciteitsvoorziening**

### **III.2.1. Situatie-schets**

Kernenergie kan bijna uitsluitend worden gebruikt voor de opwekking van elektriciteit. De vragen van de energievoorziening als geheel zouden daarom buiten beschouwing kunnen worden gelaten. Beperking tot het elektriciteitsverbruik zou echter niet in overeenstemming zijn met de zorg voor een gewaarborgde voorziening in de toekomstige energie-behoefte.

In ons land en de meeste andere industrielanden vergt de opwekking van elektriciteit ongeveer 25% van het primaire energieverbruik. Door verliezen bij de omzetting en het transport is het rendement van de energiegroestoffen in de elektriciteitsproductie 30 - 40%. De rest van de energie wordt momenteel meestal via afvalwarmte geloosd. Voor de eindverbruikers maakt elektrische energie zodoende

slechts 10% uit van het totale energieverbruik. Dit percentage neemt echter langzaam toe.

Gezien dit lage aandeel van elektriciteit in het eindenergieverbruik, zou men kunnen denken dat besparingen op het elektriciteitsverbruik weinig zullen bijdragen tot besparing van energie in het algemeen. De onjuistheid hiervan blijkt echter, als men nogmaals bedenkt hoe hoog de energiekosten voor de gebruikte elektriciteit zijn. Beperking van het gebruik van elektrische energie tot toepassingen met een hoog energetisch rendement en tot toepassingen waarvoor andere energiedragers niet bruikbaar zijn, zou daarom de groei van het verbruik van fossiele brandstoffen kunnen afremmen. Verder zou het rendement van de brandstoffen kunnen worden verhoogd, indien de vrijgemaakte laagwaardige energie niet als afvalwarmte werd geloosd, maar gebruikt voor de verwarming van woningen en gebouwen.

### **III.2.2. Elektriciteitsvoorziening in de toekomst**

Tot voor kort steeg het elektriciteitsverbruik in de hele wereld snel. In ons land was dat tot 1973 ongeveer 10% per jaar. Het aandeel van elektrische energie in de totale energievoorziening nam daarbij ook nog steeds toe. Er is geen twijfel aan dat – ook na de afname van de groei van het energieverbruik sinds 1974 – het elektriciteitsverbruik nog verder zal toenemen, tenzij ingrijpen van de overheid een scherpe ombuiging in de ontwikkeling van het energiekonsumptie-patroon bewerkstelligt. Zonder zo'n ingreep moeten er zeker nieuwe centrales worden gebouwd. Niettemin, zelfs bij een gelijk blijvend elektriciteitsverbruik zullen oude centrales door nieuwe moeten worden vervangen. Ook dan speelt de vraag voor welke brandstof zij moeten worden ingericht. Er is hier reeds eerder betoogd, dat voor de eerstkomende decennia de brandstofkeuze voor nieuwe centrales tot twee beperkt is, steenkool en kernenergie.

Andere energiebronnen zullen wel enigszins tot de energievoorziening als geheel bijdragen, in het bijzonder voor verwarming en warmwatervoorziening. Omdat in ons land weinig elektriciteit voor verwarmingsdoeleinden wordt gebruikt, heeft dat vooralsnog – tot 2000 – geen enkele invloed op het aantal te bouwen elektrische centrales.

### **III.2.3. Welke keuzen hebben we?**

Op de middellange termijn staan we aldus voor de volgende vragen:

- Hoe sterk kan de groei van het primaire energieverbruik worden afgeremd, deels door besparing te bevorderen (isolatie e.d.), deels door energiesystemen te ontwikkelen met een hoger nuttig rendement uit de in te zetten energiegrondstoffen?
- In hoeverre kunnen we het – uitgaande van het antwoord op de vorige vraag, en in het licht van de toekomstige beschikbaarheid en voorzieningszekerheid van andere energiegrondstoffen – stellen zonder kernenergie?

Deze beide vragen zullen niet alleen vanuit nationaal, maar vooral ook vanuit mondiaal gezichtspunt moeten worden bekeken.

### **III.3. Typen van kernreactoren**

In een kerncentrale wordt als warmtebron voor de produktie van stoom een kernreaktor gebruikt. Voor het overige – turbines, generatoren, koeling, enz. – zijn er geen essentiële verschillen tussen een kerncentrale en een centrale gestookt met fossiele

brandstof. In het kort worden de belangrijkste typen van kernreactoren genoemd, die beschikbaar zijn of worden ontwikkeld. Een uitvoerige technische beschrijving gaat het bestek van dit hoofdstuk te buiten. Een beknopte uiteenzetting over energie-opwekking uit kernsplijting wordt gegeven in bijlage 2.

Het meest toegepaste reaktortype is de licht-water-reaktor (LWR), zo genoemd, omdat gewoon ('licht') water als moderator wordt gebruikt. Als brandstof wordt licht verrijkt uranium gebruikt. Het neutronen-verlies is in reaktors van dit type groot, zodat ze niet kunnen 'kweken'.

De beide varianten van dit type zijn in ons land in gebruik; in Dodewaard bevindt zich een zgn. kokend-water-reaktor, in Borssele een druk-water-reaktor.

Een variant op dit type is de Canadese CANDU-reaktor, waarin 'zwaar' water ( $D_2O$ ) als moderator wordt toegepast. In deze reaktor kan natuurlijk uranium, zonder voorafgaande verrijking, als brandstof worden gebruikt.

Reaktortypen die kunnen kweken, verkeren nog in een minder ver gevorderde fase van ontwikkeling. In zulke reaktoren wordt minstens evenveel nieuwe splijtstof gemaakt als er wordt verbruikt. In hoofdzaak wordt aan twee verschillende typen gewerkt:

- Hoge temperatuur gasgekoelde reaktoren, waarin grafiet als moderator en verrijkt uranium als brandstof worden gebruikt en
- Snelle kweekreactoren, die zonder moderator werken. Als koelmiddel wordt vloeibaar natrium gebruikt. Naast uranium wordt als splijtstof plutonium ( $^{239}Pu$ ) gebruikt. Ons land is bij de technische ontwikkeling van kweekreactoren betrokken door deelneming aan de proefreaktor in Kalkar en aan het Franse Phénix-project.

Tot de mogelijkheden van energiewinning uit kernreacties behoren naast beheerste kernsplijtingsprocessen ook de kernversmeltingsreacties van lichte atoomkernen. Gezien de stand van het onderzoek is het nog te vroeg reeds uitspraken te doen over de mogelijke betekenis van beheerste kernfusieprocessen voor de energievoorziening op lange termijn.

#### **III.4. Vergelijking van steenkool en uranium voor elektriciteitsopwekking**

Voor de vergelijking van elektriciteitsvoorziening, gebaseerd op kern- of op kolencentrales is kennis vereist van de beide energiesystemen in hun geheel. In zo'n geheel vormen de energieomzettingen in de centrales een onderdeel van de brandstofcyclus, dat is het hele proces vanaf de winning in de mijn tot en met de behandeling van de afvalprodukten. Hieronder volgen enkele grote lijnen uit de brandstofcyclus van steenkool en van kernsplijtstof.

##### **III.4.1. Elektriciteit uit steenkool**

Opwekking van elektriciteit in kolencentrales betekent meer dan een terugkeer tot een vertrouwde technologie, die door het grote aanbod van aardolie en aardgas tijdelijk is verlaten. Sedertdien is het elektriciteitsverbruik vertienvoudigd; het kolenvetbruik alleen voor dat doel zou al het dubbele bedragen van wat we ooit – voor verwarming, industrie, produktie van stadsgas en elektriciteit – aan steenkool gebruikten. Zeer grote hoeveelheden kolen zullen dus moeten worden gedolven en



vervoerd.

Er zijn zeer grote steenkoolreserves ontdekt, die in dag-mijnbouw (in tegenstelling tot ondergrondse schacht-mijnbouw) kunnen worden ontgonnen. Voor de winning van de twee miljoen ton kolen per jaar die door een 1000 MWe centrale worden gebruikt, zijn 40 mijnwerkers nodig. Bij kolenwinning in ondergrondse mijnen zouden dat er 5 x zoveel moeten zijn. Als de elektriciteitsvoorziening geheel op ondergrondse kolenmijnbouw zou zijn aangewezen, zouden de elektriciteitsprijzen aanzienlijk moeten stijgen. Een bezwaar van kolenwinning in dag-mijnbouw is de grote schade, die dit aan het milieu aanricht. Het landschap ter plaatse wordt verwoest; herstel zal alleen tegen hoge kosten en pas na vele jaren werk kunnen worden bereikt.

De overslag en het transport van zulke grote hoeveelheden vaste brandstof stelt ons ook voor ingewikkelde problemen. Deze kunnen worden ontgaan door de steenkool al bij de mijn om te zetten in vloeibare brandstoffen. Dit procédé gaat echter met grote verliezen gepaard, en is dus duur in energie en geld. Omzetting van steenkool in gasvormige brandstoffen schept bovendien dezelfde problemen als bij het vervoer van aardgas over grote afstand.

Bij delving, vervoer en overslag van grote hoeveelheden vaste brandstoffen zijn de risico's van bedrijfsongevallen en beroepsziekten (silikose) niet te verwaarlozen.

De rookgassen afkomstig van verbranding van kolen in grote vuurhaarden bevatten vliegias, roetdeeltjes, oxyden van zware metalen, en schadelijke gasvormige producten als zwaveldioxyde (SO<sub>2</sub>) en stikstofoxyden (NO<sub>x</sub>). Zonder voldoende rookgasbehandeling zullen deze bestanddelen de problemen van chemische luchtverontreiniging verergeren. Een 1000 MWe kolencentrale zou per jaar alleen al 100.000 ton SO<sub>2</sub> uitstoten.

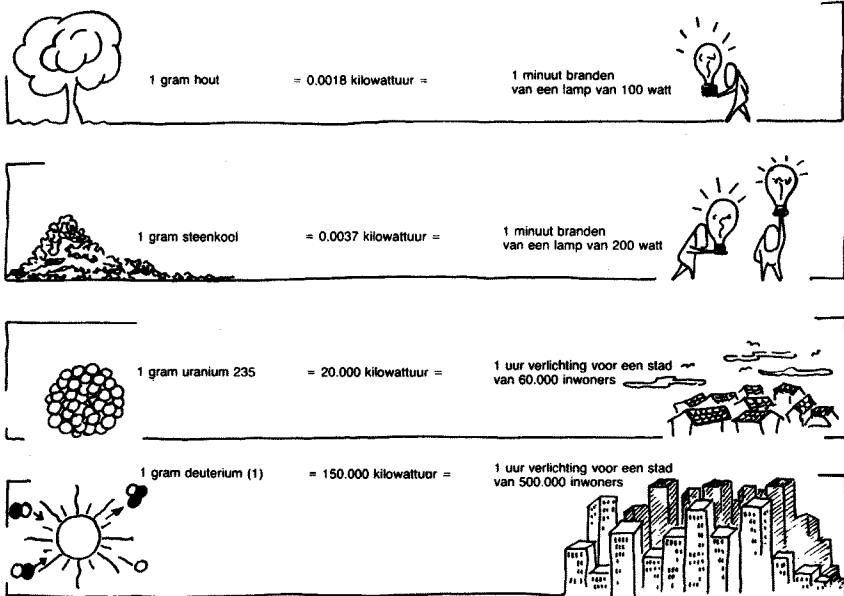
Behalve door verdere ontwikkeling van rookgasbehandeling kunnen deze problemen ook verminderd worden door toepassing van andere vuurhaarden. Er wordt de laatste jaren veel geëksperimenteerd met zgn. vloeistofbed-verbranding van kolen.

Eén verbrandingsprodukt, nl. dat van kolen zelf, kooldioxyde (CO<sub>2</sub>), zal altijd vrijkomen. Het voorkomen van dit, op zichzelf onschadelijke gas, in de atmosfeer is van belang voor de warmtehuishouding van de aarde. Een stijging van het percentage CO<sub>2</sub> in de atmosfeer zou de warmtebalans van de aarde kunnen veranderen, en daardoor het klimaat ('broeikas-effekt')

Tijdens een bijeenkomst van deskundigen op dit gebied – in februari 1978 georganiseerd door o.m. het International Institute for Applied Systems Analysis, the World Meteorological Organization en the United Nations Environmental Programme – is men tot de konklusie gekomen dat het voorbarig is om nu reeds het gebruik van kolen en andere fossiele brandstoffen te beperken vanwege het CO<sub>2</sub> probleem. Aan de andere kant is een beleid dat de nadruk sterk op het gebruik van kolen legt ongerechtvaardigd. Er zou zeker vijf tot tien jaar nodig zijn voor verder diepgaand onderzoek om tot meer definitieve uitspraken te kunnen komen (IIASA-Options, Spring 1978).

In de door de schoorsteen geloosde verbrandingsgassen komt ook altijd een kleine hoeveelheid van het radio-actieve radon voor; de radio-actieve uitstoot van een kolencentrale is daardoor in grootte vergelijkbaar met die van een kerncentrale van hetzelfde vermogen.

## Materie en energie



(1) Deuterium, ook wel zware waterstof genaamd, is een belangrijk bestanddeel van de in een kernfusiereactor gebruikte brandstof.

Deuterium kan gemakkelijk uit water worden gewonnen en is een zo goed als onuitputtelijke energiebron.

Tekening Mas; Unesco Koerier, Nr. 65 - Juli 1978

Bij verbranding van kolen blijven grote hoeveelheden vast afval over; voor een 1000 MWe kolencentrale is dit meer dan 200.000 ton per jaar. Afhankelijk van de gebruikte kolensoort kunnen hierin meer of minder grote hoeveelheden giftige metaaloxiden voorkomen. Afgezien van de eisen die daardoor aan storting van het afval moeten worden gesteld, vormt het transport en het storten van zulke hoeveelheden op zichzelf al een probleem.

Bij de omzetting van steenkool in elektriciteit wordt een groot deel van de verbrandingswarmte niet in elektriciteit omgezet, maar wordt als afvalwarmte geloosd. Deze lozing geschiedt in de atmosfeer (koeltorens) of op het oppervlaktewater (koelwater). Op de totale warmtebalans van de aarde zijn deze hoeveelheden te verwaarlozen. In sterk geïndustrialiseerde gebieden kan de thermische verontreiniging wel degelijk problemen opleveren. Deze problemen zijn echter niet specifiek voor kolencentrales, maar gelden evenzeer voor kerncentrales.

Overigens moet worden bedacht dat alle installaties, waarin fossiele brandstoffen in een of andere nuttige vorm van energie worden omgezet, hetzij in huishoudens of fabrieken of kantoren, deze zelfde problemen opleveren. Zij zouden kunnen worden beperkt naarmate onze gehele energievoorziening zou komen te berusten op

andere energiebronnen. In dit opzicht heeft kernenergie onmiskenbare voordelen, zoals:

- minder transport en overslag van materialen;
- geen chemische luchtverontreiniging;
- geen 'broeikas'-invloed op de warmtebalans van de aarde;
- geen grote hoeveelheden vast afval (daarentegen wel het probleem van de relatief kleine hoeveelheden gevaarlijk radio-actief vast afval).

Kernenergie is in dit opzicht evenwel niet uniek; voor verschillende doeleinden zouden stromingstypen van energie direkt, zonder tussenkomst van omzetting in elektriciteit, als vervangers van fossiele brandstoffen in aanmerking komen.

Tenslotte, kolencentrales veroorzaken geen risico's voor grote rampen. Wel houden zij risico's in voor de mijn- en transport-arbeiders. De bedrijfsrisiko's verbonden aan de totale brandstofcyclus van steenkool worden geschat op 1,7 slachtoffers ten gevolge van dodelijke ongevallen per jaar per centrale van 1000 MWe. Zonder uitgebreide maatregelen voor rookgasbehandeling dragen zij voorts bij aan de reeds door andere toepassingen van fossiele brandstoffen veroorzaakte chemische luchtverontreiniging. Met name in reeds sterk belaste gebieden zou dit niet onaanzienlijk kunnen bijdragen tot klachten als gevolg van aandoeningen van de luchtwegen.

#### **III.4.2 Elektriciteit uit kernsplijtstof**

De hoeveelheid uranium-erts, die voor een 1000 MWe kerncentrale per jaar moet worden gedolven, bedraagt bij gebruik van erts van de nu ontgonnen kwaliteit minder dan 100.000 ton. Hierbij zijn ca. 40 mijnwerkers betrokken. Na zuivering nabij de mijn verkrijgt men ca. 150 ton uranium-oxyde. Het resterende gesteente moet goed worden afgedekt of in de mijn worden teruggebracht, zulks in verband met het uit het gesteente vrijkomende radon. Zo behandeld is die afval niet gevaarlijk.

Uit het uranium-oxyde wordt d.m.v. verrijkinginstallaties uiteindelijk ca. 28 ton licht verrijkte kernbrandstof verkregen. Het resterende verarmde uranium is niet gevaarlijk. Het wordt bewaard omdat het later in kweekreactoren kan worden omgezet in bruikbare splijtstof. Licht verrijkt uranium voor LWR's is niet bruikbaar als lading voor kernwapens.

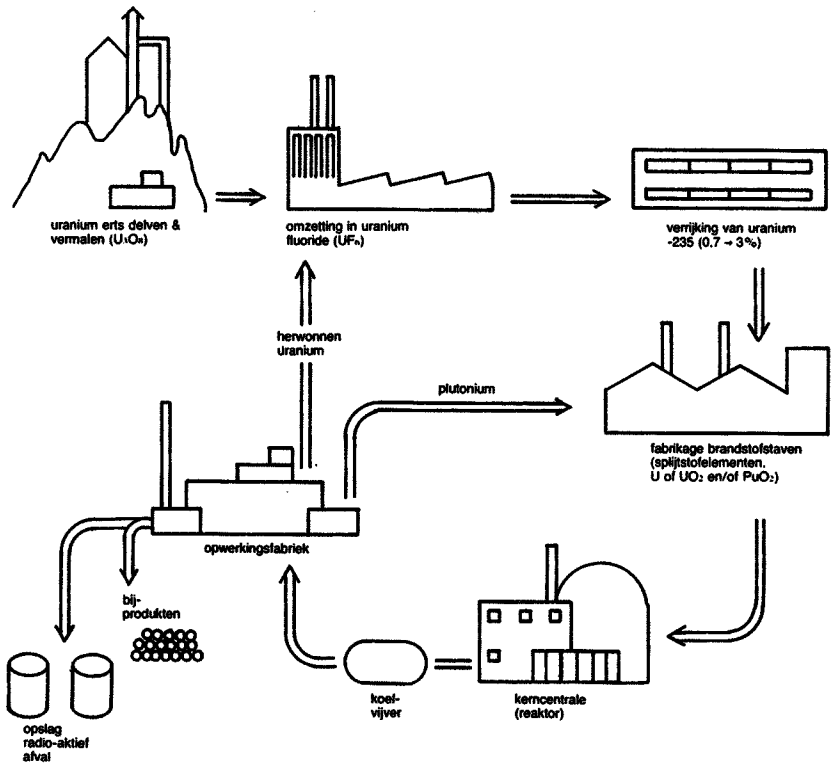
De kernbrandstof wordt opgesloten in lange cilindervormige pennen, die met elkaar de zgn. brandstofelementen vormen. Een LWR bestaat uit een met water gevuld hogedrukvat waarin zich een groot aantal van deze elementen bevindt. Het water dient tegelijk als moderator en koelmiddel. De brandstofstaven produceren warmte door de erin plaats vindende kernsplijtingsreacties. Door van buiten af bediende regelstaven tussen de brandstofelementen te schuiven kan de intensiteit van het splijtingsproces, en daarmee de warmteproductie worden geregeld. De geproduceerde warmte wordt gebruikt om stoom te maken, die de turbines aandrijft.

Net als in een kolencentrale kan een deel van de warmte in elektrische energie worden omgezet. In een kerncentrale is dat deel kleiner dan in een kolencentrale, omdat stoom van een lagere temperatuur wordt geleverd. Voor een gelijk elektrisch vermogen levert een kerncentrale daardoor ongeveer anderhalf maal zoveel afvalwarmte als een gewone centrale. Dit verschil met konventionele centrales zou

wegvallen als bruikbare hoge temperatuur rekatoren kunnen worden ontwikkeld. De splijtstof in een brandstofelement is na drie jaar grotendeels verbruikt. Gewoonlijk wordt daarom elk jaar een derde van de elementen door nieuwe vervangen. Deze 'opgebrande' elementen bevatten de splijtingsproducten en zijn dus uiterst radio-actief; zo zelfs dat zij nog veel warmte produceren. Ze worden daarom eerst een half jaar onder water opgeborgen. Dan zijn de isotopen met een korte halfwaardetijd verdwenen en is het in principe mogelijk tot opwerking over te gaan.

Opwerking wordt nog nergens ter wereld op economisch rendabele wijze gedaan. Er bestaan wel plannen daartoe en er zijn diverse proeffabrieken voor opwerking in bedrijf.

### Schets van de splijtstofcyclus



(Ontleend aan 'Opwerking van kernafval' door drs. K. Nienhuys e.a.; Uitg. Ver. Milieudefensie)

De afgewerkte brandstofelementen van grote kerncentrales worden merendeels nog in semipermanente opslagplaatsen bewaard. Het volume van het sterk radio-actieve afval is relatief klein, zodat deze voorlopige bewaring geen grote risico's veroorzaakt. Het vervoeren van nieuwe elementen vereist geen bijzondere voorzorgen. Transport van veel chemische produkten vereist grotere bescherming. 'Opgebrande' elementen daarentegen zijn zo radio-actief, dat zij slechts in speciale vaten mogen worden vervoerd. De konstruktie van deze vaten is zodanig, dat ontsnappen van radio-activiteit bij een ongeval vrijwel uitgesloten is, evenals diefstal van de inhoud ervan.

Omdat de splijtstof tijdens normaal bedrijf hermetisch in de brandstofelementen zit opgesloten, komt er uit een werkende kerncentrale vrijwel geen radio-activiteit vrij. Ook uitstoot van andere afvalprodukten ontbreekt bij dit soort van centrale. De kleine hoeveelheden afval komen dus pas buiten de bescherming van de reaktor als de brandstofelementen opgebruikt zijn. Deze kleine hoeveelheid vast afval veroorzaakt door de gevaarlijk hoge er in aanwezige radio-activiteit wel grote, nog niet geheel oplosbare, problemen van afvalverwerking en -opslag.

Een minder groot probleem vormt het afbraakmateriaal van oude kerncentrales. Zulke centrales gaan waarschijnlijk minstens 20 jaar mee. De onderdelen van een buiten gebruik gestelde reaktor blijven na verwijdering van de brandstofstaven nog enigermate radio-actief. Als men de installatie na enkele jaren leegstand met gepaste voorzorgen sloop, kan het sloopmateriaal worden behandeld als licht radio-actief afval.

Tegen kerncentrales wordt soms het argument ingebracht, dat veel energie nodig is voor het bouwen van de installatie en voor het maken van de eerste vulling van de reaktor. Deze tegenwerping is echter niet terecht, omdat de voor deze doelen benodigde energie slechts in de orde is van wat de centrale in enkele maanden kan leveren.

Door de strenge veiligheidsvoorschriften zijn de bedrijfsrisiko's voor reaktorpersoneel bij normaal bedrijf van een centrale veel lager dan die waaraan personeel betrokken bij het functioneren van konventionele centrales bloot staan. Deze strenge voorschriften hebben wel een eigenaardig ander gevolg. Veel van de van tijd tot tijd noodzakelijke onderhoudswerkzaamheden worden door afstandsbediening gedaan. Maar soms moet personeel toch werken op plaatsen waar het is blootgesteld aan radio-actieve straling. De veiligheidsvoorschriften begrenzen de stralingsdoses, waaraan radiologisch personeel door zijn beroepsuitoefening mag worden blootgesteld (per keer, per jaar, en gedurende het leven), en beperken daarmee de inzetbaarheid van onderhoudspersoneel voor een karwei in een ruimte met een hoge stralingsachtergrond. Voor deze arbeid moet dus steeds een groot potentieel aan goed geschoold personeel beschikbaar zijn. Bij toepassing van kernenergie op grote schaal kan er een tekort ontstaan aan zulk personeel. Het is nog niet bekend hoe de kosten van een reaktor zullen stijgen als daaraan tegemoet gekomen wordt door een verdere mechanisering van onderhoudswerkzaamheden.

*Enkele aktuele vraagstukken* betreffende de levering van verrijkt uranium aan derde landen (in ons land aktueel i.v.m. de uitbreiding van Urenco), de voorstellen van president Carter af te zien van opwerking, en de daarmee samenhangende diskussie over de verdere ontwikkeling van kweekreactoren.

Het splijtbare isotoop uranium-235 ( $^{235}\text{U}$ ) heeft dezelfde chemische eigenschappen als het niet-splijtbare uranium-238 ( $^{238}\text{U}$ ). Verrijking langs chemische weg is daarom onmogelijk. Voor verrijking langs fysische weg staan nu twee methoden ter beschikking, de gasdiffusie-methode en het gasultracentrifuge-procédé, dat door Nederland, Duitsland en Engeland in Urenco wordt toegepast en volgens welke de VS nu ook een fabriek gaat bedrijven. Dit laatste procédé is veel goedkoper dan het eerste. In beide gevallen berust de verrijking op dichtheidsverschillen tussen de gasvormige fluorverbindingen van  $^{235}\text{U}$  en  $^{238}\text{U}$ . De verrijking gebeurt in een groot aantal in serie geschakelde stappen. Reeds voor de verrijking van 0.7% tot 3.0% voor kerncentrales is een groot aantal stappen vereist. Zonder veranderingen kan een verrijkingsinstallatie daarom niet gebruikt worden om hoge verrijking te bewerkstelligen, zoals nodig voor uranium-bommen. Landen zonder eigen verrijkingsinstallaties kunnen uit laag verrijkt uranium dus geen bommen maken.

In de brandstofelementen ontstaat echter gedurende hun verblijf in de reaktor plutonium. Dit chemische element heeft andere eigenschappen dan uranium en kan er dus langs chemische weg van worden gescheiden. Door opwerking van bestraalde brandstofelementen kan een land dus de beschikking krijgen over plutonium; deze kan weer gebruikt worden met name als splijstof in snelle kweekreactoren. Over dit opwerken met het oog op het opnieuw gebruiken van plutonium is de discussie momenteel sterk gaande, omdat deze zgn. plutonium-ekonomie – die toepassing van kernenergie waarbij ook het plutonium dat in reactoren geproduceerd geschikt wordt gemaakt voor gebruik als splijstof – het risico zou vergroten dat dit materiaal zou worden gebruikt voor een eventuele fabricage van kernwapens. Ter vermindering van het risico, dat verbreiding van nucleaire elektriciteitsproductie automatisch gepaard gaat met proliferatie van kernwapenbezit, heeft de Amerikaanse president voorgesteld af te zien van opwerking van verbruikte brandstofstaven uit LWR's. De levering van een opwerkingsfabriek door Duitsland aan Brazilië moet in dit licht worden gezien.

Vorming van splijstof in kweekreactoren berust in de huidige nucleaire technologie altijd op de vorming van  $^{239}\text{Pu}$  uit  $^{238}\text{U}$ . Uit kweekreactoren kan plutonium van wapenkwaliteit worden verkregen. Om die reden valt een moratorium ten aanzien van de verdere ontwikkeling van kweekreactoren in de lijn van Carters voorstellen.

### **III.5. De kritische vragen**

Bij de vrees voor kernenergie, of die nu de vorm aanneemt van ongearticuleerde angst, of van beredeneerde tegenstand, speelt de bijzondere technische aard van de energieproductie door kernsplijtingsprocessen een voorname rol. De belangrijkste van de technische feiten worden hier belicht. Op de ermee samenhangende vragen wordt in het volgende hoofdstuk in ruimer verband teruggekomen.

De bespreking wordt in vier rubrieken ingedeeld:

- Normaal bedrijf – als alles volgens plan verloopt.
- Uitzonderlijke toestanden, waaronder ongevallen.
- De feilbaarheid van het menselijk handelen.
- De invloed die kernenergie op de samenleving heeft.

#### **III.5.1. Normaal bedrijf**

Aan een drietal vaak genoemde punten wordt hier aandacht besteed:

- Radio-actieve lozingen uit kerncentrales in atmosfeer en oppervlaktewater;
- Opbergen buiten de biosfeer van radio-actief afval;
- Radio-actieve lozingen uit opwerkingsfabrieken.

Hierboven (III.4.2.) is al vermeld, dat uit een werkende kernreactor in principe geen radio-actieve producten vrijkomen. Als dit toch zou gebeuren, wordt dit veroorzaakt door kleine lekken in de brandstofpennen en in het koelwatercircuit. De kansen hierop worden door de huidige ontwerp-normen zeer laag gehouden. De stralingsdoses, die personen in de omgeving van een centrale maximaal kunnen oplopen, als gevolg van zulke lozingen, zijn zeer veel lager dan de natuurlijke stralingsachtergrond waaraan iedereen is blootgesteld. Deze doses zijn ook lager dan de gemiddelde dosis straling die de bevolking oploopt door medisch-diagnostisch gebruik van Röntgenstralen. Uit onderzoek in opdracht van de Gezondheidsraad bij de centrales van Dodewaard en Borssele is gebleken, dat de lozingen van deze centrales overeenstemmen met de op de ontwerp-normen gebaseerde verwachtingen.

Veilig opbergen van radio-actieve producten buiten de biosfeer vormt nog steeds een ernstig vraagstuk. Bij de processen in de reactor ontstaat in de brandstofstaven een groot aantal sterk radio-actieve producten. Hun radio-activiteit verdwijnt geleidelijk in de loop van de tijd, maar met een voor elk produkt verschillende karakteristieke snelheid. Voor elk afzonderlijk produkt kan de radio-activiteit na een tijdsduur van 20 maal de karakteristieke halfwaardetijd als verdwenen worden beschouwd.

Blootstelling van levende organismen aan ioniserende straling kan (voor zover we weten bijna altijd nadelige) erfelijke veranderingen in de nakomelingschap te weegbrengen, en verder ziekten als kanker en leukaemie veroorzaken. Blootstelling aan straling uit reaktorafval kan worden voorkomen door dit afval voldoende lange tijd buiten de biosfeer op te bergen.

In verband met de lange halfwaardetijd van sommige aktiniden en vooral van plutonium zou voor niet verder bewerkte 'opgebrande' brandstofelementen die periode veel langer dan 100.000 jaar moeten bedragen. Voor dat doel moeten de elementen, waarin zich het hoog radio-actief kernsplijtingsafval – KSA – bevindt, na een aantal jaren van voorlopige opslag van een extra omhulling worden voorzien alvorens tot definitieve opslag overgegaan kan worden.

Als gebruikte splijtstof wordt opgewerkt, bestaat het reaktorafval uit stoffen (de zgn. splijtingsprodukten) met een halfwaardetijd tot 25 jaar, uit enkele andere stoffen (de zgn. aktiniden) met halfwaardetijden tussen enkele honderden en enkele duizenden jaren en uit slechts een geringe hoeveelheid plutonium dat een halfwaardetijd heeft van 24.000 jaar. Na afscheiding van het plutonium en de langlevende aktiniden (het zgn. opwerken) zou het afvalprobleem dus neerkomen op een veilig opbergen gedurende 500 tot 1000 jaar. Wordt niet overgegaan tot opwerking dan is het totaal van het afval veel langer gevaarlijk en het probleem van opbergen ook veel moeilijker. Het plutonium kan weer gebruikt worden in reaktoren en met name in snelle kweekreactoren. Over de risico's van deze 'plutonium-ekonomie' is in de vorige paragraaf al geschreven.

Een belangrijke vraag is daarom waar het voor definitieve opslag gereedgemaakte

reaktorafval voor de vereiste lange tijden veilig kan worden opgeborgen. Men heeft wel voorgesteld het zo op te bergen, dat het nooit meer voor de mens bereikbaar zal zijn. Dat zou bijv. kunnen door het met een raket naar de zon te schieten. Opbergen van het afval diep onder het aardoppervlak veroorzaakt geen stralingsgevaar van de mensen die er boven wonen. De discussie over de veiligheid van dergelijke opbergplaatsen gaat primair over de vraag of geologische veranderingen en die in bijv. zoutlagen als gevolg van het opbergen van het afval zelf dit terug op het aardoppervlak zouden kunnen brengen. In ons land is de discussie toegespitst op de geschiktheid van zoutkoepels, die reeds miljoenen jaren onveranderd diep onder het noorden van het land liggen. Voor een beoordeling van al dan niet aanvaardbaarheid van het opbergen van kernsplijtingsafval in deze koepels ontbreken tot nu toe de gegevens omtrent de feitelijke gesteldheid van deze zoutkoepels. In ieder geval is het duidelijk dat dit hoog radio-actief afval buiten de biosfeer waarin wij leven moet worden gehouden, ook nog lange tijd nadat onze generaties de controle over de gevolgen van hun energieverbruik aan hun erfgenamen hebben moeten overdragen. Onzekerheid zou ook veroorzaakt kunnen worden door mijnbouwactiviteiten van geslachten in de verre toekomst. Hierover is principieel geen enkele geruststellende uitspraak te doen.

In dit alles zou men een pleidooi kunnen zien ten gunste van opwerking van 'opgebrande' brandstofstaven. Het argument tegen opwerking op industriële schaal met het oog op het gevaar van verdere proliferatie van kernbewapening lijkt voorlopig echter van doorslaggevend gewicht. In zekere zin is daarom het eventuele risico van lozingen uit opwerkingsfabrieken nog niet actueel. Intussen wordt in proeffabrieken echter wel voortgang gemaakt met het scheiden en in chemisch inactieve vorm brengen van het KSA. Dit wordt namelijk verwerkt in een nog weer door ander materiaal te omhullen glasprodukt, dat onaantastbaar is voor water. Het geringe risico, verbonden aan opslaan in geologisch stabiele formaties, zou hierdoor verder worden vermindert.

In hoeverre bij het – in principe chemische – proces van scheiding van verschillende bestanddelen uit de brandstofstaven optredende lozingen van radio-activiteit in de omgeving kunnen worden beperkt tot tevoren hiervoor vastgestelde veiligheids grenzen, valt door de nog geringe ervaring met dit type opwerking nu nog moeilijk te beantwoorden. Op het gevaar dat plutonium bij deze opwerking zou kunnen veroorzaken, wordt in hoofdstuk IV uitvoeriger teruggekomen.

### **III.5.2. Uitzonderlijke toestanden**

Zoals bij iedere industriële installatie wordt er bij het ontwerpen rekening gehouden met de mogelijkheid, dat onderdelen kunnen falen, en worden maatregelen genomen om de gevolgen hiervan te verminderen. Voor zeer veel denkbare defekten geldt, dat zij dankzij een geschikt ontwerp geen gevaar voor installatie of omgeving met zich brengen. Bij wat ernstiger defekten kan de installatie schade oplopen, zonder dat de omgeving hierdoor in gevaar wordt gebracht.

Grote ongevallen, die gevaar voor de omgeving zouden kunnen inhouden, zouden kunnen ontstaan door twee verschillende oorzaken.

Ten eerste zou het drukvat van de reaktor kunnen barsten. Hiertegen is geen beveiliging. De vaten zijn echter met zo grote zorg vervaardigd en geïnspecteerd, en met zo ruime marges ontworpen, dat men de kans op breuk veel kleiner acht dan die op ongevallen door kernsmelten.



Ten tweede zou de primaire koeling van de reaktor-kern gestoord kunnen zijn. Gedurende het bedrijf produceert de kern zeer veel warmte. Stagnatie in de warmte-afvoer zou de kern binnen een aantal seconden doen smelten. In de installatie zijn daarom een aantal systemen aangebracht, die bij storing in de warmte-afvoer of bij ernstige defekten in de installatie zelf de kettingreactie onmiddellijk stoppen (regelstaven 'vallen' tussen de brandstofstaven). Zelfs als deze zouden falen, zal nog het 'wegkoken' van het water – dat koelmiddel en moderator is – de reactie doen stoppen.

Daarmee is echter het gevaar nog niet geweken. De radio-activiteit van de splijtingsprodukten met zeer korte levensduur produceert nog veel warmte, de zgn. nawarmte. Vlak na het afschakelen bedraagt deze warmte-productie zo'n 7% van het vermogen, genoeg om de kern toch nog te doen smelten. Om dit te vermijden bezit elke reaktor een noodkoeling, die de kern met water kan koelen. Alleen als ook de noodkoeling zou falen, kan de kern smelten.

Maar zelfs als door een ongeval radio-activiteit uit de reaktor ontsnapt, hoeft dit nog geen gevaar voor de omgeving in te houden. De reaktor is namelijk nog omsloten door een dubbele veiligheidsomhulling. Als ook deze beschadigd zou worden, kan radio-activiteit naar buiten treden. Dit kan ook als de reaktor de grond in zou smelten; in dat geval ontsnapt radio-activiteit uit de grond onder de omhulling door.

Zoals ook het geval is voor andere menselijke scheppingen, is het onmogelijk voor een kerncentrale absolute veiligheid te bereiken. Door zorgvuldige bestudering van alle mogelijke voorvallen en omstandigheden, die tot ongevallen kunnen leiden, kan men wel proberen een idee te krijgen van de grootte van de risico's. Tevens kan men als resultaat van zulke studies verbeteringen in ontwerpen of bedieningsvoorschriften bereiken, die de risico's verder terugdringen. In een studie in opdracht van de Amerikaanse overheid is nagegaan op welke wijze ernstige en minder ernstige ongevallen met kerncentrales zouden kunnen ontstaan, en hoe groot de kansen daarop zijn. Deze studie staat bekend als het Rasmussen-rapport. De konklusies houden onder meer in, dat met kerncentrales volgens huidige ontwerpen gebouwd de kans op kernsmelten, maar nog zonder uitstoot van radio-activiteit, zou liggen in de grootte-orde van één op 20.000 reaktorjaren. Gevallen met zodanige uitstoot van radio-activiteit, dat zich belangrijke radio-actieve besmetting in de omgeving van de centrale zou voordoen, zouden veel zeldzamer zijn. De gevolgen hiervan zouden op hun beurt echter weer afhangen van omstandigheden als bevolkingsverdeling in het getroffen gebied, weersomstandigheden tijdens het ongeluk, e.d. In de meest ongunstig denkbare gevallen, met een kans op één per miljard reaktorjaren, zouden als gevolg van zo'n ongeval drieduizend dodelijke slachtoffers kunnen vallen.

De konklusies zijn niet onbetwist gebleven. Met name wordt opgemerkt, dat Rasmussen de kansen heeft onderschat, dat verschillende veiligheidssystemen door gemeenschappelijke oorzaken gelijktijdig zouden falen. Principiële is misschien de vraag, of men in zo'n risico-analyse alle mogelijke oorzaken van risico's te pakken krijgt, en hoe groot de onnauwkeurigheidsmarges van de schattingen zijn.

Er moet hierbij op worden gewezen, dat uit deze beschrijving blijkt, dat reaktorongelukken nooit het karakter zullen hebben van een kernbom-explosie. Terwijl in

een kernwapen de eenmaal ontstoken kettingreactie explosief verloopt, komen in een kernreactor de kernsplijtingsprocessen in alle gevallen tot stilstand als de reactor uit de hand loopt. Het kernsmelten verloopt in tegenstelling tot een atoombomexplosie langzaam en niet explosief. Tijdige evacuatie van het door besmetting bedreigde gebied kan in het laatste geval nog veel van de gevolgen voorkomen.

Ook in andere delen van de kernenergie-cyclus kunnen zich uitzonderlijke toestanden voordoen. Alleen in de opwerkingsfabriek en bij de tot nu toe gehanteerde tijdelijke afvalopslag zou daarbij veel radio-activiteit kunnen vrijkomen. Maar in beide ontbreekt de grote warmteproductie, en het voorkomen van water onder hoge druk, die plotselinge verspreiding van radio-activiteit zouden kunnen veroorzaken. Langzame lekken zijn evenwel niet uitgesloten.

Risico-analyse is in deze gevallen nog veel minder goed mogelijk dan in het geval van de kerncentrales. Er zijn nog weinig opslagplaatsen in gebruik, zodat een min of meer complete inventarisatie van voorvallen en omstandigheden die in de praktijk kunnen voorkomen nog niet uitvoerbaar is.

### **III.5.3. Het menselijk handelen**

Een onzekere faktor in alle technologische systemen is het menselijk gedrag zelf. Bij kernenergie zijn de gevolgen van menselijk falen waarschijnlijk verstrekkender dan bij andere sectoren van de samenleving. De veiligheid van deze voorziening berust geheel op een goed ontwerp, een goede uitvoering en een goede bediening van zeer ingewikkelde systemen. Bij al deze stappen wordt daarom grondige controle toegepast, volgens tevoren vastgestelde procedures. De ervaring heeft echter geleerd, dat storingen zijn opgetreden, die volgens deze procedures nooit hadden mogen optreden. Tot nu toe is hierdoor nog geen ernstig ongeval ontstaan, maar er is nooit absolute zekerheid te geven voor de toekomst. In de toekomst zullen er in meer landen grotere aantallen kerncentrales staan dan nu; hierbij kan een voldoende bemanning van al deze installaties met gekwalificeerd personeel moeilijkheden gaan opleveren.

Meer nog dan onbedoeld menselijk falen kan opzettelijk misbruik van kernenergie ernstige gevolgen hebben voor de samenleving. Dit onderwerp heeft een veel ruimere dan alleen technische strekking; het wordt daarom besproken in hoofdstuk IV.

### **III.5.4. Invloed op de samenleving**

De moeilijkste kritische vragen zijn die betreffende de invloed, die het technologische systeem van de energievoorziening op de samenleving zal hebben. Deze vragen gaan het bestek van alleen technisch-ekonomische overwegingen te boven, en komen daarom in hoofdstuk IV aan de orde.

## *De belangrijkste maatschappelijke vragen IV.*

Bij beslissingen over kernenergie zijn de moeilijkste vraagstukken welke in de overwegingen moeten worden betrokken niet zozeer die welke betrekking hebben op de technische en economische. Het gaat uitsluitend daarbij om alle invloeden die invoering van dit energie-systeem op de samenleving kan uitoefenen. Zij kunnen onmiddellijk optreden of ook veel later. Het kan op een directe, maar ook op een indirecte manier gebeuren en tevens zowel dichtbij als ver weg. Het is tevens de vraag of al deze – tegelijk ingewikkelde – invloeden wel zijn te overzien. Daarom moeten ook de gevolgen van het gebruik van andere energie-systemen in de beschouwing betrokken worden, evenals de gevolgen van beperkingen van het energieverbruik.

### **IV.1. De ingewikkeldheid van de vragen**

Beslissingen die een bepaald aspect van een ingewikkeld vraagstuk zouden kunnen oplossen, kunnen onbedoeld ver reikende gevolgen hebben ten aanzien van andere aspecten van hetzelfde vraagstuk. Als men zich dit eenmaal bewust is, dan is ook nog de verleiding groot om alle beslissingen in dergelijke gevallen op de lange baan te schuiven, onder het motto 'alles hangt met alles samen' en 'we kunnen nooit alles voldoende overzien'. In vele gevallen – en zeker op het gebied van de energievoorziening – kan men beslissingen niet onbeperkt blijven uitstellen. Om tot zo verantwoord mogelijke beslissingen te komen, is het noodzakelijk de ingewikkeldheid van de vraagstukken toch te verhelderen door een ontleding van de problemen. Door alles op een rijtje te zetten, kan men proberen na te gaan waar, wanneer en hoe de vele invloeden op en wisselwerkingen tussen de onderdelen van het ingewikkelde geheel zich doen gevoelen. Tegelijkertijd kan de meningsvorming zich voltrekken – mede aan de hand van alternatieven – en is het mogelijk in de besluitvorming de normen en waarden te betrekken, die mensen op grond van hun geloof en levensbeschouwing willen hanteren en nastreven.

Bij de bespreking van een aantal vraagstukken kunnen vier 'dimensies' onderscheiden worden.

1. Eén daarvan geldt de tijd: spelen de problemen zich af op de korte, middellange of de lange termijn? In politieke programma's wordt zelden langer dan vier jaar vooruit gekeken, maar toch hebben politieke beslissingen veel langer invloed op de vorm en inrichting van de samenleving. Andere planningsdeskundigen en technologen hebben meestal een periode van rond 10 jaar nodig. Dat geldt bijv. voor de voorbereiding en uitvoering van plan en voor de bouw van elektrische centrales. Die gaan dan zelf weer 20 jaar mee, dus voor de brandstoftoevoer moet vooruit gerekend worden met minstens 30 jaar. Ten aanzien van de gevolgen van het energiebeleid voor het levensmilieu van de mens en andere levende wezens moet in nog veel langere termijnen worden gerekend. Dat geldt voor de honderden jaren gedurende welke de radio-actieve straling van niet goed opgeborgen kernsplijtingsafval een biologische werking zou kunnen hebben en de nog duizendmaal zo lange periode, waarin dit voor niet opnieuw

gebruikt plutonium het geval zou zijn. Het geldt eveneens voor de onzekerheid ten aanzien van de invloeden, die de verbrandingsprodukten van met fossiele brandstoffen te stoken centrales op het klimaat op aarde zouden kunnen uitoefenen.

2. Een andere dimensie is die van de geografische reikwijdte: gaat het om plaatselijke aspecten, om een heel land, een groep daarvan of om de wereld als geheel? De gevolgen van ongevallen met een kerncentrale zullen in de meeste gevallen beperkt blijven tot de naaste omgeving evenals bij andere industriële activiteiten. De vraagstukken betreffende de invloed van een verspreiding van kernwapens zijn daarentegen van wereldschaal. Datzelfde is van toepassing op die al eerder gesignaleerde mogelijke gevolgen op het klimaat van een doorgaand hoog gebruik van fossiele brandstoffen.
3. Voor sommige vragen zijn de antwoorden met zekerheid bekend, maar het gaat vooral om die vragen waarop slechts geantwoord kan worden door het aangeven van de kansen of het alleen maar noemen van mogelijke gevolgen waarvan de omvang in feite onbekend is. Eén van de ernstigste moeilijkheden bij een energiebeleid betreft de vele onzekerheden over de gevolgen daarvan. Sommige risico's zijn nog wel in getallen uit te drukken, zoals het aantal slachtoffers in de kolenmijnen, als daar tenminste geen andere winningstechnieken hun intrede doen. Men weet ook wel hoeveel kooldioxyde uit een kolencentrale komt, maar niet de gevolgen daarvan op lange termijn voor het klimaat, zoals al eerder is gesteld.

Naar nog weer heel andere gevolgen van bepaalde factoren is het nog moeilijker gissen, zoals de ontwikkeling van politieke machtsstructuren of veranderingen in de mentale houding van volgende generaties. Toch zijn het juist deze laatste onzekerheden, die de grote aarzelingen ten aanzien van kernenergie verklaren. Deze technologie vereist immers stabiele en op lange termijn te hanteren veiligheidsvoorzieningen.

4. Tenslotte is er de vraag op welke kanten of aspecten van de samenleving de vraagstukken betrekking hebben. Uit het voorgaande is al wel duidelijk geworden dat bij ingewikkelde vraagstukken een oplossing voor één aspect onbedoeld of bedoeld invloed kan hebben op andere aspecten van hetzelfde vraagstuk. Wil men tot een beslissing komen, dan zullen daarom alle terzake dienende aspecten in de beschouwing betrokken moeten worden. Discussies over verschillende aspecten zullen elkaar ook beïnvloeden. Het is daarom van belang te weten op welke aspecten van de samenleving de in een proces van publieke meningsvorming gebruikte argumenten betrekking hebben.

In deze brochure lopen de volgende aspecten door elkaar:

- het technisch aspekt, zoals vragen over veiligheidsanalyses;
- het economisch aspekt, zoals de kosten;
- het psychologische aspekt, zoals het al of niet aanvaarden van een leven onder een zeker risico;
- het maatschappelijk-politieke aspekt, waarop hetzelfde voorbeeld als bij het vorige van toepassing is;
- het ethisch-kulturele aspekt, dat bij alle beslissingen die leven en welzijn van mensen beïnvloeden aan de orde is.

## **IV.2. Maatschappelijke gevolgen van een toenemend energieverbruik**

Een hoog energieverbruik levert een belangrijke bijdrage aan de welvaart en het voorzieningenpeil van onze samenleving. In het algemeen geldt in de westerse landen, dat het energieverbruik in ongeveer hetzelfde tempo toeneemt als het bruto nationaal produkt. Door de lage olieprijsen in de jaren 1960 tot 1973 zijn veel westerse landen – en ons land misschien wel in het bijzonder door de grote aardgasvondst – achteraf bezien nogal roekeloos met energie omgesprongen. In die periode nam het energieverbruik veel sterker toe dan het bruto nationaal produkt (resp. 8 en 5% per jaar gemiddeld). Men kan dit toeschrijven aan een sterke uitbreiding van industrieën die veel energie verbruiken en aan de toegenomen vraag en het op de markt brengen van zgn. gemaksgoederen, privé vervoer en warmte-komfort, welke laatste ook in de hand werd gewerkt door het overvloedige aardgas. Een verdere groei van het energieverbruik lijkt vooralsnog om economische redenen moeilijk te vermijden. Men mag echter hopen dat door een bestrijding van verspilling en bevordering van besparing in de niet al te verre toekomst een verdere afname van de jaarlijkse groei bereikt zal worden. Een stabilisering, of zelfs een vermindering van het energieverbruik lijkt echter onmogelijk zonder zware ingrepen van overheidskant. Toch moet het, bij een voldoende bereidheid om ingrijpende aanpassingen te aanvaarden, op langere termijn mogelijk zijn deze doelen te halen zonder dat daardoor het welzijn wordt aangetast.

Voor ontwikkelingslanden moet daarentegen verwacht worden dat een toename van het energieverbruik optreedt, die samenhangt met hun economische ontwikkeling. Deze is weer nodig om tot een aanvaardbaar minimum in de maatschappelijke voorzieningen te komen. Het energieverbruik is dus een belangrijk thema bij de toekomstplanning van vrijwel alle landen. Het is daarom nuttig om enkele maatschappelijke konsekwenties van de verschillende mogelijkheden van de energievoorziening met elkaar te vergelijken aan de hand van de eerder genoemde 'dimensies'.

### **IV.2.1. De gevolgen van een steeds groter energieverbruik op lange termijn**

Het lijkt erop dat op middellange termijn de energievoorziening na het olie- en aardgastijdperk meer en meer afhankelijk zal worden van steenkool, van nieuwere bronnen en van nog te ontwikkelen bronnen. Als nieuwere bron kan de kernenergie aangemerkt worden. Die zou eeuwenlang een belangrijke bijdrage kunnen leveren als tenminste de hele cyclus van de splijtstof wordt gericht op het tevens gebruiken van plutonium in snelle kweekreactoren en de daarvoor nodige inschakeling van opwerkingsfabrieken. Een beperking van de kernenergie tot alleen licht-waterreactoren maakt kernenergie tot een energiebron, die vooral van belang zou kunnen zijn als een overbrugging van het verwachte energie-tekort op de middellange termijn.

De aard van de beslissingen ten aanzien van de kernenergie en de verwachtingen van andere energiebronnen in de toekomst zijn daarom niet los te zien van de verwachtingen, ten aanzien van de termijn waarop en de mate waarin deze andere bronnen voor toepassing gereed kunnen en zullen zijn. Een toepassing van beide kernenergie-systemen vereist evenwel een oplossing voor het al eerder genoemde zeer lange termijn probleem van het buiten de biosfeer houden van het kernsplijtingsafval. Deze oplossing moet ook nog voldoen, lang nadat de rol van kernenergie zal zijn uitgespeeld.

#### **IV.2.2. De ruimtelijke verdeling van de gevolgen van een hoog energieverbruik**

Door het massatransport van energie-grondstoffen (olie, kolen en nu ook aardgas) zijn het wereld-handelsverkeer en de opbloei van bepaalde havengebieden sterk beïnvloed. De wereld-ekonomie en de zwaartepunten van de wereldpolitiek zijn er reeds sterk door veranderd en dat zal weer gebeuren wanneer andere energiebronnen de rol van de nu nog dominerende aardolie gaan overnemen.

Tegenover de voordelen die sommige gebieden daarvan ondervinden, staan de nadelen van een bedreigd milieu. Die gelden voor een beperkt gebied, maar zij kunnen hun werkingssfeer ook uitstrekken over tientallen tot honderden kilometers. Voorbeelden zijn de bedreiging van de visstand in de Zweedse meren door de zwaveldioxyde, welke in de West-Europese landen in de lucht wordt gebracht en de door het Ruhrgebied veroorzaakte vervuiling van de Gelderse en Brabantse lucht, die soms groter is als die in het Rijnmondgebied. Deze 'export van vervuiling' speelt in internationale betrekkingen tegenwoordig vaak een belangrijke rol. (Het transport van zwaveldioxyde van West-Europa naar Skandinavië en de Rijn-vervuiling zijn bekende voorbeelden).

Hetzelfde is het geval met ongevallen in de sektor van energie-winning, -transport en -overslag, die zich niet altijd beperken tot de onmiddellijke omgeving. De scheepsongelukken met super-tankers zijn daarvan een bekend voorbeeld. Dit soort schepen vormen tevens een ander facet van een ontwikkeling, die met de 'dimensie' van de ruimte samenhangt, nl. de grootschaligheid van de energie-systemen, waarop in hoofdstuk II reeds is ingegaan. De werkingssfeer van de installaties van deze systemen wordt daardoor steeds groter en maken de samenleving ook kwetsbaar. Daar staat wel tegenover dat een centralisatie de effectiviteit van controle- en veiligheidssystemen vergroot.

#### **IV.2.3. Onzekere gevolgen van een toenemend energieverbruik**

Bij een bekend verbruik van energie-grondstoffen valt te berekenen wanneer bekende voorraden zullen zijn uitgeput. De onzekerheden beginnen al bij de schattingen van nog te ontdekken reserves van brandstoffen en van de ontwikkeling van het toekomstige energieverbruik. Zekerheid bestaat er over de snelheid waarmee bij een gegeven investeringsnivo de productie van bijv. nieuwe steenkoolmijnen kan toenemen. Maar over de tijd die nodig is om nieuwe technologieën te ontwikkelen om potentiële energiebronnen te ontsluiten, bestaat er in het geheel geen zekerheid. Er kan zelfs niet met enige zekerheid gezegd worden of onderzoek daarnaar ooit tot die ontsluiting zal leiden. Kernfusie is hiervan een typisch voorbeeld. Zo is ook niet te zeggen wat precies de effecten op het milieu zullen zijn van sommige energiebronnen, zowel bestaande als nog in ontwikkeling zijnde.

Fundamentele onzekerheden van politieke en economische aard ontstaan ook voor energie-importerende landen door de nieuwe machtsverhoudingen in de wereld. Momenteel bepalen de producerende landen hoeveel grondstoffen zij zullen leveren en tegen welke prijs. Deze onzekerheid vormt de achtergrond van het streven van regeringen om te komen tot een spreiding van de bronnen en systemen voor de energievoorziening. Door minder afhankelijk te zijn van één enkele bron maakt men die voorziening minder kwetsbaar. Om die reden gaat het voor de meeste regeringen van westerse landen niet om de keuze tussen uranium en steenkool maar om steenkool en uranium als grondstof voor de elektriciteitsopwekking. Tezelfdertijd werkt men aan de ontwikkeling van nieuwe bronnen, zowel voor de productie van elektriciteit als van warmte, voor de lange termijn.

Tot de onzekerheden die een konsekvent energiebeleid op lange termijn bemoeilijken, kan de ontwikkeling van de openbare mening gerekend worden. Er moet echter met nadruk gewaarschuwd worden tegen de verleiding de nog voor niemand voorspelbare reacties op nieuwe omstandigheden in de toekomst ondergeschikt te maken aan een eenmaal uitgestippeld, onwrikbaar beleid. Het energiebeleid wordt immers ten behoeve van de mensen uitgestippeld. Tegelijkertijd kan bij het beleid niet zonder meer gevolgd worden wat de publieke opinie op een gegeven ogenblik aangeeft. Degenen die voor het beleid verantwoordelijk zijn, hebben deze verantwoordelijkheid waar te maken, daarbij rekening houdend met alle belangrijke elementen, zowel die welke op korte als op lange termijn spelen. Een groot probleem bij dit alles is dat de gevolgen van beslissingen van mensen met betrekking tot de toekomst een element van onzekerheid zullen hebben. Dat is nooit te voorkomen. Er valt echter tevens niet aan te ontkomen om een beslissing te nemen, al zal er rekening moeten worden gehouden met de mate waarin men zo'n beslissing wenst te aksepteren.

#### **IV.2.4. De vele aspecten van de energie-voorziening**

Uit het bovenstaande blijkt dat het vraagstuk van de energievoorziening ingewikkeld is. Veel mensen voelen zich direkt en ook persoonlijk bij één of meer aspecten van dit vraagstuk betrokken en dat is niet zo verwonderlijk want iedereen heeft elke dag met energie te maken.

Vandaar ook dat dit onderwerp zoveel emoties losmaakt. Zo maken voor velen de nieuwe – en voor hen veelal onbekende – risico's van kernenergie veel mensen angstig. Zij voelen zich in hun bestaan bedreigd als zij moeten leven in een maatschappij waar dit soort risico's structureel zouden zijn ingebouwd. Dit is een belangrijk psychologisch aspect van het kernenergie-vraagstuk. Een grondige bestudering en verstandelijke afweging van alle risico's kan de mensen toch de gelegenheid geven hun verantwoordelijkheidsgevoel voor de verre toekomst van de aarde uit te drukken in een standpunt over al of niet aanvaarding van de kernenergie of andere vormen van energie. Zij kunnen dit niet doen zonder daarbij kulturele en ethische overwegingen in hun afweging te betrekken.

Er zijn ook velen die zich zorgen maken over de mogelijkheid van een stagnerende of onvoldoende beschikbaarheid van energie-brandstoffen op de middellange termijn. Als gevolg van de huidige samenhang tussen energieverbruik en levensstandaard heeft hun zorg zowel een persoonlijk aspect – zorg om de eigen toekomst of die van hun kinderen – als ook een politiek-maatschappelijk aspect om tot een aanvaardbare en aanvaarde verdeling van werk en welvaart te komen.

Wie kernenergie afwijst, zelfs bij een gelijktijdige aanvaarding van vergaande beperkingen van het energieverbruik, zou er misschien wel eens aan kunnen meewerken dat de ontwikkelingslanden zonder eigen fossiele brandstoffen nog moeilijker dan thans reeds toegang houden tot die – voor hun ontwikkeling onontbeerlijke – brandstoffen en in het bijzonder aardolie.

Zo kunnen beslissingen op grond van uit een bepaald aspect gewettigde overwegingen voor andere aspecten onaanvaardbare gevolgen hebben. Dit inziende zal men minder geneigd zijn tot een verabsolutering van één enkel aspect. Vanuit één aspect mogen eigenlijk geen criteria worden gehanteerd, waarmee ten aanzien van andere aspecten niet kan worden gewerkt. Als men om ethische redenen bepaalde energiesystemen zou afwijzen, omdat er enig risico aan verbonden is, valt daarmee in

feite maatschappelijk niet werken. Als men dit onderkent kan voorkomen worden dat de discussie over kernenergie en de energievoorziening in het algemeen ont-aardt in een dialoog der doven.

#### **IV.3. Risiko's en veiligheid**

Technologische ontwikkelingen hebben tal van invloeden op de samenleving, die deels positief en deels negatief worden gewaardeerd. In deze paragraaf komen eerst die werkelijk voorkomende of denkbaar geachte invloeden en gebeurtenissen bij de opwekking van elektriciteit door kernenergie aan de orde, welke nadelig kunnen zijn voor leven, gezondheid en welzijn van de direkt betrokken werknemers en van de mensen die binnen de invloedssfeer van daarvoor te bouwen installaties wonen. Het is gewoonte geworden in dit verband het woord risiko's te gebruiken en daarom eerst enkele opmerkingen over de risiko's van de technologische ontwikkeling en hun maatschappelijke aanvaarding of verwerping.

##### **IV.3.1. Risiko's van de technologische ontwikkeling**

Met de term risiko bedoelt men in dit soort discussies zowel de kans op een onaangename gebeurtenis als de omvang of ernst van de gevolgen hiervan. Voor een aantal gebeurtenissen in de moderne samenleving heeft men door langdurige ervaring een goed inzicht gekregen in de kans dat er iets onaangenaams plaatsvindt. Zo weet men bv. betrekkelijk goed wat de kans op een verkeersongeval is bij een bepaald aantal verkeersdeelnemers. Daarentegen is veel minder bekend over de kans op een omvangrijke ramp met een ingewikkelde technische installatie als bv. een mammoettanker of kerncentrale. Het verschil in deze informatie over de kansen dat er iets onaangenaams gebeurt, ligt in het feit dat we (helaas) veel ervaring hebben met verkeersongevallen en (gelukkig) weinig met rampen van grote technische installaties. De omvang of ernst van de gevolgen van een onaangename gebeurtenis zijn vaak niet met enige zekerheid en nauwkeurigheid vast te stellen, doordat de afloop van een dergelijke gebeurtenis vaak door een groot aantal factoren wordt bepaald.

Zo spelen bijvoorbeeld bij het plotseling vrijkomen van een grote hoeveelheid giftig gas de (op dat moment) heersende weersomstandigheden een rol, zoals dit ook het geval is bij een ramp met een mammoettanker. Daarnaast is de omvang van het gevolg (ook wel effect genoemd) afhankelijk van de gevoeligheid van mens, plant, dier en objecten door de vrijgekomen olie, gas of andere gevaarlijke stof. Over deze gevoeligheden voor verschillende stoffen uit onze technologische samenleving is nog onvoldoende bekend, zodat het werkelijke effect van rampen moeilijk te voorspellen is. Gebeurtenissen die dagelijks plaatsvinden, kunnen ook onbekende gevolgen hebben. Ook in dit geval wordt van risiko's gesproken, hoewel de mogelijkheid van het optreden van schadelijke gevolgen vaak in het geheel niet in een kans kan worden uitgedrukt.

De ernst van een onaangename gebeurtenis wordt niet alleen bepaald door de voornamelijk zichtbare gevolgen (in fysische zin), maar in sterke mate door de invloed daarvan op de samenleving, zowel in sociale als psychologische zin. Vandaar ook dat het al of niet aanvaarden van totale risiko's (dus zowel kans als omvang) die aan een bepaalde technologie zijn verbonden sterk afhangt van waarde-oordelen. In onze door technologie beheerste samenleving lijkt het wel alsof 'dagelijkse' risiko's, zoals die van mijnwerkers en transportarbeiders als bedrijfsongevallen worden geaksepteerd, terwijl de veel minder voorkomende rampen breed worden



uitgemeten.

Door dit verschil in waarde-oordeel t.a.v. soorten risico's en mede doordat verschillende groepen in de samenleving verschillende waarde-oordelen hebben wordt het begrip risico niet eenvoudiger.

De nieuwe risico's van het huidige technologische tijdvak eisen mogelijk minder slachtoffers als natuurrampen soms eisen, zij zijn echter ten dele ook van geheel andere aard. Zo zijn omvangrijke rampen, gepaard gaande met een grootscheepse ontwrichting van de samenleving en een soms langdurige nasleep de denkbare en ook wel werkelijke metgezellen van de moderne technologische samenleving. Behalve het akute gevaar van een ramp is er ook het sluipende risico met langdurige effecten. De luchtverontreiniging in stedelijke gebieden kan een oorzaak zijn van de ademhalingsziekten die een belangrijke reden vormen van ziekteverzuim en invaliditeit.

De kans op het optreden van een onaangename gebeurtenis en de gevolgen hiervan in fysische zin (d.w.z. zichtbaar en voelbaar) poogt men vaak te berekenen met behulp van zgn. risico-analyses.

Voor het berekenen van de kansen heeft men allerlei methoden ontwikkeld (zie bv. het Rasmussen-rapport genoemd in hoofdstuk III). Niet alleen wordt hiermee bereikt dat de kans op een gebeurtenis wordt uitgedrukt in een getal, maar ook dat men het technisch systeem beter leert begrijpen in z'n functioneren. Hierdoor kunnen zwakke schakels van het systeem worden geïdentificeerd en verbeterd, waardoor de kans op een onaangename gebeurtenis wordt verkleind. Risico-analyses pogen ook te komen tot een kwantificering van de gevolgen van een bepaalde gebeurtenis en wel vooral in technische en economische zin. Over de aanvaardbaarheid van risico's in psychologische en maatschappelijke zin kunnen de in kosten en baten uitgedrukte risico-analyses echter geen informatie geven. Om daarin helderheid te geven probeert men wel eens de afweging van ongelijksoortige risico's mogelijk te maken door de reacties op de gevolgen van ongevallen te vergelijken met die op andere, blijkbaar (vrijwillig) geaccepteerde risico's. De vraag rijst dan of zo'n vergelijking wel geoorloofd is en welke vergelijkingscriteria gekozen worden. Het is immers bekend dat de gevolgen van natuurrampen in de regel eerder worden aanvaard dan die van falende technische systemen, maar dit hangt toch ook weer af van de culturele traditie van een samenleving.

Het maatschappelijke proces van aanvaarding van bepaalde technologieën en de daaraan klevende risico's is niet alleen een verstandelijk proces. Het is onmogelijk te streven naar een opheffing van elk risico. De vraag of een technologische ontwikkeling maatschappelijk aanvaard wordt, wordt niet alleen beantwoord door de eraan verbonden risico's, maar ook door de maatschappelijke voordelen die de nieuwe technologie heeft in vergelijking met de andere die hij vervangt.

#### **IV.3.2. Typische risico's van kernenergie**

Kernenergie vormt een duidelijk voorbeeld van een ingewikkelde nieuwe technologie, waarvan de risico's tergede dienen te worden overwogen voordat men tot een toepassing op grote schaal kan overgaan. Het essentieel nieuwe bij kernenergie is de hoge radio-activiteit van de splijttingsprodukten die in een reaktor worden gevormd en de daarmee samenhangende hoge stralingsdichtheid in de installaties. Met name in de reaktor komt deze voor tegelijk met een hoge temperatuur en vaak ook een hoge druk. Materiaal-beschadigingen kunnen daardoor in de hand gewerkt worden

en daarom is de reaktor-kern in principe wat dat betreft het meest kwetsbare onderdeel van de nucleaire installaties. In opwerkingsfabrieken komt ook wel een hoge concentratie van radio-activiteit voor, maar niet in combinatie met een hoge temperatuur en druk. Wat ongevallen aangaat zijn deze laatste installaties daardoor veel minder kwetsbaar en de kans op verspreiding van radio-activiteit in de omgeving is daardoor klein.

Bij de bestudering van de risico's van kernenergie spelen de maatregelen ter beperking van het stralingsgevaar en van de gevolgen van ioniserende straling – in een bijlage wordt hierop nog iets dieper ingegaan – steeds een voorname rol. De risico's verbonden aan de toepassing van kernenergie kan men in dit opzicht in drie categorieën indelen, waarop hierna verder wordt ingegaan. Deze categorieën zijn:

- normaal bedrijf en ongelukken in centrales, evenals de daarbij behorende processen, zoals ertswinning, verrijking, opwerking en afvalbehandeling;
- misbruik van splijtbaar materiaal ten behoeve van wapens;
- afhankelijkheid van geavanceerde technologie.

#### **IV.3.3. Maatschappelijke vragen betreffende de technische risico's van kernenergie**

Ten aanzien van de technische risico's die als belangrijke maatschappelijke problemen worden ervaren, komen als voornaamste steeds naar voren: grote ongelukken met reaktoren, voortdurende lozing van stoffen met een lage radio-activiteit en straling met een lage intensiteit – vooral voor het personeel van belang –, ongevallen in opwerkingsfabrieken, hantering en opberging van hoog radio-actief afval en de mogelijkheid van sabotage.

In het vorige hoofdstuk is reeds een uiteenzetting gegeven over de beveiliging tegen grote ongelukken in centrales. De daar genoemde risico-analyse in het Rasmussen-rapport wordt weliswaar op onderdelen aangevochten, maar betere schattingen zijn momenteel niet beschikbaar. Intussen is in Nederland een op het Rasmussen-rapport gebaseerde studie gereedgekomen. Ook voor andere systemen van opwekking van elektriciteit zijn risico-analyses gemaakt. Een vergelijking tussen steenkool en kernenergie blijkt dan voor de laatste over lange tijd gemiddeld 100 maal minder dodelijke ongevallen te geven. Zuiver op deze getallen afgaande zou de aanvaardbaarheid van kernenergie ten opzichte van steenkool geen punt van discussie behoeven te zijn. Er is echter wel een fundamenteel verschil in de omstandigheden waaronder de slachtoffers vallen. Bij toepassing van steenkool volgens tot dusver gebruikte methoden is er een grote mate van zekerheid over het aantal slachtoffers per jaar. Bij kernenergie doet zich de situatie voor dat er een zeer kleine kans bestaat dat bij een groot ongeluk een groot aantal slachtoffers valt, waarvan de gevolgen zich bovendien zowel voor mensen als voor de omgeving gedurende lange(re) tijd kunnen uitstrekken. Een groot gebied kan onder bepaalde omstandigheden een zekere tijd onbewoonbaar blijven en er zou op grote schaal evacuatie plaats moeten vinden. Het gaat hierbij dus niet alleen om het aantal slachtoffers, maar ook om een totale ontworping van een groot gebied, hetgeen een duidelijk verschil is ten opzichte van steenkool.

Wat de lozing van radio-activiteit bij normaal bedrijf van een reaktor betreft, deze is van dezelfde orde als bij een kolencentrale, om ook in dit geval deze vergelijking te gebruiken.

Men kan verder de vraag stellen of het ethisch wel verantwoord is om werkers in een

centrale of een andere kernenergie-installatie bloot te mogen stellen aan een hoger stralingsnivo dan de omwonende bevolking. Dit is in feite echter niet uitzonderlijk, want ook andere beroepen kennen hun specifieke risico's. Een verwijzing naar de steenkool is ook hier op z'n plaats. Een speciaal probleem doet zich voor ten aanzien van personeel dat kan worden ingezet voor reparatie- en onderhoudswerk.

De praktijk van de bedrijfsvoering in nucleaire installaties heeft (met name in de Verenigde Staten) geleerd dat het gevaar bestaat dat employe's in zeer korte tijd de maximaal toegestane dosis ioniserende straling krijgen. Het probleem dat zich hierbij kan voordoen is dat deze employe's in het betrokken jaar niet meer mogen worden ingezet voor bepaalde activiteiten, waarbij zij weer een stralingsdosis kunnen oplopen. Men spreekt dan van het 'opbranden' van personeel. De Amerikaanse ervaring leert dat er dan de neiging bestaat om minder ervaren personeel van buiten aan te trekken om het werk af te maken. Er is echter weinig controle dat deze mensen niet reeds elders met dergelijk werk een maximale dosis hebben opgedaan, terwijl dit soort mensen toch al extra risico's loopt door hun onervarenheid met moeilijke handelingen in een radio-actieve omgeving.

Over de bedrijfsrisiko's van opwerkingsfabrieken is nog weinig bekend, maar er is niet direkt een reden om bezorgd te zijn over een mogelijke besmetting van de onmiddellijke omgeving. Een opwerking op economisch rendabele wijze vindt overigens nog niet plaats. Het probleem van het opbergen van hoog radio-actief afval en het gevaar voor misbruik van plutonium – welke laatste ook geldt voor opwerkingsfabrieken – vormen wel de voornaamste bron van zorg bij de invoering van kernenergie. In hoofdstuk III is hierop reeds uitvoerig ingegaan.

De hiervoor besproken risico's hangen samen met het bijzondere technologische karakter van elektriciteitsproductie uit kernenergie; zij kunnen worden versterkt door technische gebreken en menselijk falen. Daarnaast zijn er mogelijkheden van risico-versterking door terrorisme en sabotage. In toenemende mate komen in onze samenleving kleine groepen mensen voor, die zich met gewelddadige middelen tegen de bestaande orde keren. Het is onzeker hoe dit verschijnsel zich in de toekomst zal ontwikkelen. In ieder geval zal er rekening mee moeten worden gehouden ook bij de energievoorziening. Voor de kernenergie lijkt de centrale het enige aangrijpingspunt voor een effectieve sabotage. Aanvallen van buitenaf zullen echter weinig kans hebben. Alleen bij sabotage in de controlekamer van de reaktor zelf is er enige kans op een laten smelten van de reaktorkern, die zoals bekend, tot het ernstigste ongeval zou kunnen leiden.

Er zijn echter in de samenleving veel punten waar met minder persoonlijk risico en met meer kans op 'sukses' schade kan worden berokkend aan die samenleving of deze zelfs in gevaar kan worden gebracht.

#### **IV.4. Plutonium en het gevaar van een verspreiden van kernwapens**

De vraag rijst in hoeverre de vreedzame toepassing van kernenergie van invloed kan zijn op militair gebruik. Bestaat er een verband tussen kerncentrales en de productie van kernwapens en zo ja, welk verband is dat precies en onder welke omstandigheden treedt dat op? Kernwapens zijn overigens niet de enige schrikbaarjagende militaire produkten.

##### **IV.4.1. De relatie tussen kerncentrales en kernwapens**

Niet ieder land zal zomaar kernwapens gaan maken, want daarvoor zal eerst de

politieke wil aanwezig moeten zijn. Verder zal men moeten beschikken over een behoorlijk militair-technisch apparaat om die wapens te kunnen lanceren en naar hun doelen te kunnen geleiden. Uiteraard moeten dan eerst nog de kennis, ervaring en apparatuur voor de vervaardiging aanwezig zijn en ook de noodzakelijke nucleaire splijtstof. Deze voorwaarden hebben geen directe relatie tot het gebruik van kernenergie. Ook zonder dat deze toegepast wordt, kan een atoombom ontwikkeld worden en dat is in feite in de Verenigde Staten en de Sowjet-Unie ook gebeurd. De kernwapen-arsenalen zijn daar opgebouwd lang vóórdat er kerncentrales bestonden. Voor minder ontwikkelde landen kan de voor invoering van kernenergie noodzakelijke technische scholing mede een eerste stap zijn in de ontwikkeling tot een peil, waarbij de fabricage van kernwapens mogelijk wordt. Het is echter ook altijd mogelijk voor landen, die kernwapens willen bezitten, de nodige mensen te laten opleiden in het buitenland of om vandaar experts aan te trekken. In ieder geval is de voor de bediening van een kerncentrale noodzakelijke kennis niet dezelfde die vereist is voor de fabricage van kernwapens.

De beschikbaarheid van splijtstof is natuurlijk wel een noodzakelijke voorwaarde voor de fabricage van kernwapens. De splijtstoffen die in een reaktor worden gebruikt, zijn weliswaar dezelfde als die in aanmerking komen voor wapens. In het onderstaande wordt hierop wat dieper ingegaan. De konklusie daarvan is dat voor het maken van kernwapens installaties voor hoge verrijking van uranium of een opwerkingsfabriek onmisbaar zijn. Moderne kerncentrales zijn minder geschikt, voor de fabricage van plutonium voor kernwapens, en zijn tot nu toe niet voor dit doel aangewend.

In de meeste kernreactoren wordt tot 3% verrijkt uranium gebruikt. In de natuur komt uranium voor met een gehalte van 0,7% als het splijtbaar deel, het  $^{235}\text{U}$ .

De verrijking geschiedt in installaties, waarvoor thans in ieder geval twee procédés worden gebruikt. In de VS, Engeland, Frankrijk, Rusland en China is dat de gasdiffusie en in Nederland, Duitsland en Engeland de gas-ultracentrifuge.

Ook in de VS en Japan wil men deze laatste gaan gebruiken. In Duitsland is nog een derde methode ontwikkeld, het scheidings-ventiel, dat waarschijnlijk ook in Zuid-Afrika wordt toegepast. Uranium van wapenkwaliteit moet een veel hoger gehalte aan  $^{235}\text{U}$  hebben als 3%, nl. minstens 20%, maar het liefst 93%. Men zou daarvoor een fabriek voor lage verrijking wel moeten ombouwen tot één voor hoge verrijking. Een andere mogelijkheid is een nieuwe fabriek erbij bouwen.

Plutonium – dat voor een bom het meest geschikt is – ontstaat in een kernreactor uit  $^{238}\text{U}$ , de vorm van uranium die voor 99,3% deel uitmaakt van het in de natuur aangetroffen uranium. Een licht-water-reaktor (LWR) van 1000 MWe produceert per jaar ruim 200 kg. van dit plutonium ( $^{239}\text{Pu}$ ). Voor een kernbom is 4 kg. zuiver plutonium-239 het minimum benodigde. Omdat plutonium een ander chemisch element is, kan het door chemische scheidingsmethoden uit de overmaat aan  $^{238}\text{U}$  worden afgescheiden. Deze zijn in principe eenvoudiger en minder kostbaar als de genoemde fysische scheidingsmethoden voor de verrijking van uranium. Het reaktorplutonium zou derhalve splijtstof voor kernwapens binnen ieders bereik brengen. Elk land met een kerncentrale zou elk jaar voldoende plutonium kunnen afscheiden voor enkele atoomwapens, zo wordt vaak gezegd. Dat is echter wat al te simpel gesteld. Ook hierop wordt in het volgende nu wat dieper ingegaan.

Het in een reaktor gevormde plutonium bevindt zich in de splijtstofstaven met afgewerkte brandstof. De concentratie aan plutonium bedraagt ongeveer 1%. Door de aanwezigheid van het hoog radio-actief afval zijn deze staven erg radio-actief. Dat bemoeilijkt het chemische

scheidingsproces nog eens extra. Voor dat proces zijn de al eerder genoemde opwerkingsfabrieken nodig. Het hoog actieve afval wordt daarin eerst afgescheiden van de rest, die voornamelijk uit uranium bestaat, waarvan 0,8 tot 1,2%  $^{235}\text{U}$ . Het plutonium bevindt zich ook in die rest. Zolang het daarvan niet afgescheiden wordt, kan men er geen bom van maken. Een afscheiding is mogelijk maar lastig en vanwege de giftigheid en sterke straling zijn vele voorzorgen nodig.

Voor het maken van een plutonium-bom is zuiver  $^{239}\text{Pu}$  het beste. Het plutonium dat chemisch kan worden gescheiden uit de brandstofstaven van een LWR is gewoonlijk echter geen zuiver  $^{239}\text{Pu}$ . Bij het langdurig verblijf in de reaktor wordt een deel van het in de brandstofstaven gevormde  $^{239}\text{Pu}$  omgezet in  $^{240}\text{Pu}$  en andere plutoniumisotopen. Bij de chemische scheiding krijgt men dit isotopen-mengsel, waarin het  $^{240}\text{Pu}$ -gehalte 25-30% bedraagt. Men noemt dit 'reaktor-kwaliteit plutonium'. Omdat  $^{240}\text{Pu}$  slecht splijtbaar is, en de bijmenging ervan de splijtingsreactie van  $^{239}\text{Pu}$  belemmert, is dit mengsel minder geschikt om kernbommen te maken, maar het schijnt niet geheel ongeschikt, al is er een hoeveelheid van honderden kilogrammen voor zoiets als een kernwapen nodig.

Om 'wapen-kwaliteit plutonium' te maken zouden de brandstofstaven hooguit enkele maanden in de reaktor moeten verblijven. In moderne kerncentrales moet echter voor de verwisseling van de brandstofstaven de elektriciteitsproductie tijdelijk worden stopgezet. Men laat de staven daarom lang in de reaktor. Eenmaal per jaar wordt één derde deel van de brandstofstaven door nieuwe vervangen. Vaker verwisselen zou de elektriciteitsproductie te veel storen. Daarom zal men – als men de keus heeft – zulke centrales niet gebruiken voor het maken van wapen-kwaliteit plutonium.

In afgewerkte (3 jaar oude) staven is het plutonium-gehalte ca. 1%. In korter bestraalde staven is dat overeenkomstig lager. Voor de chemische scheiding van plutonium uit kort bestraalde brandstofstaven moet een opwerkingsfabriek voor een even grote hoeveelheid plutonium dus veel meer brandstofstaven verwerken.

Wapen-plutonium is, om deze redenen, steeds in speciaal daarvoor gebouwde reaktoren gemaakt, en in speciaal daarvoor gebouwde opwerkingsfabrieken afgescheiden.

Voor de snelle kweekreactoren zal de zaak anders komen te liggen. Om de kern van zo'n reaktor bevindt zich een kweekmantel van (verarmd) uranium. Het hier uit  $^{238}\text{U}$  gevormde plutonium bevat slechts weinig andere isotopen dan  $^{239}\text{Pu}$ . Chemische scheiding van dit plutonium in een opwerkingsfabriek levert dus bijna zuiver  $^{239}\text{Pu}$ .

#### **IV.4.2. De gevaren van plutonium**

Behalve wegens de mogelijkheid dat regeringen kerncentrales zullen aanwenden voor de wapenproductie zijn er nog twee redenen waarom plutonium als een gevaarlijke stof wordt bestempeld. De eerste is dat terroristische groepen de stof bemachtigen en er een bom van maken, hetzij voor echt gebruik, hetzij als chantage. De tweede is dat plutonium uiterst giftig is, zoals hierboven al werd aangeduid.

Na afscheiding in een opwerkingsfabriek wordt redelijk zuiver plutonium-nitrat verkregen. Dit moet daarom goed bewaakt worden, ook nadat het in vorm is verwerkt in reaktorstaven voor LWR's of voor kweekreactoren, omdat uit deze onbestraalde splijstofstaven relatief veel gemakkelijker plutonium kan worden afgescheiden. In een kernenergie-systeem, waarin geen opwerking voorkomt – zoals dit door president Carter wordt nagestreefd – en dat bv. gebaseerd is op uitsluitend LWR's, komt nergens plutonium voor in een voor terroristen begerlijke vorm. Vindt echter wel een opwerking plaats – of dat nu voor LWR's is of voor kweekreactoren, dat maakt geen verschil – dan moeten sommige delen van de splijstofcyclus tegen een diefstal van plutonium worden beveiligd. Het lijkt over-

dreven te vrezen dat dit tot toestanden als in een politiestaat zou leiden, want in alle NAVO-landen liggen reeds kernwapens opgeslagen, gereed voor gebruik. Deze zouden een veel aantrekkelijker doelwit voor diefstal zijn. Toch heeft de bewaking daarvan niet geleid tot een beperking van onze burgerlijke vrijheden.

Uiterst kleine hoeveelheden plutonium kunnen tot longkanker leiden. Bij inademing kan fijn verdeeld plutonium lang in de longen blijven. Daarom moet met plutonium in zgn. metallische vorm meer voorzichtig omgegaan worden, evenals dit trouwens met de honderden andere zeer giftige stoffen in onze samenleving het geval is.

Een nauwgezet toezicht op installaties waarin plutonium wordt verwerkt, is nodig. Het is op zich zelf geen reden om van het gebruik van deze stof af te zien. In de splijtstofcyclus komt het metallisch plutonium trouwens ook niet voor. In opwerkingsfabrieken wordt het als Pu-nitraat in oplossing gezuiverd en als oxide met uraniumoxide vermengd voordat de fabricage van splijtstofelementen plaats vindt. Overigens is veel onderzoek gaande met betrekking tot een vergroting van de veiligheid van de splijtstofcyclus, o.a. in het kader van de International Nuclear Fuel Cycle Evaluation (INFCE). Recentelijk is ook een ander opwerkingsstelsel voorgesteld, waarbij het vrijkomen van zuiver plutonium wordt vermeden.

#### **IV.4.3. Het tegengaan van de verspreiding van kernwapens**

De Verenigde Staten kwamen uit de Tweede Wereldoorlog als eerste en enige atoommogendheid te voorschijn. Al direkt na de oorlog begonnen de pogingen om verspreiding van kernwapens te verhinderen.

In de UNO verklaarde de vertegenwoordiger van de VS dat zijn land bereid was zijn nucleaire monopolie op te geven, mits de andere landen in zouden stemmen met vërgaande overeenkomsten voor de internationalisering van bezit, beheer en onderzoek betreffende splijtbaar materiaal.

In deze overeenkomsten zouden ook kwesties van controle en inspectie moeten worden geregeld, en zouden garanties moeten worden ingebouwd die vererving van splijtbaar materiaal voor militaire doeleinden zouden verhinderen. Met andere woorden, de Verenigde Staten zouden hun monopolie opgeven, nadat een sluitend stelsel van internationale regels het welk land dan ook onmogelijk zouden maken kernwapens te vervaardigen of te verwerven.

Dit 'plan Baruch' liep mis, omdat de Sowjet-Unie eiste, dat de VS eerst hun kernwapen-arsenaal moest vernietigen; pas daarna zou sprake kunnen zijn van controle en inspectie.

Reeds kort daarna bleek, dat het monopolie door geheimhouding niet werkte. In 1949 al deed de Sowjet-Unie namelijk een eerste geslaagde kernproef, in 1952 gevolgd door Engeland.

In december 1953 ontvouwde president Eisenhower zijn 'Atoms for Peace'-programma. Volgens dit plan zouden nucleaire mogendheden hun voorraden splijtstof overdragen aan een internationaal orgaan, dat de splijtstof voor vreedzame toepassingen zou herverdelen. Gehoopt werd, dat door het toegankelijk maken van de vreedzame toepassingen de kans op ongewenste ontwikkelingen in de ontvangende landen zou afnemen.

Op basis van dit plan werd in 1956 de International Atomic Energy Agency (IAEA) door de UNO opgericht, en belast met de uitvoering ervan. De IAEA heeft vanaf

het begin recht gekregen om waarborgen te eisen en controle uit te oefenen op het juiste gebruik van de verschafte splijtstof.

Uit de verdere ontwikkelingen is duidelijk geworden, dat dit programma en de aan de IAEA toegekende bevoegdheden verdere toename van het aantal kernwapensmogendheden niet heeft verhinderd.

Nadat in 1963 een akkoord bereikt was over kernwapenproeven in de atmosfeer, begonnen onderhandelingen tussen de grote landen om te komen tot een beperking van de kernwapenwedloop, en tot het verhinderen van een verdere toename van het aantal landen met kernwapens.

In 1968 sloten de Verenigde Staten, de Sowjet-Unie en Engeland het Non-Proliferatie-Verdrag (NPV). Tot dit verdrag zijn nu 101 landen toegetreden. In dit verdrag is het volgende vastgelegd:

1. Landen in het bezit van nukleaire wapens zullen op geen manier kernwapens of iets dat daarmee verband houdt verschaffen aan niet-kernwapensmogendheden.
2. Niet-kernwapensmogendheden zullen geen pogingen doen zich kernwapens te verschaffen, of anderen te helpen deze wapens te verschaffen.
3. Niet-kernwapensmogendheden zullen op hun grondgebied inspectie door de IAEA toestaan van alle (vredezame) nukleaire activiteiten; zij zullen geen materialen of uitrustingen aan andere niet-kernwapensmogendheden leveren dan onder inspectie en controle van de IAEA. Controle en inspectie mogen echter geen verhindering zijn voor de vreedzame toepassing.
4. Alle deelnemende landen zullen onderhandelingen voeren of steunen die leiden tot beëindiging van de kernwapenwedloop en tenslotte zullen voeren tot een verdrag voor algemene en totale ontwapening onder internationaal toezicht.
5. Elk van de deelnemende landen mag zich met een opzeggingstermijn van drie maanden uit het verdrag terugtrekken, indien buitengewone omstandigheden die verband houden met het verdrag de wezenlijke belangen van het land ernstig schaden.

Een aantal landen heeft om uiteenlopende redenen niet tot het verdrag willen toetreden. Meestal wilden ze hun soevereine rechten niet opgeven. Hiertoe behoren: Frankrijk, China, India, Israël, Brazilië en Zuid-Afrika. Deze landen vallen wel onder de veiligheidsgaranties (safeguards) die geëist worden door de IAEA. Daarnaast is door een groep landen, die materialen of apparaten voor de vreedzame toepassing van kernenergie exporteren, besloten aan export naar niet-NPV-landen aanvullende eisen van controle en inspectie te stellen, niet alleen betreffende de direkt geleverde apparaten of materialen, maar ook betreffende alle daaruit voortkomende apparaten en materialen. Verder zullen bij export van zgn. gevoelige technologieën van deze landen extra waarborgen worden geëist. Bij de levering door Duitsland van verrijkings- en een opwerkingstechnologie naar Duits ontwerp aan Brazilië is dit akkoord van de zgn. Londense suppliersclub aktueel. Nederland is daar bij betrokken, omdat het leveringskontraat een heel pakket betreft, waarin Nederland deelneemt met de levering van laag verrijkt uranium.

De maatregelen tegen verspreiding van kernbewapening vragen nog om commentaar. Er blijven veel vragen over hun effectiviteit mogelijk. In de eerste plaats, overeenkomsten als NPV en Londense akkoord zouden eigenlijk overbodig moeten zijn in een op een wereldrechtsorde gebaseerde wereldsamenleving.

Helaas is de wereldsituatie anders. Verdragen als deze hebben tweeërlei betekenis:

1. Zij maken het export-landen mogelijk effectief weerstand te bieden aan druk van landen die nucleaire installaties willen kopen zonder dat zij garanties geven waaruit blijkt dat ze geen militaire doelen zullen dienen.
2. Zij maken het landen, die zich niet willen binden aan internationaal toezicht en inspectie zo moeilijk mogelijk zich de middelen te verschaffen om hun plannen uit te voeren.

Naleving van de verdragen kan daarentegen vertrouwen versterken en daardoor de motieven om over eigen nucleaire wapens te willen beschikken verzwakken. Een absolute garantie vormen deze verdragen niet.

Een tweede reeks opmerkingen betreft de uitvoering van deze verdragen in de praktijk. De verdragen voorzien in controles en inspecties door de IAEA.

De controles berusten op het nalopen van materiaalbalansen in de verschillende processen. Men kan bijvoorbeeld in een bepaalde centrale bijhouden hoeveel vermogen deze totaal geleverd heeft vanaf een bepaald tijdstip. Daarmee is bekend hoeveel splijtstof daarvoor gebruikt is en hoeveel plutonium er in die tijd in de brandstofstaven is ontstaan. Door controles, die overeenkomen met die van een akkountant, kan men dus nagaan of de splijtstof voor het doel – opwekking van elektriciteit – is gebruikt of voor andere doelen aan deze bestemming is onttrokken. De IAEA als zodanig heeft hiertoe geen machtsmiddelen, maar moet de VN, met name de Veiligheidsraad, benaderen voor het tot stand brengen van zulke sancties. Deze werkwijze roept twee vragen op:

1. Door de controle achteraf blijkt onttrekking voor andere dan de opgegeven doelen pas nadat het heeft plaats gevonden. Illegale onttrekking van splijtstof is dus wel te constateren, niet te verhinderen. Wel zijn uiteraard achteraf sancties mogelijk, zoals opschorting van nieuwe leveranties, e.d. Bovendien vinden in het bedrijf automatische controles plaats op splijtstofverplaatsingen, zodat het uiterst moeilijk zal zijn aanmerkelijke hoeveelheden splijtbaar materiaal illegaal te verplaatsen of zelfs maar uit het bedrijf te smokkelen. Hiertoe zijn op relevanten punten in het bedrijf detektoren aanwezig die passage van gramkwantiteiten splijtbaar materiaal verraden.
2. Materiaalbalansen in technische processen moeten, in tegenstelling tot financiële balansen, rekening houden met kleine onzekerheidsmarges. Door onvolkomenheden kan iets meer splijtstof zijn verbruikt voor de levering van een bepaalde hoeveelheid elektriciteit dan was verwacht, etc. Het kan dus moeilijk zijn langlopende kleine illegale onttrekkingen van materialen op het spoor te komen.

Een derde punt betreft de bepaling in het NPV dat staten bevoegd zijn materiaal voor militaire, mits niet-explosieve, doelen aan de controle te onttrekken, mits zij opgeven hoeveel. Het doel hoeft dan verder niet te worden verantwoord, hoewel de onttrekking wel aannemelijk voor het gestelde doel moet zijn.

De bepalingen van het Londense akkoord kunnen de concurrentiepositie ten opzichte van derde landen verzwakken. Dit kan een land in de verleiding brengen voor het verkrijgen van een kontrakt zijn verplichtingen 'gemakkelijk' te interpreteren.



De aanvullende eisen, die de exporteursclub kan stellen, kan diskriminerend werken, en daardoor de toegang van bepaalde landen met bona fide bedoelingen tot de nucleaire wereld belemmeren. Ontvangende landen voelen zich overgeleverd aan de willekeur van de Londense suppliersclub, of meer in het algemeen aan de interpretatie die exporterende landen geven aan de bepalingen van het NPV.

Het belangrijkste bezwaar tegen het NPV en het IAEA-systeem van veiligheids-garanties is dat het niet alle nucleaire activiteiten omvat. Het is slechts als een eerste stap te beschouwen. Dat pogingen in 1976 om de akkoorden van het NPV strenger te maken op niets zijn uitgelopen, draagt helaas niet bij tot het vertrouwen in het NPV als een solide poging om de non-proliferatie met kracht tegen te gaan. Met steeds toenemende klem wordt er op aangedrongen ernst te maken met de bepalingen in het NPV die spreken van de noodzaak tot nucleaire ontwapening.

Het NPV is bedoeld om vreedzame toepassingen van kernenergie niet in de weg te staan, met gelijktijdige garanties tegen misbruik voor andere doelen. Als het NPV vreedzame toepassingen moeilijker toepasbaar zou maken, dan zouden de betrokken landen in de verleiding kunnen komen autonoom, en dus zonder controle aan deze toepassingen te werken. Gevaar voor misbruik is dan alleen maar groter.

Gezocht zou moeten worden naar methoden, die de barrière tussen vreedzame en wapen toepassingen vergroot. Instelling van regionale splijtstofcentra, onder beheer van het IAEA, zouden een oplossing kunnen bieden. In die centra zou de opwerking van afgewerkte splijtstof, de fabricage van splijtstofstaven, het beheer van alle teruggewonnen plutonium, en dergelijke activiteiten moeten worden gekoncentreerd. Dit zou tevens de eisen voor beveiliging van strategische punten van de splijtstofcyclus uit de handen van soevereine staten halen. Zonder dat zouden eisen over binnenlandse veiligheidsmaatregelen, die door het IAEA aan sommige landen zouden kunnen worden gesteld, als inmenging in binnenlandse aangelegenheden kunnen worden ervaren.

#### **IV.5. Kernenergie en ontwikkelingslanden**

Het is voor ieder duidelijk, dat de hoge energieprijzen, en de onzekerheden betreffende het energie-aanbod in de toekomst geen exclusief probleem vormen voor de energie-intensieve rijke landen. In veel ontwikkelingslanden leeft dan ook een begrijpelijk verlangen om over kernenergie te kunnen beschikken. Dit verlangen wordt daar gevoed door dezelfde motieven, die voor kernenergie worden aangevoerd in industriële samenlevingen. In het rapport van de hearing over kernenergie van de Wereldraad van Kerken te Sigtuna wordt daarover het volgende gezegd: 'Het is moeilijk om op politieke en morele gronden landen zonder kernenergie het recht te ontzeggen deze toe te passen, met vrees dat ze deze voor wapenfabricage zouden gebruiken. De voorstelling dat de toegang tot kernenergie voor altijd een beperkt voorrecht zou moeten blijven, dat alleen door de huidige nucleaire landen uitgedeeld wordt volgens regels, die hun eigen belang dienen, is onaanvaardbaar. Dit zou een ondragelijke situatie scheppen voor vele ontwikkelingslanden, die nu proberen te profiteren van de vreedzame toepassingen van de kernenergie, en het juk af te werpen van de technologische overheersing door de geïndustrialiseerde wereld'.

#### **IV.5.1. Aarzelingen**

Dit ruime standpunt wordt niet door iedereen gedeeld. De bedenkingen, die er tegen worden aangevoerd, zijn vooral van tweeërlei aard.

- Kan deze 'moeilijke' technologie wel – zonder al te grote risico's – in handen worden gegeven van technisch nog minder ver gevorderde samenlevingen? De bij de toepassing van kernenergie vereiste veiligheid (zie IV.3) veronderstelt immers, dat het bedienend personeel voor zijn taak berekend, betrouwbaar en toegewijd is. Normaal bedrijf en onderhoudswerkzaamheden zijn afhankelijk van toelevering uit een hoog ontwikkelde technische infrastructuur.
- Vergroot de toepassing van kernenergie in ontwikkelingslanden niet het risico van de verdere verspreiding van kernwapens, en van ontvreemding van splijtbaar materiaal voor chantage en terrorisme?

Het kan niet ontkend worden, dat voor het bouwen van veilige kerncentrales en voor het op veilige wijze exploiteren en onderhouden van zulke centrales een goed ontwikkelde technische infrastructuur en voldoende goed opgeleid bedienend personeel noodzakelijk zijn. Als ontwikkelingslanden een achterstand in dit opzicht willen inhalen, mogen anderen hen dat niet verhinderen, ook al twijfelen sommigen aan de wijsheid van veel van de eenzijdig op technische en economische groei gerichte ontwikkelingsstrategieën.

Bovendien moet men niet generaliseren. Er zijn ontwikkelingslanden met grote en minder grote technologische achterstand. In sommige van deze landen bestaan goed georganiseerde stedelijke en industriële samenlevingen. Voor de verdere ontwikkeling van bepaalde gebieden van zulke landen kan een gegarandeerd aanbod van goedkope elektrische energie een stimulans vormen.

Gesteld voor de wens van een ontwikkelingsland kernenergie te gebruiken voor zijn ontwikkelingsstrategie, kan door drie maatregelen tegemoet gekomen worden aan het nog tekort schietende nivo van eigen technisch kunnen.

- De noodzakelijke installaties worden geleverd door ontwikkelde landen of gebouwd door deskundigen daarvandaan.
- Voor het bedienen van de installaties en het onderhoud wordt hulp geboden in de vorm van personeel uit de ontwikkelde landen.
- Door een intensief scholingsprogramma kan geleidelijk een voldoende breed technisch kader worden opgebouwd voor het werken met deze installaties en met de infrastructuur, die nodig is om op de lange duur een economisch en maatschappelijk zinvol functioneren van kernenergie te waarborgen.

In het feit van de onderontwikkeling alleen ligt dus onvoldoende rechtvaardiging om deze landen blijvend buiten de kring van landen met kerncentrales te houden. Als zij dat wensen, kunnen wij hen over die drempel helpen. De technische oplossingen en de training van een kader van bedieningspersoneel ruimen natuurlijk niet alle problemen uit de weg. Het blijft een vraag of het politieke stelsel in die landen in staat zal zijn om de technisch geavanceerde systemen zinvol in een bepaalde samenleving te kunnen laten functioneren zonder een bedreiging te vormen voor de eigen sociale structuren en voor de bevolking van naburige landen. Men kan verontrust zijn door de sociaal-politieke aspecten van deze vraag.

Aan ontwikkelingslanden moeten natuurlijk dezelfde hoge eisen worden gesteld als

aan alle landen, wanneer het gaat om waarborgen tegen mogelijk misbruik van splijfstof voor militair en terroristisch geweld. Dat wil zeggen dat zij zullen moeten voldoen aan de verdragsbepalingen betreffende controle en toezicht door het IAEA, zoals is voorgeschreven in het NPV en de Londense akkoorden. Vaak gaan er stemmen op, dat aan deze landen extra veiligheidsgaranties moeten worden opgelegd, omdat er extra risico's zouden bestaan samenhangend met het ontbreken van een stabiele democratische regeringsvorm, het afwezig zijn van voldoende openheid en openbaarheid van bestuur en controle op bestuursorganen en met de aanwezigheid van soms sterke nationalistische gevoelens in dergelijke landen.

Het kan onverantwoord lijken om deze landen de beschikking te laten krijgen over deze technische mogelijkheden. Aan de andere kant kan men zich afvragen welk recht van spreken de meer ontwikkelde landen eigenlijk hebben, die leven onder de hoede van de gigantische kernwapen-arsenalen en die niet bij machte zijn deze te vervangen door een op overeenkomsten gebaseerde vrede. Argumenten om de ontwikkelingslanden de toegang tot kernenergie te ontzeggen of hen andere en strengere eisen op te leggen, vormen in feite een pleidooi voor strengere internationale overeenkomsten op dit gebied, die geldig moeten zijn voor zowel ontwikkelings- als ontwikkelde landen. Het is al eerder in deze brochure gesteld, dat de eisen die het NPV en het IAEA aan de rijke landen stellen lang geen waterdichte garanties geven. Betere regelingen zijn tot nu toe evenwel niet haalbaar gebleken wegens de onwil van de grote kernmogendheden ten aanzien van de kernontwapening.

Daarom wordt ervoor gepleit alle gevoelige fasen in de splijstofcyclus te onttrekken aan de bevoegdheid van de nationale regeringen en onder verantwoordelijkheid van internationale organen te stellen. Dat zou moeten gelden voor alle activiteiten op het gebied van de verrijking van uranium, het vervaardigen van splijstofstaven voor reactoren en alle opwerkingsactiviteiten. Niet alleen om het diskriminerend karakter van zo'n regeling te vermijden, wordt ervoor gepleit zo'n internationalisatie niet te beperken tot nukleaire faciliteiten ten behoeve van ontwikkelingslanden – al zou zo'n regeling daar eerder ingevoerd kunnen worden – maar uit te breiden tot *alle* landen. Ook onze eigen levenssfeer is gediend met betere garanties voor de internationale veiligheid dan met een bescherming van het evenwicht der afschrikking. De beslissende vraag bij dit pleidooi is dan ook: zijn onze landen bereid terwille van rechtvaardigheid en veiligheid een stuk soevereiniteit uit handen te geven op het gebied van de bevoegdheden betreffende de kernenergie?

#### **IV.5.2. Wenselijkheden en mogelijkheden**

Los van de hierboven besproken vragen moet aandacht besteed worden aan de vraag of kernenergie wenselijk is voor de economische ontwikkeling van de Derde Wereld en of die werkelijk gediend is met die vorm van energievoorziening. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de beslissingen hierover behoren tot de bevoegdheden van de regeringen van de betrokken landen. Als dit punt niettemin toch ter sprake wordt gebracht, dan gebeurt dit in de overtuiging dat kerken zich even goed over wenselijkheden elders als vlak bij huis moeten bezinnen. Voor de discussie volgen enkele punten.

1. Kerncentrales zijn grote installaties, die een groot elektrisch vermogen leveren

(500 tot 1000 MWe). Alleen grote distributienetten zijn in staat dergelijke grote vermogens op te nemen en te verwerken. Er zijn ongetwijfeld in diverse ontwikkelingslanden geurbaniseerde gebieden aan te wijzen, waar dergelijke grote vermogens zinvol ingezet kunnen worden. In het bijzonder geldt dit voor stedelijke gebieden in dichtbevolkte landen. Voor de ontwikkeling van de vooral dunbevolkte plattelandgebieden biedt deze omvang van de kernenergie geen oplossing. Veelal zijn echter juist hier de gevolgen van technisch-ekonomische achterstand het meest schrijnend. Met het oog op dit soort gebieden zijn ontwikkelingen gaande in de richting van kleine kerncentrales (van bijv. 100 MWe), waarvan ook de proceswarmte wordt benut. Met financiële steun van de ontwikkelde landen die deze installaties kunnen leveren schijnt de toepassing ervan in dergelijke probleemgebieden betere mogelijkheden te openen.

2. De structuur van de energievoorziening van een ontwikkelingsland behoeft niet noodzakelijkerwijs een kopie te zijn van die in industriële samenlevingsvormen. In onze westerse samenleving is er historisch een duidelijke korrelatie te zien tussen de groei van het energieverbruik en de groei van het bruto nationaal produkt (BNP). Hoewel het energieverbruik in deze landen veel hoger is als in de ontwikkelingslanden, bestaan er hier toch ook duidelijke verschillen. De hoogte van het verbruik kan niet als een graadmeter van de materiële welvaart worden beschouwd. Er zijn echter wellicht ook samenlevingsvormen mogelijk met een andere relatie tussen energieverbruik en levenspeil als gevolg van een andere definitie van welvaart en welzijn. Dat zijn bijv. ekonomische systemen met in plattelandsgemeenschappen sterk gedecentraliseerde produktie. In die gevallen is de energiebehoefte voor transportdoeleinden zeer gering.

Een ander soort gemeenschappen zijn die waarin afvalstoffen zinvol worden benut, zoals in biogas-installaties. Het verschil tussen zo'n model en de onze springt in het oog als men bedenkt dat in onze samenleving afvalverwerking grote kapitaalinvesteringen en veel energie vergt, zonder direkt bij te dragen tot het levenspeil van de bevolking, terwijl dat met de biogas-projecten precies omgekeerd is. Dergelijke experimenten, waarin achteloosheid en verspilling worden vermeden en zorg voor wat nog bruikbaar is voorop staat, verdienen overigens niet alleen steun, maar ook de aandacht voor onze eigen samenleving, omdat zij oplossingen dichterbij zouden kunnen brengen voor de nijpende problemen van grondstoffen- en energieschaarste en van milieu-aantasting.

3. Over de vraag of een verminderde aanspraak van de ontwikkelde landen op olie (bv. door meer kernenergie te gebruiken) ook betekent dat het daardoor gemakkelijker wordt voor ontwikkelingslanden om over olie te beschikken, wordt verschillend gedacht.

Er dient in dit verband een onderscheid te worden gemaakt naar het hoeveelheden en het prijsaspect. Naarmate de ontwikkelde landen minder olie verbruiken, zal dit tot grotere aanbodsmogelijkheden ten gunste van de ontwikkelingslanden leiden; zij behoeven zich dan geen zorgen te maken over een krapte op de oliemarkt. Of dit echter ook tot een verlaging van de olieprijs zal leiden, is twijfelachtig, omdat het prijsnivo immers niet zo zeer bepaald wordt door de marktverhoudingen alswel door de beslissingen van OPEC. Voor de olie importerende ontwikkelingslanden zal derhalve de druk op hun toch al ongunstige betalingsbalans blijven bestaan. Daarom zullen de ontwikkelingslanden veel meer hun energieverzorging moeten trachten te richten op andere energiebronnen dan olie, bv. op het gebruik van zonne-

energie, wind, biogas, etc., onderwerpen waaraan thans ook in de geïndustrialiseerde landen de nodige aandacht wordt gegeven. Doch, om hierin te kunnen slagen zullen zij moeten kunnen meeprofiteren van de technologische kennis van de ontwikkelde landen op dit gebied.

Er zijn vele bedenkingen tegen het opleggen van ons technologisch model aan ontwikkelingslanden. Wel zal echter moeten worden gerealiseerd dat die landen juist van de lessen die we zelf trekken uit dat model kunnen leren.

Daarmee wordt bedoeld dat we de Derde Wereld met onze kennis en kapitaal kunnen helpen om alternatieve energiesystemen te ontwikkelen. Uiteraard zullen die moeten worden aangepast aan hun kulturele patroon en om die reden veelal kleinschalig van opzet zijn.

In deze gedachte profiteren de ontwikkelingslanden van een grotere nadruk op alternatieve energiesystemen in de ontwikkelde wereld.

#### **IV.6. Meningsvorming en beslissingsprocedures**

Vroeger was het geen gewoonte over onderwerpen als de plaats van een elektrische centrale, of de in die centrale te gebruiken brandstof de bevolking te raadplegen. Zulke beslissingen waren voorbehouden aan de 'mensen die het weten konden', en blijkbaar was er weinig behoefte deze deskundigen en overheidsmensen te corrigeren. De Provinciale Elektriciteits Maatschappijen konden steeds tijdig voldoen aan de stijgende vraag, en het aantal storingen in de elektriciteitsvoorziening daalde gestaag. Daarbij bleef de prijs van de geleverde elektrische energie relatief laag.

Nu is er in korte tijd een verandering van de houding van de bevolking tegenover deze vraagstukken. Er is thans behoefte aan inspraak en invloed op de besluitvorming. Dit is te verklaren uit een toenemende bezorgdheid voor de ongewenste bijverschijnselen van allerlei technologische ontwikkelingen. Met name bij de keuze van kernenergie bestaat een wijdverbreide bezorgdheid en onzekerheid over het effect van de bijverschijnselen van deze nieuwe brandstof op woonomgeving en samenleving. Velen voelen zich er te veel bij betrokken om de beslissingen over kerncentrales over te kunnen laten aan de deskundigen.

Het algemene verlangen groeit om mee te spreken en mee te beslissen. Dat heeft zich duidelijk gemanifesteerd bij de geografische ligging van nieuwe centrales, over hun aard, en ook over de meer algemene vraag over de aard en de omvang van de elektriciteitsvoorziening op middellange termijn. Blijkbaar is de tijd aangebroken, waarin de energievoorziening gezien wordt als meer dan alleen maar een verzameling van technische beslissingen, die nodig zijn om aan een zich autonoom ontwikkelende vraag te voldoen. Het zou goed zijn, als deze ontwikkeling er toe zou leiden dat de energievoorziening wordt beschouwd als een samenhangend geheel van vraagstukken en oplossingen van technische, economische, sociale, politieke en zedelijke aard. Het zou voor het democratisch gehalte van de samenleving pleiten, als ons volk de moeilijke beslissingen niet afwentelt op een dunne laag van deskundigen, maar met technologen en planologen, beleidsambtenaren en politici samen meedenkt over verantwoorde en evenwichtige oplossingen.

Op twee kanten van deze gewenste participatie wordt hieronder in het kort ingegaan.

#### **IV.6.1. De tijdsdimensie van besluiten en inspreken**

Vanaf de vaststelling, dat kernsplijting onder experimentele omstandigheden kan worden teweeggebracht, tot het tijdstip, waarop het als energiebron technisch toepasbaar is, zijn bijna 40 jaar verlopen. Gedurende die tijd is veel geld en vernuft geïnvesteerd in het wetenschappelijk onderzoek en in de technische ontwikkeling van deze energiebron. Deze investeringen werden gerechtvaardigd door de verwachting, dat kernenergie voor een lange termijn de oplossing zou leveren voor het opdoemende vraagstuk van de energieschaarste. Deze verwachting bepaalde ook de snelle exploitatie van nieuw ontdekte reserves van aardolie en aardgas.

Nog 15 jaar geleden was het de politiek van ons land om de grote aardgasvoorraden onder Groningen verbruikt te hebben voor het aanbreken van het nukleaire tijdperk. In die periode van veel, later ongegrond gebleken, verwachtingen is het wereldolieverbruik snel toegenomen. In ons land steeg het aardgasverbruik ongehoord snel. Maar met de snelle stijging van het gebruik gingen meer mensen zich beter realiseren, dat de uit de uraniumreserves te winnen energie-hoeveelheden wel indrukwekkend groot zijn, maar alleen indien daarvoor kweek-processen worden toegepast. En juist tegen deze kweek-processen worden inmiddels, afgezien van technische bezwaren, bedenkingen van politiek-maatschappelijke aard ingebracht. Bij een op LWR's berustende elektriciteitsopwekking uit uranium is de winbare hoeveelheid energie veel kleiner en zeker niet groter dan de in de vorm van aardolie en aardgas voorradige energie-hoeveelheid. Bij het huidige peil van het energieverbruik kan een op LWR's berustende elektriciteitsvoorziening slechts een beperkte bijdrage leveren aan de oplossing van de schaarste aan energiegrondstoffen op de zeer lange termijn.

In de periode waarin kernenergie technisch werd ontwikkeld (de jaren '50 en '60) werd bij de planning voor de toekomst geen rekening gehouden met de mogelijke hardnekkigheid van de technische bezwaren en werd de omvang van de bezwaren, risico's en gevaren van kernenergie in een politiek instabiel wereldbestel nog niet voorzien.

Inmiddels werden in die periode kolenmijnen gesloten, elektrische centrales gebouwd voor aardolie en aardgas als brandstof, grote aantallen woningen en openbare gebouwen gebouwd volgens ontwerpen die uitgingen van een overvloed aan goedkope energie (slechte isolatie, laagrendabele olie- of gas-gestookte CV-installaties en warmwatervoorzieningen) en een op energie-verslindend partikulier vervoer afgestemde ruimtelijke ordening geschapen. Allemaal zaken waar we niet van vandaag op morgen af zijn. De konsekventies van de beleidsbeslissingen van zo'n 20 jaar geleden zullen nog vele tientallen jaren doorwerken, niet het minst ook in de energiebehoefte van de samenleving.

We zijn er ook aan gewend geraakt te geloven, dat het winningsproces van energiegrondstoffen goedkoop is, en dat dus de produktie-kapaciteit op korte termijn aan de behoefte kan worden aangepast. Dit geldt echter niet voor alle energiegrondstoffen, maar uitsluitend voor olie en gas.

Dat is bij kolen anders. Er is een lange tijd van ontwikkeling nodig voor nieuwe mijnen in gebruik genomen kunnen worden en daarvoor zijn tevens grote investeringen vereist. Als rond 1990 kolen in grote(re) hoeveelheden verstoekt worden in centrales, dan zullen deze kolen thans reeds besteld moeten worden. Dat is echter

moeilijk als er onzekerheid bestaat over de ontwikkeling van het elektriciteitsverbruik en het aandeel van kolen en kernenergie in de stroomproductie. Eenzelfde redenering gaat overigens op voor uranium, dat moet worden gewonnen en bewerkt voor het geschikt is om als brandstof te worden gebruikt.

Hoewel het bewustzijn van en de betrokkenheid bij de ontwikkelingen in de wijde woonomgeving en werksituatie toenemen, is het niet te verwachten, dat veel mensen in staat en bereid zijn zich voldoende lang van te voren te verdiepen in de planning van ontwikkelingen die over 15 jaar verwerkelijkt zullen worden. Dit kan een reden zijn voor wederkerige irritatie tussen verantwoordelijke beleidsmensen en burgers die hun democratische bevoegdheden willen uitoefenen op het moment dat de plannen in een uitvoerende fase komen. Want hoe deze bevoegdheden dan eerder kunnen worden uitgeoefend, is niet gemakkelijk te beantwoorden. Misschien kunnen scholing en vroegtijdige voorlichting helpen om de meningsvorming over nog open situaties reeds voldoende lang van te voren op gang te brengen.

#### **IV.6.2. Het politiek-psychologische klimaat en de realisering van besluiten**

Uit de hierboven uiteengezette lange tijd tussen de voorbereiding en de uitvoering van beleidsbeslissingen volgt, dat er niet veel mogelijkheden zijn om nog op genomen beleidsbeslissingen terug te komen, ook als het politiek-psychologische klimaat van het ogenblik zich daartegen zou verzetten. Daarbij moeten echter twee dingen bedacht worden.

In de eerste plaats: Elke kwetsbare technologie brengt meer risico's met zich wanneer hij wordt ingevoerd tegen de wens van belangrijke bevolkingsgroepen, dan wanneer dit geschiedt met algemene instemming. De bewaking, die de installaties dan behoeven, wakkert op zijn beurt de bestaande onlustgevoelens aan, zodat een eskalatie kan optreden.

In de tweede plaats: Terecht leeft bij de verantwoordelijke beleids-ambtenaren bezorgdheid over de vraag, welke politiek-psychologische gevolgen een energietekort over 10 à 20 jaar kan hebben. Onze samenleving is in al zijn geledingen en samenhangen zo afhankelijk geworden van een op hoog energieverbruik afgestemde voorzieningszekerheid – verslaafd zou je haast kunnen zeggen – dat een plotselinge stagnatie in het aanbod niet zonder ernstige ontwenningverschijnselen zal kunnen plaats vinden. Op de aard van deze ontwenningverschijnselen kan onmogelijk uitvoerig worden ingegaan. Volstaan moge worden met te herinneren aan de samenhang die in ons type samenleving bestaat tussen energieverbruik enerzijds, en bereikte materiële welstand en immateriële welzijn anderzijds. In het licht van deze samenhang is het niet ondenkbaar, dat één van de ontwenningverschijnselen zal bestaan uit een door sociaal-psychologische factoren veroorzaakte politieke en maatschappelijke instabiliteit.

Uit het voorafgaande kan gekonkludeerd worden, dat beleidsbeslissingen die direct of indirect met de energievoorziening te maken hebben, enerzijds een lange periode van beleidsvoorbereiding behoeven en anderzijds het risico in zich dragen te moeten worden uitgevoerd in een politiek-psychologisch klimaat, dat realisatie ervan bemoeilijkt. Processen van inspraak en democratische besluitvorming moeten daarom even lang van te voren worden voorbereid als de beleidsbeslissing zelf.

#### **IV.6.3. De speelruimte voor besluitvorming**

Leek de energievoorziening tot de jaren '72/'73 nog voornamelijk binnen de technisch-ekonomische besluitvorming te vallen, het is nu duidelijk dat er ook psychologische, maatschappelijke en zelfs ethisch-kulturele aspecten bij komen. Dat maakt de besluitvorming steeds moeilijker want het beperkt de speelruimte bij het zoeken naar oplossingen. Ook gaan er grote beperkingen uit van de 'geografische dimensie', d.w.z. de onderlinge afhankelijkheid van nationale staten en bevolkingsgroepen. Een gemeente kan geen energiemaatregelen nemen zonder de nationale richtlijnen te volgen en evenzo moet Nederland een aantal richtlijnen volgen van de Europese Gemeenschap en in mindere mate van de Organisatie voor Ekonomische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO).

#### **IV.7. Hoe moeten we alles afwegen?**

De strekking van het voorafgaande is duidelijk; de maatschappelijke vragen rond kernenergie kunnen niet worden beantwoord met dwingend uit de technische en ekonomische gegevens af te leiden oplossingen.

Afweging van vele ongelijksoortige factoren is nodig om tot beslissingen te komen.

Maar, hoe zwaar laten we de verschillende factoren meewegen?

Die vraag is zeker niet objektief te beantwoorden. Onze opstellingen en ons ethos, om niet te spreken van de in onze levensbeschouwing of ons geloof gewortelde stelsels van normen en waarden, zijn beslissend voor onze antwoorden.



## V.1. Stand van zaken

In de vorige hoofdstukken is heel wat informatie aangereikt en zijn verschillende dimensies en aspecten van het vraagstuk aan de orde gekomen. Ook is reeds een aantal ethische kwesties gesignaleerd zoals: afweging van soms moeilijk vergelijkbare risico's verbonden aan het gebruik van verschillende brandstoffen voor de voeding van elektriciteitscentrales; vragen betreffende de kwaliteit en de stabiliteit van de samenleving, de leefbaarheid van de aarde voor toekomstige generaties, de relatie tussen vreedzame en militaire toepassing van kernenergie, etc.

In dit hoofdstuk willen we proberen elkaar te helpen op dit ingewikkelde probleemveld enigermate tot afweging te komen. Kompromissen zijn onvermijdelijk, maar waar liggenelijkerwijs grenzen en binnen welk veld gaat het om keuzevorming? Heel dikwijls gaat er een zekere aantrekkingskracht uit van simplificaties. Zo'n simplificatie zou in het geval van de kernenergie de keuze terug brengen tot 'ja' of 'nee'. Maar hopelijk heeft de voorafgaande informatie duidelijk gemaakt, dat we ons toch niet tot een dergelijke simplificatie in de positiekeus kunnen laten verleiden. Dat zou ook onbarmhartig zijn tegenover de beleidsvoerders en besluitvormers in onze samenleving.

Eerst komen de pro-argumenten voor het mede gebruik maken van kernenergie voor de elektriciteitsvoorziening, d.w.z. voor uranium als brandstof voor elektriciteitscentrales, aan de orde. Deze argumenten zijn in deze brochure reeds hier en daar genoemd en toegelicht. Daarom hier in het kort alleen een herhaling zonder verdere uitleg. Het gaat er nu slechts om deze argumenten op een rijtje te zetten:

1. Door gebruik te maken van uranium als brandstof voor elektriciteitscentrales putten wij de voorraden van andere brandstoffen, die noodzakelijk zijn voor andere vormen van energiegebruik, minder snel uit, met name kan daardoor olie gespaard worden voor die toepassingen waarvoor het het best geschikt is, nl. in het verkeer en voor chemische grondstof.
2. Door mede gebruik te maken van kernenergie voor elektriciteitsvoorziening wordt een (noodzakelijke) bijdrage gegeven aan het voorkomen van schaarste aan energie in de loop van de tachtiger jaren en zodoende een redelijke mate van continuïteit in de aard en de structuur van de samenleving alsmede in onze manier van leven gewaarborgd, ook al zal in ieder geval ons energieverbruik verminderd dienen te worden.
3. Diversifikatie in het gebruik van verschillende soorten brandstof voor de centrales maakt onze energievoorziening en daarmee onze samenleving minder kwetsbaar. Wij raken minder afhankelijk van bepaalde landen.
4. Met uranium gestookte centrales zijn milieuvriendelijker dan op olie of kolen gestookte centrales. Zij belasten het milieu niet met chemische afvalprodukten, slechts met kleine hoeveelheden radio-actieve stoffen.

5. De kostprijs van elektriciteit uit kerncentrales is over het algemeen iets lager dan die uit centrales die met fossiele brandstoffen worden gestookt.

Dit zijn vijf zwaarwegende argumenten.

Wanneer men echter ziet naar de kontra-argumenten, dan blijken die evenzeer zwaarwegend te zijn:

1. Er is nog geen algemeen aanvaardbare en definitieve oplossing gevonden, die de risico's verbonden aan het opbergen van kernsplijtingsafval voldoende ondervangt.
2. Het gevaar van misbruik van kernenergie voor niet-vredelievende doeleinden blijft bestaan. Waterdichte regelingen, die de proliferatie van de toepassing van kernenergie voor oorlogsdoeleinden verhinderen, bestaan er niet.
3. Er bestaat nog allerminst eensgezindheid over de beantwoording van de (sociaal-psychologische en politieke) vraag van de risico-afweging. Hoe moeten de risico's van kernenergie, waaronder die van de kleine kans op zeer grote ongelukken, worden vergeleken met het geheel anders geaarde risico-karakter van een steenkool-technologie?

Naast deze kontra-argumenten worden soms nog veel andere argumenten tegen de kernenergie gehanteerd. Eén argument dient nog eens genoemd en toegelicht te worden. Het betreft de versterking van de grootschaligheid in de samenleving en de daarmee gepaard gaande noodzaak tot grotere zorgvuldigheid en controlemaatregelen. Hoewel dit argument vaak gebruikt wordt in de discussie over kernenergie, gaat het hier in wezen om een argument dat de discussie over de gehele westerse technologie en niet specifiek die over kernenergie raakt. Steeds meer technologie in een politiek, economisch en sociaal minder stabiel wordende samenleving leidt tot grotere kwetsbaarheid van het maatschappelijk systeem en daarmee tot de noodzaak van meer controle. Von Weizsäcker heeft dan ook gewezen op het 'vergrootglas-effekt' van de kernenergie-diskussie: in wezen is hier aan de orde de wijze waarop de westerse mens met de technologie bezig is om zijn omgeving en medemens naar de hand te zetten. Het is duidelijk dat de pro- en kontra-argumenten ook hierdoor niet zo gemakkelijk tot een afweging kunnen leiden die in een onvoorwaardelijk 'ja' of 'neen' uitmondt. Het gaat dan ook veeleer om het veld daartussen in kaart te brengen. Een veld dat zich bevindt tussen 'ja, mits' en 'neen, tenzij'.

Ten aanzien van veel gekompliceerde en knellende vraagstukken in de samenleving komen we niet uit onder deze zeer zorgvuldige vorm van afwegen. Het zoeken naar een compromis enerzijds en het scherp vaststellen van grenzen waarbinnen een compromis aanvaardbaar is. We begeven ons dan duidelijk op het terrein van de sociale ethiek, dat wil zeggen op methodische bezinning op het verantwoordelijk handelen en op het ontwikkelen van een richtingsbesef voor de toekomst van de samenleving. Dat veld tussen 'ja, mits' en 'neen, tenzij' lijkt wellicht groter dan het is. Het zou bij nadere invulling kunnen blijken dat de ruimte tussen die twee maar een smalle marge is.

Voor we hier echter nader op ingaan, lijkt het zinvol ons nog wat fundamenteler te oriënteren over uitgangspunten en criteria. In de oekumene binnen en buiten Nederland is hierover ook reeds enige tijd nagedacht.

## V.2. Theologische en ethische oriëntatie

De toekomstige energie-voorziening van de samenleving stelt ons voor een aantal niet eenvoudige vragen en dwingt ons tot zorgvuldige keuzen. Wanneer we het hebben over de samenleving dan bedoelen we daarmee het wereldomvattende verband dat alle bewoners van de aarde insluit. Ten aanzien van de vragen en keuzen gaat het om zo verantwoord mogelijke beslissingen. Die verantwoordelijkheid betreft huidige en toekomstige generaties als ook de aarde. Kortom, het gaat om ons zelf, om onze medemensen in andere werelddelen, maar ook om mensengeslachten die na ons leven en tenslotte om dieren en planten met elk hun eigen rol in het net van relaties dat de biosfeer vormt. Over die complexe en onderscheiden verantwoordelijkheid kunnen en moeten kerken iets zeggen aan mensen, eigen leden en anderen, want de verantwoordelijkheid voor de ander en voor de aarde behoort volgens de bron van de kerken tot de kern van het mens-zijn, of de mens er aan wil, het prettig vindt of niet. De verantwoordelijkheid van de mens ligt daarin verankerd dat hij antwoord moet geven op de roep van de Heer de aarde en haar volheid te dienen, leefbaar en bewoonbaar te maken en te houden. Immers de bijbelse opdracht is om de aarde te bewerken en te bewaren. Bewerken dat wil dus zeggen dat het niet verboden is in 'de natuur' in te grijpen middels het menselijk vernuft. Maar zoals Job zegt (Job 28) hoeft dat nog geen wijsheid te betekenen. Het bewerken staat daarom ook in het kader van het bewaren, zowel van de aarde als van de menswaardigheid van het leven op aarde. Dat impliceert zorg (zorgzaamheid en zorgvuldigheid), als kern van het mens-zijn voor God, bezig op en met deze aarde. De mens is heer en dienaar 'der schepping'.

God is met de mens en met al wat leeft een verbond aangegaan en de opdracht van de mens binnen dat verbond is gericht door de belofte van God om de aarde niet meer te bederven (Genesis 9). Al wat leeft is in 's mensen hand gegeven, maar als beheerder en binnen het verbond. Hij mag niet riskeren wat God zelf niet meer riskeren wil: het voortbestaan van zijn schepping. Daar komt de mens aan de grens van zijn heerschappij. Echter, de ruimte van zijn zorg is niet overal en voor altijd duidelijk bepaald. Om die ruimte te leren kennen is in Israël de wet, de wegwijzing gegeven. De richting van het handelen moet steeds opnieuw, in verantwoordelijkheid tegenover de Heer gevonden en geformuleerd worden.

Hiermee raken we ook aan de verhouding tussen onze zorg en Gods voorzienigheid. Het is goed om hier een kleine exkursie te maken. Er bestaan op dit terrein verschillende denk- en geloofswijzen. Met alle risico's van simplificatie door schematisering willen we hier toch vijf theologische modellen voor de verhouding tussen mens en natuur, menselijke verantwoordelijkheid en goddelijke voorzienigheid, enigszins omschrijven. We kunnen ze hier slechts zeer globaal aanduiden, maar missen kunnen we ze ook niet omdat ze mede bepalend zijn voor ons handelen. *Allereerst het klassieke schepping/onderhouding model.* Dit model is eeuwenlang in de katholieke en de reformatorische theologie toonaangevend geweest. Binnen dit model heeft God de wereld geschapen aan het begin en als begin van de tijd en sindsdien onderhoudt Hij zijn scheppingswerk door direkte regering en meer indirecte samenwerking met de natuur. De natuur wordt gezien als werktuig in Gods hand en heeft vooral binnen de katholieke traditie iets normatief gekregen als onderbouw van de genade. Men spreekt van een *lex naturalis*, natuurwet, waaraan de mens gehoorzaam moet zijn. In de Gereformeerde traditie ligt het aksent meer op de menselijke natuur die zich keert tegen God en zondig wordt genoemd. De

buitenmenselijke natuur geldt daar niet zozeer als norm, maar veeleer als grens voor de mens. Zo is generaties lang de natuur gezien als het middel waarmee God de regie over de wereld voert. Alles wat de mens verkeerd doet, wordt door Gods regering weer ten goede gekeerd. In deze gedachtengang komt de menselijke verantwoordelijkheid voor de natuur nauwelijks voor (alleen in mikro-verband) omdat er tot voor kort een algemeen menselijk besef was dat de mens aan de natuur niets kan veranderen. Nu in onze eeuw de mogelijkheid van menselijk ingrijpen in de regie van de natuur zich voordoet, valt men binnen dit model van denken en geloven terug op de zekerheid dat God uiteindelijk zelf de regie over deze wereld in handen heeft. He's got the whole world in His hands. De mens kan heel wat wikken, maar God zal toch beschikken. Binnen dit model blijft God uiteindelijk verantwoordelijk. De mens kan ongehoorzaam worden, maar de schepping staat hierbij zelf niet op het spel. Bij deze manier van denken en geloven wordt aan de makro-verantwoordelijkheid voor het behoud van de schepping niet zó zwaar getild.

Een *tweede model*, dat nog veel ouder is, zou je het *moedermodel* kunnen noemen. Het betreft een basisgevoel van afhankelijkheid en veiligheid. De natuur wordt als goede moeder beschouwd, die soms wel hard en meedogenloos kan toeslaan, maar die toch de betrouwbare voorwaarde is voor het leven op aarde. Tegen alle kritiek is er in de geschiedenis van het Jodendom en Christendom een tendens geweest om Gods voorzienigheid te laten samenvallen met de algemene regie van moeder natuur. Soms gaat men zelfs zover dat men over God of de natuur spreekt (Spinoza). Deze opvatting heeft diepe wortels en vooral de Stoa heeft op dit punt grote invloed gehad op het westerse denken.

In dit model zorgt de natuur uiteindelijk wel weer voor het evenwicht. De risico's blijven beperkt omdat er een basis voor vertrouwen en optimisme is in de elasticiteit van de natuur, eventueel inclusief de menselijke rede. Dit model treft men bij veel natuurwetenschappers aan.

Typisch is dat beide modellen, ondanks onderlinge heftige strijd tussen de aanhangers van beide modellen in het verleden, toch vanuit onze moderne vraagstelling een merkwaardige overeenkomst hebben. Beide gaan immers uit van een algemene regie die ofwel in Gods hand ligt en wordt uitgevoerd door de natuur, of die tenslotte bepaald wordt door de zichzelf trouw blijvende en regenererende natuur.

Drie andere modellen die van jongere datum zijn, moeten nu ook genoemd worden. Eerst als *derde model* het *verbonds- of koninkrijksmodel*. Naar mate de menselijke mogelijkheden zijn toegenomen in wetenschap en techniek en vooral na de afschuwelijke ervaringen van de laatste wereldoorlog waarin bleek tot hoeveel vernietiging de mens in staat is, is er twijfel ontstaan aan de voorgegeven en principieel vaststaande regiefunctie van de natuur. Zijn we niet op een moment in de geschiedenis aangekomen waarbij de regie van geschiedenis en natuur in handen is komen te liggen van de mens? Is de natuur wel zo direkt werktuig in Gods handen? Wordt de natuur ook niet gekenschetst door een betrekkelijke zelfstandigheid evenals de mens? Licht er in de natuur niet iets dat even ambivalent is als in de mens en in de geschiedenis? Kan de natuur niet en God dienen en afwijken van Gods bedoelingen? Wij hebben bovenal vertrouwen in God, niet omdat Hij als schepper de almachtige is die de regie wel zal blijven voeren, maar omdat Hij de overwinnaar is in Jezus Christus en omdat Hij het uiteindelijk zal winnen van de machten van het kwaad en de duisternis. De schepping staat hier in het kader van het verbond van

God tegen het lot en in het perspectief van het Koninkrijk (Barth). In dit model is er grotere ruimte voor de natuur en de mens, die zich in dienst kunnen stellen van God of van de machten van het kwaad. We mogen geloven dat God de eindoverwinning zal halen, maar wij worden bij deze strijd wel ingeschakeld. Daarbij gaat het om een nieuwe manier van leven waarbij een ontgoddelijkte wetenschap en techniek ten dienste staat van de humanisering van de wereld. De God van het verbond is daarin onze bondgenoot (Moltmann).

Een *vierde model* dat hier genoemd wordt, trekt de lijn van de verantwoordelijkheid van de mens nog verder door. De machten blijken niet zo gemakkelijk te humaniseren en te kerstenen. Tasten de machten ook God zelf aan? Bonhoeffer formuleert heel scherp: God laat zich uit de wereld dringen aan het kruis. God is machteloos en zwak. En juist zo is Hij bij ons en helpt Hij ons. De zwakte van God is zijn kracht. Anderen hebben daar verder over nagedacht en gezegd dat *Gods zaak in onze handen* ligt (Sölle). Wij zijn verantwoordelijk voor deze wereld.

Tenslotte een *vijfde model* dat meer een variant is binnen de modellen drie en vier. Men noemt het wel: *bewaarmodel*. Bewaren staat hier niet voor konserverend of konservatief bezig zijn, maar is ontleend aan Genesis 2 : 15, het bewerken en bewaren van de aarde. Vooral wanneer de mens langzamerhand in staat is de natuur ingrijpend te veranderen of aan te tasten (uitputting grondstoffen, aantasting biologisch evenwicht, verandering van erfelijk materiaal) dan gaat het om de opdracht de aarde en haar volheid te bewaren voor de wederkomst van de Heer, te leven als rentmeester.

De modellen maken hopelijk duidelijk dat de verbinding, die men ziet en gelooft tussen menselijke zorg en goddelijke voorzienigheid, de positiekeuzen ten aanzien van de verantwoordelijkheid sterk bepaalt.

Onder een aantal jongeren, en ouderen, waaronder de aktievoerders, wordt aan deze verantwoordelijkheden voor de toekomst van onze leefwereld, zwaar getild.

De Konsultatiegroep voelt zichzelf het meest aangesproken door de laatste drie modellen. Haars inziens behoort de menselijke verantwoordelijkheid centraal te staan, maar binnen het kader van het handelen Gods en zijn belofte voor de toekomst. Wordt zorg tot overbezorgdheid dan treedt Gods voorzienigheid als correctie op. Maar die voorzienigheid mag niet uit de kontekst worden losgemaakt dat God de menselijke verantwoordelijkheid niet uitschakelt, maar inschakelt en zich daar in sterke mate van afhankelijk maakt. Wanneer in de Bergrede (Matth. 6) bij de prediking van Gods voorzienigheid een halt toegeroepen wordt aan de overbezorgdheid, gaat dit gepaard met een dringend appèl om het Koninkrijk van God en zijn gerechtigheid te zoeken. Dat is uiterst actief. Want de samenleving en de aarde zelf zijn door alles heen bestemd om vernieuwd te worden tot het komende rijk van gerechtigheid. Daartoe is God in zijn zoon op aarde en onder de mensen gekomen en heeft Hij – want God laat het werk zijner handen niet varen – dit rijk gegrondvest. En in Jezus Christus vraagt hij van iedere volgeling tekenen in onze omgang met de aarde en haar volheid die naar dat Rijk verwijzen en de toekomst daarnaar openhouden. De heiliging van ons leven betreft ook ons leefmilieu. Het is de leefruimte voor het verbond tussen God en mensen, het is het toneel van de werkelijkheid Gods en de vestigingsplaats van zijn Rijk. Vanuit dit verantwoordelijkheidskader weten kerken zich ook betrokken bij vragen, keuzen en beslissingen

waarvoor het huidige probleem van energievoorziening de werldsamenleving plaatst.

Tegelijkertijd wordt beseft dat de ontwikkeling van het christendom in West-Europa en Noord-Amerika in een te eenzijdige nadruk op de heerschappij van de mens mede verantwoordelijk is voor een kultuurontwikkeling waarbij de verhouding tussen doel en middelen is zoek geraakt en uitbuiting van mensen en roofbouw van de aarde geen uitzondering zijn. Dit alles in tegenspraak tot gerechtigheid naar bijbelse maatstaf volgens welke alles wat adem heeft, initiatief, schepping, eigendom van God is en derhalve tot zijn recht moet komen.

Daarom worden we als kerken in het westen en noorden van de wereld opgeroepen tot theologische heroriëntatie die onvermijdelijk tot konsekwentie heeft een andere manier van leven, niet ten koste van anderen en zonder roofbouw op de aarde. De oekumenische reflectie na de tweede wereldoorlog over een verantwoordelijke samenleving wijst in deze richting.

### **V.3. Oekumenische reflectie**

Binnen de Wereldraad van Kerken is vanaf de oprichting in 1948 geprobeerd richting te geven aan het sociale denken. Van meet af aan heeft daarvoor het begrip 'verantwoordelijke samenleving' als toetsingskriterium gediend. In dit begrip wilde de Wereldraad van Kerken tot uitdrukking brengen dat ieder mens geroepen is verantwoordelijkheid te dragen voor zichzelf, anderen en het geheel van de werkelijkheid waarin wij leven. Voorts dat gezagsdragers verantwoordin schuldig zijn in het bijzonder aan hen waarover zij gezag uitoefenen. Later is dit begrip uitgegroeid tot een werkformule voor christenen en kerken om zich in te zetten voor een verantwoordelijke samenleving.

Die werkformule houdt dit in:

1. Analyse van de werkelijkheid waarin men leeft, cultureel, maatschappelijk, politiek en economisch.
2. Opnieuw luisteren naar het verhaal over het Verbond tussen God, mens en aarde.
3. Formuleren van criteria voor een middellange termijnbeleid binnen het perspectief van de bijbelse verwachting.
4. Het uitdenken en doen van eerste stappen door kerken en christenen in de gewenste richting.

Op deze manier heeft de Wereldraad het vraagstuk van de ontwikkelings samenwerking aangepakt en wordt geprobeerd het rassisme te bestrijden. Deze methode wordt ook gevolgd met betrekking tot de vragen rond de ontwikkeling van de technologie en de toekomst van de samenleving die steeds dringender de aandacht vragen. Reeds op de wereldkonferentie Kerk en Samenleving in 1966 te Genève waar het ontwikkelingsvraagstuk centraal stond, is gewezen op de noodzaak van een komplementaire en eigenstandige bezinning op deze vragen. Na de Assemblee van de Wereldraad te Uppsala is het Departement Kerk en Samenleving begonnen met studie en bezinning aangaande 'toekomst van mens en samenleving in een door de

technologie beheerste wereld'. Een zeer kompleks terrein. Het gaat om de kwaliteit van de samenleving, om het zoeken naar een richting voor de ontwikkeling van de wetenschap (biologie, oekologie, technologie, economie, sociologie, theologie) die de leefbaarheid van de aarde dient en een schaal en maat volgt, waarin de mens kan ademen, zijn betrokkenheid kan beleven en samen met anderen zin aan de toekomst kan geven. In 1970 werd in Genève voor dit programma een verkenningssymposium belegd. In het begin van de zeventiger jaren volgden in verschillende continenten regionale werksymposia. Het lag in de bedoeling om met aanbevelingen te komen voor de Assemblée in Nairobi 1975, maar daarvoor was de tijd te kort. Een evaluatiebijeenkomst in 1974 in Boekarest bracht dat duidelijk aan het licht.

Belangrijk was echter dat in Boekarest aan de verantwoordelijke samenleving, die sinds 1966 reeds werd geïnterpreteerd als een samenleving waarin de betrokkenheid van burgers vergroot dient te worden en krachtig gestreefd wordt naar rechtvaardiger verhoudingen, nu nog een derde element werd toegevoegd: de houdbaarheid en de duurzaamheid zowel van de aarde als van de menselijke samenleving te bevorderen. Een just, participatory and sustainable society.

Bovendien werd in Boekarest de aanbeveling aan de Wereldraad van Kerken gedaan om tot een onderzoek aan te zetten van de belangrijke ethische, economische, sociale en wetenschappelijke implicaties van de uitbreiding van nucleaire energiecentrales in de wereld. De Wereldraad had reeds zijn inbreng gegeven op de wereldmilieukonferentie te Stockholm in 1972. Een van de meer concrete uitdagingen, niet alleen trouwens naar het milieu doch ook naar de kwaliteit van de menselijke samenleving, vormt de energiebehoefte en de voorziening daartoe. Met name de ontwikkeling van de kernenergie neemt daarin een centrale plaats. Het Centrale Comité van de Wereldraad nam deze aanbeveling over. Zo heeft de afdeling Kerk en Samenleving in juni 1975 in Sigtuna in Zweden een oekumenische hearing over kernenergie gehouden. Daar is gesproken over energiebehoeften en voorzieningen, criteria, risico's en operationele ervaring met betrekking tot kernenergie, de relatie tussen kernenergie en kernwapenen.

Enkele voorlopige conclusies uit die hearing waren: het zou niet gerechtvaardigd zijn noch tot een onvoorwaardelijke verwerping, noch tot een aanbeveling van ganser harte van het gebruik van kernenergie op grote schaal te komen. De deelnemers waren onder de indruk van de veiligheidsrapporten inzake de werking van reactoren. Zonder snelle kweekreactoren biedt kernenergie slechts een tijdelijke oplossing. Deze energiebron stelt de samenleving voor hoge eisen van stabiliteit en waakzaamheid. De positie van de ontwikkelingslanden vraagt speciale aandacht. Men kan de relatie tussen vreedzame doeleinden en militaire doeleinden rond kernenergie niet ontkoppelen.

Ten aanzien van het voortgaande gesprek over deze materie worden de volgende elementen genoemd: kernenergie en maatschappelijke doelstellingen, kernenergie en de verdeling van politiek/economische macht. Het keuzeproces tussen verschillende alternatieven. De beperkingen van de technische analyse, theologisch kritische bezinning op verborgen wereld- en mensbeschouwing bij de keuzen rond kernenergie, heroriëntatie met betrekking tot christelijk geloofsperspectief. De kerken worden vanuit deze consultatie opgeroepen:

1. meer inzicht in de problemen te verschaffen aan eigen leden en de samenleving

- in haar geheel via betrouwbare en begrijpelijke informatie;
2. te stimuleren dat groepen die tegenover elkaar staan en waartussen de spanningen toenemen met elkaar in gesprek blijven;
  3. er voor zorg te dragen dat deskundigen, betrokkenen en de bevolking niet langs elkaar heen leven;
  4. te bevorderen dat lange en korte termijn voordelen en nadelen eerlijk afgewogen worden, bezinning op doelstellingen en middelen van de samenleving verder uitgediept worden en gezamenlijke en individuele verantwoordelijke leefwijzen ontwikkeld worden;
  5. op te roepen tot besluitvorming inzake energievoorzieningen die de politieke en economische ongelijkheid in de wereld niet verhoogt, maar vermindert.

De Wereldraad van Kerken, althans het Departement voor Kerk en Samenleving is op grond van zijn arbeid in deze door de International Atomic Energy Agency gevraagd een bijdrage te leveren vanuit haar visie op de sociaal ethische vragen over de toepassing van kernenergie in het recente grote kongres van de IAEA over kernenergie, voorjaar 1977 te Salzburg.

Deze bijdrage bestond o.m. uit een presentatie waarin gekonkludeerd werd dat de discussie binnen de Wereldraad heeft geleid tot 3 overtuigingen hier verkort weergegeven:

- Pandora's doos kan niet gesloten blijven; we kunnen niet leven alsof kernenergie niet is uitgevonden. Onze technologie heeft ons grote voordelen gebracht, maar leidt ons ook tot nieuwe gevaren. Kernenergie benadrukt dit dilemma.
- het is noodzakelijk dat er tussen mensen van verschillend geloof en ideologie een discussie komt over de relatie tussen de immer groeiende productie en consumptie van energie (en andere goederen) en het welzijn of het welbevinden van de maatschappij. Kernenergie mag nooit een doel zijn, maar kan slechts in dienst staan van gerechtigheid en de kwaliteit van het leven.
- het verstandig gebruik van kernenergie hangt paradoxaal genoeg af van nieuw inzicht in de grenzen van het mens-zijn. De moderne mens wil steeds maar hindernissen wegnemen en de menselijke macht vergroten. Steeds meer mensen echter wijzen erop dat de mens niet God kan worden, dat hun macht beperkt is en dat niet alle problemen met technologische oplossingen kunnen worden aangepakt.

Deze opstelling namens de Wereldraad heeft zowel van individuen binnen de kerken als van enkele nationale kerkelijke organisaties kritiek gekregen. Mede om deze reden heeft het Centrale Comité van de Wereldraad haar Departement voor Kerk en Samenleving aanbevolen om een nieuwe consultatie te organiseren over het onderwerp 'Oekumenische zorg in relatie tot kernenergie'. Deze bijeenkomst heeft begin mei 1978 in Bossey (in de buurt van Genève) plaats gevonden en heeft zich vooral gebogen over de controversiële punten in de kernenergie discussie:

- de mogelijkheden van de niet-nukleaire energiebronnen
- de risico's en voordelen van de kweekreactoren
- het probleem van de proliferatie en de overdracht van nukleaire technologie
- de maatschappelijke kosten en risico's van nukleaire brandstofcyclus
- de ethische aspecten rond kernenergie en de rol van de kerken.

Het ligt in de bedoeling dat de resultaten van deze bijeenkomst zullen worden



voorgelegd aan het Centrale Comité van de Wereldraad en mede een onderwerp van discussie vormen op de wereldkonferentie in 1979 over 'Wetenschap, geloof en toekomst' te Boston.

Wij willen besluiten met de drie ethische criteria uit de sociale reflectie van de Wereldraad hier nog eens uitdrukkelijk te vermelden:

1. Rechtvaardige verdeling van welvaartsbronnen en ontwikkelingskansen in de wereld als geheel.
2. Duurzaamheid en houdbaarheid van de aarde en samenlevingsstructuren voor komende geslachten en voor onze dierlijke en plantaardige medeschepselen.
3. De mogelijkheid voor mensen om deel te hebben in de beslissingen waarvoor hun samenleving is gesteld.

#### **V.4. Nieuwe levensstijl**

In onze eigen samenleving zijn we sinds enige tijd bepaald bij de noodzaak van verandering van onze manier van leven. Het rapport van de Klub van Rome heeft daarbij duidelijk als een stroomversnelling gewerkt. Bredere lagen van de bevolking hebben via dit rapport een beeld gekregen van de eindigheid van een aantal natuurlijke hulpbronnen. Bovendien heeft de oliecrisis ons aan de lijve doen voelen dat politieke factoren de beschikbaarheid van brandstof mede kunnen bepalen. Daarnaast hebben o.a. de bisschoppelijke vastenbrieven als 'Welvaart, verantwoordelijkheid, versobering' en 'Macht, onmacht, hoop' en het themanummer van Kerkinformatie van de Gereformeerde Kerken, 'Bezitten of bezeten zijn', gewezen op de evangelische eis van een rechtvaardige verdeling van de welvaartsbronnen en duidelijk gevoelens van onbehagen onder eigen bevolking inzake de technologisch-ekonomische ontwikkelingen gesignaleerd. Dit alles leidde tot de resolutie van de Kerkenkonferentie te Lunteren in 1974 waarin de Raad van Kerken in Nederland alle pogingen aanmoedigt om vorm te geven aan een nieuwe levensstijl, waarin de verantwoordelijkheid voor huidige en toekomstige generaties tot uitdrukking komt en die gericht is op een samenleving waarin het recht van de arme voorop zal staan in het persoonlijk en maatschappelijk leven. Niemand zal zijn overvloed vermeerdere, zolang niet ieder toegekomen is aan de elementaire basisbehoeften.

Via een speciaal daartoe geformuleerd programma waarin geprobeerd wordt deze nieuwe levensstijl handen en voeten te geven in een anders omgaan met geld, goederen, aarde, tijd en mensen is een heel bescheiden beweging ontstaan. Een beweging die gericht is op kwaliteitsverbetering van ons samenleven, waarbinnen ook geprobeerd wordt begrippen als groei en vooruitgang opnieuw en anders te interpreteren. Een eerste steekproef heeft aangetoond dat voor 10% van de Nederlanders boven de 18 jaar het begrip niet onbekend is en bij een derde van de bevolking bestaat bereidheid op dit spoor mee te denken. Naar de mening van de konsultatiegroep dienen de kerken dit spoor krachtig door te trekken en niet vrijblijvend over te laten aan verontrusten en geïnteresseerden. Ook het programma 'Energy for my neighbour' van de Wereldraad dat pleit voor besparing van energiegebruik in het rijke noorden en westen om met de baten daarvan aangepaste technologie in de Derde Wereld te ontwikkelen dient daarin geïntegreerd te worden. De profetische kracht van de kerken in de samenleving zou wel eens kunnen

staan of vallen met de bereidheid van de leden om in hun manier van leven, persoonlijk en gemeenschappelijk, gestalte te geven aan datgene waartoe de kerken krachtens hun boodschap oproepen. Een zaak van geloofwaardigheid.

Bovendien ervaren we daarmee aan de lijve hoe moeilijk het is gedragspatronen te veranderen, hoe we zelf soms veeleer een deel van het probleem zijn dan van de oplossing. De erkenning van dit feit maakt het spreken van de kerken naar de overheid en de samenleving eerlijker en realistischer.

### V.5. Afweging

De vijf pro-argumenten uit de eerste paragraaf van dit hoofdstuk vormen een krachtig pleidooi voor het mede gebruik maken van kernenergie voor de elektriciteitsvoorziening, mede om welvaart en welzijn in de wereld te handhaven en uit te breiden. Daarentegen is ook de laatste tijd meer en meer gebleken onder deskundigen en geïnteresseerden dat een aantal problemen tot dusver niet afdoende opgelost kon worden. Dat leidt met name tot de mogelijkheid van een 'ja, mits'-houding. Het mits wordt dan veelal als volgt ingevuld: mede gebruik maken van kernenergie is aanvaardbaar indien een redelijke oplossing gevonden kan worden die de risico's verbonden aan opslag en definitieve berging van (hoog radio-actief) kernsplijtingsafval voldoende ondervangt en indien misbruik van kernenergie voor niet-vredelievende doeleinden voorkomen kan worden. Het laatste is natuurlijk alleen mogelijk wanneer daartoe goede internationale instrumenten zijn ontwikkeld.

In feite is die 'ja, mits'-houding, waarbij de mitsen gevormd worden door de harde kontra-argumenten vrijwel identiek aan een 'neen, tenzij'. Vele mensen, politici en technici, houden het op dat 'ja, mits'. Een zo bescheiden mogelijk gebruik van kernenergie onder deze voorwaarden en daarnaast een duidelijke beperking van het energieverbruik. Misschien doen de kerken er goed aan naast het 'ja, mits' niet te vlug het 'neen, tenzij' te laten schieten. Daarmee zou de zorgvuldigheid kunnen worden beklemtoond, waarmee de gevolgen van nieuwe ontwikkelingen dienen te worden bekeken en in een afwegingsproces betrokken alvorens men tot toepassing ervan overgaat. Dit heeft te maken met een nieuwe vorm van ethisch denken die zou moeten worden ingevoerd en die te meer noodzakelijk is omdat de wereld steeds vaker wordt gekonfronteerd met de onomkeerbaarheid van eenmaal begonnen ontwikkelingen.

Een heel andere motivatie waarbij de kontra-argumentatie dan niet uitsluitend tot de kernenergie mag worden beperkt en men tot een duidelijk neen komt, wordt ook gehoord. Daarin komt een ernstige ontevredenheid over de gehele economisch-technologische ontwikkeling en de wijze waarop deze ontwikkeling de aard en het karakter van de samenleving bepaalt tot uitdrukking. Signalen van onbehagen over de kwaliteit van de samenleving worden in toenemende mate geregistreerd. Echter wanneer het 'neen' zo gemotiveerd wordt, moet in ogenschouw worden genomen dat de konsekwentie van dit 'neen' een grote mate van diskontinuiteit inhoudt voor onze huidige materiële levensstandaard en voor de houdbaarheid van onze samenleving. Ook voor de ontwikkelingslanden kan dit ernstige gevolgen hebben. Dit is dan niet meer een vraagstuk van de kernenergie als zodanig. De vraag is of de kerken en christenen signalen slechts volgen of daaraan leiding willen geven. Het 'tenzij' wordt dan gevuld door de wijze waarop kerken en christenen in staat zijn een

antwoord op deze problemen te geven en bredere lagen van de bevolking te overtuigen en te winnen.

#### **V.6. Tenslotte**

De konsultatiegroep meent dat de aktualiteit en de ernst van de energie-situatie in de wereld gebiedt dat kerken:

- op korte termijn een bijdrage leveren in de informatie, bewustwording en meningsvorming binnen kerk en samenleving
- stimuleren tot een mentaliteit waarin zorgvuldigheid en beperking betracht worden ten aanzien van het energieverbruik door partikulieren, bedrijfsleven en overheid
- er op aandringen dat nationale beslissingen over energievoorziening niet worden losgemaakt uit het noodzakelijk streven tot versterking van de rechtvaardigheid en de vrede onder de volken.

We hebben kunnen lezen, dat vragen over het toelaatbaar zijn van kernenergie en over de wijze waarop beslissingen hieromtrent tot stand moeten komen, bij kerken terecht gekomen zijn. Men beseft namelijk meer en meer, dat deze vragen sterk ethische kanten bezitten, en dat de visie op de kwaliteit van het menselijk leven en het zicht op de menselijke verantwoordelijkheid bepalende factoren zijn. Men verwacht dat kerken over deze dingen zinnig commentaar kunnen geven.

Kunnen we dat? Wie in de kerken zouden hierop moeten reageren? Dat zijn in de eerste plaats die gemeenteleden, werkgroepen en raden, die de mogelijkheden hebben om zich in de vraagstelling te verdiepen en deze in het perspectief van het evangelie te plaatsen.

Maar er is nog een andere kant aan de zaak. Gegeven de huidige situatie wordt van ons allen verwacht dat we onze stem laten horen via politieke keuze, in acties of hoe dan ook. Ook dan zullen we ons in de vraagstellingen moeten verdiepen, willen we op enigszins verantwoorde wijze kunnen reageren. Wanneer we ons met de inhoud van deze brochure bezighouden, kunnen we tenminste meer achtergrond-informatie verkrijgen, maar misschien zelfs wel bijdragen aan de eigenlijke samenlevingsvragen. Bovendien is het goed te bedenken dat technische deskundigheid lang niet altijd samengaat met gevoelig zijn voor ethische vragen.

Daarom heeft de Synode van de Nederlandse Hervormde Kerk bepleit om het nemen van beleidsbeslissingen op dit gebied uit te stellen tot het tijdstip waarop een brede maatschappelijke discussie over de energie-problematiek en over kernenergie heeft plaats gevonden.

In juni van dit jaar heeft de voorlopige Algemene Energie Raad een advies over dit onderwerp uitgebracht. In dit advies wordt het opzetten van zo'n brede maatschappelijke discussie aanbevolen aan de Minister van Economische Zaken, en wordt een schets voor de opzet van zo'n discussie gegeven.

Inmiddels heeft een 'initiatiefgroep energiediskussie' onder de titel Meedenken-Meedoen gedachten op papier gezet over hoe democratisch beslissingen over (kern)energie in zijn werk zou kunnen gaan.

Dit boekje kan er daarom toe dienen mensen voor te bereiden op deelneming aan de discussie die over dit onderwerp voor de deur staat.

## **Hoe gaan we te werk?**

Probeer tot een werkgroepje te komen, bestaande uit mensen met verschillende achtergrond. Bij voorkeur moet één (of meer) van de deelnemers een zekere deskundigheid bezitten of iemand zijn, die in staat is de moeilijkere gedeelten van het boekje behoorlijk te begrijpen. Wanneer zo'n persoon niet beschikbaar is, organiseer dan één of liever twee avonden waarop u een deskundige van buiten uitnodigt voor een samenvatting en het beantwoorden van informatieve vragen. De deelnemers hebben van te voren de brochure al eens doorgelezen. Werk daarna het boekje door in gespreksvorm en eindig met een discussie van de basisvragen.

Het nu volgende geeft eerst een verkorte samenvatting van het geheel en daarna een reeks vragen, die van nut kunnen zijn bij de verdere meningsvorming.

### **Samenvatting in punten**

1. Het wereld-energieverbruik zal blijven groeien door a) bevolkingsgroei en b) omdat we aan de Derde Wereld niet kunnen onthouden wat we ons zelf al hebben toegeëigend.
2. Het ontdekken van nieuwe olievoorkomens zal tegen het einde van deze eeuw zo sterk afnemen, dat bij lange na niet aan de vraag voldaan kan worden.
3. Het ontginnen van niet-konventionele olievoorkomens (teerzanden, diepe formaties enz.) is beperkt tengevolge van grote kapitaalsinvesteringen en milieuproblemen.
4. Het ontginnen en gebruik van aardgas is beperkt door de mate, waarop het transport over lange afstand aanvaardbaar gerealiseerd kan worden.
5. Het ontginnen en gebruik van kolen is beperkt door grote investeringen in transport en processen ter bescherming van het milieu.
6. Zonne-energie, stromingsenergie (wind, water) enz. bieden om allerlei redenen in de komende dertig jaar slechts beperkte mogelijkheden.
7. Kernenergie kan vrij goedkoop de leemte in de komende schaarste-periode opvullen. Voor- en nadelen staan duidelijk opgesomd op pag. 55 en 56.
8. Onze houding tegenover goddelijke voorzienigheid en menselijke verantwoordelijkheid in zaken van mens en natuur is in grote mate bepalend voor ons gedrag inzake kernenergie. De ekstreme standpunten zijn inmiddels welbekend: volledige afwijzing tegenover 'we zien geen overwegende bezwaren meer'.

### **Gesprek en discussie**

Ga in de eerste plaats na of de bovengenoemde punten duidelijk zijn. Let daarbij speciaal op de voor- en nadelen van kernenergie. Het geheel zou nu op de volgende manier in discussie gebracht kunnen worden.

Zijn er echt geen alternatieven?

- a. Probeer uit te werken hoe we het energieverbruik in Nederland drastisch kunnen verminderen. Denk bijv. aan de toestand in ons land gedurende 1940-45. Woning-isolatie behoeft u hierbij niet op te noemen, want dat programma zal al zeker uitgevoerd worden.
- b. Probeer door te denken wat een tweede verdrievoudiging van de prijs van energie voor u zelf zou betekenen (de eerste verdrievoudiging vond plaats bij de laatste oliekrisis).
- c. Wat zouden we zelf moeten doen om het gebruik van zonne-energie te stimuleren?

### *Leven met de nadelen van kernenergie*

- a. Wat is ons vertrouwen in de technologie? Stel bijv. dat alle deskundigen beweren dat radio-actief afval nu veilig opgeborgen kan worden.
- b. Hoe staan we tegenover risico's, die ons opgedrongen worden, vergeleken met risico's, die we zelf kiezen? Zelf auto rijden is bijv. veel gevaarlijker dan wonen in de buurt van een kerncentrale.
- c. Kweekreactoren maken een twintigmaal zuiniger grondstofgebruik mogelijk, maar vergroten de kansen op verbreiding van kernwapens. Wat zou uw positie

zijn? (Carter zegt voorlopig nee, Frankrijk en Duitsland ja).

Enkele *basisvragen*

- a. Als we kernenergie onthouden aan ons zelf en aan de Derde Wereld, welke verplichtingen zouden we dan tegenover de Derde Wereld moeten nakomen?
- b. De kans bestaat, dat er een katastrofe-achtige toestand ontstaat bij een snel opkomende schaarste. Hoe bereiden we ons daar nu op voor, terwijl aan bijna een ieder komende tekorten ongelooftwaardig voorkomen?
- c. Als we kiezen voor een houdbare wereld, op welke manier maken we ons de daarbij behorende levensstijl eigen? Is dit een edukatief proces voor een aantal generaties, of zou het grondvlak van de kerk hier een duidelijke start kunnen maken?
- d. Valt er over de voorwaarden, waaronder kernenergie aanvaardbaar zou zijn, te marchanderen? Is ons 'mits' absoluut of zijn we geneigd dit aan te passen aan moeilijkere omstandigheden, zoals een schaarste aan energie?

**Wat doen we met de konklusies?**

Doe iets met de resultaten, die u bereikt hebt, hoe voorlopig deze ook zijn. Geef ze door aan kerkeraden, klassikale vergaderingen enz.; breng ze in de openbaarheid. Het helpt anderen in het meningsproces en steunt kerken in het reageren op de vragen, die levensgroot op hen afkomen.

Overleg vooral hoe uw konklusies een rol kunnen spelen in de aanstaande maatschappelijke discussie waarover hierboven al gesproken is.

# Bijlage 1 behorende bij hoofdstuk III.1.1

## Wereldvoorraden grondstoffen<sup>1)</sup>

### I. Inleiding

Men onderscheidt de volgende soorten voorraden:

- 1) Bewezen voorraad. Hiervan zijn de ligging en de omvang bekend, terwijl tevens is vastgesteld welk deel van de voorraden – bij het huidige kostenpeil en het huidige technische kunnen – ontgonnen kan worden.
- 2) Uiteindelijke voorraad. In de eerste plaats betekent dit t.o.v. 1) een uitbreiding met de hoeveelheid welke thans technisch en/of economisch nog niet winbaar is. In de tweede plaats betekent dit t.o.v. 1) een uitbreiding met de – op grond van waarschijnlijkheidsberekeningen geschatte – hoeveelheden welke vermoedelijk nog zullen worden ontdekt. Het begrip 2) omvat dus de maximale winbare voorraad.

In het geval van aardolie en aardgas, waarvan de voorraden het snelst zullen opraken, ligt de nadruk op exploratie. In het geval van kolen, waarvan de voorraden relatief groot zijn, ligt de nadruk veeleer op de ontwikkeling van de ontginningstechnieken. De slotberekening betreft de som van alle beschikbare bronnen.

### II. Aardolie

Bewezen voorraad, per eind 1975, 94 miljard ton.

Geschatte nieuwe vondsten:

Tijdvak	laag	hoog
1976-2000	1,43 x 10 <sup>9</sup> ton	2,86 x 10 <sup>9</sup> ton per jaar
2001-2010	1,14 x 10 <sup>9</sup> ton	1,71 x 10 <sup>9</sup> ton per jaar
2011-2020	0,86 x 10 <sup>9</sup> ton	1,00 x 10 <sup>9</sup> ton per jaar
2021-2025	0,43 x 10 <sup>9</sup> ton	0,57 x 10 <sup>9</sup> ton per jaar

De uiteindelijke wereldvoorraad aardolie wordt momenteel geschat op ca. 300 miljard ton, met betrekkelijk kleine variaties in de schattingen van de individuele experts.

Wanneer de winning van olie uit 'oil-sands', 'heavy oil' en 'shale oil' technisch en economisch mogelijk wordt, heeft de wereld nog 24 à 26 miljard ton extra voorraad.

### Geschatte ontwikkeling van het wereld-verbruik van aardolie, in 10<sup>9</sup> ton<sup>2)</sup>

	bij lage groei <sup>3)</sup>		bij hoge groei <sup>3)</sup>		Kumulatieve cijfers	
					laag	hoog
1975	2,85	2,85	2,85	2,85		
1980	3,26	3,40	15,3	15,6		
1985	3,67	3,98	32,6	34,0		
1990	4,05	4,59	52,0	55,5		
1995	4,40	5,22	73,1	80,1		
2000	4,74	5,88	96,0	107,8		

1) Cijfers ontleend aan 'Energy Global prospects 1985-2000', van de Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES).

2) Gegevens van het WAES-rapport, aangevuld met een bijchatting voor de kommunistische landen.

3) lage groei: 3,5% tot 1985; daarna 3%  
hoge groei: 6% tot 1985; daarna 5%

Bij het huidige verbruiksnivo bedraagt het verbruik van de kommunistische landen ca.  $\frac{1}{4}$  van dat van de niet-kommunistische landen in de wereld. Hoe die verhouding zich in de toekomst zal ontwikkelen is niet bekend, bij gebrek aan gegevens.

In de tabel is aangenomen dat die verhouding gelijk blijft, doch een relatief sterkere verbruiksgroei in de kommunistische landen – met name China – is niet uitgesloten. Dat maakt de periode, waarin er nog olie beschikbaar zal zijn, korter.

Bij lage verbruiksgroei en hoge nieuwe vondsten, zal de wereldvoorraad tussen 2015 en 2020 opraken. Bij uitgebreidere technische – en economische winningsmogelijkheden kan het jaar 2020 wellicht nog worden gehaald.

Bij hoge verbruiksgroei en lage nieuwe vondsten zijn we 10 jaar eerder door de wereldvoorraad heen.

*Verdeling over de wereldregio's van de huidige (= per eind 1975) bewezen aardolievoorraden (jaarproductie in 1975)*

Noord Amerika	5,7 miljard ton
West Europa	3,6 miljard ton
Kommunistische landen	14,7 miljard ton
rest van de wereld	70,0 miljard ton
<b>Totaal wereld</b>	<b>94,0 miljard ton</b>
w/v niet-komm. landen	79,3 miljard ton

### III. Aardgas

*Verdeling over wereldregio's van de huidige (= per eind 1975) bewezen aardgasvoorraden en de uiteindelijke voorraden*

	<i>bewezen voorraad</i> (uitgedrukt in $10^9$ ton aardolie-equivalent)	<i>uiteindelijke voorraad</i>
Noord Amerika	6,6	40
West Europa	4,5	11
Komm. landen	20,6	61
rest v.d. wereld	23,4	88
<b>Totaal wereld</b>	<b>55,1</b>	<b>200</b>
w/v niet komm. landen	34,5	139

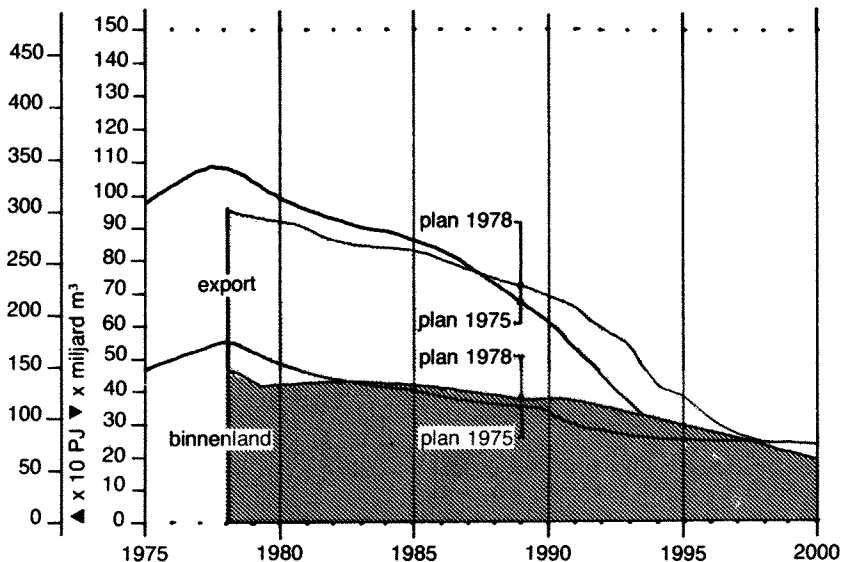
*Geschatte ontwikkeling van het wereld-verbruik van aardgas, omgerekend in  $10^9$  ton olie-equivalent<sup>2)</sup>*

	<i>bij lage groei<sup>3)</sup></i>	<i>bij hoge groei<sup>3)</sup></i>	<i>kumulatieve cijfers</i>	
			<i>laag</i>	<i>hoog</i>
1975	0,97	0,97	0,97	0,97
1980	1,08	1,17	5,1	5,3
1985	1,18	1,35	10,8	11,6
1990	1,26	1,51	16,9	18,8
1995	1,33	1,66	23,4	26,7
2000	1,39	1,80	30,2	35,4

2) 3) Zie de voetnoten bij de overeenkomstige tabel voor aardolie.



Bij het huidige verbruiksnivo bedraagt het verbruik van de kommunistische landen ca. 3/10 van dat van de niet-kommunistische landen in de wereld. Hoe die verhouding zich in de toekomst zal ontwikkelen is niet bekend, door gebrek aan gegevens. In de tabel is aangenomen dat die verhouding gelijk blijft.



Uit het laatste plan van gasafzet door de Ned. Gasunie (1978) blijkt dat in de '80-er en '90-er jaren iets meer gas beschikbaar is vergeleken met het plan van gasafzet van 1975.

bron: Plan van Gasafzet 1978, juni

#### IV. Kolen

	Thans bekende voorraden	Onder huidige omstandigheden technisch en economisch winbaar	
	10 <sup>9</sup> ton	10 <sup>9</sup> ton	10 <sup>9</sup> t.o.e.
Noord Amerika	409	254	178
West Europa	225	41	28,7
Oost Europa, inkl. USSR	349	287	201
China	201	101	70,7
Rest v.d. wereld	143	54	37,8
<b>Totaal wereld</b>	<b>1327</b>	<b>737</b>	<b>516</b>
w/v komm. landen	550	388	271,5

In 1975 werd in de wereld 2,65 miljard ton kolen (i.e. ca. 1,85 miljard ton olie-equivalent) gedolven. Bij gelijkblijvende productie zijn zelfs de thans bekende, en technisch zowel als

ekonomisch winbare, voorraden al voldoende tot het jaar 2250. Zou het kolenverbruik de enige vorm van energieverbruik in de gehele wereld zijn, dan zouden de thans bekende, en technisch zowel als ekonomisch winbare, voorraden voldoende zijn om – zelfs bij de hoogste groeiverwachtingen t.a.v. het verbruik – het jaar 2100 te halen.

## V. Uranium

*Wereldvoorraden uraniumerts per ult. 1975, (in 10<sup>6</sup> ton à 0,05 – 0,20% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)*

	bewezen voorraad	additionele voorraad	Totaal
winbaar tegen de kosten van \$ 15/lb U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	1,08	1,00	
winbaar tegen de kosten van \$ 15-30/lb U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,73	0,68	
<b>Totaal</b>	<b>1,81</b>	<b>1,68</b>	<b>3,49</b>

De geschatte kumulative wereldvraag voor uraniumerts bedraagt tot het jaar 2000:  
 laag 1,726 miljoen ton  
 hoog 2,930 miljoen ton

## VI Totaal energieverbruik

Groeiverwachting van het BNP voor de gehele wereld:  
 tot 1985 : 3,5 à 6,0% gemiddeld per jaar  
 1985-2000: 3,0 à 5,0% gemiddeld per jaar

Verwacht verband tussen de groei van het wereld energieverbruik en het wereld-BNP: 0,82 à 0,87;

d.w.z.: voor elk procent groei van het BNP groeit het energie verbruik met 0,82 à 0,87%.

Afgeleide groei-verwachting voor het wereld energieverbruik tot 1985 gemiddeld 2,87 à 5,22% per jaar.

1985-2000 gemiddeld 2,46 à 4,35% per jaar

*Mogelijke ontwikkeling van het totale wereld energieverbruik in 10<sup>9</sup> ton*

	laag	hoog
1975		5,60
1980	6,49	7,26
1985	7,45	9,30
1990	8,47	11,70
1995	9,55	14,49
2000	10,70	17,64

*Procentueel aandeel per energiedrager in het gekumuleerde wereldverbruik*  
*bij lage groeiverwachting* *bij hoge groeiverwachting*

	olie+gas	kolen+kernenergie + overige energie dragers	olie+gas	kolen+kernenergie + overige energie dragers
1980	67,2%	32,8%	64,8%	35,2%
1985	66,2%	33,8%	61,9%	38,1%
2000	62,5%	37,5%	52,4%	47,6%

De rol van kolen, kernenergie en overige energiedragers neemt dus in de loop van de tijd toe. Bij hogere groei van het totale energieverbruik neemt die rol zelfs in sterke mate toe, waardoor het keuze-probleem tussen kolen en kernenergie dringender wordt.

## *Bijlage 2 behorende bij de hoofdstukken III.3, III.4, III.5 en IV.4.*

### **Technische feiten**

Hieronder geven we in beknopte vorm een aantal gegevens, nuttig om de energie opwekking door middel van de kernsplijting te begrijpen.

Uranium/ winning	Uranium is een element. Het komt in zeer geringe concentraties bijna overal in de bodem en ook in zeewater voor. Als erts komt het voor in concentraties van 100 tot 500 gram per ton of ook wel minder. Het wordt uit het erts gewonnen in de vorm van uraniumoxyde ( $U_3O_8$ , 'yellow cake'). De rest van het gesteente is afval dat nog een geringe hoeveelheid radium bevat (een radio-actief vervalproduct van uranium). Dit maakt het afval enigszins radio-actief. Uit dit radium ontstaat een radio-actief gas, radon. Wordt het afval weer in de mijn gebracht of goed afgedekt, dan is er geen gevaar.
Kern- splijting	Natuurlijk uranium bestaat uit een mengsel van twee isotopen (atomen van hetzelfde element met een verschillend atoomgewicht) nl. 0,7% $^{235}U$ en 99,3% $^{238}U$ . Alleen het $^{235}U$ kan in een kernreactor energie leveren door kernsplijting. Deze kernsplijting kan plaatsvinden als een $^{235}U$ kern door een neutron getroffen wordt waarbij dan de kern uiteen spat in twee lichtere atoomkernen (bijv. van Sr en Ba) en enkele (2 à 3) snelle neutronen. Hierbij komt veel energie vrij in de vorm van warmte. Wanneer 1 gram $^{235}U$ volledig gespleten wordt, ontstaat evenveel warmte als bij de verbranding van ca. 3 ton steenkool. Een deel van de neutronen gaat verloren. Als gemiddeld één van de bij een splijting ontstane neutronen weer een $^{235}U$ kern tot splijting brengt, gaat de ketting-reactie op konstant nivo door. De reactor is dan kritiek.
Kernsplijtings- afval	De gevormde lichte kernen (splijtingsproducten) zijn zeer sterk radio-actief. Zij vormen het hoofdbestanddeel van het zgn. kernsplijtingsafval (KSA).
'Snel' en 'langzaam' of 'thermisch'	Er is nog een belangrijk onderscheid in kernreactoren. Bij de kernsplijting worden de 2 à 3 neutronen met hoge snelheid uitgestoten. Als de ketting-reactie rechtstreeks door de snelle neutronen in stand gehouden wordt, spreekt men van een snelle neutronen reactor of kortweg een snelle reactor. Men kan echter ook de neutronen eerst afremmen door ze herhaald te laten botsen tegen lichte atoomkernen. Men spreekt dan van een langzame neutronen reactor of wel een thermische reactor.
Moderator	De stof die men gebruikt om de snelle neutronen af te remmen noemt men een moderator. Gewoon water, grafiet en zgn. zwaar water ( $D_2O$ ) zijn goede moderatoren, waarvan de kwaliteit in de genoemde volgorde toeneemt.
LWR	Alleen met zwaar water of met grafiet als moderator is het mogelijk een reactor met natuurlijk uranium (0,7% $^{235}U$ en 99,3% $^{238}U$ ) te bedienen. Zulke reactoren zijn duur ( $D_2O$ ) of groot (grafiet). Men kan echter een

reaktor kleiner en goedkoper maken door gewoon water als moderator toe te passen. Dan is het echter nodig splijtstof met een hoger gehalte aan  $^{235}\text{U}$  te gebruiken, zgn. verrijkt uranium, waarin het  $^{235}\text{U}$  gehalte op bijv. 3% is gebracht. Bijna alle huidige kerncentrales zijn licht-verrijkte lichtwater reactoren (LWR's).

<b>Verrijking</b>	Alle methoden om te verrijken zijn van fysische aard en berusten op het verschil in massa van de isotopen. Voor uranium verrijking zijn de methoden van de gasdiffusie en van de ultra centrifuge het belangrijkste. Deze maken uit natuurlijk uranium verrijkt uranium (dat is uranium met een $^{235}\text{U}$ gehalte hoger dan 0,7% (bijv. 3% of 20% of 90%) en leveren als 'afval' verarmd uranium met nog slechts 0,2% $^{235}\text{U}$ . Uranium tot ca. 5% $^{235}\text{U}$ heet laag verrijkt, met meer dan 20% $^{235}\text{U}$ hoog verrijkt.
<b>Kweken</b>	Het $^{238}\text{U}$ neemt nauwelijks aan de kernsplijting deel. Indien echter een $^{238}\text{U}$ kern getroffen wordt door een neutron kan dit neutron door die $^{238}\text{U}$ kern worden geabsorbeerd. Via een tussen stap wordt de uranium kern dan omgezet in het plutonium isotoop $^{239}\text{Pu}$ . Dit kan op dezelfde wijze als $^{235}\text{U}$ kernsplijting ondergaan en dus aan de kettingreactie deelnemen. Elk neutron dat in het $^{238}\text{U}$ wordt ingevangen maakt zo van het onbruikbare $^{238}\text{U}$ de bruikbare splijtstof $^{239}\text{Pu}$ . Bij de splijting van $^{235}\text{U}$ en $^{239}\text{Pu}$ komen er gemiddeld 2 à 3 neutronen vrij. Als nu de reaktor zo ontworpen is dat er naast het ene neutron, nodig om de ketting-reaktie in stand te houden, nog één neutron beschikbaar is voor de omzetting van $^{238}\text{U}$ in $^{239}\text{Pu}$ , dan maakt de reaktor evenveel, of zelfs meer splijtstof dan hij verbruikt.
<b>Plutonium-vorming</b>	Men spreekt dan van een kweekreaktor (in het Engels 'breeder').
<b>Kweekreaktor</b>	
<b>Snelle natriumgekoelde kweekreaktor (SNR) (Plutonium cyclus)</b>	Alleen in een snelle reaktor is het mogelijk bij gebruik van plutonium en uranium meer plutonium uit het $^{238}\text{U}$ te maken dan er verbruikt wordt. Een dergelijke reaktor mag dus geen moderator bevatten. Als koelmiddel, om de warmte van de splijtingen af te voeren, kan men dus geen water toepassen. Men gebruikt hiervoor meestal gesmolten, dus vloeibaar, natrium.
<b>Thermische kweekreactoren (thorium cyclus)</b>	Kweken in een thermische reaktor is alleen mogelijk – zij het marginaal – bij gebruik van thorium $^{232}\text{Th}$ . Dit wordt door neutronenvangst omgezet in het goed splijtbare $^{233}\text{U}$ . De marginale kweekwinst en de moeilijke verwerkbaarheid van het bestraalde thorium zijn er de oorzaak van dat dit type reaktor nog niet ver ontwikkeld is.
<b>Plutonium uit LWR's</b>	In een licht verrijkte lichtwater reaktor worden per gespleten $^{235}\text{U}$ atoom ca. 0,6 $^{239}\text{Pu}$ atomen gevormd die in de reaktor ook weer splijting ondergaan, enz. Bij een 1000 MWe LWR betekent dit een netto productie van ca. 200 kg. plutonium per jaar.
<b>Reaktor plutonium</b>	Bij langdurig verblijf in een kernreaktor, zoals in reactoren voor elektriciteitsproductie, worden uit $^{239}\text{Pu}$ ook de isotopen $^{240}\text{Pu}$ en $^{241}\text{Pu}$ gevormd. Het mengsel, dat voor 60% à 70% uit $^{239}\text{Pu}$ bestaat, noemt men reaktor plutonium. Om zuiver $^{239}\text{Pu}$ te verkrijgen zou de splijtstof na een korte bestralingsduur uit de reaktor verwijderd moeten worden. Dit zou een ernstige verstoring van het bedrijf van de elektriciteitsproductie van een kerncentrale betekenen.
<b>Opwerken</b>	De afgewerkte splijtstof van een kerncentrale bevat naast de splijtingsprodukten nog een restant $^{235}\text{U}$ (ca. 1%), $^{238}\text{U}$ , plutonium en enkele aan

plutonium verwante stoffen, de zgn. aktiniden. Deze laatste zijn ontstaan in de reaktor door neutronenvangst in plutonium, voornamelijk in  $^{241}\text{Pu}$  en  $^{242}\text{Pu}$ . In een opwerkingsinstallatie wordt dit zeer sterk radio-actieve mengsel chemisch gescheiden. De splijtingsprodukten worden als KSA in een vorm gebracht waarin het kan worden opgeslagen. De aktiniden blijven bij het opwerken meestal bij de splijtingsprodukten en komen derhalve in het KSA terecht. Het uranium wordt weer, eventueel via her-verrijking, als splijtstof gebruikt. Het afgescheiden plutonium kan als aanvulling voor het verdwenen  $^{235}\text{U}$  als splijtstof gebruikt worden bij de fabricage van nieuwe splijtstofelementen of voor andere doeleinden opgeslagen worden bijv. om als eerste lading voor een snelle kweekreaktor te dienen, of voor niet vreedzame toepassingen.

#### Kernwapens

Kerneksplosies berusten op een ketting-reaktie waarvan de sterkte exponentieel met de tijd toeneemt doordat er veel meer dan één neutron van het aantal dat bij een splijting vrijkomt weer in staat is nieuwe splijtingen te geven. Dit kan optreden indien van de splijtstoffen  $^{235}\text{U}$  of  $^{239}\text{Pu}$  een voldoende hoeveelheid in een kompakte vorm gebracht kan worden. Het is duidelijk dat bij mengingen van stoffen die neutronen absorberen of deze anderszins voor het splijtingsproces onwerkzaam maken de mogelijkheden voor een explosie belemmerd of zelf onmogelijk gemaakt kunnen worden. Naarmate er meer 'vreemd materiaal' aanwezig is zal er meer splijtstof nodig zijn en zal de explosieve kracht afnemen.

Met mengsels van 20%  $^{235}\text{U}$  en 80%  $^{238}\text{U}$  kan geen kerneksplosie worden bereikt. Boven 30% splijtstof is een mengsel enigszins geschikt, de minimaal nodige hoeveelheid is dan echter wel enkele honderden kg.  $^{235}\text{U}$ . Voor zuivere splijtstoffen is dit 4 kg. ( $^{239}\text{Pu}$ ) en 17 kg. ( $^{235}\text{U}$ ). Het reaktor plutonium, dat 60%-70%  $^{239}\text{Pu}$  bevat, is feitelijk ongeschikt hoewel het niet onmogelijk schijnt hiermee een kerneksplosief te vervaardigen.

#### Levensduur

Kernen van een radio-actief isotoop zenden spontaan hun straling ( $\alpha$ ,  $\beta$  of  $\gamma$ ) uit, waarbij zij overgaan in een isotoop van een ander element (radio-actief verval). Wanneer een bepaalde kern zal vervallen is niet te voorspellen; wel is voor elke atoomsoort bekend hoe lang het gemiddeld duurt tot de helft van de kernen is vervallen. Deze halfwaarde tijd varieert voor de verschillende radio-actieve atoomsoorten van veel minder dan één seconde tot vele miljarden jaren. Bijv. voor  $^{239}\text{Pu}$  is dit 24000 jaar, voor  $^{235}\text{U}$ : 0,7 miljard jaar, voor  $^{238}\text{U}$ : 4 miljard jaar en voor  $^{232}\text{Th}$ : 14 miljard jaar. Na elke halfwaarde tijd is er nog de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid van die atoomsoort aanwezig, na tien halfwaarde tijden is dat nog een duizendste deel, na 20 halfwaarde tijden is er nog maar een miljoenste deel over, enz. Door hun lange halfwaarde tijden zijn  $^{238}\text{U}$  en  $^{232}\text{Th}$  nog op aarde aanwezig, terwijl het gehalte van  $^{235}\text{U}$  vroeger aanzienlijk hoger geweest moet zijn dan de huidige 0,7%.

voor

#### Aktiniden

Plutonium en sommige van de aktiniden hebben halfwaarde tijden van duizenden tot tienduizenden jaren. De hoeveelheid van deze stoffen nemen dus, naar menselijke tijdschaal gemeten, nauwelijks af. Het KSA bevat vele atoomsoorten. De meeste splijtingsprodukten in het KSA hebben halfwaarde tijden van seconden tot weken en zijn dus snel verdwenen. De meest gevaarlijke splijtingsprodukten zijn strontium 90 en cesium 137, die halfwaarde tijden hebben in de orde van 30 jaar. Na 600 jaar is hun radio-activiteit tot een miljoenste van de beginwaarde verminderd.

## Bijlage 3 behorend bij IV.3

### Iets over ioniserende straling en stralingsgevaar

Radio-actieve isotopen bestaan uit labiele atoomkernen, die bij hun overgang naar stabiele ioniserende straling uitzenden. Die straling kan van drieërlei aard zijn, nl.  $\alpha$  -,  $\beta$  - en  $\gamma$  -straling. Hoewel hun fysische aard zeer verschillend is, komen ze overeen wat betreft hun effect op levende organismen:

- Grote doseringen ioniserende straling zijn dodelijk voor de erdoor getroffen cellen van een organisme.
- Bij ontvangst van kleinere hoeveelheden straling kunnen cellen worden getransformeerd tot tumor-cellen, waardoor gezwelzichten kunnen ontstaan.
- Op zaad- en ei-cellen kan straling een mutageen effect uitoefenen, dat wil zeggen het kan veranderingen ('mutaties') teweeg brengen in de dragers van de erfelijke eigenschappen, die in de celkern van deze cellen aanwezig zijn. Veranderingen in de erfelijke aanleg beïnvloeden niet alleen het uit de betreffende ei- of zaadcellen ontstane levende wezen, maar deze veranderingen kunnen worden doorgegeven aan de nakomelingen ervan, enz.

Overeenkomstige effecten worden ook uitgeoefend door kosmische straling en door röntgenstralen (die een vorm zijn van  $\gamma$  -straling). Stralingshoeveelheden worden gemeten naar hun effect op biologische weefsels en uitgedrukt in rem (of millirem = mrem = 1/1000 rem.)

Radio-activiteit is geen verschijnsel dat door toepassing van kernsplijting is ontstaan. Zolang de wereld bestaat zijn er radio-actieve isotopen geweest, vroeger zelfs meer dan nu. Veel langlevende isotopen, ontstaan bij de vorming van de elementen gedurende het ontstaan van het heelal, zijn inmiddels geheel of vrijwel geheel vervallen. Andere, zoals kalium-40, uranium en thorium hebben zo'n lange levensduur dat zij nog aanwezig zijn. Gedurende de periode die voor de ontwikkeling van het leven op aarde van beslissend belang was, was het stralingsnivo t.g.v. de natuurlijke radio-activiteit aanzienlijk hoger dan nu. De nu door ieder mens gemiddeld ontvangen stralingsdosis van 100 à 150 millirem per jaar is afkomstig van de volgende stralingsbronnen:

straling uit de wereldruimte	ca. 50 mrem/jaar
straling uit de bodem (natuurlijke kalium-40, uranium, thorium), sterk afhankelijk van grondsoort	ca. 15 mrem/jaar
straling uit materialen van gebouwen (afhankelijk van de gebruikte materialen)	tot 45 mrem/jaar
straling t.g.v. natuurlijke radio-activiteit in voedsel en drinkwater	ca. 25 mrem/jaar
straling t.g.v. natuurlijke atmosferische radio-activiteit (thoron en radon)	ca. 5 mrem/jaar

In de westerse landen komt daar bij een gemiddelde stralingsdosis van 50 mrem/jaar door medische toepassingen van röntgenstralen. Op grond van diepgaande studie en overwegingen is de International Committee on Radiological Protection (ICRP) tot de - algemeen aanvaarde - konklusie gekomen, dat een extra stralingsdosis van gemiddeld 170 mrem/jaar voor de bevolking als geheel geen enkel merkbaar effect teweeg zal brengen en dus toelaatbaar geacht mag worden. Bij de vaststelling van deze toelaatbare dosis heeft men rekening gehouden met

alle mogelijke gevolgen van de extra straling, ook de invloeden op de erfelijke aanleg op lange termijn.

Voor een willekeurig individu uit de bevolking bedraagt deze grens 500 mrem/jaar. Voor zgn. radiologische werkers (die onder voortdurende medische controle staan) wordt een tienmaal hogere grenswaarde toegelaten nl. 5000 mrem/jaar. Deze grenzen worden als wettelijke normen gehanteerd. Hun vaststelling is in wezen een ethische beslissing, omdat daarbij een afweging en een akseptatie van een mogelijke, weliswaar zeer geringe, schade plaats gevonden heeft.

Om de gegeven getallen over toegelaten extra stralingsdoses wat te konkretiseren vermelden we dat, volgens berekeningen, een omvangrijke toepassing van kerncentrales gemiddeld per hoofd van de bevolking een additionele stralingsdosis van aanzienlijk minder dan 1 mrem/jaar zou veroorzaken; een gemiddelde TV-kijker ontvangt uit zijn televisie-apparaat een stralingsdosis van 1-10 mrem/jaar.

Hieraan kan nog worden toegevoegd dat op sommige plaatsen op aarde (India, Andesgebergte) het natuurlijke stralingsnivo tienmaal zo hoog is als elders, t.g.v. grote hoeveelheden radio-actieve isotopen in de gesteenten die de bodem aldaar en de grote intensiteit van de kosmische straling op grotere hoogte.

Straling is dus geen nieuw verschijnsel voor onze biologische systemen, zulks in tegenstelling tot veel nieuwe chemische produkten waarmee de biosfeer in onze tijd te maken krijgt.



# KERNENERGIE, DE KERKEN EEN ZORG

## Inhoud

Ter inleiding .....	pag. 3
I Kerken en kernenergie, hebben zij met elkaar te maken? .....	5
I.1. Achtergronden .....	5
I.2. Mogelijkheden en ongerustheid rondom de kernenergie .....	7
I.3. Vragen uit de kerken .....	9
I.4. Het doel van deze brochure .....	10
II Welke vragen worden gesteld? .....	12
II.1. Twee soorten vragen .....	12
II.2. Kernenergie en grootschaligheid .....	13
II.3. Een poging tot ordening van de vragen .....	14
III Technische en economische informatie .....	16
III.1. Motieven voor de invoering van kernenergie .....	16
III.1.1. Het opraken van de fossiele brandstoffen .....	16
III.1.2. Voorzieningszekerheid .....	18
III.1.3. Vermindering van de directe milieubelasting .....	20
III.1.4. De energieprijs .....	20
III.2. Energieverbruik en elektriciteitsvoorziening .....	20
III.2.1. Situatie-schets .....	20
III.2.2. Elektriciteitsvoorziening in de toekomst .....	21
III.2.3. Welke keuzen hebben we? .....	21
III.3. Typen van kernreactoren .....	21
III.4. Vergelijking van steenkool en uranium voor elektriciteitsopwekking .....	22
III.4.1. Elektriciteit uit steenkool .....	22
III.4.2. Elektriciteit uit kernsplijtstof .....	25
III.5. De kritische vragen .....	28
III.5.1. Normaal bedrijf .....	28
III.5.2. Uitzonderlijke toestanden .....	30
III.5.3. Het menselijk handelen .....	30
III.5.4. Invloed op de samenleving .....	30
IV De belangrijkste maatschappelijke vragen .....	33
IV.1. De ingewikkeldheid van de vragen .....	33
IV.2. Maatschappelijke gevolgen van een toenemend energieverbruik .....	35
IV.2.1. De gevolgen van een steeds groter energieverbruik op lange termijn .....	35
IV.2.2. De ruimtelijke verdeling van de gevolgen van een hoog energieverbruik .....	36
IV.2.3. Onzekere gevolgen van een toenemend energieverbruik .....	36
IV.2.4. De vele aspecten van de energievoorziening .....	37
IV.3. Risiko's en veiligheid .....	38
IV.3.1. Risiko's van de technologische ontwikkeling .....	38
IV.3.2. Typische risico's van kernenergie .....	39
IV.3.3. Maatschappelijke vragen betreffende de technische risico's van kernenergie .....	40

IV.4.	Plutonium en het gevaar van een verspreiden van kernwapens .....	41
IV.4.1.	De relatie tussen kerncentrales en kernwapens .....	41
IV.4.2.	De gevaren van plutonium .....	43
IV.4.3.	Het tegengaan van de verspreiding van kernwapens .....	43
IV.5.	Kernenergie en ontwikkelingslanden .....	47
IV.5.1.	Aarzelingen .....	48
IV.5.2.	Wenselijkheden en mogelijkheden .....	49
IV.6.	Meningsvorming en beslissingsprocedures .....	51
IV.6.1.	De tijdsdimensie van besluiten en inspreken .....	52
IV.6.2.	Het politiek-psychologische klimaat en de realisering van besluiten .....	53
IV.6.3.	De speelruimte voor besluitvorming .....	54
IV.7.	Hoe moeten we alles afwegen? .....	54
V	Richting zoeken .....	55
V.1.	Stand van zaken .....	55
V.2.	Theologische en ethische oriëntatie .....	57
V.3.	Oekumenische reflectie .....	60
V.4.	Nieuwe levensstijl .....	63
V.5.	Afweging .....	64
V.6.	Tenslotte .....	65
VI	Gespreksagenda .....	66
	Bijlage 1. Wereldvoorraden grondstoffen .....	69
	Bijlage 2. Technische feiten .....	74
	Bijlage 3. Iets over ioniserende straling en stralingsgevaar .....	77

CENTRALE VOOR VORMINGSWERK • HERVORMDE VROUWENDIENST

Postbus 1100, Driebergen,  
tel. 03438-2010, giro 42618, bankrelatie: Amro-Bank 45 82 13 810

5-11-78

