

*Nota inzake de kernenergie*  
(Opwekking van elektriciteit door middel van kernenergie)

GELEIDENDE BRIEF

Nr. 1

*Aan*  
*de Heer Voorzitter van de Tweede Kamer*  
*der Staten-Generaal*

*Nota inzake de kernenergie*  
(Opwekking van elektriciteit door middel van kernenergie)

Nr. 2

's-Gravenhage, 3 juli 1957.

Hierbij heb ik de eer U Hoogedelgestrenge te doen toekomen een Nota inzake de kernenergie (Opwekking van elektriciteit door middel van kernenergie), welke ik tijdens de behandeling van Hoofdstuk X van de Rijksbegroting 1957 in de Tweede Kamer der Staten-Generaal heb toegezegd.

*De Minister van Economische Zaken,*  
**J. ZIJLSTRA.**

INHOUD

|  | Blz. |  | Blz. |
|--|------|--|------|
| <b>Inleiding</b> . . . . .   | 2    | <b>HOOFDSTUK III</b>   |      |
| Taak van de centrale overheid . . . . .  | 2    | De uitvoering van het plan tot de bouw van kern-<br>energiecentrales . . . . .                     | 17   |
| Samenvatting van de nota . . . . .   | 3    | § 1. De activiteiten, nodig voor de uitvoering . . . . .   | 17   |
| Natuurkundige en technische aspecten . . . . .   | 4    | § 2. Programma van het Reactor-Centrum Ne-<br>derland . . . . .                                    | 18   |
| <b>HOOFDSTUK I</b>   |      | <b>HOOFDSTUK IV</b>  |      |
| De energiesituatie in Nederland . . . . .  | 6    | Internationale samenwerking op atoomgebied . . . . .   | 20   |
| <b>HOOFDSTUK II</b>  |      | 1. Inleiding . . . . .   | 20   |
| Toepassing van kernenergie bij de elektriciteits-<br>productie in Nederland . . . . .                                  | 8    | 2. Samenwerking met Noorwegen en Engeland . . . . .  | 20   |
| § 1. Ontwikkeling van het elektriciteitsverbruik . . . . .   | 8    | 3. Samenwerking met de Verenigde Staten van<br>Amerika . . . . .                                   | 20   |
| § 2. Technische aspecten van de toepassing van<br>kernenergie bij de elektriciteitsproductie . . . . .                 | 10   | 4. Verenigde Naties . . . . .  | 20   |
| § 3. Bedrijfseconomische aspecten van de toe-<br>passing van kernenergie bij de elektriciteits-<br>productie . . . . . | 10   | 5. Organisatie voor Europese Economische<br>Samenwerking (O.E.E.S.) . . . . .                      | 21   |
| a. Investerings . . . . .  | 10   | 6. Euratom . . . . .   | 21   |
| b. Brandstofbehoeften . . . . .  | 11   | 7. Samenvatting . . . . .  | 22   |
| c. De onderhouds- en bedieningskosten . . . . .  | 11   | <b>Slotopmerking</b> . . . . .   | 22   |
| d. Kostprijsvergelijking . . . . .   | 11   |  |      |
| § 4. Het plan tot de bouw van kernenergiecen-<br>trales . . . . .  | 12   | Bijlage: Nota van het Centraal Planbureau<br>Schatting van het energieverbruik in het<br>jaar 1975 |      |
| § 5. Enkele algemene financiële en economische<br>aspecten . . . . .   | 13   |  |      |
| a. De financiering der investeringen . . . . .   | 13   |  |      |
| b. De brandstofbesparingen . . . . .   | 14   |  |      |
| § 6. Slotopmerkingen . . . . .   | 16   |  |      |

## INLEIDING

Nu de ontwikkeling van de kernenergie ten behoeve van vreedzame doeleinden zover is voortgeschreden dat uit de fase van voorbereidend onderzoek tot het stadium van de praktische toepassing kan worden overgegaan is naar de mening van de regering het tijdstip aangebroken uitvoeriger dan in de afgelopen jaren mogelijk was stil te staan bij de vraagstukken, welke zich voor Nederland op dit nieuwe gebied voordoen, waarbij het in deze nota met name gaat om meer technische en economische problemen. Hij stelt zich derhalve voor door middel van deze nota een inzicht te verschaffen in de betekenis van de kernenergie en in de weg, welke naar zijn oordeel in ons land moet worden gevolgd om tot een zo spoedig mogelijke toepassing van deze nieuwe energiebron te geraken. Hierdoor wordt tevens voldaan aan de toezegging, welke de ondergetekende tijdens de behandeling van Hoofdstuk X van de Rijksbegroting 1957 in de Tweede Kamer der Staten-Generaal heeft gedaan inzake het openbaar maken van een programma betreffende de ontwikkeling in Nederland op het gebied van de toepassing van kernenergie.

Hij heeft gemeend zich in deze nota te moeten beperken tot de toepassing van kernenergie t.b.v. de elektriciteitsvoorziening en de daarmede verband houdende activiteiten, aangezien slechts de ontwikkeling van deze toepassing zover is gevorderd dat zij reeds in de naaste toekomst in Nederland met vrucht ter hand zal kunnen worden genomen.

Deze beperkte opzet van de nota betekent geenszins dat de ondergetekende de andere vormen van toepassing minder belangrijk acht. Deze lenen zich echter in het huidige stadium naar zijn mening nog niet voor een behandeling als in deze nota is beoogd voor de toepassing t.b.v. de elektriciteitsvoorziening.

De toepassing van stralingen en het gebruik van radio-isotopen vinden reeds op ruime schaal op verschillende gebieden plaats. Een behandeling van de daarmede verband houdende vraagstukken valt naar de mening van de ondergetekende eveneens buiten het kader van deze nota.

### Taak van de centrale overheid

Bij de beoordeling van de taak van de centrale overheid op het gebied van de kernenergie dient naar de mening van de ondergetekende te worden uitgegaan van de in ons land bestaande maatschappelijke verhoudingen, waarbij voor de centrale overheid geen overheersende positie is weggelegd op het gebied van wetenschap, onderzoek en voortbrenging. In het algemeen beperkt de taak van de overheid zich op deze gebieden tot het stimuleren, ondersteunen en coördineren van de activiteiten van de verschillende maatschappelijke groeperingen, alsmede waar nodig tot het stellen van regelen. De ondergetekende acht geen reden aanwezig om met betrekking tot de kernenergie en haar toepassingsmogelijkheden af te wijken van bovenomschreven gedragslijn. De kernenergie vormt immers noch voor wat betreft het onderzoek en de ontwikkeling noch voor wat betreft de toepassing een op zichzelf staand gebied, hetwelk geheel los kan worden gezien van de bestaande wetenschap en techniek.

De ondergetekende is er zich van bewust dat er in Nederland evenals in de meeste Westeuropese landen een grote achterstand bestaat ten aanzien van de kernenergetische ontwikkeling. In verband hiermede en gezien de zware technische en financiële eisen, welke deze ontwikkeling stelt, zullen alle belanghebbende partijen zich grote inspanningen moeten getroosten.

Van de centrale overheid zal een sterk stimulerende werking moeten uitgaan, terwijl zij anderzijds de voorwaarden dient te scheppen voor een zo ruim mogelijke ontplooiing van het particuliere initiatief.

In de internationale verdragen, welke Nederland heeft gesloten of bij de voorbereiding waarvan ons land is betrokken, is de mogelijkheid voor het particuliere bedrijfsleven ruimschoots aanwezig om eigen activiteiten te ontwikkelen en deel te nemen aan gemeenschappelijke projecten.

De volgende verdragen werden inmiddels gesloten:

1. Verdrag tot oprichting van een Europese organisatie voor kernfysisch onderzoek (C.E.R.N.), gesloten te Parijs op 1 juli 1953;

2. Overeenkomst tussen het Koninkrijk der Nederlanden en de Verenigde Staten van Amerika betreffende het niet-militair gebruik van atoomenergie, gesloten te Washington op 18 juli 1955 („eerste overeenkomst”);

3. Overeenkomst tussen het Koninkrijk der Nederlanden en de Verenigde Staten van Amerika betreffende het niet-militair gebruik van atoomenergie, gesloten te Washington op 22 juni 1956 („tweede overeenkomst”);

4. Overeenkomst houdende de Statuten van het Studiesyn-dicaat voor de bouw van een Europese fabriek voor de afscheiding van uranium-isotopen, gesloten te Brussel op 7 september 1956;

5. Het Statuut van een Internationale Atoomorganisatie, getekend te New York op 26 oktober 1956;

6. Het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom), gesloten te Rome op 25 maart 1957.

De nog plaatsvindende besprekingen in het kader van de O.E.E.S. inzake de samenwerking op kernenergetisch gebied zullen ongetwijfeld binnenkort eveneens tot resultaten leiden. In hoofdstuk IV wordt van de internationale samenwerking een kort overzicht van feitelijke aard gegeven.

Naast deze overeenkomsten, waarbij de Nederlandse regering partij is, kunnen nog worden vermeld de overeenkomsten, welke de Stichting Reactor-Centrum Nederland met medewerking van de regering heeft gesloten met enkele buitenlandse instellingen, waarop in hoofdstuk III, § 2, nader wordt teruggekomen.

De overheid zal erop moeten toezien dat de werkzaamheden in internationaal en nationaal verband op doelmatige wijze op elkaar zijn afgestemd.

Ten aanzien van de binnenlandse ontwikkeling zal het een voorname taak van de overheid zijn er naar te streven dat geen versnippering van krachten plaatsvindt en dat een zo hecht mogelijke samenwerking van alle bij de kernenergetische ontwikkeling betrokken partijen tot stand wordt gebracht. Met betrekking tot het onderzoek en de ontwikkeling van kernreactoren en hun toepassingen werd dan ook, gelijk bekend, met krachtige steun van de overheid in 1955 het R.C.N. opgericht, waarin een vrijwillige samenwerking tot stand werd gebracht van de Staat, de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (F.O.M.), de N.V. tot Keuring van Electro-technische Materialen (K.E.M.A.) te Arnhem en een 46-tal ondernemingen.

De ondergetekende is ervan overtuigd dat de destijds gekozen opzet juist is geweest, mede omdat deze geheel past in het beeld, dat de samenwerking tussen overheid, wetenschap en bedrijfsleven op het gebied van onderzoek en ontwikkeling in het algemeen te zien geeft. Op de verhoudingen van de verschillende groeperingen binnen het R.C.N. en de mate, waarin het Rijk hieraan financieel deelneemt, zal in hoofdstuk III nader worden teruggekomen.

De ontwikkeling van de kernenergie is in hoge mate afhankelijk van het beschikbaar zijn van voldoende deskundigen.

Verwacht wordt dat de opleiding van personeel op lager en middelbaar technisch niveau geen direct probleem zal vormen, daar dit door bijscholing of korte cursussen zich de nodige kennis en bekwaamheid zal kunnen eigen maken. Ten aanzien van de opleiding van academisch gevormd personeel zullen zeker bijzondere maatregelen nodig zijn. Voor het R.C.N. zal hier een belangrijke taak zijn weggelegd.

Ondergetekendes ambtgenoot van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen heeft een commissie ingesteld teneinde op korte termijn advies uit te brengen over de vraag, welke maatregelen in Nederland moeten worden getroffen om de opleiding te verzekeren van voldoende deskundigen op het gebied van de kernfysica, met name met het oog op de praktische toepassingen.

Het rapport van deze Commissie Opleiding Kernfysica en Kernenergie en haar Toepassingen is spoedig te verwachten. Mede op advies van deze Commissie werd door de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen in de Verenigde Staten een opleidings- en researchreactor besteld, welke na te zijn gedemonstreerd op de tentoonstelling „Het Atoom” te Amsterdam in gewijzigde vorm te Delft bij de T.H. zal worden geplaatst ten behoeve van het gehele universitaire onderwijs.

Tevens kan hier worden vermeld dat in Wageningen een Instituut voor toepassing van atoomenergie in de landbouw is gesticht, hetwelk t.z.t. over een reactor voor bestralingsdoel-einden zal beschikken.

Aangezien de realisering van de toepassingsmogelijkheden van de kernenergie slechts mogelijk is geweest door het baanbrekende werk van het wetenschappelijk onderzoek, dat ook in de toekomst met grote kracht moet worden voortgezet, zal de overheid hieraan de nodige steun niet mogen onthouden.

Tenslotte moge de ondergetekende wijzen op de noodzaak van de totstandkoming van een atoomwetgeving, waaraan in interdepartementaal overleg, met name in de Commissie voor Atoom Energie, in mei 1955 door de Minister-President ingesteld, reeds veel voorbereidend werk is besteed. Hierin zal o.m. volledige aandacht worden besteed aan het belangrijke veiligheidsaspect alsmede aan de verplichtingen, voortvloeiende uit door de Staat gesloten internationale overeenkomsten. In de atoomwet zullen voorts de verschillende ministeriële verantwoordelijkheden op doelmatige wijze dienen te worden geregeld.

#### Samenvatting van de nota

Evenals geheel West-Europa ziet Nederland zich geplaatst voor een structureel energievraagstuk. Voor het O.E.E.S.-gebied is berekend, dat in 1975 door grondstoffen uit eigen bodem slechts voor 63 % in de energiebehoeften zal kunnen worden voorzien. Voor de E.G.K.S. wordt het percentage op 60 geschat. De Nederlandse energiebehoeften overtreffen de eigen produktie in nog sterkere mate. Reeds thans moet bijna de helft van de benodigde brandstoffen worden geïmporteerd. Verwacht kan worden dat binnen 20 jaar nog slechts 1/3 gedeelte van de totaal benodigde energiegrondstoffen uit eigen bodem kan worden betrokken.

Het is geenszins zeker dat de resterende behoeften blijvend en regelmatig door import van kolen en olie kunnen worden gedekt. Deze onzekerheid is zorgwekkend aangezien de beschikbaarheid en de prijs van energie van essentiële betekenis zijn voor de economische welvaart.

Een structureel energiebeleid, dat een genoegzame voorziening van energie tegen een redelijke prijs op lange termijn beoogt, moet daarom naar de mening van de ondergetekende in het bijzonder zijn gericht op het tot ontwikkeling brengen van de kernenergie als nieuwe bron van energie, zij het, dat daarnaast de klassieke energievoorziening de volle aandacht zal moeten blijven behouden.

De belangrijkste toepassing van de kernenergie is voorshands de produktie van elektrische energie. In welke mate de toepassing van de kernenergie voor de opwekking van elektriciteit de komende 20 jaar een verbetering kan betekenen van de energietoestand is in deze nota uitvoerig onderzocht.

De technische en economische resultaten van kernenergiecentrales zijn nog onzeker bij gebrek aan ervaring. Een voorzichtige schatting van de kostprijs, gebaseerd op buitenlandse gegevens, steunt de ondergetekende echter in de opvatting dat de produktiekosten van elektriciteit, opgewekt door kernenergie, reeds op een zodanig niveau zijn gekomen dat economische exploitatie van kernenergiecentrales tot de mogelijkheden behoort. Deze conclusie wordt ook aangetroffen in het rapport van de „Drie Wijzen”, dat in het kader van Euratom aan de regeringen der zes landen is aangeboden. De omstandigheden zullen zich op lange termijn ongetwijfeld zodanig wijzigen dat de exploitatie van de kernenergiecentrale economische voordelen gaat bieden.

Met het oog op de geschetste energietoestand en ter verkrijging van de nodige ervaring acht de ondergetekende het gewenst dat zo spoedig mogelijk met de bouw van een eerste kernenergiecentrale wordt begonnen, ondanks het risico dat de werkelijke resultaten ten gevolge van de vele onzekerheden in belangrijke mate van de gemaakte schattingen kunnen afwijken. Aangezien een beslissing daartoe door één of meer elektriciteitsproduktiebedrijven op korte termijn tegemoet kan worden gezien zal inbedrijfstelling van de eerste kernenergiecentrale omstreeks 1962 kunnen plaats vinden.

Om een inzicht te verkrijgen in de wijze waarop deze ontwikkeling zich verder zou kunnen voltrekken wordt in deze nota een plan tot 1975 ontwikkeld. Hierbij is ervan uitgegaan dat van de jaarlijks tot stand te brengen elektriciteitsproduktie-middelen voor uitbreiding en vervanging een steeds toenemend aandeel zal bestaan uit kernenergiecentrales, zodat de noodzakelijke uitbreidingen en vervangingen in 1975 geheel op basis van kernenergie zouden kunnen plaatsvinden.

Indien dit plan uitvoerbaar blijkt zou het mogelijk zijn dat in 1975 reeds de helft van de gehele elektriciteitsproduktie wordt verzorgd door kernenergiecentrales. Hierdoor zou voor 15 % in de totale energiebehoeften worden voorzien, ten gevolge waarvan de behoefte aan conventionele brandstoffen in dat jaar met 6,5 mln. ton zou worden verminderd. Daar staat tegenover dat in de behandelde periode een extra investeringsbedrag nodig zou zijn van naar schatting f. 2,6 miljard. Ook zou aanvankelijk een extra deviezenbehoefte ontstaan, welke echter geleidelijk zal afnemen totdat aan het einde van de periode een bescheiden deviezenbesparing valt te verwachten. Pas na 1975, welk jaar als de afsluiting van de aanloopperiode kan worden beschouwd, zal het aandeel van de kernenergie bij de elektriciteitsproduktie een zodanige omvang hebben aangenomen dat de deviezenbesparing duidelijk in het oog zal springen.

Voor de uitvoering van het kernenergiecentraleplan zal Nederland zich de nodige kennis op dit gebied moeten eigen maken. Deze kennis zal groter moeten zijn naar gelang gestreefd wordt naar een grotere onafhankelijkheid van het buitenland. Een volledig eigen ontwikkeling zal echter in Nederland slechts in beperkte mate mogelijk zijn. Het verwerven van de nodige kennis zal in belangrijke mate een taak van het R.C.N. zijn, hetgeen niet uitsluit dat ook de daarin deelnemende groeperingen zelve kennis zullen moeten vergaren en eventueel eigen spoorwerk zullen moeten verrichten. Hierbij ware het R.C.N. zoveel mogelijk in te schakelen.

De toepassing van de kernenergie ten behoeve van de elektriciteitsproduktie zal naar de mening van de ondergetekende geen wijziging brengen in de historisch gegroeide situatie met betrekking tot de openbare elektriciteitsvoorziening, welke in handen is van de lagere overheid.

De belangrijkste onderdelen van het onlangs door het R.C.N. opgestelde driejarenprogramma worden gevormd door de bouw en exploitatie van de Hoge Flux Reactor (H.F.R.), de ontwikkeling van een eigen reactortype en de samenwerking met Noorwegen. De H.F.R. zal, naar verwacht mag worden, voor het gehele Nederlandse werk belangrijke steun kunnen verlenen.

De eigen reactorontwikkeling betreft de zgn. natte suspensie-reactor en vindt plaats bij de K.E.M.A. onder auspiciën van het R.C.N.

De samenwerking met Noorwegen moet van het grootste belang worden geacht voor het welslagen van het werk in Nederland. De samenwerkingsgeest is zeer goed en het werk in het gemeenschappelijke onderzoekcentrum te Kjeller levert gunstige resultaten op.

Naast deze specifieke programma-onderdelen omvat het driejarenprogramma van het R.C.N. werkzaamheden op een groot aantal andere terreinen. Het voorziet in de bouw van een aantal laboratoria en de tewerkstelling van een staf van circa 300 man in 1960, waarvan 60 academici. Met de thans voor investeringen beschikbare f. 28 mln. kunnen naar redelijke schatting worden gefinancierd de eerste fase van de ontwik-

keling van de natte suspensiereactor, de aanschaffing van de H.F.R. en de bouw van de reactorhal met bijbehorende bedrijfsgebouwen en dat deel van de laboratoria, hetwelk terstond bij de inbedrijfstelling van de H.F.R. in gebruik moet kunnen worden genomen. De exploitatiekosten zullen oplopen tot f 7 mln. in 1960, hetgeen aanmerkelijk meer is dan de thans voor de exploitatiekosten ter beschikking staande f 1,7 mln. Voor het geval een verhoging van de exploitatiebijdragen van de andere participanten niet op korte termijn mocht kunnen plaatsvinden heeft de regering onder voorbehoud van goedkeuring van de Staten-Generaal toegezegd dat zij onder bepaalde voorwaarden een garantie zal verlenen voor het ontbrekende gedeelte van het door de overige participanten te betalen aandeel ad 50 % van de exploitatiekosten. Deze hebben toegezegd dat zij naar een verhoging van hun bijdrage zullen streven, alsmede naar een uitbreiding van het aantal deelnemende ondernemingen.

### Natuurkundige en technische aspecten

1. Reeds in het begin van deze eeuw waren de fysici erin geslaagd een 92-tal elementen aan te wijzen, waaruit de stoffelijke wereld is opgebouwd. De atomen dezer elementen zouden — naar zij meenden — de kleinste bestaande bouwstenen der materie zijn, welke verder ondeelbaar waren.

Latere wetenschappelijke onderzoeken hebben evenwel aangetoond dat elk atoom bestaat uit een zeer kleine atoomkern, waarin het gewicht van het atoom is geconcentreerd. Rond deze kern cirkelt een aantal elektronen. Men zou om een beeld te gebruiken kunnen spreken van een klein zonnestelsel, waarbij de kern als zon optreedt en de elektronen als planeten fungeren.

De elektronen zijn negatief geladen, terwijl de kern positief geladen is. Deze positieve lading is afkomstig van de positief geladen protonen, welke met de niet geladen neutronen de bouwstenen van de kern uitmaken. Daar de negatieve lading van de gezamenlijke elektronen en de positieve lading van de kern in een normaal atoom even groot en dus met elkaar in evenwicht zijn doet het atoom zich naar buiten neutraal voor.

De chemische eigenschappen van het atoom worden bepaald door het aantal protonen in de kern, hetwelk wordt aangegeven door het *atoomnummer*. De som van het aantal protonen en neutronen bepaalt het *atoomgewicht*. De bijna niets wegende elektronen kunnen hierbij worden verwaarloosd.

Hoewel het aantal protonen van een atoom constant is kan het aantal neutronen verschillend zijn. Zo onderscheidt men U 235 en U 238, d.w.z. uraniumkernen met een atoomgewicht van 235 resp. 238 eenheden, waarvan 92 protonen. De kernen van deze atomen bevatten dus resp.  $235 - 92 = 143$  en  $238 - 92 = 146$  neutronen. Atoomsoorten, welke tot hetzelfde element behoren, doch verschillen in neutronental, noemt men isotopen.

Bij het verrichten van onderzoeken omtrent de samenstelling van het atoom voerde Fermi in 1934 reeds experimenten uit, waarbij uraniumkernen werden beschoten met neutronen. De mogelijkheid van *splijting* van de uraniumkern werd voor het eerst in 1938 experimenteel aangetoond.

Als in de natuur voorkomende splijtbare stof is alleen bekend het U 235, dat in het natuurlijk uranium voorkomt met de isotoop U 238 in de verhouding 1 : 139. Daarnaast is het mogelijk gebleken uit het zelf niet splijtbare U 238 het splijtbare plutonium te winnen. Uit het element thorium kan de splijtbare stof U 233 worden verkregen.

Door de splijting wordt de atoomkern gedeeld in enkele brokstukken, waarvan de gezamenlijke massa kleiner is dan die van de atoomkern vóór de splijting. Het verschil in massa wordt omgezet in energie, terwijl nieuwe atoomkernen worden gevormd van een lager atoomgewicht. De hoeveelheid vrijkomende energie wordt gegeven door Einsteins formule  $E = mc^2$ , d.w.z. energie = massa  $\times$  het kwadraat van de lichtsnelheid. Om enig inzicht te krijgen in de betekenis van deze formule diene dat de energie, welke vrijkomt bij volledige splijting van

1 gram U 235, gelijk is aan de warmte welke wordt verkregen bij verbranding van ca 3000 kg kolen.

Bij de splijting van een atoomkern komen 2 à 3 neutronen vrij. Deze neutronen kan een verschillend lot te wachten staan.

a. Sommige neutronen zullen op hun weg andere splijtbare kernen treffen en aldus nieuwe splijtingen teweeg brengen. Zij onderhouden m.a.w. de kettingreactie. Om een kettingreactie gelijkmatig in stand te houden zal steeds één van de vrijkomende neutronen een andere splijtbare atoomkern moeten treffen.

b. Andere neutronen zullen bij gebruik van b.v. natuurlijk uranium kunnen worden ingevangen door de kernen van het in ruime mate aanwezig zijnde U 238 en aldus aanleiding geven tot vorming van plutonium. In het natuurlijk uranium zal dus naast het splijtingsproces een creatie van nieuwe splijtstof plaatsvinden.

c. De overige neutronen worden òf door andere stoffen ingevangen òf gaan geheel verloren.

Volledigheidshalve kan nog worden opgemerkt dat er ook kernreacties zijn, waarbij juist door samensmelting (fusie) van kleine atoomkernen tot één grote kern grote hoeveelheden energie vrijkomen. In de zon b.v. heeft fusie plaats van waterstofkernen tot heliumkernen. Ook de zgn. waterstofbom (H-bom) berust op een dergelijk proces. Op deze vorm van energiewinning behoeft niet nader te worden ingegaan aangezien omtrent de ontwikkeling hiervan nog geen betrouwbare gegevens ter beschikking staan.

2. Nadat de fysische wetenschap voldoende inzicht in de opbouw van het atoom en in de mogelijkheid van splijting had verworven werd het de taak van de techniek deze mogelijkheid te realiseren.

Er is in de laatste jaren met enorme inspanning gewerkt aan de ontwikkeling van installaties, waarin van de vindingen der kernfysica gebruik kan worden gemaakt ter verkrijging van energie. Sindsdien zijn reeds talrijke typen kernreactoren ontwikkeld en gebouwd. In grote trekken kan men zich de kernreactor voorstellen als een „haard” geladen met splijtbare materiaal, waarin een regelbaar en zichzelf onderhoudend splijtingsproces in stand kan worden gehouden. De reactor is afgeschermd door wanden van b.v. beton voor de bescherming tegen radioactieve stralingen en voorzien van de nodige apparaten voor afvoer van de warmte, welke bij de splijtingsreactie vrijkomt. Men kan dus zeggen dat de kernreactor, indien deze voor energieopwekking en niet voor experimentele doeleinden wordt gebruikt, de plaats inneemt van de met conventionele brandstoffen gestookte ketelinstallatie.

Essentieel is uiteraard een nauwkeurige stabilisatie van de kettingreactie. Dit betekent dat, zoals boven reeds is gezegd, precies één van de per atoom vrijkomende neutronen aan de kettingreactie zal moeten blijven deelnemen.

Voorts dient men de kettingreactie zodanig te regelen dat niet alle energie in één ogenblik vrijkomt. Aangezien neutronen ook kunnen worden ingevangen door andere materialen pleegt men de kettingreactie te regelen door in de kernreactor staven van een sterk neutronen-absorberend materiaal aan te brengen. Door met deze staven te manipuleren kan men de reactor in de hand houden.

Om de warmte, welke binnen de splijtstof wordt opgewekt, op te nemen en uiteindelijk buiten de reactor te brengen, gebruikt men een koelmedium. Dit kan bestaan uit een vloeistof, gas, of vloeibaar metaal, dat langs of door de kernreactor wordt geleid.

Als splijtstof kan men hetzij natuurlijk uranium, dat — zoals gezegd — voor 99,3% uit U 238 en voor 0,7% uit de eigenlijke splijtbare stof U 235 bestaat, hetzij verrijkt uranium gebruiken.

Het is n.l. mogelijk om het percentage U 235 van het natuurlijk uranium te verhogen tot iedere gewenste graad. Dit proces van verrijking geschiedt in een isotopenscheidingsfabriek.

Het belang van deze verrijking ligt in de mogelijkheid van een effectiever gebruik van de splijtstof. Immers, hoe hoger de

verrijkingsgraad, hoe meer splijtbare atoomkernen aanwezig zijn, zodat om de kettingreactie in stand te houden met een geringere hoeveelheid splijfstof en dientengevolge met een kleinere reactor kan worden volstaan.

Ten slotte kan op andere wijze splijtbaar stof van hoog gehalte worden verkregen door vorming van plutonium uit U 238, hetzij in normale energieleverende reactoren als nevenprodukt, hetzij in speciale reactoren („breeders”). Laatstgenoemde worden ook gebruikt om uit thorium het splijtbare U 233 te winnen.

Een ander belangrijk bestanddeel in sommige reactoren is de moderator. Deze moderator dient om de snelle neutronen, welke bij de splijting vrijkomen, te vertragen tot een niveau, waarop ze in staat zijn om nieuwe splijtingen van U 235-kernen teweeg te brengen. Het is nl. gebleken dat het U 235 zich gemakkelijker laat splijten door langzame (thermische) dan door snelle neutronen. Het is dus van belang om in een reactor, welke met natuurlijk of licht verrijkt uranium werkt en dus relatief weinig splijtbaar atoomkernen bevat, de snelheid der neutronen zodanig af te remmen dat zij zo effectief mogelijk nieuwe splijtingen teweeg kunnen brengen. Het afremmen van de snelheid der neutronen geschiedt door opeenvolgende botsingen tegen de kernen van het moderatormateriaal. Dit materiaal zal een stof moeten zijn met lichte kernen, omdat de neutronen bij de elastische botsing juist daaraan de meeste energie afgeven, waardoor hun snelheid afneemt. Het materiaal mag echter de neutronen niet absorberen. De meest in aanmerking komende stoffen zijn: zwaar water, beryllium of grafiet.

Een van de grootste problemen, waarmede de reactorteknik heden ten dage wordt geconfronteerd, is de hoedanigheid van het materiaal, waaruit de verschillende onderdelen van de reactor dienen te bestaan. Een nadere beschouwing ter zake past echter naar de mening van de ondergetekende niet in het kader van de onderhavige nota. Wel wil hij enige aandacht wijden aan de verschillende typen reactoren, waaraan moge voorafgaan een classificatie van de diverse soorten reactoren, welke op verschillende wijzen kan worden gemaakt, al naar gelang men een bepaald criterium als uitgangspunt kiest. Zo kan men onderscheiden:

a. naar de natuur van de lading: reactoren, werkende met natuurlijk uranium, verrijkt uranium, zuiver U 235, plutonium, of U 233;

b. naar de bestemming: reactoren voor produktie van energie, vorming van plutonium, produktie van radioactieve isotopen, materiaalonderzoek, wetenschappelijk onderzoek of opleiding, of een combinatie van enkele dezer mogelijkheden.

c. naar de snelheid van de neutronen, die het splijtingsproces onderhouden. Zo heeft men thermische kernreactoren, waarin het grootste deel der splijtingen plaatsvindt met door een moderator afgeremde neutronen, en snelle reactoren, waarin de neutronen niet worden afgeremd.

d. naar de verdeling van de kernbrandstof en de moderator. In de homogene reactoren zijn beide elementen homogeen gemengd, b.v. de splijfstof is in de moderatorstof opgelost. De moderator kan tegelijkertijd als koelmedium dienen. De ontwikkeling van een variatie op dit soort reactor, waarbij de splijfstof op een bepaalde wijze in de moderator wordt gesuspendeerd, vormt een deel van het R.C.N.-programma. In de heterogene reactoren zijn de verschillende elementen van elkaar gescheiden, b.v. de splijfstof is geconcentreerd in een bepaald aantal staven, welke op regelmatige afstand van elkaar in de moderator zijn opgesteld.

e. naar de aard van het koelmedium: gas, vloeistof, of vloeibaar metaal.

Door combinatie van eigenschappen en materialen volgens bovenstaande criteria zijn talrijke systemen mogelijk. In feite is dit aantal beperkt aangezien de keuze van één bepaalde eigenschap of materiaal vergaande consequenties heeft voor de rest van het systeem. Van de vele mogelijkheden mogen de volgende reactortypen worden vermeld:

a. *Gasgekoelde grafiet-reactoren.* Als splijfstof kan natuurlijk of verrijkt uranium worden gebruikt. Als moderator-materiaal wordt grafiet gebruikt. CO<sub>2</sub> onder druk of een ander geschikt gas circuleert door de reactor om de warmte af te voeren. Een reactor van dit type is vorig jaar reeds te Calder Hall (Engeland) in bedrijf gesteld.

b. *Drukwater-reactoren (pressurized water reactors).* Als koelmedium wordt water onder hoge druk door het reactorvat gevoerd, terwijl ook het gehele leidingssysteem onder hoge druk staat. Bij deze druk kan een relatief hoge temperatuur bereikt worden zonder dat het water gaat koken. Bij dit type reactor wordt veelal gebruik gemaakt van hoog verrijkt uranium.

c. *Kokend-water reactoren (boiling water reactors).* De bij het splijtingsproces ontstane warmte wordt afgevoerd door gewoon of zwaar water, dat in het reactorvat, waarin zich de splijstofelementen bevinden, kookt. Wanneer natuurlijk of licht verrijkt uranium als splijfstof wordt gebruikt is het koelmedium zwaar water. Dit dient dan tevens als moderator.

d. *Met vloeibaar metaal gekoelde grafiet-reactoren.* In dit reactortype wordt met voordeel gebruik gemaakt van de hoge temperatuur en het daaruit voortvloeiende hoge nuttige effect, dat kan worden verkregen door vloeibaar natrium of een mengsel van natrium en kalium als koelmedium toe te passen. Het moderatormateriaal is grafiet, terwijl licht verrijkt splijtbaar materiaal wordt gebruikt.

3. Er zijn reeds talrijke gebieden, waarop toepassing van kernenergie plaatsvindt of wellicht in de toekomst zal plaatsvinden. Een onderscheid kan worden gemaakt tussen toepassingen, waarin gebruik wordt gemaakt van de bij splijting vrijkomende energie en die, welke hun basis vinden in het gebruik van radio-isotopen.

Wat betreft de eerste soort toepassingen is de ontwikkeling van reactoren voor de opwekking van elektriciteit momenteel het verst gevorderd. Als gelukkige omstandigheid is hierbij naar voren gekomen dat de omvang, welke reactoren voor de produktie van elektriciteit minstens moeten bezitten, willen zij economisch kunnen werken, ongeveer overeenkomt met die van de huidige thermische centrales. In de volgende hoofdstukken zal op deze ontwikkeling uitvoerig worden ingegaan.

Het valt te verwachten dat door de snel voortschrijdende ontwikkeling binnen niet al te lange tijd ook kleinere reactoren gebouwd zullen worden, welke economisch rendabel zijn. Hierdoor zullen b.v. voor de industrie mogelijkheden van toepassing van reactoren ontstaan, hetzij voor gebruik van de vrijkomende warmte bij de fabricageprocessen, hetzij voor de opwekking van elektriciteit voor eigen behoeften.

Een ander gebied, waarop de toepassing van reactoren een grote rol kan spelen, is de scheepsbouw. Zoals bekend is enkele jaren geleden in de V.S. de eerste onderzeeër gebouwd, welke wordt voortgestuwd door middel van kernenergie. Nadat deze onderzeeër reeds meer dan 60 000 mijl had gevaren is men onlangs voor de eerste maal tot vernieuwing van de splijfstof overgegaan. In vele landen wordt met grote inspanning gewerkt aan de ontwikkeling niet alleen van oorlogsschepen, maar ook van koopvaardijsschepen met voortstuwing door middel van kernenergie.

Een andere vorm van toepassing is, zoals gezegd, het gebruik van radio-isotopen. In het algemeen kan een onderscheid gemaakt worden tussen stabiele en instabiele isotopen.

De instabiele isotopen zullen de neiging vertonen over te gaan in een stabiele vorm. Deze overgang gaat gepaard met het uitzenden van straling en het is deze straling, welke effectief benut kan worden voor allerlei doeleinden.

Behalve de instabiele isotopen, welke in de natuur voorkomen, b.v. radium, kan men ook instabiele isotopen verkrijgen door de atoomkernen van bepaalde materialen met atoomdeeltjes, zoals neutronen, te beschieten. Deze deeltjes zullen in de atoomkernen worden ingevangen en een kernverandering teweeg brengen.

De produktie van radio-isotopen kan geschieden met behulp van z.g. deeltjes-versnellende apparaten als b.v. het cyclotron of in reactoren.

Afgezien nog van het feit dat de reactor andere mogelijkheden biedt voor de produktie van isotopen dan b.v. het cyclotron, heeft de reactor eerst de mogelijkheid geschapen verschillende isotopen in grotere hoeveelheden tegen geringe kosten te produceren. Ook de afvalstoffen, welke in een reactor ontstaan, zijn radio-actief en hieruit kunnen eveneens nuttige isotopen worden gewonnen.

De laatste jaren heeft de toepassing van isotopen een grote vlucht genomen. Dit is met name het geval geweest in de landbouw, voor biologisch en medisch onderzoek en in de industrie.

Om een indicatie te geven van het grote belang, dat de radio-isotopen voor het economische leven kunnen hebben, kan worden opgemerkt dat volgens een schatting van de Amerikaanse Atomic Energy Commission in de V.S. het gebruik van radio-isotopen in 1956 voor de industrie een besparing heeft opgeleverd van ongeveer \$ 400 mln.

## HOOFDSTUK I

### DE ENERGIESITUATIE IN NEDERLAND

De mate en het tempo waarin de kernenergie in Nederland een plaats zal gaan innemen naast de andere energievormen wordt voor een belangrijk gedeelte bepaald door de algehele energiesituatie. De ondergetekende acht het daarom van belang enige beschouwingen te wijden aan de ontwikkeling van het energieverbruik en aan het te voeren energiebeleid in het algemeen om aan de hand daarvan de plaats van de kernenergie in dit beleid te bepalen.

De energiesituatie waarin Nederland verkeert is nauw verweven met die van West-Europa. De verwachtingen, welke t.a.v. de energievoorziening bestaan in de landen van de O.E.E.S., zijn neergelegd in tabel 1.

Tabel 1

Energieproduktie en -behoefte van de O.E.E.S. landen  
(in miljoenen ton steenkool equivalent)

|  | 1955 | 1960 | 1975 |
|--|------|------|------|
| A. Produktie *) . . . . .                          | 584  | 645  | 755  |
| B. Verbruik . . . . .                              | 730  | 840  | 1200 |
| C. Niet gedekt door eigen produktie . . . . .      | 146  | 195  | 445  |
| D. Voorzieningspercentage (A in % van B) . . . . . | 80   | 77   | 63   |

\*) De produktie omvat fossiele brandstoffen, waterkracht, aardolie en aardgas. Met kernenergie is hier geen rekening gehouden.

Hieruit blijkt dat de eigen produktie van conventionele energiegrondstoffen, welke ondanks de daarop gerichte inspanning slechts in beperkte mate kan worden opgevoerd, in toenemende mate ten achter raakt bij de sterk stijgende vraag naar energie. Zelfs Engeland, tot voor de laatste wereldoorlog één der belangrijkste kolenexporterende landen, verwacht in 1975 een discrepantie tussen eigen produktie van conventionele energiegrondstoffen en totale behoefte aan energie van 67 mln. ton steenkolen equivalent of bijna 20 % van de totale behoefte, ondanks de hoge investeringen, welke de National Coal Board heeft aangekondigd tot opvoering van de kolenwinning.

Voor de K.S.G.-landen is de energiesituatie nog iets ongunstiger dan voor het O.E.E.S.-gebied, zoals uit tabel 2 blijkt.

Tabel 2

Energieproduktie en -behoefte van de K.S.G.-landen  
(in miljoenen ton steenkool equivalent)

|  | 1955 | 1965 | 1975 |
|--|------|------|------|
| A. Produktie *) . . . . .                          | 315  | 379  | 434  |
| B. Verbruik . . . . .                              | 407  | 564  | 725  |
| C. Niet gedekt door eigen produktie . . . . .      | 92   | 185  | 291  |
| D. Voorzieningspercentage (A in % van B) . . . . . | 77   | 67   | 60   |

\*) De produktie omvat fossiele brandstoffen, waterkracht, aardolie en aardgas. Met kernenergie is hier geen rekening gehouden.

Nederland is in vergelijking met de besproken gebieden nog minder in staat om door eigen produktie in de nationale behoefte aan energie te voorzien. Het totale energieverbruik in ons land is — vooral in de na-oorlogse jaren — sterk gestegen. De totale binnenlandse produktie van primaire energiebronnen daarentegen is, na een aanvankelijke stijging, zelfs enigszins gedaald. Het nationale voorzieningspercentage is daardoor na een hoogtepunt van 93 % in 1937 gedaald tot 53 % in 1955 (zie tabel 3).

Ook in de toekomst zal met een verdere toeneming van het energieverbruik moeten worden gerekend. Om een inzicht te verkrijgen in de toekomstige ontwikkeling van de energiesituatie is door het Centraal Planbureau een prognose opgesteld voor het jaar 1975, welke een waardevolle basis vormt voor een beschouwing van de betekenis van de conventionele energiebronnen voor de toekomstige energievoorziening en van de plaats, welke de kernenergie zal kunnen gaan innemen.

Gezien het structurele karakter van het probleem heeft de ondergetekende gemeend bij de raming van het energieverbruik af te moeten zien van de invloed van oorlogen of andere calamiteiten en van abnormale conjuncturele schommelingen.

Tabel 3

Energieproduktie en -behoefte van Nederland  
(in duizenden ton steenkool equivalent)

|  | 1929   | 1937   | 1950   | 1955   | 1960   | 1975   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A. Produktie van:  |        |        |        |        |        |        |
| Steenkolen . . . . .   | 11 580 | 14 320 | 12 245 | 11 900 | 11 900 | 12 000 |
| Bruinkolen . . . . .   | 52     | 45     | 65     | 80     | p.m.   | —      |
| Aardgas . . . . .  | —      | —      | —      | 170    | 300    | 400    |
| Aardolie . . . . .   | —      | —      | 1 055  | 1 500  | 1 600  | 1 700  |
| Totaal . . . . .   | 11 632 | 14 365 | 13 365 | 13 650 | 13 800 | 14 100 |
| B. Totaal verbruik . . . . .                                 | 14 600 | 15 500 | 20 700 | 26 000 | 31 000 | 43 000 |
| C. Niet gedekt door eigen produktie . . . . .                | 2 968  | 1 135  | 7 335  | 12 350 | 17 200 | 28 900 |
| D. Nationaal voorzieningspercentage (A in % van B) . . . . . | 80     | 93     | 65     | 53     | 45     | 33     |

Opmerking. In deze tabel is geen rekening gehouden met bunkercolen en -olie, noch met de toepassing van kernenergie.

Het rapport van het Centraal Planbureau is als bijlage aan deze nota toegevoegd. Naast het berekende cijfer voor het energieverbruik in 1975 van 43 miljoen ton steenkool equivalent, dat als het meest waarschijnlijke kan worden gezien, is een maximum en een minimum gesteld, welke de grenzen aangeven van de marge, waarbinnen het verbruikscijfer, dat is opgenomen in tabel 3 van deze nota, kan variëren.

Ook de verwachtingen omtrent de binnenlandse produktie zijn in tabel 3 neergelegd. De hoeveelheid te produceren steenkool is door het Centraal Planbureau gedurende de komende periode constant verondersteld. Handhaving van het produktiepeil op 12 mln. ton per jaar kan slechts worden verwezenlijkt bij uitbreiding van het aantal mijnzetels. Of naast de Staatsmijn Beatrix nog een gebied in exploitatie kan worden genomen kan pas worden beslist aan de hand van het rapport van de Peelcommissie, waarvan de ondergetekende verwacht dat het hem binnenkort zal worden aangeboden. Voorts is aangenomen dat de Nederlandse aardgas- en aardoliewinning gedurende deze periode iets zullen toenemen.

Op grond van de gemaakte schattingen zal de afhankelijkheid van het buitenland op het gebied van de energievoorziening door de aanzienlijke stijging van het verbruik zodanig toenemen dat in 1975 67 % van de grondstoffen moet worden geïmporteerd.

De ondergetekende acht het zorgelijk dat Nederland zelfs bij een maximum-capaciteit van de eigen kolen- en olie-exploitatie slechts voor een derde gedeelte in zijn energie-behoefte zou kunnen voorzien en voor het resterende gedeelte zou zijn aangewezen op een aanvoer over grote afstanden. De industriële produktiecapaciteit, het vervoer, de communicatie, de inrichting der consumptiehuishoudingen, de gehele levensstandaard steunt immers op de beschikbaarheid van voldoende energie tegen redelijke prijzen. Bij een langdurige stagnatie van de aanvoer van brandstoffen of bij een onevenredige verhoging van de brandstofkosten zou Nederland in ernstige economische en sociale moeilijkheden geraken. De ondergetekende acht het daarom noodzakelijk dat een adequate energievoorziening op lange termijn krachtig wordt bevorderd.

In de bijlage van het Centraal Planbureau staat vermeld welke hoeveelheden in 1955 aan vaste en vloeibare brandstoffen in Nederland zijn geïmporteerd, evenals de verwachtingen hieromtrent voor 1975 ingeval geen gebruik wordt gemaakt van de kernenergie. Het is echter geenszins zeker dat deze import werkelijk kan worden gerealiseerd.

Zoals immers werd aangetoond, schieten de energiebronnen in West-Europa reeds thans tekort voor de Westeuropese energiebehoefte. In het jaar 1975 zou voor het O.E.E.S.-gebied 445 mln. ton kolen equivalent aan vaste en vloeibare brandstoffen moeten worden geïmporteerd (tabel 1). Alleen reeds het hieraan verbonden transportprobleem maakt dit welhaast onmogelijk. Het is dan ook zeer de vraag of in deze groeiende importbehoefte blijvend kan worden voorzien door aanvoer van conventionele brandstoffen uit andere gebieden.

Het is daarom een gelukkige omstandigheid, dat het kernsplijtingsproces als nieuwe bron van energie gunstige vooruitzichten biedt. De hiervoor benodigde grondstoffen (uranium- en thoriumerts) zijn reeds aangetoond in een ontginbare omvang, welke, naar de energiecapaciteit gemeten, de thans bekende wereldreserves aan kolen en olie verre overschrijdt.

Zoals reeds in de inleiding werd gesteld, biedt de toepassing van kernenergie voor de opwekking van elektriciteit thans de beste perspectieven.

Naar de mening van de ondergetekende is het van het grootste belang dat deze toepassing in Nederland, in nauwe samenwerking met de Westeuropese organisaties zoals Euratom en de O.E.E.S., krachtig ter hand wordt genomen ter verlichting van het reeds geschetste energietekort. De afhankelijkheid op dit zo vitale gebied zal hierdoor kunnen afnemen. Weliswaar zullen ook de splijtstoffen voor de kernreactor moeten worden geïmporteerd, doch een uitbreiding van het aantal energiebronnen brengt reeds op zich een spreiding van de afhankelijkheid met zich mede. Daarenboven zijn van de splijtstoffen in de vorm van elementen aanzienlijk geringere hoeveel-

heden benodigd dan van de conventionele brandstoffen. De gewichtsverhouding per te produceren warmte-eenheid zal de komende jaren ongeveer liggen in de orde van grootte van 1 op 10 000. Het probleem van een continue aanvoer, zoals bij kolen en olie, en de mogelijkheid van stagnatie, welke t.a.v. de olie recentelijk is gebleken door de moeilijkheden omtrent het Suezkanaal, doet zich voor de splijtstoffen dus in veel mindere mate voor. De relatief kleine hoeveelheid benodigde splijtstoffen laat voorraadvorming toe, terwijl daarenboven de transportmogelijkheden groter zullen zijn.

Als voorwaarde voor de daadwerkelijke toepassing van kernenergie voor de opwekking van elektriciteit kan worden gesteld dat de prijs per kWh de prijs van elektriciteit, opgewekt in conventionele centrales, niet te boven gaat.

Een kostenvergelijking tussen conventionele en kernenergiecentrales — zoals die is weergegeven in hoofdstuk II, waarbij werd uitgegaan van zeer voorzichtige veronderstellingen — geeft een duidelijke aanwijzing dat reeds thans reële mogelijkheden in Nederland aanwezig zijn om elektriciteit door middel van kernenergie op te wekken tegen een economisch verantwoord prijs.

Ondergetekende meent dat er voldoende grond is voor de verwachting dat deze prijsverhoudingen zich steeds meer zullen wijzigen ten gunste van de kernenergie. De hoge kapitaalslasten, welke zijn verbonden aan de kernenergiecentrales, zullen geleidelijk dalen. Anderzijds zullen de exploitatielasten van de conventionele centrales stijgen naarmate de prijzen van kolen en olie door de toenemende vervoers-, opsporings- en ontginningskosten zullen oplopen.

In het volgende hoofdstuk is een plan geschetst tot oprichting van kernenergiecentrales in Nederland, ten aanzien waarvan de ondergetekende de hoop uitspreekt dat de elektriciteitsproducenten in staat zullen zijn dit te realiseren. Dit zou tot gevolg hebben dat in 1975 ongeveer 35% van het opgestelde elektrische vermogen zal bestaan uit kernreactoren. Omdat het hier het vermogen betreft, dat uit een oogpunt van kostenstructuur van de te produceren energie de grondlast zal verzorgen, zodat de bedrijfstijd<sup>1)</sup> van de kernenergiecentrales groter zal zijn dan de gemiddelde bedrijfstijd, zou dit resulteren in een produktie van elektriciteit door middel van kernenergie van ruim 50% van de totale elektriciteitsproduktie.

Dit komt verhoudingsgewijs het Engelse programma zeer nabij. Oorspronkelijk voorzag het Engelse plan, zoals dat in februari 1955 aan het parlement werd voorgelegd, in de opstelling van 12 kernenergiecentrales met een totale capaciteit van 1500—2000 MW in 1965. Volgens de meest recente officiële verklaringen wil men echter de inspanning aanzienlijk vergroten in die richting dat in 1965 een capaciteit van 5000 en wellicht zelfs 6000 MW wordt bereikt, zodat dan ongeveer 25% van de elektriciteitsproduktie zal zijn gebaseerd op kernenergie. Voor 1975 hoopt de Engelse regering dat een voorziening van elektriciteit door middel van kernenergie van ongeveer 50% van de totale elektriciteitsproduktie wordt bereikt. In dat geval zal — evenals in het plan, zoals dat in hoofdstuk II voor Nederland wordt voorgesteld — van 1975 af de uitbreiding en vervanging van het elektriciteitsproduktievermogen geheel op kernenergie kunnen zijn gebaseerd.

Uitvoering van het Nederlandse plan zou tot gevolg hebben dat de kernenergie in 1975 voor bijna 15% in de totale behoefte aan energie zou voorzien. Een energiecommissie van de O.E.E.S. berekende het aandeel van de kernenergie in de voorziening van de totale energiebehoefte in 1975 op gemiddeld 8% voor de deelnemende landen. Tengevolge van de Suezcrisis wordt echter allerwege een versnelling in de uitvoering van de plannen beraamd. Het geraamde percentage zal dus op dit ogenblik ongetwijfeld hoger liggen.

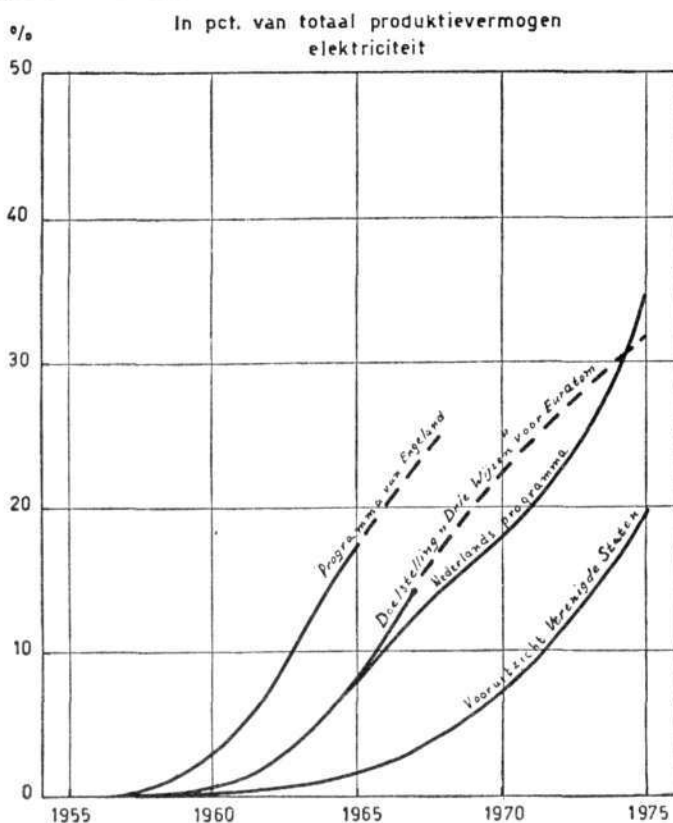
Aangaande de plannen van de K.S.G.-landen op het gebied van de kernenergie kunnen enkele gegevens worden vermeld uit het rapport, dat een comité, bestaande uit de heren Ar-

<sup>1)</sup> D.i. het quotient van het aantal geproduceerde kWh en de maximale belasting in kW van de centrales.

mand, Etzel en Giordani — het zgn. comité der „Drie Wijzen” — op verzoek van de Ministers van Buitenlandse Zaken in het kader van Euratom aan de regeringen der zes landen hebben uitgebracht. Volgens dit rapport voorzien de bestaande plannen voor het gehele Euratom-gebied in de oprichting van een aantal kernenergiecentrales met een totaal vermogen van 6000 MW in 1967. Hierdoor zou voor ruim 2% in de totale energiebehoefte worden voorzien, hetgeen een verlichting van de behoefte aan conventionele brandstoffen zou betekenen van ruim 10 mln. ton kolen equivalent. De „Drie Wijzen” houden het echter voor mogelijk dat in 1967 het kernenergievermogen voor de elektriciteitsvoorziening reeds 15 000 MW zal bedragen. Hierdoor zou de totale behoefte aan conventionele brandstoffen afnemen met 35 mln. ton kolen equivalent, terwijl in ongeveer 6% van de totale energiebehoefte zou worden voorzien door middel van kernenergie. Op deze wijze zou kunnen worden bereikt dat de importbehoefte aan conventionele brandstoffen wordt gestabiliseerd op het importniveau van 1963, nl. 165 mln. ton kolen equivalent.

Het Nederlandse plan voorziet in 1967 in een kernenergievermogen van 700 MW. Dit is bijna 5% van de totale nucleaire capaciteit, welke de „Drie Wijzen” voor het Euratomgebied voor mogelijk achten. In aanmerking genomen, dat het Nederlandse elektriciteitsproductievermogen thans ongeveer 7% bedraagt van dat van de gezamenlijke Euratom-landen, blijft de Nederlandse inspanning, welke de ondergetekende mogelijk acht, enigszins ten achter bij de doelstelling, welke door de „Drie Wijzen” voor Euratom wordt voorgesteld voor het jaar 1967. Zoals echter uit hoofdstuk II zal blijken, wordt verondersteld dat de vervanging van conventionele centrales door kernenergiecentrales in Nederland in een steeds toenemende mate zal plaatsvinden. Wanneer de vergelijking wordt doorgetrokken tot 1975, dan blijkt dat de gedachte Nederlandse inspanning verhoudingsgewijs zelfs iets groter zal zijn dan die, welke voor de 6 landen als geheel wordt voorzien. Grafiek I geeft hiervan een beeld. Bij deze vergelijking dient echter te worden bedacht dat in de berekening der „Drie Wijzen” ook de waterkrachtcentrales zijn opgenomen, welke in beginsel niet voor vervanging door kernenergiecentrales in aanmerking zullen komen.

GRAFIEK I VERGELIJKING KERNENERGIEPROGRAMMA'S



De ondergetekende is er zich echter zeer wel van bewust dat een inspanning op kernenergetisch gebied in Nederland, welke zou leiden tot een voorziening van 15% in de totale energiebehoefte in 1975, nog geen oplossing betekent voor het energieprobleem, waarmede Nederland te kampen krijgt. Door middel van import van kolen en olie zou nog voor 52% in de totale energiebehoefte moeten worden voorzien. Het huidige importpercentage (47% in 1955) zou dus niet gehandhaafd kunnen blijven. Dit betekent dat ook de importbehoefte aan conventionele brandstoffen nog met ca. 10 mln. ton kolen equivalent zal toenemen. Een en ander is weergegeven in grafiek II.

Het lijkt geen twijfel dat de kernenergie op den duur een aanzienlijk groter gedeelte van de behoefte aan energie zal dekken. Indien de toepassing van de kernenergie inderdaad zal leiden tot goedkopere stroomopwekking zal het gebruik van elektriciteit in toenemende mate andere vormen van energie verdringen. Daarenboven zal door de ontwikkeling van kleine reactoren een groter aantal economisch verantwoorde toepassingsmogelijkheden ontstaan. Hiervan kunnen de scheepsvorstuwing en wellicht ook stadsverwarming e.d. door middel van kernenergie worden genoemd.

Een beschouwing over de gebruiksverhoudingen der verschillende energiebronnen in de verre toekomst is uiterst speculatief. De ondergetekende acht het nog niet mogelijk een verantwoorde schatting te geven van het gebruik van kernenergie in de periode na 1975. Hij wil slechts als zijn opvatting kenbaar maken dat de kernenergie straks een belangrijke plaats zal innemen in onze energieproductie.

Wanneer het later door voortgezet wetenschappelijk onderzoek zou gelukken de kernfusie voor de economische energievoorziening te gebruiken breiden de mogelijkheden van economische toepassing van de kernenergie zich naar alle waarschijnlijkheid nog uit.

Wil Nederland de snelle ontwikkeling van de kernenergie kunnen volgen, dan zal het moeten beschikken over ervaring, over een industrieel apparaat en over de nodige deskundigen. Dan zal de uitvoering van een kernenergiecentraleplan, zoals dat hierna wordt geschetst, voor de toekomst een gezonde basis hebben opgeleverd om op te steunen. Reeds daarom acht de ondergetekende het van belang dat deze ontwikkeling thans ter hand wordt genomen, zonder te wachten op vergaande technische perfectionering van de reactoren in het buitenland of op de praktische resultaten van het ontwikkelingswerk in eigen land.

## HOOFDSTUK II

### TOEPASSING VAN KERNENERGIE BIJ DE ELEKTRICITEITSPRODUKTIE IN NEDERLAND

#### § 1. Ontwikkeling van het elektriciteitsverbruik

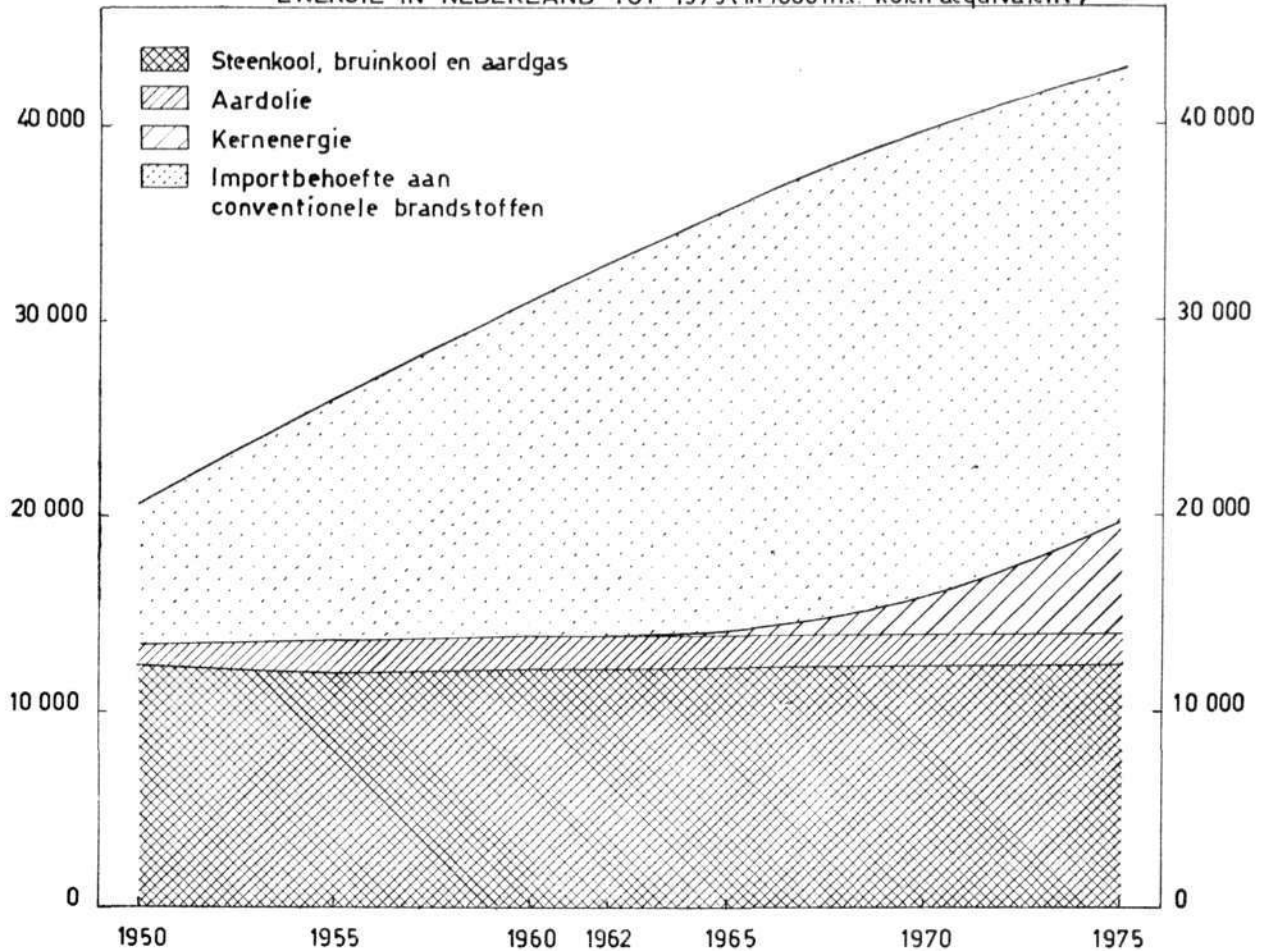
In hoofdstuk I werd reeds gewezen op de voortdurende stijging van het energieverbruik. Bij analyse hiervan blijkt een opmerkelijk verschil te bestaan in het tempo van de verbruikstoename van de onderscheidene energievormen. De voorkeur gaat meer en meer uit naar de toepassing van veredelde energie zowel wegens de rationele gebruiksmogelijkheden als door het veelal hogere gebruiksrendement. Vooral de vraag naar elektrische energie onderscheidt zich door een aanhoudend snelle toename.

Reeds thans eist de openbare elektriciteitsproductie een hoeveelheid brandstof op, welke, omgerekend op standaardkolen, ruim een derde van 's lands kolenproductie omvat. Indien onder invloed van de voortschrijdende industrialisatie en de toenemende mechanisatie en automatisering van het bedrijfsleven de vraag naar elektrische energie ook in de komende decennia in snel tempo blijft groeien zal de elektriciteitsproductie in 1975 een hoeveelheid brandstof opeisen, overeenkomende met de gehele jaarlijkse Nederlandse kolenproductie.

De elektriciteitsproductie vindt in Nederland overwegend — nl. voor ongeveer 80% — plaats in openbare centrales. De



GRAFIEK II

 SCHATTING VAN DE PRODUKTIE EN HET VERBRUIK VAN  
 ENERGIE IN NEDERLAND TOT 1975 (in 1000 mt. kolen equivalent)


overige 20% worden door de industrie in eigen centrales opgewekt hoofdzakelijk voor eigen behoeften. In verband hiermede kan voor een globaal inzicht in de situatie worden volstaan met een beschouwing, welke zich tot de openbare voorziening beperkt.

Evenals in de meeste ontwikkelde landen heeft ook in Nederland de vraag naar elektrische energie zich zodanig ontwikkeld dat over een tijdvak van meerdere decennia genomen de toeneming van het verbruik gemiddeld 7% per jaar heeft bedragen, overeenkomende met een verdubbeling in 10 jaar. Wanneer rekening wordt gehouden met de reeds vermelde invloed van de industrialisatie van Nederland op de energiebehoefte is nog geen spoedige verzadiging van het elektriciteitsverbruik te verwachten. Gedurende de laatste vijf jaar is dit verbruik gemiddeld zelfs met nagenoeg 10% per jaar gestegen, nadat in de eerste naoorlogse jaren een nog hogere toeneming werd waargenomen als gevolg van de snelle wederopbouw van het bedrijfsleven. Men zou dus geneigd zijn voor de komende jaren te rekenen met een stijgingspercentage dat ruim boven 7% ligt. Houdt men echter tevens rekening met de door het bedrijfsleven zelf uitgesproken verwachtingen dan is het veiliger de verbruiksstijging voor de tienjarige periode 1956—1965 niet hoger te stellen dan gemiddeld 7%.

Teneinde op langere termijn met enige verzadiging rekening te houden is voor het daaropvolgende decennium 1966—1975 van een jaarlijks accres van circa 6% uitgegaan. De stimulerende invloed, welke de kernenergie-toepassing op het elektriciteitsverbruik zou kunnen uitoefenen, is derhalve buiten beschouwing gelaten. Het gemiddelde jaarlijkse accres over beide perioden tezamen zou ingevolge het voorgaande circa 6½% bedragen. Dit betekent dat in 1975 het verbruik zal zijn gestegen tot het 3½-voudige van dat van 1955, of uitgedrukt in

jaarlijks aan het net geleverde kWh van rond 8,5 miljard in 1955 tot ca. 30 miljard in 1975.

Bij de bepaling van de in verband met deze verbruikstoename vereiste vergroting van het elektriciteitsproductievermogen moet rekening gehouden worden met:

1. een geleidelijke groei van de bedrijfstijd der centrales, welke tot een toenemende productie per kW geïnstalleerd vermogen leidt en blijkens een statistische analyse op circa ½% per jaar kan worden gesteld;

2. de vervanging van verouderd vermogen, welke bij de veronderstelde regelmatige aanwas van het opgesteld vermogen jaarlijks 1,75% van dit vermogen omvat.

Het productie-apparaat ter voorziening in de toenemende elektriciteitsbehoefte zal ingevolge het voorgaande gemiddeld jaarlijks dienen te worden vergroot met  $6\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + 1\frac{3}{4} = 7\frac{3}{4}\%$ . Het in de openbare centrales opgesteld vermogen, dat in 1955 ruim 3000 MW omvatte, zal dan aan het einde van de twee beschouwde decennia zijn toegenomen tot circa 8650 MW. Met het oog op deze vergroting en rekening gehouden met de vervanging van verouderd vermogen is in deze decennia in totaal 7250 MW aan nieuw vermogen te installeren.

Aangezien in verband met de vereiste bouwtijd van centrales eerst na 1960 sprake kan zijn van elektriciteitsproductie op basis van kernenergie is in tabel 4, kolom 1, (blz. 13) voor het tijdvak 1960—1975 het per jaar te installeren vermogen in MW vermeld, waardoor een gedetailleerd inzicht in de veronderstelde ontwikkeling wordt verkregen. In tabel 5, kolom 1, (blz. 13) is voor genoemd tijdvak het aan het einde van ieder jaar totaal opgestelde vermogen in MW aangegeven en in tabel 6, kolom 1, (blz. 13) voor dezelfde periode de jaarlijkse netto-productie, d.w.z. de levering aan het net in miljarden kWh,

welke met het geïnstalleerde vermogen kan worden bewerkstelligd. Ter vergelijking zijn in de tabellen 5 en 6 de betreffende gegevens over 1956 opgenomen.

De vraag is nu hoe die energie zal kunnen worden geproduceerd.

De elektriciteitsproductie in ons land berust momenteel praktisch uitsluitend op kolen en olie. Het verbruik van deze brandstoffen kan, zoals in het eerste hoofdstuk werd uiteengezet, niet onbegrensd worden opgevoerd. Men zou bij de toenemende aardgasproductie ook aan het gebruik daarvan voor de elektriciteitsopwekking kunnen denken, maar de gebruikswaarde van dit gas voor andere doeleinden is vooralsnog zo hoog dat bedoelde toepassing niet rationeel zou zijn.

De mogelijkheid om hydraulische energie te gebruiken voor de elektriciteitslevering is bij het geringe verval van de rivieren uitermate klein. Desniettemin wordt aan de bestaande mogelijkheden bijzondere aandacht besteed.

De toepassing van de getijde-energie werd reeds enkele malen in ons land onderzocht, doch bij het geringe eb- en vloedverschil biedt deze vorm van elektriciteitsproductie geen economische perspectieven.

De elektrische energie, welke met behulp van windkrachtinstallaties kan worden verkregen, is vrijwel onbetekenend verzeleken bij de elektriciteitsbehoefte.

Import van elektrische energie uit het buitenland zou slechts op uitgebreide schaal mogelijk zijn indien de naburige landen over ruime economische produktiemogelijkheden, met name over goedkope waterkracht, zouden beschikken. Aangezien ook in het buitenland de elektriciteitsbehoefte sterk zal stijgen kan Nederland geen verwachtingen van betekenis koesteren om door import in deze vorm in zijn toenemende behoefte aan elektrische energie te voorzien.

Het is derhalve voor ons land slechts de kernenergie, welke in de komende decennia de voornaamste rol zal kunnen spelen bij het opvangen van de steeds toenemende behoefte aan energiegrondstoffen voor de elektriciteitsproductie.

De ondergetekende acht het daarom van belang na te gaan op welke wijze zich de ontwikkeling van deze toepassing zou kunnen voltrekken. Hiertoe kan een programma, zo goed mogelijk afgestemd op de toekomstige behoefte, goede diensten bewijzen. Bovendien kan dit strekken tot bevordering van een tijdige voorbereiding van de projecten en het meer gericht uitvoeren van de hiermede verband houdende werkzaamheden, zoals de reservering van materiaal en splijtstoffen, de opleiding van personeel, enz. De opzet van dit programma wordt beheerst door de technische en economische aspecten van de kernenergie. Hieraan dient derhalve bijzondere aandacht te worden geschonken.

## § 2. Technische aspecten van de toepassing van kernenergie bij de elektriciteitsproductie

Het is nog niet te overzien welk type kernreactor tenslotte de beste mogelijkheden zal bieden voor de elektriciteitsopwekking. De reactoren, welke thans door researchinstituten en het bedrijfsleven worden ontwikkeld, zijn van zeer uiteenlopende uitvoering, afhankelijk van de soort splijtstof, welke men wil gebruiken, de verrijkingsgraad hiervan en de vorm waarin de splijtstof in de reactor wordt gebruikt; zij kunnen zowel van het homogene als van het heterogene type zijn; verschillende soorten materialen kunnen als moderator worden gebruikt en hetzelfde geldt voor de koelmiddelen. De veelheid van factoren maakt talloze combinaties mogelijk. Resultaten zijn in het algemeen nog onvoldoende bekend. Het verst ontwikkeld voor praktisch gebruik is op dit moment het reactortype met grafietmoderator en gaskoeling en de zgn. drukwater-reactor (pressurized water reactor). Het eerstgenoemde type staat technologisch en constructief het dichtst bij de conventionele techniek, zodat overwegend normale en beproefde constructies en materialen toepassing vinden.

De huidige situatie toont dus nog geenszins een duidelijk omljnd beeld. Desniettemin komen de elektriciteitsproducten bij uitbreiding van hun produktievermogen, waarbij vele jaren vooruit moet worden gezien, nu reeds voor de keuze of

zij een conventionele of een kernenergiecentrale zullen bestellen. Mede op grond van de omstandigheid dat deze keuze bindend is voor de eerste 15 à 20 jaar, acht de ondergetekende het waarschijnlijk dat in bepaalde gevallen de voorkeur wordt gegeven aan een kernenergiecentrale.

Het zou naar de mening van de ondergetekende geenszins wenselijk zijn dat het gehele kernenergiecentraleplan voor een groot aantal jaren wordt gebonden aan één bepaald type. De snelle technische vorderingen op dit terrein wettigen immers de verwachting dat in de loop der jaren aanzienlijke verbeteringen en goedkopere methoden mogelijk zullen worden. Het onderzoek en de ontwikkeling in binnen- en buitenland alsmede de bedrijfservaringen, opgedaan met reactoren, welke elders reeds in gebruik zijn, zullen nauwlettend moeten worden gevolgd. In dit verband is het verheugend dat ook Nederland is betrokken bij de ontwikkeling van twee verschillende typen energiereactoren, nl. de homogene suspensiereactor, welke bij de K.E.M.A. onder auspiciën van het R.C.N. in ontwikkeling is, en een zgn. kokend-water-reactor (boiling water reactor), welke door het Noorse Instituut for Atomenergi te Halden in Noorwegen wordt ontwikkeld. Zodra de ontwikkeling van deze reactortypen tot gunstige resultaten zal hebben geleid ligt het voor de hand centrales, uitgerust met dergelijke reactoren, in het bouwprogramma op te nemen en zodoende de nationale inspanning op dit gebied mede met het oog op de industriële belangen zoveel mogelijk tot haar recht te doen komen. De ondergetekende acht het echter op grond van de reeds genoemde motieven niet raadzaam dat met het begin van de uitvoering van een kernenergiecentraleplan wordt gewacht op de resultaten van deze eigen ontwikkeling.

## § 3. Bedrijfseconomische aspecten van de toepassing van kernenergie bij de elektriciteitsproductie

De kosten van een kernenergiecentrale vertonen een andere structuur dan die van een conventionele thermische centrale. De kapitaalskosten van de eerste zijn, zeker voorlopig, aanmerkelijk hoger, terwijl daarentegen de brandstofkosten aanzienlijk lager zijn. Om enige indruk te verkrijgen van het verschil in kostprijs dienen de verschillende componenten hiervan nader te worden bekeken. Hierbij moet niet uit het oog worden verloren dat de kostenfactoren van de kernenergiecentrale afhankelijk zijn van het reactortype en dus in sterke mate kunnen uiteenlopen. Wanneer gebruik wordt gemaakt van verrijkt uranium zullen de brandstofkosten doorgaans hoger, de kapitaalskosten echter veelal lager zijn dan in het geval dat natuurlijk uranium wordt gebruikt.

Aangezien met de op natuurlijk uranium gebaseerde reactoren met grafietmoderator en gaskoeling reeds een zekere bedrijfservaring in het buitenland werd opgedaan, zodat van dit type de meeste voor de beoordeling van de bedrijfseconomische aspecten nodige gegevens beschikbaar zijn, is deze uitvoering in de onderhavige paragraaf tot leidraad genomen om althans een globaal inzicht te kunnen geven in de kostenstructuur van de elektriciteitsproductie bij toepassing van kernenergie.

### a. Investerings

Uit de inlichtingen, verkregen omtrent de bouwkosten van in het buitenland reeds tot stand gekomen en in aanbouw zijnde kernenergiecentrales, kan worden geconcludeerd dat bij de huidige ontwikkeling de kosten van een dergelijke centrale, uitgerust met reactoren met grafietmoderator en gaskoeling, ongeveer het 2½- à 3-voudige bedragen van die van een conventionele centrale. In verscheidene publikaties wordt de verwachting uitgesproken dat deze investeringsverhouding geleidelijk tot het 1½- à 2-voudige zal dalen.

Indien men de bouwkosten van een conventionele thermische centrale van omstreeks 100 MW met inbegrip van wegaanleg, spooraanluiting, havenaccommodatie en overige vereiste voorzieningen, op f 600 per kW stelt, dient men derhalve voor een kernenergiecentrale van overeenkomstig vermogen vooreerst te rekenen met een bedrag van ongeveer f 1800 per kW. Van deze prijsbasis uitgaande kan men de investering voor een 100

MW conventionele centrale op 60 miljoen gulden stellen tegen 180 miljoen gulden voor een 100 MW kernenergiecentrale.

In dit laatste bedrag is niet begrepen de investering, welke samenhangt met de voorraad kernbrandstoffen, waarover de kernreactor met het oog op zijn goede werking steeds moet beschikken, de zgn. initiële lading. Deze investering vereist evenwel geen afschrijvingen en veroorzaakt uitsluitend rentekosten, omdat de verbruikte splijtstof regelmatig wordt vervangen. De kosten, welke aan de vervanging van de gebruikte splijtstofelementen zijn verbonden, kunnen namelijk worden beschouwd als brandstofkosten.

Bij de huidige stand van de ontwikkeling geldt voor de bepaling van de grootte van de initiële lading van kernreactoren dat per ton natuurlijk uranium  $2\frac{1}{2}$  MW thermisch vermogen kan worden ontwikkeld, hetgeen bij een op 25% te stellen calorisch rendement van de kerncentrale ca. 0,6 MW elektrisch vermogen betekent. Voor de eerder vermelde 100 MW centrale wordt derhalve een initiële lading van ca. 160 ton natuurlijk uranium in de vorm van splijtstofelementen vereist, waarvan de investering op 35 à 45 miljoen gulden is te stellen.

Uitgaande van een grondlastbedrijf met een bedrijfstijd van 6000 uur per jaar, alsmede van een afschrijvingsperiode van 15 jaar en een rente van 5%, kan men het bedrag van de kapitaalkosten per aan de rails geleverde kWh voor de kernenergiecentrale berekenen op nagenoeg 3 cent exclusief de kosten voor de initiële lading. De rentekosten, welke met deze lading verband houden zijn op grond van een beschouwing, waarop bij de bepaling van de brandstofkosten nader wordt teruggekomen, op ca. 0,3 à 0,4 cent per kWh berekend. De kapitaalkosten per kWh ener conventionele thermische centrale komen bij eenzelfde bedrijfstijd per jaar slechts op ca. 1 cent per kWh. Bij de beoordeling van de kapitaalslasten van de kernenergiecentrale is bijzonder in het oog te houden dat het ontbreken van voldoende ervaring een factor van onzekerheid schept t.a.v. de levensduur, welke bepalend is voor de afschrijvingsperiode. Indien de praktijk zou leren dat de aangenomen afschrijvingsperiode met een aantal jaren moet worden verkort, zou dit bij hoge investeringen van kernenergiecentrales een zeer nadelige invloed op de kapitaalkosten hebben.

#### b. Brandstofbehoeften

De hoeveelheid splijtstof, welke wordt verbruikt, is uiteraard afhankelijk van het type reactor. Men kan het verbruik uitdrukken in de hoeveelheid energie, welke geproduceerd kan worden per ton kernbrandstof (de zgn. „burn-up”) alvorens deze wordt verwisseld voor de zuivering. Voor het type reactor waarvan hier is uitgegaan kan op grond van gepubliceerde gegevens worden aangenomen dat de „burn-up” 3000 MWd<sup>1)</sup> thermisch per ton kernbrandstof bedraagt. Dit komt bij een calorisch rendement van de kernenergiecentrale van ca. 25% overeen met een elektriciteitsproductie van ca. 18 miljoen kWh per verwerkte ton uranium.

Een 100 MW centrale, welke bij een grondlastbedrijf met een bedrijfstijd van 6000 uur per jaar 600 miljoen kWh produceert, verwerkt hierbij ruim 33 ton uranium. In een moderne kolencentrale worden voor dezelfde productie nagenoeg 4 miljoen ton kolen verstoekt.

De in een reactor gebruikte splijtstoffen moeten geregeld uit de reactor worden verwijderd om te worden gezuiverd. Het vervoer en de zuivering kunnen eerst plaats vinden zodra na enige tijd de gevaarlijke radio-actieve straling is verminderd. Bij deze zuivering of „reprocessing” worden de nog niet verbruikte splijtstof, het tijdens het splijttingsproces gevormde plutonium en de splijttingsproducten, welke over het algemeen sterk radioactief zijn, van elkaar gescheiden. De herwonnen splijtstof moet na eventuele verrijking weer tot elementen worden gemaakt, welke opnieuw in de reactor kunnen worden gebracht, terwijl de radioactieve afvalstoffen, voor zover hieruit geen nuttige radio-isotopen worden gewonnen, moeten worden afgevoerd of opgeslagen op zodanige wijze dat de radioactieve straling geen schade meer kan berokkenen.

<sup>1)</sup> 1 MWd = 24000 kWh.

De kosten van de kernbrandstof worden derhalve niet alleen bepaald door de prijs van het natuurlijk uranium. Ook de kosten van de fabricage van de splijtstofelementen evenals de kosten voor de zuivering moeten in aanmerking worden genomen. De waarde van het plutonium, dat tijdens het proces in de kernreactor wordt gevormd, kan daarentegen op de kosten in mindering worden gebracht.

Hoe de prijzen van splijtstoffen zich zullen ontwikkelen is nog niet te overzien. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid exploitatieerbare ertsen, van de delvingskosten, raffinagekosten en de kosten van de overige zeer ingrijpende bewerkingen, welke de stoffen alvorens in reactoren te kunnen worden gebruikt moeten ondergaan.

Op grond van de huidige Amerikaanse prijzen mag worden aangenomen dat de brandstofkosten voor een kernenergiecentrale van het type, dat hier als voorbeeld is genomen, zullen liggen tussen 0,7 en 1 cent per aan de rails geleverde kWh.

De brandstofkosten voor een moderne kolen- of oliecentrale zijn aanmerkelijk hoger, nl. circa 3 cent per kWh. Hierbij is uitgegaan van een netto thermisch rendement van de centrale van 33%, overeenkomende met een kolengebruik van circa 400 gram per aan de rails geleverde kWh. De gemiddelde kolenprijs bedraagt thans als gevolg van de omstandigheid dat bij de elektriciteitsproductie deels Nederlandse en andere K.S.G.-kolen, deels Amerikaanse kolen worden gebruikt, per ton van 7000 kcal. reeds circa f 75. Het zou te billijken zijn om voor de bepaling van de brandstofkosten uitsluitend rekening te houden met de prijs van Amerikaanse kolen. Immers bij uitbreiding van het productievermogen zal in toenemende mate van deze dure brandstoffen gebruik moeten worden gemaakt. De ondergetekende meent evenwel in deze beschouwing het kostenbeeld van conventionele centrales niet ongunstiger te moeten schetsen dan in overeenstemming is met de kosten, welke uit hoofde van de huidige brandstofprijs voor de elektriciteitsproductie gelden, teneinde een geflatteerd beeld van de produktiekosten, welke voor een kernenergiecentrale gelden, te vermijden. Een verhoging van de gemiddelde kolenprijs met b.v. f 10 per ton zou resulteren in een verhoging van de brandstofkosten van conventionele centrales met 0,4 cent per kWh.

#### c. De onderhouds- en bedieningskosten

De beschikbare gegevens duiden er op — hoewel de praktijk wellicht anders zal leren — dat voor een kernenergiecentrale en een conventionele centrale de onderhouds- en bedieningskosten ongeveer gelijk zullen zijn. Enerzijds zullen blijkens deze gegevens extra kosten ontstaan door personeelsleden, die men in conventionele centrales niet kent; anderzijds zullen de transport- en verwerkingskosten voor brandstoffen alsmede de as-afvoerkosten, welke in een conventionele centrale niet zonder betekenis zijn, voor een belangrijk gedeelte komen te vervallen.

Voor het vooronderstelde grondlastbedrijf kunnen derhalve de onderhouds- en bedieningskosten voor beide typen centrales per aan de rails geleverde kWh op 0,4 cent worden gesteld.

#### d. Kostprijsvergelijking

Aan de hand van de beschouwde kostenfactoren kan de totale kostprijs per kWh, geleverd aan de rails van de centrales, als volgt worden berekend.

|   | Kernenergiecentrales    | Conventionele thermische centrale |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
| Kapitaalkosten . . . . .                  | 3,- cts/kWh             | 1,- cts/kWh                       |
| Kosten initiële lading . . . . .          | 0,3-0,4 „               | — „                               |
| Brandstofkosten . . . . .                 | 0,7-1,- „               | 3,0 „                             |
| Onderhouds- en bedieningskosten . . . . . | 0,4 „                   | 0,4 „                             |
|   | 4,4-4,8 „ <sup>1)</sup> | 4,4 „ <sup>1)</sup>               |

<sup>1)</sup> Volgens het rapport van de „Drie Wijzen” bedragen de kWh-prijzen respectievelijk 4,2—5,3 cts en 4,2—4,6 cts.

Het blijkt dat de produktiekosten van de elektrische energie, geleverd door een kernenergiecentrale dan wel een conventionele centrale, elkaar bij een bedrijfstijd van 6000 uur, welke de basis vormde voor de berekening, niet veel ontlopen. Bij de vergelijking dient voorts in het oog te worden gehouden dat, zoals reeds eerder werd opgemerkt, enige van de veronderstellingen, welke aan de berekeningen van de energiekostprijs van de kernenergiecentrale ten grondslag liggen, nog nimmer getoetst zijn aan langdurige bedrijfservaring. Slechts de praktijk zal leren welke de werkelijke kostprijs is van door middel van kernenergie geproduceerde elektriciteit.

De op bovenaangegeven wijze berekende kostprijs voor de kernelektriciteit komt hoger uit dan die, vermeld in het Engelse Witboek van februari 1955 inzake de kernenergie-toepassing. Hierin wordt als kostprijs per kWh, geproduceerd in een kernenergiecentrale, 2.7 cent opgegeven. Deze lagere prijs wordt slechts ten dele verklaard door een langere afschrijvingsperiode en een langere bedrijfstijd van het grondlastbedrijf. Er zijn derhalve blijkbaar kostenfactoren, welke in Engeland gunstiger uitvallen of worden beoordeeld dan in de onderhavige beschouwing verantwoord leek. Niettemin is op basis van de Engelse gegevens een zeker optimisme gerechtvaardigd t.a.v. het toekomstige verloop van de kostprijs van elektrische energie, geproduceerd door middel van kernenergie, en dit onderstreept de wenselijkheid niet te aarzelen met de toepassing van de nieuwe energiebron. Iedere mogelijkheid, welke zonder afbreuk te doen aan de bedrijfsveiligheid van de elektriciteitsproductie tot een lagere kostprijs van de elektrische energie kan leiden, moet ter wille van de industriële en maatschappelijke belangen, welke hiermede worden gediend, ten volle worden benut.

Teneinde geen aanleiding te geven tot misverstand zij de aandacht erop gevestigd dat de bovenvermelde kostprijzen voor de elektrische energie, geproduceerd in een kernenergiecentrale en in een conventionele centrale niet de volledige kostprijzen voorstellen. Diverse nevenfactoren, welke mede bepalend zijn voor de uiteindelijke produktiekosten, zoals bijvoorbeeld de kosten voor reservevermogen en voor het koppelnet, zijn buiten beschouwing gelaten. Hiervan werd afgezien, omdat op basis van een gelijk aantal bedrijfsuren deze extra kosten voor een kernenergiecentrale of een conventionele centrale op gelijke wijze drukken op de prijs per geproduceerde kWh. Ook de vergelijkbaarheid met de in het Engelse Witboek genoemde kostprijs per kWh zou anders zijn weggevallen.

Bij de beoordeling van de vermelde kostprijzen per kWh dient voorts in het oog te worden gehouden dat deze slechts gelden voor een grondlastcentrale met een bedrijfstijd van 6000 uren. De gemiddelde bedrijfstijd van de maximale belasting in Nederland is evenwel ruim 4000 uren, dus beduidend lager, zodat alleen reeds de invloed, welke deze lagere bedrijfstijd uitoefent op de kapitaalkosten, tot een aanzienlijke verhoging leidt.

Uit de kostprijsvergelijking blijkt dat bij de veronderstelde bedrijfstijd van 6000 uren niet gesproken kan worden van een belangrijk verschil in kosten van de elektrische energie, geproduceerd in conventionele dan wel in kernenergiecentrales, tenzij men de onzekere factoren, waarmede men bij de kernreactoren te rekenen heeft, op enigerlei wijze in de kostprijs zou willen verdisconteren.

Naarmate evenwel de bedrijfstijd korter wordt gesteld, wordt onder invloed van het hoge aandeel in de kapitaalkosten de prijs van de door een kernenergiecentrale geproduceerde elektriciteit ongunstig beïnvloed. Omgekeerd heeft verlenging van de bedrijfstijd, waarbij het voordeel van de lage brandstofkosten des te sterker aan de dag treedt, een gunstig gevolg voor de kostprijs.

Een goed inzicht in de kostenopbouw van de elektrische energie van beide soorten centrales geeft een procentuele specificatie van de kostenfactoren. Voor een bedrijfstijd van 6000 uren is deze als volgt:

|   | Kostenspecificatie in percentages |                        |
|---|-----------------------------------|------------------------|
|   | Kernenergiecentrale               | Conventionele centrale |
| kapitaalkosten . . . . .                  | 70                                | 20                     |
| brandstofkosten . . . . .                 | 20                                | 70                     |
| onderhouds- en bedieningskosten . . . . . | 10                                | 10                     |
|   | 100                               | 100                    |

Uiteraard wordt bij de kernenergiecentrale de kostenspecificatie beïnvloed door het reactortype, dat men gebruikt. Evenwel zullen in het algemeen de kapitaalkosten de brandstoffenkosten verre overtreffen.

In verband met de kostenstructuur van de beide vormen van elektriciteitsproductie verdient het aanbeveling de grondlast van het net door kernenergiecentrales te laten verzorgen en de conventionele centrales voor het leveren van de piekbelasting te gebruiken.

#### § 4. Het plan tot de bouw van kernenergiecentrales

De wenselijkheid zo spoedig mogelijk de eerste kernenergiecentrale in bedrijf te nemen werd reeds geuit met het oog op de ongunstige energiesituatie waarin ons land verkeert. Het is daarenboven, zoals uiteengezet, gewenst spoedig de nodige ervaring te verkrijgen in de bouw en de exploitatie van reactoren. Deze ervaring zal mede van groot nut zijn voor de oplossing van verscheidene problemen, welke met de toepassing van de kernenergie samenhangen en eerst in de praktijk op de juiste wijze kunnen worden onderzocht.

Zoals bekend wordt thans door de elektriciteitsproductiebedrijven in commissoriaal verband een onderzoek ingesteld naar de toepassingsmogelijkheden van kernreactoren bij de elektriciteitsopwekking. Indien dit onderzoek tot positieve resultaten leidt acht de ondergetekende het waarschijnlijk dat op korte termijn een beslissing zal worden genomen tot aankoop van een eerste kernenergiecentrale door een of meer openbare elektriciteitsbedrijven. De inbedrijfstelling daarvan zal dan bij een gunstig verloopend bouwprogramma omstreeks 1962 kunnen plaats vinden.

In welk tempo meer van deze centrales zullen volgen is thans nog niet te zeggen. In de hierna volgende beschouwing is voorschans ervan uitgegaan dat het nu of althans in de naaste toekomst mogelijk zal blijken elektriciteit te produceren in kernenergiecentrales, waarvan de kostprijs niet ongunstig afsteekt bij die van in conventionele centrales opgewekte elektrische energie.

Er zal uit dien hoofde een bepaalde tendens ontstaan om bij uitbreiding van het produktievermogen deze op basis van kernenergie te doen plaats vinden. Niettemin zal deze vervanging van het conventionele elektriciteitsproductiesysteem door kernenergie-installaties slechts geleidelijk kunnen gaan, omdat de nieuwe techniek een aantal belemmeringen opwerpt, welke een volledige overgang in de aanvang verhindert. Deze belemmeringen treden aan den dag zowel op het terrein van de fabricage van kernreactoren en van de hiervoor vereiste materialen als bij de splijtstofvoorziening, voorts t.a.v. personeelsopleiding en de geoefendheid van het personeel in bediening en onderhoud. Deze belemmeringen kunnen slechts geleidelijk worden weggenomen. Aannemende dat de belemmerende factoren in 1975 geen rol van betekenis meer zullen spelen kan men ervan uitgaan dat vanaf 1975 het te installeren elektriciteitsproductievermogen geheel uit kernenergieproductiemiddelen zal kunnen bestaan.

In tabel 4, kolom 3, (blz. 13) is weergegeven hoe een geleidelijke omschakeling zich zou kunnen verwezenlijken door een toenemende verhoging van het percentage van het jaarlijks te installeren vermogen op basis van kernenergie, totdat in 1975 100 % zal zijn bereikt.

De tabellen 5 t/m 8 zijn gebaseerd op de veronderstelling dat dit programma inderdaad zal worden gerealiseerd. In tabel 5, kolommen 2 en 3, is aangegeven hoe groot aan het einde van ieder jaar het totaal opgestelde kernenergievermogen zal zijn, alsmede welk percentage dit vermogen uitmaakt van het totale elektriciteitsproductievermogen. Hieruit blijkt dat dit aandeel zal zijn gestegen tot ca. 35 % in 1975.

Voor het verkrijgen van een inzicht in de met het kernenergievermogen te bereiken elektriciteitsproductie is in tabel 6, kolom 2, de jaarlijkse productie aangegeven op basis van een grondlastbedrijf met 6000 uren. Het productieaandeel, geleverd door de kernenergiecentrales, is in dezelfde tabel, kolom 3, tevens aangegeven in percentages van de totale productie. Hieruit blijkt dat dit bij de gemaakte veronderstellingen in 1975 circa 50 % van de totale productie zal omvatten.

Tabel 4

*Jaarlijks nieuw op te stellen vermogen*

| Jaar | Totaal jaarlijks te installeren vermogen in MW (uitbreiding en vervanging) | Jaarlijks te installeren kernenergievermogen in MW | Kolom 2 in % van kolom 1 |
|------|--|--|--------------------------|
|      | 1  |  |                          |
| 1960 | 300  | —  | —                        |
| 1961 | 310  | —  | —                        |
| 1962 | 320  | 100  | 31,2                     |
| 1963 | 330  | 100  | 30,3                     |
| 1964 | 340  | 100  | 29,4                     |
| 1965 | 360  | 100  | 27,7                     |
| 1966 | 380  | 150  | 39,5                     |
| 1967 | 400  | 150  | 37,5                     |
| 1968 | 420  | 150  | 35,7                     |
| 1969 | 440  | 150  | 34,1                     |
| 1970 | 460  | 200  | 43,5                     |
| 1971 | 480  | 200  | 41,7                     |
| 1972 | 500  | 300  | 60,0                     |
| 1973 | 520  | 300  | 57,7                     |
| 1974 | 540  | 450  | 83,3                     |
| 1975 | 560  | 550  | 98,2                     |

Tabel 5

*Totaal geïnstalleerd vermogen aan het einde van elk jaar*

| Jaar | Totaal geïnstalleerd vermogen in MW | Kernenergievermogen in MW | Kolom 2 in % van kolom 1 |
|------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|      | 1                                   |                           |                          |
| 1956 | 3180                                | —                         | —                        |
| 1960 | 3820                                | —                         | —                        |
| 1961 | 4060                                | —                         | —                        |
| 1962 | 4310                                | 100                       | 2,3                      |
| 1963 | 4560                                | 200                       | 4,4                      |
| 1964 | 4820                                | 300                       | 6,2                      |
| 1965 | 5090                                | 400                       | 7,9                      |
| 1966 | 5380                                | 550                       | 10,2                     |
| 1967 | 5680                                | 700                       | 12,3                     |
| 1968 | 6000                                | 850                       | 14,2                     |
| 1969 | 6340                                | 1000                      | 15,8                     |
| 1970 | 6700                                | 1200                      | 17,9                     |
| 1971 | 7070                                | 1400                      | 19,8                     |
| 1972 | 7460                                | 1700                      | 22,8                     |
| 1973 | 7850                                | 2000                      | 25,5                     |
| 1974 | 8250                                | 2450                      | 29,7                     |
| 1975 | 8650                                | 3000                      | 34,7                     |

Tabel 6

*Productie van elektrische energie*

| Jaar | Totale netto-productie in 10 <sup>9</sup> kWh | Netto productie op basis van kernenergie in 10 <sup>9</sup> kWh | Kolom 2 in % van kolom 1 |
|------|---|---|--------------------------|
|      | 1   | 2   | 3                        |
| 1956 | 9,2   | —   | —                        |
| 1960 | 12,5  | —   | —                        |
| 1961 | 13,3  | —   | —                        |
| 1962 | 14,2  | 0,2   | 1,4                      |
| 1963 | 15,1  | 0,8   | 5,3                      |
| 1964 | 16,0  | 1,4   | 8,7                      |
| 1965 | 17,0  | 2,0   | 11,8                     |
| 1966 | 18,1  | 2,6   | 14,4                     |
| 1967 | 19,2  | 3,5   | 18,2                     |
| 1968 | 20,4  | 4,4   | 21,5                     |
| 1969 | 21,6  | 5,3   | 24,5                     |
| 1970 | 22,9  | 6,3   | 27,5                     |
| 1971 | 24,3  | 7,5   | 30,9                     |
| 1972 | 25,8  | 8,9   | 34,5                     |
| 1973 | 27,3  | 10,7  | 39,2                     |
| 1974 | 28,8  | 12,7  | 44,1                     |
| 1975 | 30,4  | 15,5  | 51,0                     |

**§ 5. Enkele algemene financiële en economische aspecten**

Indien het kernenergiecentraleplan, zoals dat in tabel 4 is weergegeven, zou worden gerealiseerd is het duidelijk dat de totale bedragen voor investeringen en brandstoffen, welke hiermede zijn gemoeid, sterk zullen gaan afwijken van de bedragen, welke benodigd zijn indien niet van kernenergie wordt gebruik gemaakt.

Teneinde hiervan een indruk te geven, welke overigens slechts zeer globaal kan zijn, werd in aansluiting op de reeds in vorige beschouwingen gemaakte veronderstellingen in de gebruikte gegevens van een bepaalde ontwikkeling uitgegaan. Men mag immers verwachten dat de technologische en constructieve vorderingen, welke in de loop der jaren bij de ontwikkeling en bouw van kernreactoren zullen worden gemaakt, een gunstige invloed op de economische aspecten van de kernenergieproductie zullen hebben bijv. door geleidelijke verlaging van de investeringen per kW, verhoging van de energieopbrengst per gewichtseenheid splijtstof, verhoging van het thermisch rendement, enz. De tabellen 7 en 8 geven op basis van de gemaakte veronderstellingen, welke zijn ontleend aan gegevens in de literatuur inzake de kernenergie-toepassing, een beeld van de investeringen gedurende de periode 1962—1975, alsmede van de brandstofkosten in dezelfde periode, zowel in geval uitsluitend conventionele centrales worden gebruikt als bij geleidelijk toenemende elektriciteitsproductie door middel van kernenergiecentrales volgens het aangegeven plan.

Het in deze nota beschouwde tijdvak is terwille van de eenvoud in de vermelde tabellen verdeeld in 3 perioden, voor elk waarvan bepaalde, gedurende de gehele periode gelijkblijvende, veronderstellingen gelden. Bij het globale karakter van de berekeningen is deze methode ondanks de spronggewijze ontwikkeling, welke zij inhoudt, aanvaardbaar. In werkelijkheid zullen de technische eigenschappen van kernreactoren, welke aan de veronderstellingen ten grondslag liggen, een min of meer geleidelijke verbetering ondergaan.

*a. De financiering der investeringen*

De realisatie van het kernenergiecentraleplan zal volgens de in tabel 7 vermelde gegevens met zich brengen dat in de periode 1962—1975, gedurende welke het geïnstalleerd vermogen van de openbare centrales van ca. 4300 MW tot 8600 MW toeneemt, boven de geraamde f 3,6 miljard, welke vereist worden bij de bouw van uitsluitend conventionele centrales, f 2,6 miljard of ongeveer 70 % extra moet worden geïnvesteerd.

De vermelde investeringsbedragen hebben uitsluitend betrekking op de tot stand te brengen produktiemiddelen. Boven

de in de tabel genoemde bedragen komen dus nog de complementaire investeringen in het elektriciteitstransport- en distributieapparaat, welke voor de gehele beschouwde periode een bedrag van f 3 à f 3,5 miljard vereisen. Houdt men hiermede rekening, dan zou de extra investering voor de kernenergiecentrales komen op ca. 40 % van de kapitaalsbehoefte voor de openbare elektriciteitsvoorziening gedurende de beschouwde periode.

De totale investering t.b.v. de openbare elektriciteitsvoorziening bij tenuitvoerlegging van het geschetste kernenergiecentraleplan zou blijkens het voorgaande voor het tijdvak 1962—1975 ca.  $3,6 + 2,6 + 3,3 = 9,5$  miljard gulden bedragen.

Zoals uit grafiek III (blz. 15) blijkt, lopen bij kernenergie-toepassing de extra investeringen t.b.v. de elektriciteitsproductie sterk op. Aangezien de bouwkosten voor de kernenergiecentrales volgens de gemaakte veronderstellingen in de loop van de periode zullen afnemen zal de stijging van deze extra investeringen echter niet evenredig verlopen met de mate waarin vervanging van conventionele centrales door kernenergiecentrales zal plaats vinden, doch hierop steeds meer ten achter blijven.

Een verhoging van de investeringen t.b.v. de elektriciteitsproductie met 70 %, zoals berekend voor de periode 1962—1975, heeft uiteraard consequenties voor de verhouding tussen besparingen en investeringen in Nederland, in totaal gezien. Om de betekenis hiervan in het totale investeringsbeeld aan te geven diene dat de bedoelde extra investeringen naar globale schatting in de betrokken periode gemiddeld ongeveer 7 % van de investeringen in de gehele industrie, of gemiddeld ca.  $3\frac{1}{2}$  % van de totale investeringen in Nederland zullen uitmaken.

Het valt uiteraard moeilijk te voorzien of er in de toekomst wat de besparingen in Nederland betreft voldoende ruimte zal zijn om een verhoging van het investeringspeil met  $3\frac{1}{2}$  % zonder moeilijkheden te kunnen verwerken. Deze verhoging is op zichzelf beschouwd niet zo groot dat men tengevolge daarvan spanningen zou moeten duchten, doch wanneer er reeds uit anderen hoofde een schaarste aan financieringsmiddelen heerst is een extra behoefte voor het onderhavige doel van gemiddeld f 200 miljoen per jaar een niet te verwaarlozen factor.

Hierbij komt dat in dezelfde periode, waarin de onderhavige extra kapitaalsbehoefte ontstaat, ook ten behoeve van andere doeleinden belangrijke eisen aan de kapitaalmarkt zullen worden gesteld; gewezen kan o.a. worden op de financiering van de woningbouw en het algemene verschijnsel van de „capital deepening” in het industriële produktieproces. Het is dus duidelijk dat, ook indien niet de huidige situatie op het gebied der kapitaalsvoorziening als uitgangspunt wordt genomen, toch de uitvoering van het in deze nota vervatte plan met financieringsmoeilijkheden gepaard zal kunnen gaan. Naar de overtuiging van de ondergetekende zal echter, gezien de hoge urgentie, welke dit programma z.i. heeft, het uiterste moeten worden gedaan om de realisatie hiervan mogelijk te maken.

Zoals hierna nog wordt uiteengezet, zal bij de toepassing van kernenergiecentrales een belangrijke besparing op brandstoffen worden verkregen. Tegenover de besparing op deze kostenfactor staat echter een stijging van de noodzakelijke afschrijvingen wegens grotere investeringen.

Behalve op de grotere binnenlandse financieringsbehoefte, welke de bouw van kernenergiecentrales zal medebrengen, dient nog te worden gewezen op het feit dat grotere bedragen in het buitenland zullen moeten worden besteed, hetgeen dus een grotere deviezenbehoefte inhoudt. Hierbij dient te worden overwogen dat het bij de conventionele centrales technisch mogelijk is deze overwegend in eigen land te vervaardigen, zij het dat t.b.v. de benodigde grondstoffen en halfabrikaten deels nog deviezen zijn vereist. Voor de bouw van kernenergiecentrales is Nederland voorshands nog voor een belangrijk gedeelte aangewezen op het buitenland. In hoofdstuk III zal aandacht worden besteed aan het aandeel dat de Nederlandse industrie in de toekomst kan hebben bij de bouw van kern-

energiecentrales. Dit zal niet uitsluitend afhankelijk zijn van de technische capaciteit, doch ook van een aantal commerciële factoren.

Een stijging van de deviezenbehoefte voor de aanschaffing van kernenergiecentrales is dientengevolge gedurende de beschouwde periode nog onvermijdelijk. Wordt daarenboven rekening gehouden met de kosten voor de initiële lading, dan bestaan er aanwijzingen om deze extra deviezenbehoefte voor het gehele tijdvak te schatten op f.1,5 en f. 2 miljard méér dan wanneer uitsluitend conventionele centrales zouden worden gebouwd.

#### *b. De brandstofbesparingen*

Zoals uit tabel 8 blijkt, zou het kernenergiecentraleplan in de periode 1962—1975 leiden tot een besparing aan conventionele brandstoffen van 26 miljoen ton kolen equivalent. Dit is 21 % van de totale hoeveelheid brandstoffen, welke gedurende die periode nodig zou zijn indien de produktie uitsluitend in conventionele centrales zou plaatsvinden. Aangezien de overgang op kernenergie geleidelijk geschiedt is de besparing in de latere jaren van genoemde periode uiteraard groter. Zo zal bij de gemaakte veronderstellingen de besparing in het jaar 1975 bijna 50 % bedragen.

De veronderstellingen, welke ten grondslag liggen aan tabel 8, leiden ertoe dat gedurende de periode 1962—1975 bij uitvoering van het kernenergiecentraleplan f. 1,5 miljard minder aan brandstoffen behoeft te worden uitgegeven dan nodig zou zijn indien uitsluitend conventionele centrales zouden worden gebruikt. Dat is een voordeel van ca. 16 %. Zoals uit grafiek IV (blz. 16) blijkt, vertonen deze besparingen een sterk progressief verloop. Gedurende de laatste periode (1970—1975) bedragen de brandstofkosten bij uitvoering van het kernenergiecentraleplan reeds 26 % minder dan die, welke nodig zijn voor alleen conventionele centrales.

Deze besparingen zullen in de eerste plaats kunnen dienen ter bestrijding van de afschrijvingen, welke, zoals hiervoor reeds werd uiteengezet, tengevolge van de grotere investeringen aanzienlijk moeten worden verhoogd. Mocht het voordeel van de lagere brandstofkosten het nadeel van de hogere kapitaalslasten gaan overtreffen — en naar de mening van de ondergetekende is een dergelijke ontwikkeling in de nabije toekomst niet uitgesloten — dan zou dit verschil voor een zeker deel voor zelffinanciering kunnen worden gebruikt.

De invloed van de kosten voor brandstof op de betalingsbalans zal eveneens een wijziging ondergaan. Wat betreft de conventionele brandstoffen is ter bepaling van de deviezenbehoefte verondersteld dat  $\frac{1}{4}$  gedeelte van het vervoer van importbrandstoffen door Nederlandse schepen zal geschieden. Voorts is rekening gehouden met een bestendiging van de thans bestaande leveringen door de Nederlandse mijnen en de transportkosten binnen Nederland. Op grond hiervan kan de deviezenuitgave t.b.v. de aankoop van conventionele brandstoffen over genoemde periode worden geraamd op 75 % van de kosten, welke zijn vermeld in kolom 2 van tabel 8.

Ter zake van de kosten voor de splijtstoffen is aangenomen dat deze geheel in vreemde valuta moeten worden betaald. Desondanks zal voor wat betreft de brandstofvoorziening de uitvoering van het kernenergiecentraleplan een deviezenbesparing over het gehele tijdvak tot gevolg hebben van ca. f. 1 miljard. Ook hier is weer een belangrijke toeneming te verwachten naarmate meer kernenergiecentrales in bedrijf komen.

De vermelde besparing weegt nog niet op tegen de stijgende deviezenbehoefte tengevolge van de investeringskosten. Op grond van de gemaakte schattingen resulteert over de gehele periode 1962—1975 een extra behoefte aan deviezen van  $\frac{1}{4}$  à 1 miljard gulden. Wel zou reeds een belangrijk voordeel optreden indien de deviezen ten behoeve van de kernenergieproduktiemiddelen in andere valuta dan U.S.-dollars zouden kunnen worden voldaan, hetgeen geenszins is uitgesloten.

Naarmate de elektriciteitsproductie op basis van kernenergie verder in betekenis toeneemt, zal over de gehele linie een besparing aan deviezen worden verkregen. Wordt uitsluitend

het jaar 1975 beschouwd, dan toont de berekening reeds een bescheiden deviezenbesparing aan.

Een belangrijk feit, dat bij de beoordeling van tabel 8 in het oog springt, is de vrijwel constant blijvende kolenbehoefte van ruim 7 mln ton per jaar, welke ondanks de toenemende

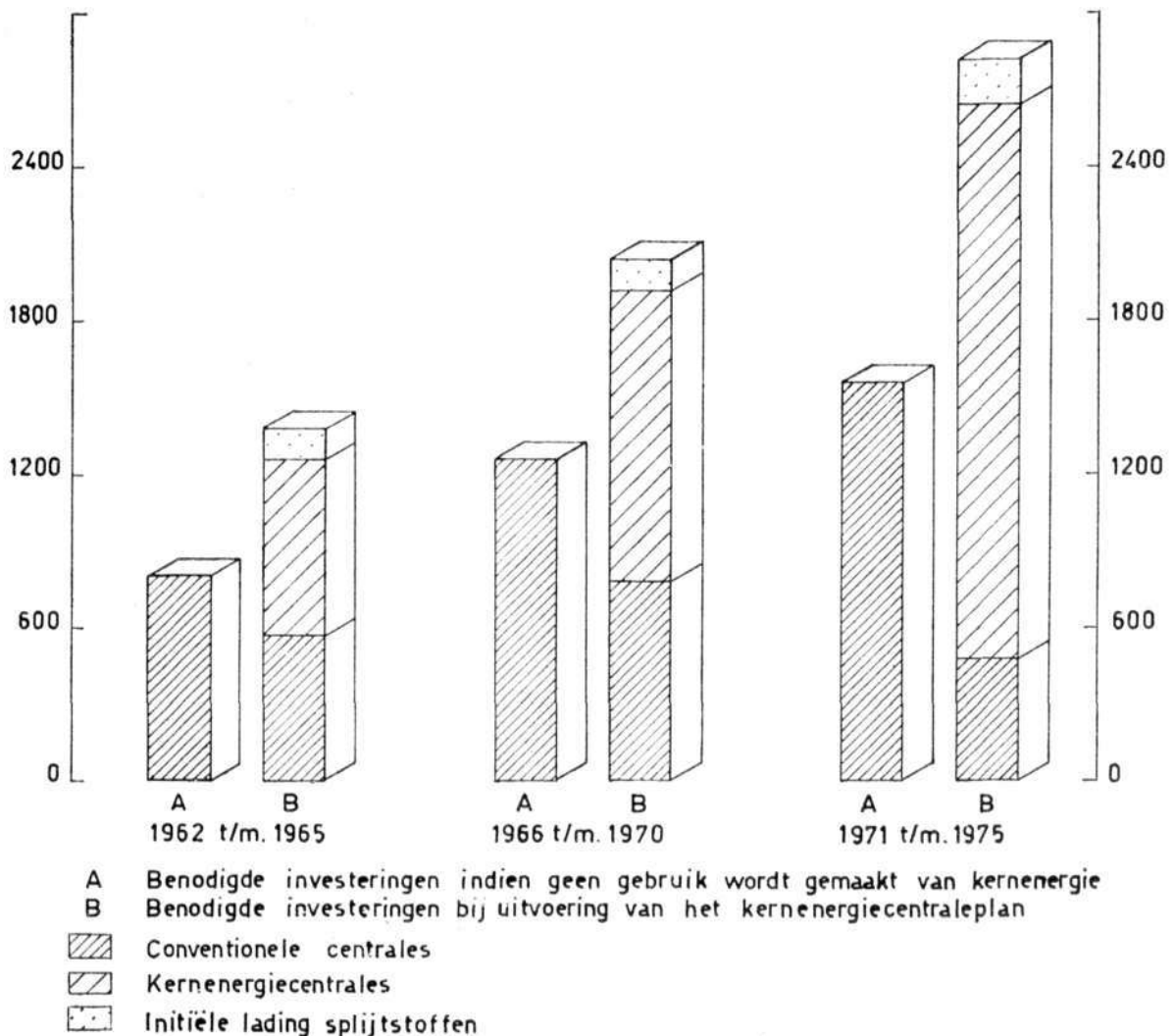
kernenergietoepassing volgens het aangegeven plan blijft bestaan voor de elektriciteitslevering door de kolencentrales.

Hieruit blijkt welk een belangrijke plaats de fossiele brandstoffen ondanks de kernenergietoepassing bij de elektriciteitsproductie blijven innemen.

Tabel 7  
Investerings openbare centrales  
(in miljoenen gulden)

| Periode             | Kernenergiecentraleplan                  |                      |                 |        | Bij uitsluitend conventionele centrales | Verschil (4-5) |
|---------------------|--|----------------------|-----------------|--------|---|----------------|
|                     | Voorraad splijtstoffen (initiële lading) | Andere investeringen |                 | Totaal |   |                |
|                     |  | kernenergievermogen  | overig vermogen |        |   |                |
|                     | 1  | 2                    | 3               | 4      | 5                                       | 6              |
| 1962-1965 . . . . . | 121                                      | 690                  | 570             | 1381   | 810                                     | 571            |
| 1966-1970 . . . . . | 116                                      | 1140                 | 780             | 2036   | 1260                                    | 776            |
| 1971-1975 . . . . . | 180                                      | 2160                 | 480             | 2820   | 1560                                    | 1260           |
|                     | 417                                      | 3990                 | 1830            | 6237   | 3630                                    | 2607           |

GRAFIEK III INVESTERINGEN TEN BEHOEVE VAN DE OPENBARE ELEKTRICITEITSVOORZIENING IN DE PERIODE 1962 t/m. 1975 (mln. gld.)

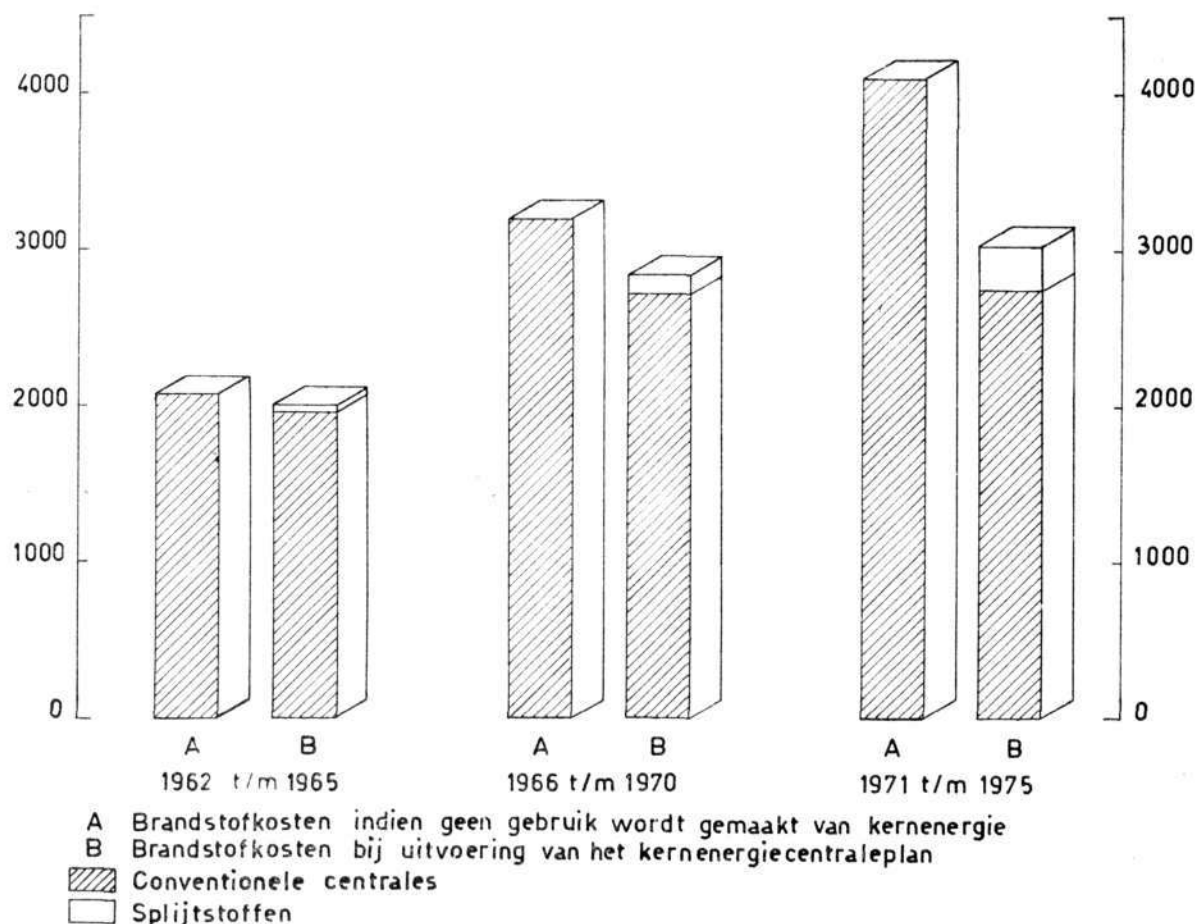


Tabel 8

## Brandstofkosten openbare centrales

| Periode             | Bij uitsluitend conventionele centrales  |                      | Bij kernenergiecentraleplan                                  |                      |                             |                      | Verschil (2-7) |                     |
|---------------------|--|----------------------|--|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------|---------------------|
|                     | behoefte in 10 <sup>6</sup> ton koleneq. | kosten × f 1 miljoen | behoefte aan conv. brandstof in 10 <sup>6</sup> ton koleneq. | kosten × f 1 miljoen | behoefte aan splijststoffen |                      |                | totale kosten (4+6) |
|                     |  |                      |  |                      | verbruik in tonnen          | kosten × f 1 miljoen |                |                     |
|                     | 1  | 2                    | 3  | 4                    | 5                           | 6                    | 7              | 8                   |
| 1962-1965 . . . . . | 27,6                                     | 2070                 | 26,1   | 1957                 | 230                         | 29                   | 1986           | 84                  |
| 1966-1970 . . . . . | 42,6                                     | 3195                 | 36,1   | 2707                 | 895                         | 137                  | 2844           | 351                 |
| 1971-1975 . . . . . | 54,6                                     | 4095                 | 36,6   | 2746                 | 1525                        | 270                  | 3016           | 1079                |
|                     | 124,8                                    | 9360                 | 98,8   | 7410                 | 2650                        | 436                  | 7846           | 1514                |

GRAFIEK IV BRANDSTOFKOSTEN TEN BEHOEVE VAN DE OPENBARE ELEKTRICITEITSVORZIENING ( mln. gld. )



## § 6. Slotopmerkingen

Men zou zich de vraag kunnen stellen wat nu precies het karakter is van het voorgestelde kernenergiecentraleplan. Hoe liggen de verantwoordelijkheden met betrekking tot de uitvoering daarvan? Is het nu reeds zeker dat in Nederland in de aangegeven omvang kernenergiecentrales tot stand zullen komen?

De ondergetekende stelt er prijs op duidelijk te stellen dat dit programma in de eerste plaats een indicatieve betekenis heeft. Ervan uitgaande dat omstreeks 1962 de eerste kernenergiecentrale in bedrijf zal worden gesteld en in aanmerking

genomen de noodzaak om gezien de moeilijke energiesituatie van Nederland de elektriciteitsproductie op basis van kernenergie zo snel mogelijk op te voeren, leek een programma als in deze nota aangegeven verantwoord. De primaire verantwoordelijkheid voor de uitvoering hiervan blijft voor en na bij de bestaande elektriciteitsbedrijven. Dit wil evenwel niet zeggen dat de centrale overheid geen invloed zal uitoefenen. Zij zal immers voor de oprichting van een kernenergiecentrale krachtens de tot stand te brengen atoomwet een vergunning moeten verlenen. Mede gezien de miljarden welke met de uitvoering van het plan zullen zijn gemoeid, zal de centrale overheid bij het verlenen van vergunningen zich stellig ook afvragen



of de gedachte investering past in het totale investeringsbeeld van de elektriciteitsvoorziening, resp. van de Nederlandse volkshuishouding. Daarbij zal, in verband met de ontwikkeling van nationale en internationale koppelnetten van hoge spanning, worden nagegaan hoe op de beste wijze profijt kan worden getrokken van de nieuwe centrales, welke — zoals uit de nota blijkt — in de eerste plaats gericht zullen zijn op de voorziening van de basisbehoefte en ten aanzien van welke optimale bedrijfsgrootte nog niet vaststaat of zij in dezelfde orde van grootte zal liggen als die van de conventionele centrales. Tevens kan dan een verband worden gelegd met een eventueel Europees kernenergiecentraalplan.

Het programma strekt zich uit over een betrekkelijk langdurige periode. Bij de uitvoering ervan zal gebruik moeten worden gemaakt van de verdere technische ontwikkelingen. Het programma is dan ook niet alleen indicatief, doch ook flexibel gedacht. De ondergetekende staat op het standpunt, dat nu moet worden begonnen, ondanks de waarschijnlijkheid dat de eerste te stichten kernenergiecentrale technisch en economisch gesproken niet gelijkwaardig zal zijn aan die welke in de toekomst zullen worden ontwikkeld.

Bij het verlenen van bovenbedoelde vergunningen zal volledige aandacht moeten worden besteed aan de veiligstelling van de volksgezondheid in haar ruimste betekenis. In de vergunningen zullen dan ook de nodige voorwaarden op dit gebied worden opgenomen. De regering zal ook aan dit aspect van de kernenergie de grootste aandacht blijven verlenen.

### HOOFDSTUK III

#### DE UITVOERING VAN HET PLAN TOT DE BOUW VAN KERNENERGIECENTRALES

##### § 1. De activiteiten, nodig voor de uitvoering

Voor de verkrijging van de reactoren, welke nodig zullen zijn voor de uitvoering van het in hoofdstuk II geschetste kernenergiecentraalplan, kunnen — zoals de ondergetekende reeds in de Memorie van Antwoord op het Voorlopig Verslag inzake Hoofdstuk X van de Rijksbegroting 1957 (gedrukte stukken, zitting 1956—1957 — 4500, no. 13) heeft medegedeeld — in beginsel drie wegen worden bewandeld, en wel aanschaffing van complete reactoren in het buitenland, vervaardiging door de Nederlandse industrie krachtens met het buitenland gesloten licentie-overeenkomsten en ten slotte de eigen ontwikkeling.

Ook bij de aanschaffing van complete reactoren in het buitenland bestaat er reeds een groot aantal terreinen, waarop de nodige kennis moet worden vergaard en waarop men over de vereiste deskundigen en onderzoekfaciliteiten zal moeten beschikken. De elektriciteitsbedrijven zullen immers voor de zeer belangrijke beslissing staan welk type reactor moet worden aangeschaft. Dit impliceert dat men in Nederland kennis van de diverse reactorsystemen, zoals deze in het buitenland zijn of worden ontwikkeld, en van de economische en technische voor- en nadelen daarvan zal moeten verwerven. Is eenmaal de keuze bepaald, dan zal een opdracht tot de bouw moeten worden gegeven, bij de uitvoering waarvan controle moet plaats vinden of aan de voorwaarden van de opdracht wordt voldaan. Om een reactor te kunnen exploiteren zal men voorts over deskundigen moeten beschikken.

De bijdrage van de Nederlandse industrie zal bij deze weg uiteraard gering zijn; ongetwijfeld zal zij echter voor bepaalde onderdelen als onderaannemer van buitenlandse leveranciers kunnen optreden.

De bouw krachtens licentie vereist uiteraard een grotere Nederlandse deskundigheid, in het bijzonder bij de industrie. Immers in de plaats van de buitenlandse leverancier treedt nu de Nederlandse licentiehouder, die niet alleen het tot stand te brengen resultaat moet garanderen, maar ook in staat moet zijn bij de exploitatie van de reactor voorkomende

stoornissen te verhelpen of gewenst gebleken verbeteringen aan te brengen. Daar staat tegenover dat deze weg aan de Nederlandse industrie de mogelijkheid zal bieden om een eigen positie op het gebied van de bouw van reactoren te verwerven.

Voor het verwerven van de voor deze fase nodige kennis kunnen verschillende wegen worden bewandeld. Zo kan hiervoor reeds bij het optreden als onderaannemer een basis worden gelegd. Daarnaast zal de industrie tot bestudering moeten overgaan van de problematiek, welke de toepassing van kernenergie voor elke specifieke bedrijfstak met zich brengt. Voorts zal het nodig zijn dat de Nederlandse industrie de nodige contacten met de desbetreffende buitenlandse firma's legt, of bestaande versterkt, teneinde haar deskundigen, bijvoorbeeld door detachering bij hun buitenlandse relatie, de praktijk van het vak bij te brengen. Hierbij zij gewezen op de mogelijkheden, welke de tweede Amerikaanse overeenkomst in dit opzicht voor de industrie hier te lande biedt.

Het volgen van de weg van eigen ontwikkeling is zeer duur en kost veel tijd. Zo zal niet alleen tot experimenten op laboratoriumschaal, maar ook tot de bouw van prototypes of zelfs van een proeffabriek moeten worden overgegaan. Desondanks zal Nederland ook deze weg moeten bewandelen, daar de oplossing van de zich daarbij voordoende problemen de grootste bijdrage zal leveren aan het vergaren van kennis en vooral langs deze weg voor Nederland mogelijkheden zullen worden geboden om zich op de internationale markt een positie te verwerven. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt tussen de ontwikkeling van nieuwe typen, waaromtrent geen of slechts beperkte ervaring aanwezig is, en die van typen, welke in het buitenland reeds tot zekere resultaten hebben geleid. Het behoeft geen betoog dat een eigen ontwikkeling op het laatste gebied aanzienlijk goedkoper en minder riskant is en eerder tot resultaten kan leiden. Daar staat tegenover dat er rekening mede moet worden gehouden dat deze meer conventionele typen betrekkelijk snel verouderd kunnen blijken, in welk geval het een voordeel kan zijn indien ook ervaring is opgedaan met het onderzoek ten aanzien van moderne typen, zoals de suspensiereactor.

Deze eigen ontwikkeling behoeft overigens niet uitsluitend gericht te zijn op gehele reactoren, maar kan zich tot bepaalde onderdelen daarvan beperken, hetgeen onder meer tot gevolg kan hebben dat de te sluiten licentie-overeenkomsten van beperkte omvang zijn. Een eigen ontwikkeling, op deze wijze uitgevoerd, is minder kostbaar en biedt toch grote voordelen; zij ligt zeker binnen het bereik van de Nederlandse mogelijkheden. Voor de realisatie daarvan zal men echter moeten kunnen steunen op een omvangrijker onderzoekspotentieel en op grotere deskundigheid dan in de eerder geschetste gevallen vereist zouden zijn.

In dit verband zij nog gewezen op het feit, dat de in de vorige hoofdstukken reeds vermelde noodzaak om zo snel mogelijk te komen tot de verwezenlijking van een kernenergiecentraalplan het onmogelijk maakt af te wachten of de eigen Nederlandse reactor-ontwikkeling tot een goed eind zal kunnen worden gebracht, zodat ons land zich voorshands voornamelijk op het buitenland zal moeten oriënteren, waar — naar het schijnt — de toepassing van de kernenergie ten behoeve van de productie van elektriciteit in een veel eerder stadium dan werd verwacht een commerciële propositie is geworden. Deze ontwikkeling is uiteraard van invloed op de positie van de Nederlandse industrie, welke in deze beginperiode slechts in beperkte mate zal kunnen worden ingeschakeld. Wel wordt in zekere kringen gedacht aan de mogelijkheid dat een kernenergiecentrale naar eigen Nederlandse inzichten, geïnspireerd op buitenlandse voorbeelden, zou worden ontworpen, hetgeen zeker stimulerend op de Nederlandse industrie zou werken, hoewel ook dan onderdelen uit het buitenland zouden moeten worden betrokken en buitenlandse adviseurs geraadpleegd. Voor het R.C.N. zou in deze gedachtengang een belangrijke taak kunnen zijn weggelegd door het uitvoeren van kernfysische berekeningen en experimenten.

Van evenveel belang als het kunnen beschikken over goede reactoren is uiteraard de voorziening daarvan met splijtstoffen. Indien het mogelijk of noodzakelijk zou zijn op het buitenland te steunen voor wat betreft de splijtstofvoorziening en de zuivering der gebruikte splijtstofelementen, dan kan, zoals bij het kopen van een reactor uit het buitenland, worden volstaan met het verwerven van kennis van wat het buitenland op dit gebied presteert en wat Nederland op dit gebied nodig heeft. Voorts zal men in staat moeten zijn de nodige opdrachten te verlenen en het te verrichten werk te controleren. Zou daarentegen een eigen activiteit voor Nederland mogelijk zijn, dan zal men zich de nodige technieken moeten eigen maken en over de apparaten moeten beschikken om de desbetreffende procédés te kunnen toepassen.

De vraag, waartoe dit alles voor wat betreft het in Nederland te verrichten werk zal leiden, is in de huidige fase niet te beantwoorden.

Voor het vergaren van bovenbedoelde kennis en ervaring is in belangrijke mate een taak aan het R.C.N. toegedacht. Deze stichting, welke in juli 1955 door de Minister van O., K. en W. en de ondergetekende werd opgericht en waarin een samenwerking tot stand is gekomen tussen de bij deze zaak betrokken groeperingen, i.c. de centrale overheid, de Stichting F.O.M., de N.V. K.E.M.A. en een belangrijk deel van het Nederlandse bedrijfsleven, heeft als statutair doel het verwerven van wetenschappelijke en technische kennis en ervaring ten behoeve van vredesdoeleinden op het gebied van kernreactoren en hun toepassingen en het ten algemene nutte beschikbaar stellen van deze kennis en ervaring, alsmede van de verworven hulpmiddelen, in het bijzonder aan Nederlandse instellingen en Nederlandse ondernemingen.

De aandacht zij er op gevestigd dat, zoals reeds in het antwoord op de vragen van de heer Nederhorst in verband met het kernergetisch beleid in ons land (Aanhangsel tot het Verslag van de *Handelingen* der Tweede Kamer, blz. 3071, no. 3044) werd vermeld, met de oprichting van het R.C.N. geenszins beoogd is dat slechts het R.C.N. op dit gebied werkzaam zou zijn en dus een monopoliepositie zou innemen. Dit zou naar de mening van de ondergetekende onverenigbaar zijn met de verantwoordelijkheid, welke elke industrie, tak van bedrijf of in het R.C.N. deelnemende groepering voor het eigen werk draagt. Anderzijds zou aan de gedachte samenwerking zeker afbreuk worden gedaan indien de deelnemende groeperingen van mening zouden zijn dat zij kunnen volstaan met een geldelijke bijdrage aan het R.C.N. Integendeel, juist in de huidige opbouwfase van het R.C.N. zal het van groot belang zijn dat ook bij eigen activiteiten van de deelnemende groeperingen het R.C.N. in de grootst mogelijke omvang wordt betrokken.

Het is zeker niet eenvoudig nu reeds ten aanzien van specifieke projecten vast te leggen hoever eigen activiteiten kunnen gaan zonder in strijd te komen met de in het R.C.N. belichaamde samenwerkingsgedachte. Reeds thans richtlijnen vast te stellen op een gebied, dat zo zeer aan ontwikkelingen onderhevig is als het kernenergetische, zou naar de mening van de ondergetekende tot verstarring aanleiding geven. Veeleer zal van geval tot geval aan de hand van de dan bestaande situatie tot een oplossing moeten worden gekomen. In het huidige stadium, waarin een vrijwel onbeperkt terrein voor ons ligt, kan de ondergetekende activiteiten, door wie ook ondernomen, volledig ondersteunen, mits daarbij het R.C.N. wordt betrokken en in de grootst mogelijke omvang deelgenoot wordt van de aldus te verwerven kennis en ervaring. Het R.C.N. van zijn kant zal door een juist gebruik van zijn zo snel mogelijk tot ontwikkeling te brengen onderzoeksmogelijkheden, zijn veelvuldige buitenlandse contacten, zijn internationale overeenkomsten, zijn positie met betrekking tot de tweede Amerikaanse overeenkomst en eventueel zijn deelname in het Euratomonderzoek, er met kracht naar moeten streven zo spoedig mogelijk in staat te zijn de hem toegedachte plaats als centrum van algemene kennis en ervaring op het gebied van kernreactoren en hun toepassingen in te nemen, opdat het die diensten zal kunnen bewijzen waaraan bij het bedrijfsleven en de andere belanghebbenden behoefte zal bestaan.

Ten aanzien van het hier besproken onderzoek zij tenslotte nog medegedeeld dat overeenstemming is bereikt over de afbakening van de terreinen, waarvoor de zorg berust bij respectievelijk T.N.O. en R.C.N.

Ten aanzien van de toepassing van de kernenergie ten behoeve van de elektriciteitsproductie zij er op gewezen dat reeds in de Memorie van Antwoord op het Voorlopig Verslag betreffende de Nota inzake het in Nederland te verrichten onderzoek op het gebied van kernreactoren en hun toepassingen (gedrukte stukken, zitting 1955—1956 — 4026, no. 3) is opgemerkt dat er geen reden bestaat om te veronderstellen dat de toepassing van de kernenergie ten behoeve van de elektriciteitsproductie tot wijzigingen in de thans bestaande situatie, waarbij de openbare elektriciteitsvoorziening in handen van de lagere overheid is, aanleiding zal geven. Dit betekent dat de praktische uitvoering van het kernenergiecentraleplan een taak van deze elektriciteitsbedrijven zal zijn. Hun verantwoordelijkheid is groot, zowel voor hun taak om Nederland tegen lage prijs en in voldoende mate een ongestoorde elektriciteitsvoorziening te garanderen als voor de besteding van de hun toevertrouwde kapitalen. Het is dus duidelijk dat zij zich reeds thans voorbereiden op de hun wachtende nieuwe werkzaamheden. In verband hiermede hebben deze bedrijven een commissie ingesteld, welke een vergelijkend onderzoek verricht naar de bedrijfseconomische merites van de in het buitenland verkrijgbare reactoren voor de opwekking van elektriciteit. De ondergetekende moge voor wat deze kwestie betreft ten deze volstaan met een verwijzing naar het reeds hiervoor genoemde antwoord op de vragen van de heer Nederhorst.

De ondergetekende moge er nog op wijzen dat een soortgelijke problematiek als hierboven besproken met betrekking tot de productie van elektriciteit zich voordoet bij de voortstuwing van schepen door middel van kernenergie en het gebruik van isotopen. Ook op deze gebieden vinden eigen activiteiten plaats, waarvan met name zij genoemd de oprichting van de Stichting Kernvoortstuwing Koopvaardij schepen, welke ten doel heeft de bestudering in de ruimste zin van het woord van de problemen — ook economische — verband houdende met de voortstuwing van koopvaardij schepen door middel van kernenergie. In het bestuur van deze stichting hebben zitting 2 vertegenwoordigers van de reders, 2 van de scheepswerven, 1 van het R.C.N., 1 van het T.N.O. en 1 van de Technische Hogeschool.

## § 2. Programma van het R.C.N.

Nu de eerste organisatorische moeilijkheden door het R.C.N. zijn overwonnen is het overgegaan tot de opstelling van een programma over de jaren 1958—1960, in welke periode het te stichten onderzoekcentrum geleidelijk aan in bedrijf zal kunnen worden genomen; het werkprogramma voor 1957 is te zien als een aanloop tot dit driejarenprogramma.

Een groot gedeelte van laatstgenoemd programma wordt ingenomen door de bouw en exploitatie van de Hoge Flux Reactor (H.F.R.). Daarnaast vormen de ontwikkeling van een eigen reactortype en de samenwerking met Noorwegen de belangrijkste onderdelen van het programma.

De H.F.R. zal naar verwachting eind 1958 in gebruik kunnen worden genomen. De leverancier is de Amerikaanse American Car and Foundry Industries Inc.; bij de bouw van deze reactor zal de Nederlandse industrie voor bepaalde delen als onderaannemer kunnen worden ingeschakeld.

Gelijk bekend is de keuze ten aanzien van de vestigingsplaats op Petten (Gemeente Zijpe, N.H.) gevallen. Dit geschiedde na een diepgaand onderzoek naar de vestigingsmogelijkheden, waarbij nauw werd samengewerkt tussen het R.C.N. en de diverse overheidsinstellingen. De centrale overheid heeft zich mede op grond van het advies van de Commissie voor Atoom Energie en haar Subcommissies Vestigingsplaatsen en Gezondheidsvraagstukken geheel met deze keuze kunnen verenigen en verwacht mag worden dat ook de lagere overheid de voor de bouw vereiste medewerking zal verlenen.

De keuze van het type reactor en zijn onderzoekfaciliteiten heeft plaats gevonden in nauw overleg met de Wetenschappe-

lijke Adviesraad van het R.C.N. en het bedrijfsleven. Verwacht mag dan ook worden dat met de H.F.R. belangrijke steun zal kunnen worden verleend aan de werkzaamheden, welke in Nederland zullen moeten worden verricht, en zo mogelijk eveneens aan het in internationaal verband te verrichten werk. Hierbij zij opgemerkt dat deze reactor in de eerste plaats geschikt is voor het nagaan van de gedragingen van materialen bij intensieve bestraling. Ook is dit apparaat van groot belang voor de eigen ontwikkeling van reactoren, daar onderdelen daarvan onder bedrijfsbelasting of zelfs onder zwaardere omstandigheden kunnen worden beproefd, als gevolg waarvan de noodzaak om prototypes te bouwen wordt verminderd en de kans van slagen van een wellicht noodzakelijke proefreactor wordt vergroot. Voorts is de H.F.R. een onmisbaar instrument om de industrie behulpzaam te zijn bij de ontwikkelingen, welke zij op haar eigen gebied zal wensen te verrichten, en kan hij gebruikt worden voor opleidingsdoeleinden en de productie van isotopen.

De eigen reactorontwikkeling betreft de zgn. natte suspensie-reactor. Deze ontwikkeling, waarvan de ideeën afkomstig zijn uit de vroegere F.O.M.-K.E.M.A.-werkgroep, geschiedt bij de K.E.M.A. onder auspiciën van het R.C.N. Deze ontwikkeling heeft in internationale kringen grote aandacht getrokken, met name in Engeland. Dit heeft aanleiding gegeven tot een samenwerkingsovereenkomst op het gebied van suspensiereactoren tussen het R.C.N. en de Engelse Atomic Energy Authority.

De werkzaamheden hebben een gunstig verloop. Een model, hetwelk nog geen energie levert, is geconstrueerd en een gelijksoortig model met een warmteproductie van 250 kW is in aanbouw. Hiervoor wordt op het terrein van de K.E.M.A. een afzonderlijke reactorhal met annex een chemisch en technologisch laboratorium opgericht, welke naar verwachting in de loop van dit jaar in bedrijf zullen worden genomen. Indien dit naar het oordeel van het R.C.N. door de resultaten van de proefnemingen wordt gemotiveerd zullen volgens de bestaande opdrachtsovereenkomst R.C.N. en K.E.M.A. overleg plegen om eventueel over te gaan tot de bouw van een proefreactor met een warmteproductie van 10 à 30 MW thermisch.

Er bestaan, gelijk in meergenoemd antwoord op de vragen van de heer Nederhorst reeds werd vermeld, bij de K.E.M.A. plannen de werkzaamheden uit te breiden met die voor de ontwikkeling van een droge suspensie-reactor; de K.E.M.A. stelt zich voor dat deze werkzaamheden op dezelfde wijze kunnen geschieden als thans ten aanzien van de natte suspensie-reactor het geval is.

Met betrekking tot de samenwerking met het Noorse Instituut for Atomenergi (I.F.A.) moge de ondergetekende er op deze plaats nogmaals op wijzen dat deze samenwerking door hem van het grootste belang wordt geacht voor het welslagen van het werk in Nederland. Hij zal er dan ook met kracht naar streven dat zij in volle omvang gehandhaafd blijft en zo mogelijk wordt uitgebreid. Tot vernaauwing van de wederzijdse band heeft veel bijgedragen het feit dat door het Rijk extra middelen ter beschikking zijn gesteld voor de bouw van een opleidingsschool ten behoeve van het J.E.N.E.R. (Joint Establishment for Nuclear Energy Research), het gemeenschappelijke centrum te Kjeller. Deze school zal het eigendom worden van het I.F.A., met dien verstande, dat voor het bezoeken daarvan aan Nederlanders voorrang zal worden verleend. Voorts heeft het Rijk aan het R.C.N. gelden ter beschikking gesteld voor de bouw en exploitatie van een „Nederlansk Hus” ten behoeve van Nederlandse cursisten. Tot dusverre ging de huisvesting van dezen gepaard met een te groot beroep op de beperkte Noorse huisvestingsmogelijkheid.

De overeenkomst R.C.N.-I.F.A. houdt in dat partijen samenwerking bij en coördinatie van hun researchinspanningen op het gebied van de vrijmaking van kernenergie en de omzetting daarvan in een bruikbare andere vorm van energie zullen bevorderen, in verband waarmede een Joint Commission is ingesteld, bestaande uit een gelijk aantal Noren en Nederlanders. Deze Joint Commission werkt adviserend ten aanzien van de programma's van beide partijen en wel in die zin dat de combinatie zoveel mogelijk als een eenheid werkt. Alle weten-

schappelijke en technische kennis op genoemd gebied zal worden uitgewisseld met uitzondering van kennis, verkregen van een derde, indien deze door hem als geclassificeerd bestempeld is, in welk geval uitwisseling slechts na goedkeuring van die derde kan geschieden. De kosten van de nationale centra worden in het algemeen door de desbetreffende partij gedragen; voor gemeenschappelijke objecten is een speciale overeenkomst nodig, zoals is geschied ten aanzien van het J.E.N.E.R., waarvan de Joint Commission het bestuur vormt. De overeenkomst, welke voorts een volkomen wederkerige octrooieregeling bevat, is voor onbepaalde tijd aangegaan en kan met inachtneming van een opzeggingstermijn van een jaar worden beëindigd.

Als gevolg van deze samenwerkingsovereenkomst kan het R.C.N. beschikken over de resultaten van het Noorse onderzoek. Wat de reactorontwikkeling betreft betekent dit dat het R.C.N. op de hoogte is van de bij het I.F.A. in ontwikkeling zijnde kokend-water-reactor (boiling water reactor). Deze „Halden-reactor” zal stoom leveren aan een papierfabriek en misschien van belang zijn voor de ontwikkeling van scheepsreactoren.

De werkzaamheden in het J.E.N.E.R., zich concentrerend om de „JEEP” (Joint Establishment Experimental Pile) onderzoeksreactor, waarvan de capaciteit zal worden vergroot, hebben belangrijke resultaten opgeleverd. Genoemd mogen worden de werkzaamheden betreffende de zuivering van gebruikte splijtstoffen, welke reeds gedurende enkele jaren aldaar plaats vinden en op grotere schaal zullen worden voortgezet.

Als afzonderlijk programma-onderdeel van het R.C.N. moge nog worden genoemd een project op het gebied van de isotopenscheiding ten behoeve van de verrijking van uranium. Door de F.O.M. wordt in samenwerking met de N.V. Werkspoor en in opdracht van het R.C.N., dat zich in verband hiermede als „organisme associé” bij het Studiesyndicaat voor isotopenscheiding der 6 K.S.G.-landen heeft aangesloten, de zgn. ultracentrifugemethode ontwikkeld. Deze methode kan ertoe leiden dat voor de verrijking aanmerkelijk minder energie nodig zal zijn dan bij het thans in het buitenland toegepaste gasdiffusiesysteem en kan bovendien het voordeel bieden dat economisch werkende fabrieken van kleinere omvang zouden kunnen worden opgericht. Ook in West-Duitsland wordt aan de ultracentrifugemethode gewerkt. Teneinde het onderzoek te versnellen hebben het R.C.N. en de desbetreffende Duitse instelling met elkaar contact opgenomen omtrent een samenwerking op dit gebied, over de hoofdlijnen waarvan in beginsel reeds overeenstemming werd bereikt.

Uiteraard bestaat er naast deze specifieke projecten een groot aantal terreinen waarop het R.C.N. werkzaam zal zijn en waarop over onderzoekfaciliteiten en deskundigen moet kunnen worden beschikt. Het driejarenprogramma van het R.C.N. voorziet dan ook in de bouw van een aantal laboratoria te Petten en de tewerkstelling van een staf van circa 300 man in het jaar 1960, waarvan 60 academici. Een veertigtal daarvan zijn reeds bij het R.C.N. in dienst. Evenals andere landen zal Nederland dan beschikken over een onderzoekcentrum waarin het nodige fysische, chemische en materiaalkundige werk op het gebied van reactorontwikkeling, reactorbedrijf en gezondheidsbeveiliging kan worden verricht.

Het programma, hetwelk in overeenstemming met de Wetenschappelijke Adviesraad van het R.C.N. werd opgesteld, kan in de huidige fase nog slechts benaderend zijn. Een gedetailleerd oordeel daarover kan dus thans moeilijk worden gegeven. Wat in exacto zal geschieden, zal in belangrijke mate afhangen van de ontwikkeling op kernenergetisch gebied, vooral op internationaal niveau. In dit verband zij er nog op gewezen dat de plannen voor gemeenschappelijk onderzoek, dat in Euratomverband zal plaats vinden, voorzien in opdrachten aan de deelnemende landen voor de uitvoering van delen van dit onderzoek. De ondergetekende hoopt dat het R.C.N. daarbij in belangrijke mate zal kunnen worden betrokken. Ook is het mogelijk dat uit de fondsen voor onderzoek van Euratom bijdragen zullen worden verleend voor de in het R.C.N.-programma voorkomende eigen ontwikkelingsprojecten.

Gelijk bekend beschikt het R.C.N. thans voor investeringen over een bedrag van f 28 mln., waarvan f 14 mln. door de Staat wordt gefourneerd en f 7 mln. zowel door de K.E.M.A. als door de industrie. Hierbij is de door de Verenigde Staten in beginsel toegezegde bijdrage ad \$ 350.000.— in de kosten van de H.F.R., welke toezegging nog niet is gerealiseerd, buiten beschouwing gelaten.

Deze investeringen zijn bestemd voor de eerste fase van de ontwikkeling van de natte suspensiereactor, de aanschaffing van de H.F.R. en de bouw van de reactorhal met bijbehorende bedrijfsgebouwen en dat gedeelte van de laboratoria, hetwelk terstond bij de inbedrijfstelling van de H.F.R. in gebruik moet kunnen worden genomen. Zoals door de ondergetekende in de Memorie van Antwoord op het Voorlopig Verslag van de Tweede Kamer inzake Hoofdstuk X van de Rijksbegroting 1957 (gedrukte stukken, zitting 1956—1957 — 4500, no. 13) reeds werd vermeld, moet er rekening mede worden gehouden dat het bij de uitvoering van het programma noodzakelijk kan blijken aanvullende, of zelfs geheel nieuwe projecten ter hand te nemen. In dit verband zij opgemerkt, dat in de gedachte besteding van de f 28 mln. de eventuele kosten voor de bouw van woningen voor het personeel in Petten niet zijn begrepen. Volledigheidshalve zij er voorts op gewezen dat bij de aanbesteding en de bouw van de wel in het kader van de f 28 mln. voorziene projecten thans nog onvoorziebare omstandigheden tot hogere kosten aanleiding kunnen geven.

Met betrekking tot de kwestie van het door het R.C.N. aangekochte zware water kan worden medegedeeld dat deze zaak — dank zij de grote medewerking van Noorse zijde — inmiddels definitief is geregeld, in dier voege dat 3/4 van het zware water door Noorwegen tegen de oorspronkelijke verkoopprijs is teruggekocht en dat het restant door het R.C.N. wordt behouden.

Onder verwijzing naar genoemde Memorie van Antwoord zij nog vermeld dat niet te beoordelen valt welke bedragen bij een volledige toerusting van het onderzoekcentrum op den duur nodig zullen zijn. Allengs zijn de inzichten op dit punt vergroot, zodat thans bij het R.C.N. in overleg met de Wetenschappelijke Adviesraad een uitvoerige studie plaatsvindt over de grootte van de uiteindelijk te investeren bedragen. De ondergetekende stelt zich voor te gelegener tijd op dit punt nader terug te komen.

De uitvoering van het thans bestaande programma zal leiden tot een totaal aan exploitatiekosten ad ca f 7 mln. in het jaar 1960. Voor de dekking van de exploitatiekosten staat thans ter beschikking van het R.C.N. f 1,7 mln. per jaar, waarvan respectievelijk f 250.000,— en ca f 350.000,— van de K.E.M.A. en het bedrijfsleven afkomstig is. Het Rijk betaalt een gelijk bedrag als deze gezamenlijke bijdragen en daarnaast de volledige bijdrage van het R.C.N. aan het J.E.N.E.R., thans ca f 500.000,— groot, dus in totaal f 1,1 mln.

Voor 1957 kan nog over enkele bijzondere fondsen worden beschikt, zodat voor dit jaar de begroting sluitend is. Met de bijdrage ad f 1,7 mln. kan echter voor de jaren 1958 t/m 1960 geenszins worden volstaan.

Voor het geval een verhoging van de exploitatiebijdragen van het bedrijfsleven en de K.E.M.A. op korte termijn niet mocht kunnen plaatsvinden, heeft de Regering — uiteraard onder voorbehoud van goedkeuring van de Staten-Generaal — op grond van de overweging dat het een nationaal belang is dat het programma van het R.C.N. zo snel mogelijk ten uitvoer wordt gebracht, toegezegd niet alleen de volledige bijdrage van het R.C.N. aan het J.E.N.E.R., mits deze binnen redelijke grenzen blijft, en 50% van de overige exploitatiekosten voor rekening van het Rijk te doen komen, maar daarenboven een garantie te verlenen voor een eventueel dan nog overblijvend tekort. De regering heeft zich echter het recht voorbehouden om, indien een belangrijke discrepantie tussen de Rijksbijdrage — verminderd met die t.b.v. het J.E.N.E.R. — en die van de andere participanten zou blijven bestaan, de uitvoering van deze regeling van de Rijksbijdrage afhankelijk te stellen van een adequate vergroting van de zeggenschap van de overheid in het R.C.N. De

ondergetekende moge hier terstond aan toevoegen dat hij het zeer zou betreuren, indien deze mogelijkheid zou moeten worden gerealiseerd, daar hij, zoals reeds in de nota inzake het in Nederland te verrichten onderzoek op het gebied van kernreactoren en hun toepassingen (gedrukte stukken, zitting 1954—1955 — 4026, no. 1) werd vermeld, van mening is dat de huidige structuur van het R.C.N. het meest in overeenstemming is met de in het R.C.N. beoogde samenwerking van gelijkge-rechtigden en dat de centrale overheid voor de uitoefening van haar specifieke bevoegdheden over genoegzame prerogatieven in het R.C.N. beschikt. Hij moge er met genoegen melding van maken dat hem in een persoonlijk onderhoud met de voorzitter en enkele leden van het bestuur van het R.C.N. is gebleken dat met kracht zal worden gestreefd naar een verhoging van de bijdragen. In dit verband zij tenslotte nog vermeld dat ook een uitbreiding van de kring der aan het R.C.N. bijdragende ondernemingen uiteraard de kwestie der exploitatiekosten zou vereenvoudigen.

Tenslotte zij nog vermeld dat hetgeen in het voorgaande betreffende het R.C.N. is medegedeeld geheel strookt met de inzichten van zijn ambtgenoot van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, de mede-oprichter van het R.C.N.

## HOOFDSTUK IV

### Internationale samenwerking op atoomgebied

#### 1. Inleiding

Aangezien de beoordeling van de onderwerpen van de voorgaande hoofdstukken onvolledig zou zijn zonder een behandeling van de internationale samenwerking, voor zover deze in dit verband van belang is, wordt in het onderstaande hierop een feitelijke toelichting gegeven.

Voor een verantwoordde uitvoering van het in de vorige hoofdstukken vermelde kernenergiecentraalplan is samenwerking met andere landen en internationale organisaties onontbeerlijk. Nederland heeft noch de beschikking over eigen splijststoffen, noch over installaties om erts tot uraniummetaal te verwerken. Ook de apparaten om dit metaal te verrijken met de isotoop U 235, of om gebruikte splijststoffen te reinigen, ontbreekt.

Ons land kampt daarnaast met een achterstand op het gebied van kennis en ervaring ten aanzien van de kernenergie. De opleidingsmogelijkheden zijn beperkt, terwijl het aantal beschikbare deskundigen voor de uitvoering van een omvangrijk kernenergieprogramma onvoldoende is. Daarenboven mag worden gesteld dat slechts op basis van een nauwe samenwerking, zowel op mondiaal niveau als met de ons omringende landen, voldoende zekerheid kan worden verkregen dat de volksgezondheid op afdoende wijze kan worden beschermd.

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk III, §2, heeft het R.C.N. samenwerkingsovereenkomsten gesloten met instellingen in Noorwegen (I.F.A.) en Engeland (A.E.A.). Daarnaast bezit ons land een overeenkomst met de Verenigde Staten. Voorts neemt ons land deel aan de samenwerking in het kader van de Verenigde Naties, de O.E.E.S. en Euratom.

#### 2. Samenwerking met Noorwegen en Engeland

De hierboven genoemde overeenkomst tussen het R.C.N. en het I.F.A. werd — als voortzetting van de reeds in 1951 door de F.O.M. en de voorganger van het I.F.A. gesloten samenwerkingsovereenkomst — op 2 november 1955 aangegaan. In deze Noors-Nederlandse samenwerking neemt de gemeenschappelijke onderzoeksreactor te Kjeller een bijzondere plaats in. Daarnaast vindt uitwisseling plaats van afzonderlijk verkregen kennis en ervaring. Deze samenwerking is van belang. Zij dient naast die in Euratom-, O.E.E.S., of bilateraal verband in stand te worden gehouden. Deze vormen van samenwerking behoeven haar overigens ook niet in de weg te staan.

De overeenkomst met de Britse Atomic Energy Authority, op grond waarvan bij de ontwikkeling van suspensiereactoren wordt samengewerkt en gegevens omtrent de Calder Hall-cen-

trale kunnen worden verkregen, werd op 14 maart 1956 gesloten.

### 3. Samenwerking met de Verenigde Staten

Op 18 juli 1955 werd een overeenkomst ondertekend tussen het Koninkrijk der Nederlanden en de Verenigde Staten betreffende het niet-militair gebruik van atoomenergie (*Tractatenblad* 1955, no. 105).

Nadat hogergenoemde overeenkomst, welke slechts het onderzoek betreft, was gesloten, werd getracht een verdergaande samenwerking tot stand te brengen. Het resultaat was dat op 22 juni 1956 een tweede overeenkomst met de Verenigde Staten werd ondertekend (*Tractatenblad* 1956, no. 125), welke de voorgaande zal vervangen en welke zich ook zal uitstrekken tot de energie-opwekking en tot de uitwisseling van geheime kennis en gegevens voor zover deze niet van militaire betekenis zijn. Bepaalde octrooirechten op uitvindingen, gedaan met verstrekte geheime gegevens, moeten beschikbaar worden gesteld aan de partij van wie de gegevens afkomstig zijn.

De voorziening van splijtstoffen is veel ruimer geworden. Voor wetenschappelijke onderzoekdoeleinden kan Nederland 100 gram U 235, 10 gram plutonium en 10 gram U 233 maximaal verkrijgen en voorts voor experimentele en voor energieproducerende reactoren 500 kilogram U 235 in uranium, dat tot hoogstens 20 % daarmee verrijkt mag zijn. Hiervan kan echter 6 kilogram tot 90 % verrijkt uranium verkregen worden voor een materiaalonderzoekreactor. Ook andere materialen, toestellen enz. kunnen uit de Verenigde Staten worden betrokken. Zij mogen echter niet voor militaire doeleinden worden aangewend.

De Verenigde Staten verkrijgen het recht om te controleren of hieraan de hand wordt gehouden. Deze controlerechten kunnen na overleg terzake overgedragen worden aan de Internationale Atoomorganisatie, welke hieronder zal worden besproken. De mogelijkheid bestaat om met goedkeuring van de Verenigde Staten de uit deze overeenkomsten voortvloeiende plichten en rechten aan Euratom over te dragen.

De desbetreffende nieuwe overeenkomst werd aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal voorgelegd.

### 4. Verenigde Naties

In het kader van de Verenigde Naties werd gedurende augustus 1955 te Genève een conferentie gehouden, waarin behalve zuiver wetenschappelijke gegevens ook veel bekend werd dat voor de bouw van energiereactoren van belang is. Door deze conferentie werd de geheimhouding, welke de internationale samenwerking op het terrein van de atoomenergie had belemmerd, althans gedeeltelijk opgeheven. Hoogstwaarschijnlijk zal in 1958 een tweede soortgelijke conferentie worden gehouden.

Eveneens in het kader van de Verenigde Naties kwam op 26 oktober 1956 te New York het statuut van een Internationale Atoomorganisatie tot stand. Deze organisatie zal de leden bijstaan bij de ontwikkeling en de toepassing van de kernenergie. Zij ontvangt voor dit doel splijtstoffen, materialen en informatie van die leden, welke een en ander beschikbaar willen stellen en verschaft deze aan de leden, welke er behoefte aan hebben, waarbij de kosten in rekening worden gebracht. Zij geeft eveneens steun en voorlichting en controleert, of verschaft hulp of materialen niet voor een militair doel worden aangewend. Voorts zal de organisatie de toepassing van bepaalde gezondheids- en veiligheidsnormen eisen voor alle projecten, waarbij hulp wordt verschaft. Deze overeenkomst werd aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal ter goedkeuring voorgelegd.

### 5. Organisatie voor Europese Economische Samenwerking (O.E.E.S.)

In het kader van deze organisatie werd eerst door een deskundigencommissie, later door een speciale commissie van de Raad onderzocht, welke taken op nucleair terrein zouden kunnen worden verricht.

Bij beslissing van de Raad van 18 juli 1956 werd de Bestuurscommissie voor de Kernenergie opgericht.

Deze ontving de opdracht voorstellen te doen om:

- a. de eerste gemeenschappelijke ondernemingen tot stand te brengen;
- b. een internationale controle in te stellen om er op toe te zien dat steun niet voor militaire doeleinden wordt aangewend;
- c. zo groot mogelijke vrijheid van de handel in nucleaire produkten tot stand te brengen;
- d. samenwerking inzake de opleiding van personeel en op het terrein van de volksgezondheid te bevorderen;
- e. de oprichting van een Europees Atoomagenschap voor te bereiden.

Deelname aan de verschillende projecten zal op basis van vrijwilligheid geschieden. Men voorziet o.m. in controle op splijtstoffen, vervaardigd in of gebruikt in één der in het kader van de O.E.E.S. opgerichte bedrijven. Ook kan men vrijwillig splijtstoffen onder deze controle brengen.

Ter uitvoering van genoemde Raadsbeslissing werd een aantal werkgroepen ingesteld.

Een studiegroep bereidt de oprichting van een bedrijf voor de reiniging van gebruikte brandstofelementen voor. Men overweegt de spoedige bouw van een proeffabriek, welke vermoedelijk reeds omstreeks 1965 tot een grote fabriek zal worden uitgebreid.

Voorts worden de technische, financiële en juridische aspecten onderzocht van de gemeenschappelijke bouw van een aantal verschillende typen reactoren voor energieopwekking en voor onderzoekdoeleinden. Voor laatsbedoelde reactoren is een programma ontworpen. Een werkgroep ontwierp voorstellen voor de vrijmaking van de handel in nucleaire produkten. Een andere werkgroep is bezig om de personeelsbehoefte vast te stellen en middelen te zoeken om de opleiding door internationale samenwerking te bevorderen. In het kader van de O.E.E.S. werd in dit verband een korte cursus voor universiteitsprofessoren en docenten georganiseerd.

Tezamen met Euratom werd een liaison-commissie ingesteld ter coördinatie der werkzaamheden.

### 6. Euratom

Gedurende de conferentie van Messina op 1 en 2 juni 1955 kwamen de Ministers der zes K.S.G.-landen overeen de integratie van hun landen opnieuw in studie te nemen. Deze studie zou ook de samenwerking op het terrein van de kernenergie betreffen.

Een hiervoor ingestelde intergouvernementele commissie onder voorzitterschap van de Belgische Minister Spaak publiceerde op 21 april 1956 een rapport, dat op de Ministersconferentie van Venetië op 29 en 30 mei 1956 werd besproken. Men aanvaardde het rapport als basis voor onderhandelingen, welke tot de redactie van verdragen voor een Gemeenschappelijke Markt en voor Euratom zou moeten leiden. De hiervoor te Brussel bijeengekomen conferentie stond eveneens onder voorzitterschap van Minister Spaak.

De door deze conferentie opgestelde teksten werden op 18, 19 en 20 februari 1957 te Parijs, eerst door de Ministers van Buitenlandse Zaken, daarna door de Minister-Presidenten der aan de conferentie deelnemende landen besproken. De verdragstekst werd op 25 maart jl. te Rome ondertekend.

De belangrijkste onderwerpen van het Euratom-verdrag zijn:

1. ontwikkeling van het onderzoek;
2. verspreiding van kennis;
3. bescherming van de gezondheid;
4. investeringen;
5. gemeenschappelijke ondernemingen;
6. voorziening;
7. veiligheidscontrole;
8. regeling van het eigendomsrecht;
9. gemeenschappelijke markt op het gebied van de kernenergie;
10. betrekkingen met derden.

Eveneens omvat het verdrag regelingen van institutionele, financiële en algemene aard.

Aangezien een volledige behandeling het beste kan geschieden wanneer de tekst ter goedkeuring aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal is voorgelegd zal hieronder met een korte samenvatting worden volstaan.

Op het gebied van het onderzoek wordt Euratom een belangrijke taak toegedacht. De kosten worden voor de eerstkomende vijf jaren op \$ 215 mln geraamd, waarvan Nederland 6,9 % zal dienen bij te dragen. Het onderzoek zal een aanvullend karakter dragen ten opzichte van hetgeen nationaal geschiedt. Euratom zal een coördinerende taak hebben. Door middel van aanbevelingen kan deze Gemeenschap trachten te voorkomen dat onnodig dubbel werk geschiedt. Het gemeenschappelijke onderzoek zal Nederland in staat stellen kennis en ervaring op te doen over meer projecten dan waartoe het zelfstandig in staat zou zijn.

Euratom zal de uitwisseling van gegevens en de verspreiding van kennis bevorderen. De eigen kennis en octrooien komen, al of niet tegen vergoeding, ter beschikking van alle belanghebbenden in de Gemeenschap. Daarnaast bevat het verdrag een regeling waarbij licenties op octrooien van particulieren tegen vergoeding aan Euratom of aan anderen binnen de Gemeenschap ter beschikking kunnen worden gesteld, eventueel door middel van dwanglicenties.

Als mondingsgebied van enkele grote internationale rivieren heeft Nederland een bijzonder belang bij een goede samenwerking ter bescherming van de volksgezondheid tegen stralingsgevaaren. Het verdrag bevat een regeling, waarbij Euratom basisnormen vaststelt, op grond waarvan nationaal de nodige wettelijke bepalingen moeten worden getroffen.

Euratom oefent toezicht uit op de handhaving van die normen.

De nationale investeringen blijven vrij, doch de Gemeenschap kan aan de hand van een indicatief programma wel aanbevelingen richten tot de betrokken industrieën t.a.v. de investeringsprojecten, welke aan de Gemeenschap moeten worden voorgelegd.

Op initiatief van één of meer Lid-Staten of ondernemingen kan Euratom gemeenschappelijke ondernemingen oprichten. Ook niet-Lid-Staten kunnen hieraan deelnemen. Men voorziet zulke ondernemingen vooral voor projecten, welke de draagkracht van de afzonderlijke staten of industrieën te boven gaan. In dit kader is — zoals in hoofdstuk III, § 2, werd vermeld — reeds een studiesyndicaat werkzaam, dat de oprichting van een fabriek voor de verrijking van uranium bestudeert. Aan dit studiesyndicaat nemen ook enkele O.E.E.S.-landen, niet lid van Euratom, deel terwijl het R.C.N. als geassocieerd lid toetrad.

De statuten van dit syndicaat zijn aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal ter stilzwijgende goedkeuring voorgelegd.

Met betrekking tot de voorziening van erts en splijtstoffen zal een Agentschap worden opgericht, dat een bijzondere taak zal krijgen ten aanzien van aankoop, levering, import en export. De verwerkers en gebruikers zullen in beginsel het recht van gelijke toegang krijgen tot deze produkten. Hierop zijn echter uitzonderingen. Zo zullen bijvoorbeeld de ondernemingen voorkeursrechten hebben op hoeveelheden splijtstoffen, welke door hen binnen een gelieerd programma worden geproduceerd en kunnen Lid-Staten gedurende zekere tijd (op grond van bestaande bilaterale overeenkomsten) voorkeursrechten laten gelden op splijtstoffen. In verband met de tweede Amerikaanse overeenkomst is deze bepaling voor ons van groot belang. Euratom zal het uitsluitende eigendomsrecht op bijzondere splijtstoffen hebben.

De controlebepalingen van het Euratomverdrag zullen alle erts en splijtstoffen omvatten. Men zal nagaan of deze worden gebruikt voor de opgegeven bestemming.

De gemeenschappelijke markt voor nucleaire produkten heeft veel overeenkomst met die, welke in de O.E.E.S. wordt voorzien; met de aldaar tot dusver verrichte werkzaamheden heeft men bij de totstandbrenging van Euratom rekening gehouden. Ook is voorzien in regelingen inzake de uitwisseling van arbeidskrachten, de inschrijving op aanbestedingen en het kapitaalverkeer.

De Gemeenschap zal zelfstandig overeenkomsten kunnen afsluiten met derde-landen. Bestaande bilaterale overeenkomsten der Lid-Staten moeten binnen 30 dagen na inwerking-treden van het Euratomverdrag aan haar worden medegedeeld. De betrokken Lid-Staten zullen trachten deze in harmonie met de doelstellingen van Euratom te brengen. Zoals vermeld bevat de tweede Amerikaanse overeenkomst een clause, welke de mogelijkheid tot overdracht van plichten en rechten aan Euratom opent.

Ovreeenkomsten van publiek- of privaatrechtelijke ondernemingen kunnen slechts tegen het verdrag als exceptie worden opgeworpen, indien zij voor het verdrag waren afgesloten en binnen 30 dagen na de inwerkingtreding van Euratom ter kennis van de Gemeenschap zijn gebracht. Dit punt is van belang voor de overeenkomsten van het R.C.N. met de Noorse en Britse organisaties op het gebied van de kernenergie.

### 7. Samenvatting.

Voor de laatste tijd is een grote internationale activiteit op het gebied van de vreedzame toepassing van de kernenergie ontstaan. De oorzaak hiervan is te vinden enerzijds in het toenemende energietekort van Europa en anderzijds in de verbreking van de sfeer van geheimzinnigheid waarin het terrein van de atoomenergie gehuld was, waardoor meer inzicht werd verkregen in de economische mogelijkheden. Door deze ontwikkeling zijn de voorwaarden ontstaan om een samenwerking met het buitenland op te bouwen, welke de verantwoorde uitvoering van het in de voorgaande hoofdstukken vermelde programma mogelijk maakt. Voor de voorziening van splijtstoffen moge in het bijzonder worden gewezen op de tweede overeenkomst met de Verenigde Staten, Euratom en de Internationale Atoomorganisatie. Voor de uitwisseling van kennis zijn alle in dit hoofdstuk vermelde vormen van samenwerking in meer of mindere mate van belang. Voor de opleiding kunnen, behalve de samenwerking met Noorwegen, ook die in O.E.E.S.- en Euratom-verband en met Amerika worden genoemd.

Tenslotte kan in verband met de bescherming van de volksgezondheid in het bijzonder op Euratom worden gewezen. Daarnaast zijn echter ook de organen van de Verenigde Naties en de Internationale Atoomorganisatie in meer of mindere mate van betekenis.

Met alle hierboven genoemde vormen van samenwerking wordt dus een nuttige basis gelegd voor de verdere ontwikkeling van het vreedzaam gebruik van de kernenergie.

### Slotopmerking

De ondergetekende hoopt met deze nota een zo duidelijk mogelijk overzicht te hebben gegeven van de huidige en in de naaste toekomst te verwachten situatie in Nederland op het gebied van de vreedzame toepassing van de kernenergie, in het bijzonder voor de opwekking van elektriciteit. Hij is er zich van bewust dat verschillende van de hierboven genoemde onderwerpen niet volledig zijn uitgewerkt. Dit is z.i. echter onvermijdelijk op een gebied als het onderhavige, waarop in Nederland nog geen of slechts geringe ervaring bestaat, en dat zo vele activiteiten van onderling zeer verschillende groeperingen te zien zal geven. Dit geldt te meer daar de ontwikkeling ook in Nederland zich nog steeds in een zeer snel tempo voortzet, hetgeen bijvoorbeeld tijdens de voorbereiding van deze nota verscheidene malen tot wijzigingen aanleiding heeft gegeven.

Hij moge er voorts nog op wijzen dat enkele andere zeer belangrijke aspecten slechts summier zijn aangeroerd, zoals het verzekeringsaspect, het buitenlandse beleid, de waarborgen, welke met betrekking tot de veiligheid van mens en dier in acht zullen moeten worden genomen, en het probleem van de opleiding. Deze onderwerpen, welke meer direct de competentie van zijn betrokken ambtgenoten raken, vallen buiten het kader van deze nota.

*De Minister van Economische Zaken,*  
J. ZIJLSTRA.

## SCHATTING VAN HET ENERGIEVERBRUIK IN HET JAAR 1975

### § 1. Inleiding

Alhoewel elke schatting met onzekerheden is behept, geldt dit in bijzondere mate voor schattingen op langere termijn. Wetenschappelijke prognose methoden zijn namelijk meestal gebaseerd op een studie van het verleden. Hoe langer nu de periode, die overbrugd moet worden, hoe groter de kans dat nieuwe in het verleden niet aanwezige factoren b.v. geheel nieuwe gebruiksgewoonten, nieuwe technieken etc. hun invloed doen gelden op de uiteindelijke realisaties.

Het feit echter dat vele beleidsbeslissingen (b.v. investeringsbeslissingen) nu moeten worden genomen, wil men in de verre toekomst niet bij de ontwikkeling ten achter geraken, maakt, dat men gedwongen is zich toch een beeld van de toekomst te vormen, hoe onzeker dan ook.

Een lichtpunt hierbij is, dat het voor de beleidsvorming geen vereiste is, dat raming en realisatie precies overeenstemmen. In de loop van de lange periode heeft men veelal nog wel gelegenheid correctieve maatregelen te nemen, indien men voor het einde van de periode op grond van de dan ter beschikking staande gegevens vast kan stellen, dat de raming niet geheel juist is. Slechts als de raming een geheel andere richting of orde van grootte aangeeft dan de werkelijke ontwikkeling, zal correctie niet zonder meer mogelijk zijn. Aan de raming moet men derhalve de eis stellen, dat zij — gegeven de kennis en de situatie op het moment — in de eerste plaats de juiste richting van de toekomstige ontwikkeling aangeeft en zo mogelijk dat zij, overigens binnen vrij ruime marges, een indicatie van de orde van grootte geeft. Het hierop te baseren investeringsbeleid zal dan, zo mogelijk, zodanig flexibel moeten zijn, dat aanpassing aan onvoorziene omstandigheden kan plaatsvinden, zonder al te grote kosten.

In het onderstaande is getracht een raming te geven van het totale energieverbruik in 1975, die aan bovengenoemde eisen voldoet.

### § 2. De vooronderstellingen

Naast de gebruikelijke vooronderstellingen van geen oorlog of andere calamiteiten tot het jaar 1975 en van een normale conjuncturele situatie in dat jaar, zijn nog de volgende ramingen gemaakt betreffende enkele belangrijke grootheden.

Tabel 2.1.

Enkele economische grootheden in het jaar 1975  
(1955 = 100)

|  |     |
|--|-----|
| Reëel nationaal inkomen (Y) . . . . .      | 160 |
| Industriële productie (V) . . . . .        | 175 |
| Verkeersvolume (V <sub>e</sub> ) . . . . . | 200 |

Een dergelijke extrapolatie kan niet anders zijn dan een aanduiding van hetgeen op grond van de beschikbaarheid van produktiefactoren mogelijk geacht zou kunnen worden. Aangenomen is derhalve, dat er voldoende internationale vraag naar onze produkten zal bestaan om de voor deze produktie vereiste hoge invoer te kunnen betalen, c.q. dat de invoer in voldoende mate vervangen zal kunnen worden door binnenlandse produktie.

Tenslotte is verondersteld, dat wat Nederland betreft, specifieke aanbodsfactoren op de markten voor energiegroestoffen slechts een zeer geringe invloed zullen hebben op het totale energieverbruik. Er is dus gewerkt met de hypothese,

dat het energieverbruik in totaal vnl. bepaald zal worden door factoren aan de vraagzijde.

Deze veronderstelling houdt tevens in, dat is aangenomen, dat de situatie op de energiemarkt gedurende de komende periode geen directe invloed heeft op de economische groei van ons land, in elk geval geen andere dan zij in het verleden heeft gehad. Een zodanige stijging of daling b.v. van de prijzen der energiegroestoffen, dat hiervan een remmende dan wel stimulerende invloed op de economische ontwikkeling van ons land mag worden verwacht, is dus „uitgesloten“.

### § 3. De gebruikte schattingsmethoden

Indien men aanneemt dat de toekomstige ontwikkeling in al zijn facetten dezelfde is als die in het verleden, is de extrapolatie van de waargenomen trend het meest aangewezen middel, waarbij men op statistische gronden vast zal moeten stellen welke trendvorm men gebruikt.

Uit een studie<sup>1)</sup> van het Centraal Planbureau over de economische ontwikkeling van Nederland is echter gebleken dat een snellere ontwikkeling dan de trendmatige in de Nederlandse economie waarschijnlijk is.

Aan de gestelde voorwaarde van het toepassen van de trendextrapolatie methode is derhalve niet voldaan.

Een minder vergaande veronderstelling betreffende de continuïteit der economische ontwikkeling maakt men, indien men aanneemt, dat de in het verleden waargenomen relatie tussen totaal energieverbruik enerzijds en de economische bedrijvigheid, b.v. gemeten aan het nationale inkomen Y of de industriële productie V anderzijds zich in de toekomst niet in belangrijke mate zal wijzigen. Op grond van deze veronderstelling zijn een aantal globale schattingen voor het totale energieverbruik in 1975 gemaakt. Hiertoe zijn een aantal globale relaties berekend tussen het energieverbruik enerzijds en het nationale inkomen Y of de industriële productie V anderzijds.

De coëfficiënten in deze relaties zijn geschat met behulp van de correlatierekening, zowel voor de periode 1900-1955, c.q. 1921-1955 en 1948-1955 alsook voor de lineaire en logaritmisch lineaire vorm der relaties. De met behulp van deze 8 relaties verkregen schattingen zijn gegeven in bijlage A.

Het totale energieverbruik wordt echter mede bepaald door de samenstelling van het pakket goederen, dat in een land wordt geproduceerd (men denke b.v. aan het energieverbruik van een hoogoven tegenover dat van een confectiebedrijf) en door de samenstelling van het pakket energiegroestoffen, dat voor deze produktie wordt gebruikt. De laatste factor heeft vooral invloed op de efficiency van het energieverbruik. Het verbruiksrendement van een stoom-locomotief is ca. 0,05, die van een diesel-locomotief ca. 0,20 en die van een elektrische locomotief ca. 0,85.

Derhalve is nog gezocht naar een methode, waarbij men niet alleen rekening houdt met het peil van de algemene bedrijvigheid in onze economie, maar ook met

- de samenstelling van het te produceren goederenpakket;
- de samenstelling van het gebruikte energiepakket, waardoor tevens met bepaalde substituties tussen energievormen expliciet rekening kan worden gehouden, en
- met de ontwikkeling van de verbruiksrendementen, gesplitst naar energievorm en plaats van aanwending.

<sup>1)</sup> „Een verkenning der economische toekomstmogelijkheden van Nederland 1950—1970“, Centraal Planbureau, november 1955.

De hieronder omschreven en in bijlage B quantitatief uitgewerkte gedetailleerde methode voldoet in grote trekken aan deze eisen.

Om met de samenstelling van het pakket geproduceerde goederen enigszins rekening te houden is het totaal energieverbruik verdeeld over 4 sectoren, nl. industrie, verkeer, huishoudingen (incl. overheid, landbouw en handel) en de energieproducerende en -transformerende sector. Vervolgens is per sector het energieverbruik gesplitst naar verbruikte energiesoort en wel naar de volgende categorieën: elektriciteit, gas, vloeibare brandstoffen en vaste brandstoffen. Hierdoor kunnen expliciet bepaalde veronderstellingen betreffende de substitutie tussen de verschillende energievormen systematisch in de totaalschatting worden verwerkt.

Tenslotte is de hoeveelheid per sector verbruikte energie op één noemer gebracht, door de energiesoorten, uitgedrukt in m<sup>3</sup>, kWh en tonnen, in twee trappen om te zetten in hoeveelheden *nuttig* verbruikte energie, waarbij gebruik is gemaakt van calorïe-equivalenten en van verbruiksrendementen. Deze omzetting heeft het voordeel, dat men per sector een grootheid krijgt, die invariant is ten aanzien van eventuele substituties in het door de sector verbruikte energiepakket, terwijl indien nodig met de ontwikkeling in de verbruiksrendementen rekening kan worden gehouden.

Met behulp van een voor de drie verbruikssectoren (huishoudingen, industrie en verkeer) over een periode van 8 naoorlogse jaren berekende relatie tussen het totale nuttige energieverbruik en een index van economische activiteit per sector is nu het nuttig energieverbruik per sector in 1975 geschat. Hierbij is gebruik gemaakt van de in § 2. genoemde veronderstelling betreffende de economische activiteit in de genoemde sectoren in dat jaar.

Gegeven dit nuttig energieverbruik kan men onder bepaalde veronderstellingen betreffende het verbruikspatroon der verschillende energiegrondstoffen en de ontwikkeling in de verbruiksrendementen in 1975 afleiden hoeveel energiegrondstoffen (uitgedrukt in tonnen, m<sup>3</sup> en kWh) nodig zijn om deze hoeveelheden nuttige energie te leveren.

Met deze ramingen van het verbruik van de drie sectoren is tevens de totale hoeveelheid energie gegeven, die van de energieproducerende en -transformerende sector wordt gevraagd. Gegeven verder bepaalde veronderstellingen betreffende de omzetverliezen in de transformerende sector kan men dan het totale binnenlandse energieverbruik vaststellen. <sup>1)</sup> Voor de verdeling van dit totale energieverbruik over de primaire energiegrondstoffen is in eerste instantie verondersteld, dat er nog geen kernenergie aanwezig is in 1975.

Tegen deze achtergrond zullen in de volgende paragraaf de wijzigingen worden geprojecteerd, die de komst van de kernenergie hierin zal kunnen aanbrengen.

#### § 4. De resultaten

Met behulp van de gedetailleerde methode werd uiteindelijk een raming voor het totale energieverbruik in 1975 verkregen, die 1,74 maal zo hoog is als het totale energieverbruik in 1955. In tabel 4.1. zijn de voornaamste uitkomsten vermeld, die met deze gedetailleerde methode zijn verkregen (blz. 25).

Aangezien het niet wel mogelijk bleek uit de berekende globale relaties een keuze te doen zijn alle uitkomsten in bijlage A vermeld. De hoogste van deze 8 globale schattingen ligt bij 192 (1955 = 100), de laagste op 142. In figuur 1 is een en ander in beeld gebracht.

Deze hoogste resp. laagste schatting is beschouwd als een maximum- resp. minimumgrens, waarbinnen het energieverbruik zich in 1975 naar alle waarschijnlijkheid zal bewegen.

Uiteindelijk lijken de volgende conclusies geoorloofd:

1. Gezien de veronderstelde groeiende bevolking en de verdere ontwikkeling van de Nederlandse economie is een stijgend energieverbruik te verwachten.

<sup>1)</sup> De uitvoer van energiegrondstoffen is, behoudens de levering van bunkerbrandstof, buiten beschouwing gelaten.

2. Uit de verschillende berekeningen resulteert een totaal energieverbruik voor 1975, dat ruim 1,7 maal het energieverbruik in 1955 is. Dit komt neer op 42 mln <sup>1)</sup> standaardtonnen steenkool tegen 24,1 mln ton in 1955. Gegeven de grote onzekerheidsmarges lijkt een stijging in het energieverbruik in de orde van grootte van 1,4 à 2 maal het huidige verbruik vrij zeker, met de bovengenoemde factor van ruim 1,7 als meest waarschijnlijke waarde.

In tabel 4.2. zijn de consequenties van deze schattingen voor onze invoerbehoefte nader uitgewerkt. Tevens zijn hierbij de gevolgen aangegeven voor onze importbehoefte aan conventionele brandstoffen, indien de helft of het grootste deel van de elektriciteitsvoorziening gebaseerd wordt op kernbrandstof.

Uit deze tabel blijkt duidelijk dat er voor een overschakeling van de elektriciteitsproductie op kernbrandstof zeker ruimte is, zonder dat de eigen Nederlandse productie aan conventionele brandstoffen of de bestaande importbronnen hiervan terugslag ondervinden. De kernbrandstofimport gaat alleen ten koste van een anders nog sneller expanderende import van conventionele primaire energiegrondstoffen. Zelfs bij de laagste energieschatting (alternatief I) en bij maximale verdringing van conventionele brandstoffen door kernenergie bij de elektriciteitsvoorziening zal volgens tabel 4.2. nog ongeveer dezelfde hoeveelheid conventionele energie moeten worden ingevoerd als in 1955.

Tabel 4.2.

Energiesituatie in Nederland in 1975  
(in mln standaardtonnen steenkool)

|  | 1955  | 1975                    | 1975                     | 1975                      |
|--|-------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
|  |       | Alternatief I<br>1,4 b) | Alternatief II<br>1,7 b) | Alternatief III<br>2,0 b) |
| 1. Totaal energieverbruik . . . . .  | 24,10 | 34                      | 42                       | 48                        |
| 2. Eigen productie . . . . .   | 13,69 | 14                      | 14                       | 14                        |
| 3. Invoerbehoefte (= 1-2) . . . . .  | 10,41 | 20                      | 28                       | 34                        |
| 4. Verdringing van conventionele brandstoffen indien 50 % der elektriciteitsproductie geschiedt m.b.v. kernenergie . . . . . |       | 6                       | 7 a)                     | 8                         |
| 5. Resterende invoerbehoefte van conventionele brandstoffen (= 3-4) . . . . .  |       | 14                      | 21                       | 26                        |
| 6. Verdringing van conventionele brandstoffen indien 80 % der elektriciteitsproductie geschiedt m.b.v. kernenergie . . . . . |       | 10                      | 11                       | 13                        |
| 7. Resterende invoerbehoefte van conventionele brandstoffen (= 3-6) . . . . .  |       | 10                      | 17                       | 21                        |

a) Volgens tabel 4.1 zal het energieverbruik der elektrische centrales (vaste brandstoffen, aardolie en gas) in 1975 naar schatting 13,40 mln standaardtonnen steenkool equivalent bedragen.

b) In verhouding tot het gebruik in 1955.

Uitgaande van het centrale alternatief blijkt, dat indien 50 % der elektriciteit met behulp van kernenergie wordt opgewekt, de kernenergie in bijna 16 % der totale energiebehoefte voorziet. Indien de kernenergie in 80 % van de brandstoffenbehoefte der elektrische centrales zou voorzien zou dit percentage zelfs 25 bedragen.

<sup>1)</sup> Inclusief het raffinaderijverlies t.b.v. de uitvoer wordt dit ongeveer 43 mln ton. Het hiermede te vergelijken verbruik in 1955 was 25,1 mln ton.



Tabel 4.1.

## Energiebalans 1975

| Energiesoort . . .  | Elektriciteit |       |              | Gas                                |         |              | Vloeibare brandstof |       |              | Vaste brandstof |       |              | Primaire energie  |          |              |
|---|---------------|-------|--------------|------------------------------------|---------|--------------|---------------------|-------|--------------|-----------------|-------|--------------|-------------------|----------|--------------|
|   | 1955          | 1975  | 1955<br>=100 | 1955                               | 1975    | 1955<br>=100 | 1955                | 1975  | 1955<br>=100 | 1955            | 1975  | 1955<br>=100 | 1955              | 1975     | 1955<br>=100 |
|   | in mld kWh    |       |              | in mld m <sup>3</sup> van 4 M cal. |         |              | in mln ton          |       |              | in mln ton      |       |              | in mln st. tonnen |          |              |
| 1. Gezinshuishoudingen e.a. . . . .   | 2,68          | 11,16 | 416          | 1,16                               | 2,00    | 172          | 0,77                | 3,20  | 416          | 6,21            | 4,70  | 76           |                   |          |              |
| 2. Industrie a) . . . . .   | 5,79          | 19,03 | 329          | 1,22 c)                            | 1,71 d) | 140          | 1,43                | 3,66  | 256          | 3,23            | 1,88  | 58           |                   |          |              |
| 3. Verkeer . . . . .  | 0,67          | 1,00  | 149          | —                                  | —       | —            | 1,56                | 3,69  | 237          | 0,37            | —     | —            |                   |          |              |
| 4. Subtotaal niet-transformerende sector . . . . .                          | 9,14          | 31,19 | 341          | 2,38                               | 3,71    | 156          | 3,76                | 10,55 | 281          | 9,81            | 6,58  | 67           | 15,45             | 22,41    | 145          |
| 5. Elektrische centrales (openb. en industr.) . . . . .                     | 0,60          | 1,63  | 272          | 0,19                               | 0,51    | 268          | 0,13                | 3,04  | 2340         | 4,80            | 8,84  | 184          | 4,99              | 13,40    | 268          |
| 6. Gasbedrijven b) . . . . .  | 0,04          | 0,01  | 17           | 0,08                               | 0,02    | 17           | 0,03                | 0,01  | 17           | 0,78            | 0,13  | 17           | 0,82              | 0,14     | 17           |
| 7. Cokesbedrijven b) . . . . .  | 0,13          | 0,22  | 175          | 0,95                               | 1,66    | 175          |                     |       |              | 1,34            | 2,18  | 163          | 1,34              | 2,18     | 163          |
| 8. Mijnen (eigen verbruik, excl. cokesbedr. en centrales). . . . .          | 0,57          | 0,85  | 149          |                                    |         |              |                     |       |              | 0,68            | 0,75  | 110          | 0,68              | 0,75     | 110          |
| 9. Brikettenfabrieken. . . . .  | 0,01          | 0,01  | 100          |                                    |         |              |                     |       |              | 0,05            | 0,05  | 100          | 0,05              | 0,05     | 100          |
| 10. Raffinaderijverlies t.b.v. Nederland . . . . .                          |               |       |              |                                    |         |              | 0,33                | 1,28  | 347          |                 |       |              | 0,50              | 1,92     | 347          |
| 11. Totaal voor Nederland benodigde primaire energie . . . . .              |               |       |              | 0,46 e)                            | 2,04 f) | 440          | 4,25                | 14,88 | 347          | 17,46           | 18,53 | 106          | 24,10 i)          | 42,00 i) | 174          |
| hiervan: eigen produktie . . . . .  |               |       |              | 0,30 g)                            | 0,70 g) | 235          | 1,02                | 1,13  | 110          | 11,98           | 12,00 | 100          | 13,69             | 14,10    | 103          |
| invoersaldo . . . . .   |               |       |              | 0,16 h)                            | 1,34 h) | 840          | 3,23                | 13,75 | 426          | 5,48            | 6,53  | 119          | 10,41             | 27,90    | 259          |
| 12. Raffinaderijverlies t.b.v. buitenland . . . . .                         |               |       |              |                                    |         |              | 0,67                | 0,48  | 72           |                 |       |              | 1,01              | 0,72     | 72           |
| 13. Bunkerbrandstof voor Nederlandse en vreemde schepen . . . . .           |               |       |              |                                    |         |              | 2,06                | 5,15  | 250          | 0,02            | —     | —            | 3,11              | 7,73     | 250          |
| 14. Totaal verbruik van primaire energie via Nederlandse economie . . . . . |               |       |              | 0,46                               | 2,04    | 440          | 6,98                | 20,51 | 292          | 17,48           | 18,53 | 106          | 28,22             | 50,45    | 179          |

a) Exclusief energie-transformerende bedrijven.

b) Voor vaste brandstoffen: verschil tussen input van steenkool en netto-output van cokes.

c) Hiervan 0,50 mld m<sup>3</sup> gas voor chemische doeleinden

d) Hiervan 0,70 mld m<sup>3</sup> gas voor chemische doeleinden.

e) Hiervan aardgas 0,30 mld m<sup>3</sup>, raffinaderijgas 0,16 mld m<sup>3</sup>.

f) Hiervan aardgas 0,70 mld m<sup>3</sup>, raffinaderijgas 1,34 mld m<sup>3</sup>

g) Alleen aardgas.

h) Alleen raffinaderijgas.

|   |       |               |
|---|-------|---------------|
| i) Hiervan:                               | 1955  | 1975          |
| vaste brandstoffen . . . . .              | 17,46 | 18,53 mln ton |
| vloeibare brandstoffen (× 1,50) . . . . . | 6,38  | 22,31 mln ton |
| aardgas (× 0,57) . . . . .                | 0,17  | 0,40 mln ton  |
| raffinaderijgas (× 0,57) . . . . .        | 0,09  | 0,76 mln ton  |

Totaal . . . . . 24,10 42,00 mln ton

In de kolom „primaire energie” is in de posten 4 t/m 10 geen aard- en raffinaderijgas begrepen.

Het totale energieverbruik van Nederland ad 24,1 mln ton is berekend exclusief het raffinaderijverlies t.b.v. buitenland, terwijl ook het verbruik van overige oliederivaten (bitumen, petroleumcokes enz) buiten beschouwing is gelaten. Inclusief deze cijfers wordt het verbruik in

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1955 . . . . .                                 | 24,1 mln st.tonnen |
| overige derivaten . . . . .                    | 0,7 mln st.tonnen  |
| raffinaderijverlies t.b.v. buitenland. . . . . | 1,0 mln st.tonnen  |

Totaal . . . . . 25,8 mln st. tonnen

## Bijlage A.

## Het energieverbruik in Nederland in 1975 volgens de globale methode

Met behulp van de in § 2. vermelde activiteitsindices, nl. nationaal inkomen = 160 (1955 = 100) en industriële productie = 175 (1955 = 100), konden uit onderstaande relaties indices voor het primair energieverbruik in 1975 wor-

den berekend (tabel A.1.). In deze relaties stelt E het totale primaire energieverbruik voor, Y het reële nationale inkomen en V de industriële productie.

Tabel A.1

## Schattingen van het primair energieverbruik in Nederland in 1975 volgens de globale methode

| Vorm van de relatie          | Nr. van de relatie | b <sup>1)</sup> | a      | Standaardafwijking van a | Von Neumann-ratio | Correlatie coëfficiënt | Periode  | Aantal waarnemingen | Energieverbruik E in 1975 (1955=100) |
|------------------------------|--------------------|-----------------|--------|--------------------------|-------------------|------------------------|----------|---------------------|--------------------------------------|
| E=a.Y+b . . . . .            | 0,1                | -12,737         | +1,167 | 0,042                    | 0,48              | 0,968                  | 1900-'55 | 53                  | 177                                  |
|                              | 0,1'               | + 4,220         | +0,991 | 0,160                    | 1,69              | 0,920                  | 1948-'55 | 8                   | 162                                  |
| E=b.Y <sup>a</sup> . . . . . | 0,2                | - 0,376         | +1,196 | 0,053                    | 0,41              | 0,953                  | 1900-'55 | 53                  | 192                                  |
|                              | 0,2'               | + 0,046         | +0,984 | 0,166                    | 1,49              | 0,913                  | 1948-'55 | 8                   | 163                                  |
| E=a.V+b . . . . .            | 1,1                | +14,410         | +0,835 | 0,172                    | 0,73              | 0,963                  | 1921-'55 | 34                  | 180                                  |
|                              | 1,1'               | +39,930         | +0,601 | 0,055                    | 2,12              | 0,972                  | 1948-'55 | 8                   | 150                                  |
| E=b.V <sup>a</sup> . . . . . | 1,2                | + 0,357         | +0,817 | 0,049                    | 0,64              | 0,945                  | 1921-'55 | 34                  | 164                                  |
|                              | 1,2'               | + 0,703         | +0,648 | 0,056                    | 2,34              | 0,975                  | 1948-'55 | 8                   | 142                                  |

1) Voor de relaties 0,2; 0,2'; 1,2; 1,2' is dit log b.

## Bijlage B.

## Het energieverbruik in Nederland in 1975 volgens de gedetailleerde methode

## B.1. De omzetting per sector van de verbruikte hoeveelheden van de verschillende energiesoorten in nuttige energie

Voor de omzetting van m<sup>3</sup>, kWh en tonnen in calorieën werden de volgende calorie-equivalenten gebruikt:

|                  |                      |   |        |        |
|------------------|----------------------|---|--------|--------|
| 1 kg             | steenkool            | = | 7 000  | K.cal. |
| „                | steenkoolbriketten   | = | 7 500  | „      |
| „                | bruinkoolbriketten   | = | 5 000  | „      |
| „                | cokesovencokes       | = | 7 000  | „      |
| „                | gascokes             | = | 6 000  | „      |
| „                | aardolie(-produkten) | = | 10 000 | „      |
| 1 m <sup>3</sup> | gas (omgerekend)     | = | 4 000  | „      |
| 1 kWh            | elektriciteit        | = | 860    | „      |

Voor de omzetting van de hoeveelheden bruto-energie (in calorieën) in nuttige energie werden de volgende verbruiksendementen aangenomen (nuttige energie in % van bruto-energieverbruik):

|                            | Elektriciteit <sup>1)</sup> |      | Gas  |      | Vloei-bare brandstoffen |      | Vaste brandstoffen |      |
|----------------------------|-----------------------------|------|------|------|-------------------------|------|--------------------|------|
|                            | 1955                        | 1975 | 1955 | 1975 | 1955                    | 1975 | 1955               | 1975 |
| Huishoudingen c.a. . . . . | 100                         | 100  | 60   | 60   | 60                      | 60   | 50                 | 60   |
| Industrie . . . . .        | 80                          | 80   | 65   | 65   | 60                      | 60   | 55                 | 55   |
| Verkeer . . . . .          | 85                          | 85   | —    | —    | 20                      | 20   | 5                  | 5    |

<sup>1)</sup> Alleen voor verbruik van elektriciteit vanaf het net. Het thermische rendement van de elektrische centrales is ongeveer 25%. Rendementsverbeteringen zijn bij de berekening van het verbruik der centrales in aanmerking genomen.

## B.2. De relaties, gebruikt voor de schatting van het totale nuttige energieverbruik per sector in 1975

De indices van de met behulp van de in bijlage B 1 gegeven omrekeningsfactoren berekende hoeveelheden nuttige energie werden per sector gecorreleerd met een index van economische activiteit. Gegeven de in § 2. vermelde waarden van deze economische grootheden in 1975 kon het nuttige energieverbruik per sector in 1975 worden berekend. Onderstaand zijn deze relaties vermeld:

| Vorm van de relatie  | Onafhankelijke variabele<br>waarde 1975<br>(1955=100) | Coëfficiënten |         | Periode   | Correlatie-<br>coëfficiënt | Energieverbruik<br>E in 1975<br>(*55=100) |
|----------------------|---|---------------|---------|-----------|----------------------------|---|
|                      |   | a             | b       |           |                            |   |
| $E=aY+b$ . . . . .   | Y = reëel nat. ink. 160                               | +1,085        | - 1,688 | 1948-1955 | 0,882                      | 167,5                                     |
| $E=aV+b$ . . . . .   | V = ind. prod. 175                                    | +0,791        | +19,251 | 1948-1955 | 0,981                      | 165,9                                     |
| $E=aV_e+b$ . . . . . | $V_e$ = verkeersindex 200                             | +0,751        | -34,151 | 1948-1955 | 0,973                      | 216,8                                     |

### B.3. Het verbruikspatroon in 1975

Het nuttige energieverbruik per sector in 1975, berekend uit de onder B.2. gegeven relaties, wordt verdeeld over de vier energievormen, door de ontwikkeling in het verleden in aanmerking te nemen (zie ook figuur 2) en door toetsing aan de mening van ter zake deskundigen.

Onderstaand is de geschatte procentuele verdeling van het nuttige energieverbruik per sector in 1975 vergeleken met de werkelijke verdeling in 1955.

|                     | Elektri-<br>citeit |      | Gas  |      | Vloeibare<br>brand-<br>stoffen |      | Vaste<br>brand-<br>stoffen |      |
|---------------------|--------------------|------|------|------|--------------------------------|------|----------------------------|------|
|                     | 1955               | 1975 | 1955 | 1975 | 1955                           | 1975 | 1955                       | 1975 |
|                     | Huishoudingen c.a. | 7,2  | 18   | 8,7  | 9                              | 14,5 | 36                         | 69,6 |
| Industrie . . . . . | 14,1               | 28   | 11,3 | 9,5  | 30,4                           | 47   | 44,2                       | 15,5 |
| Verkeer . . . . .   | 13,3               | 9    | —    | —    | 83,2                           | 91   | 3,5                        | —    |

### B.4. Berekening van het energieverbruik in 1975 in de sector huishoudingen c.a.

Bij wijze van voorbeeld is onderstaand een volledige berekening van het energieverbruik in de sector huishoudingen c.a. gegeven. Voor de overige sectoren verloopt de berekening analoog, de volledige resultaten zijn in tabel 4.1. vermeld.

De berekening van het netto energieverbruik in 1955 verloopt als volgt:

|                                  | 1955                    |                                |   |                                      |  |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|--|
|                                  | Bruto energieverbruik   |                                |   | Verbruiksrende-<br>ment in procenten | Netto energie-<br>verbruik ( $\times 10^{12}$ cal) |
|                                  |                         | calorisch<br>equivalent        | calorische<br>waarde $\times 10^{12}$ cal |                                      |  |
| Vaste brandstoffen . . . . .     | 6,21 mln ton            | 7 125 kcal p. kg <sup>1)</sup> | 44 260                                    | 50                                   | 22 130   |
| Vloeibare brandstoffen . . . . . | 0,77 mln ton            | 10 000 kcal p. kg              | 7 720                                     | 60                                   | 4 632  |
| Elektriciteit . . . . .          | 2,68 mld kWh            | 860 kcal p. kWh                | 2 305                                     | 100                                  | 2 305  |
| Gas . . . . .                    | 1,16 mld m <sup>3</sup> | 4 000 kcal p. m <sup>3</sup>   | 4 644                                     | 60                                   | 2 786  |
| Totaal . . . . .                 |                         |                                | 58 929                                    |                                      | 31 853   |

1) Gemiddelde voor steenkool, briketten en cokes.

Gegeven de relatie  $E = 1.085 Y - 1,688$  wordt het netto energieverbruik in 1975 in de sector huishoudingen geschat op 1,675 maal het verbruik in 1955, dus op  $1,675 \times 31853 = 53350 \times 10^{12}$  cal. Het verbruik in 1975 wordt dan verder als volgt berekend:

|                                  | 1975                                  |   |   |   |                         |
|----------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|-------------------------|
|                                  | Verbruikspatroon<br>(in % van totaal) | Netto verbruik<br>( $\times 10^{12}$ cal) | Verbruiks-<br>rendement in<br>procenten | Bruto verbruik<br>( $\times 10^{12}$ cal) | Bruto verbruik          |
| Vaste brandstoffen . . . . .     | 37                                    | 19 740                                    | 60                                      | 32900                                     | 4,70 mln t.             |
| Vloeibare brandstoffen . . . . . | 36                                    | 19 210                                    | 60                                      | 32010                                     | 3,20 mln t.             |
| Elektriciteit . . . . .          | 18                                    | 9 600                                     | 100                                     | 9600                                      | 11,16 mld kWh           |
| Gas . . . . .                    | 9                                     | 4 800                                     | 60                                      | 8000                                      | 2,00 mld m <sup>3</sup> |
| Totaal . . . . .                 | 100                                   | 53 350                                    |   | 82510                                     |                         |

### B.5. Berekening van het energieverbruik in de transformerende sector

#### B.5.1. De Cokesbedrijven

Geraamd wordt, dat in 1975 de throughput van steenkool door de cokesfabrieken 75 % hoger zal zijn dan in 1955. De berekening van het „steenkoolverlies” verloopt dan als volgt:

|   | 1955          | 1975 | Index<br>1955=100 |
|---|---------------|------|-------------------|
|   | (× 1 mln ton) |      |                   |
| Input van steenkool . . . . .                                 | 5,13          | 8,98 | 175               |
| Bruto produktie van cokes . . . . .                           | 3,90          | 6,83 | 175               |
| Eigen verbruik van cokes . . . . .                            | 1,23          | 2,15 | 175               |
| Steenkoolverlies . . . . .                                    | 0,11          | 0,03 | 25                |
| Cokesovengasproduktie (× mld m <sup>3</sup> ) . . . . .       | 1,34          | 2,18 | 163               |
| Eigen verbruik cokesovengas (× mld m <sup>3</sup> ) . . . . . | 1,76          | 3,08 | 175               |
|   | 0,95          | 1,66 | 175               |

#### B.5.2. De Gasbedrijven

Naar schatting zal in 1975 alleen nog 175 mln m<sup>3</sup> watergas worden geproduceerd. In 1953 werd uit 160 000 ton cokes 215 mln m<sup>3</sup> watergas geproduceerd. Houdt men deze verhouding aan voor 1975, dan zou bij een produktie van 175 mln m<sup>3</sup>  $1,75/2,15 \times 160\,000 = 130\,000$  ton cokes worden verbruikt.

|                                     | 1955          | 1975 | Index<br>1955=100 |
|-------------------------------------|---------------|------|-------------------|
|                                     | (× 1 mln ton) |      |                   |
| Input van steenkool . . . . .       | 1,18          |      |                   |
| Bruto produktie van cokes . . . . . | 0,87          |      |                   |
| Eigen gebruik van cokes . . . . .   | 0,31          | 0,13 |                   |
| Steenkoolverlies . . . . .          | 0,47          | 0,13 | 17                |

#### B.5.3. De steenkolenmijnen en brikettenfabrieken

De steenkoolproduktie zal in 1975 naar schatting 12 mln ton bedragen. Gerekend is, dat het eigen verbruik der mijnen, dat in 1955 0,68 mln ton bedroeg, door de toenemende ontginingsmoeilijkheden zal stijgen tot 0,75 mln ton.

De brikettenfabrieken zullen naar schatting in 1975 dezelfde hoeveelheden briketten produceren als in 1955. De berekening van het steenkoolverlies is als volgt:

|                                     | 1955              | 1975 |
|-------------------------------------|-------------------|------|
|                                     | (× 1 mln st. ton) |      |
| Input steenkool . . . . .           | 1,08              |      |
| Bruto-produktie briketten . . . . . | 1,03              |      |
| Steenkoolverlies . . . . .          | 0,05              | 0,05 |

#### B.5.4. Vloeibare brandstoffenbalans 1975 (× mln ton)

|                                       | 1955              | 1975  | Index<br>1955=100  |
|---------------------------------------|-------------------|-------|--------------------|
|                                       | (× 1 mln st. ton) |       |                    |
| Sector huishoudingen etc. . . . .     | 0,77              | 3,20  | 416                |
| industrie . . . . .                   | 1,43              | 3,66  | 256                |
| verkeer. . . . .                      | 1,56              | 3,69  | 237                |
| Subtotaal niet-transformerende sector | 3,76              | 10,55 | 281                |
| Elektrische centrales . . . . .       | 0,13              | 3,04  | 2340 <sup>2)</sup> |
| Gasbedrijven . . . . .                | 0,03              | 0,01  | 17 <sup>3)</sup>   |
| Totaal . . . . .                      | 3,92              | 13,60 | 347                |

|   | 1955          | 1975               | index<br>1955=100 |
|---|---------------|--------------------|-------------------|
|   | (× 1 mln ton) |                    |                   |
| Raffinaderijverlies t.b.v. Nederland                          | 0,33          | 1,28 <sup>1)</sup> | 347               |
| Totaal voor Nederland benodigd . . . . .                      | 4,25          | 14,88              | 347               |
| hiervan:  |               |                    |                   |
| eigen produktie . . . . .                                     | 1,02          | 1,13               | 110               |
| invoersaldo . . . . .   | 3,23          | 13,75              | 426               |
| Raffinaderijverlies t.b.v. buitenland . . . . .               | 0,67          | 0,48 <sup>1)</sup> | 72                |
| Bunkerbrandstof voor Nederlandse en vreemde schepen . . . . . | 2,06          | 5,15               | 250               |
| Totaal verbruik via de Nederlandse economie. . . . .          | 6,98          | 20,51              | 292               |

<sup>1)</sup> Naar schatting verwerken de raffinaderijen in 1975 22 mln ton ruwe olie. Stelt men het raffinaderijverlies op 8 %, dan is dit dus voor 1975 1,76 mln ton. Als raffinaderijverlies t.b.v. het buitenland blijft dan over 1,76-1,28=0,48 mln ton.

<sup>2)</sup> Zie bijlage B.5.5.

<sup>3)</sup> Zie bijlage B.5.2.

#### B.5.5. Elektriciteitsbalans (× 1 mld kWh)

|  | 1955          | 1975  | 1955=100          |
|--|---------------|-------|-------------------|
|  | (× 1 mld kWh) |       |                   |
| Sector huishoudingen etc. . . . .                                | 2,68          | 11,16 | 416               |
| industrie . . . . .  | 5,79          | 19,03 | 329               |
| verkeer. . . . .   | 0,67          | 1,00  | 149               |
| Subtotaal niet-transformerende sector                            | 9,14          | 31,19 | 341               |
| Gasbedrijven . . . . .   | 0,04          | 0,01  | 17 <sup>1)</sup>  |
| Cokesbedrijven . . . . .   | 0,13          | 0,22  | 175 <sup>1)</sup> |
| Brikettenfabrieken. . . . .                                      | 0,01          | 0,01  | 100 <sup>1)</sup> |
| Mijnen (excl. elektrische centrales en cokesbedrijven) . . . . . | 0,57          | 0,85  | 149 <sup>2)</sup> |
| Netverliezen . . . . .   | 0,90          | 3,07  | 341 <sup>3)</sup> |
| Totaal . . . . .   | 10,78         | 35,35 |                   |
| Invoer . . . . .   | 0,20          |       |                   |
| Netto produktie . . . . .  | 10,58         | 35,35 | 334               |
| Bedrijfsverbruik centrales (openbaar en industrieel) . . . . .   | 0,60          | 1,63  | 272 <sup>4)</sup> |
| Bruto produktie . . . . .  | 11,18         | 36,98 | 331               |

<sup>1)</sup> Zie resp bijlage B.5.2., B.5.1. en B.5.3.

<sup>2)</sup> Jaarlijkse stijging van kWh-verbruik per ton kolen geschat op 2 %, index: 149 (1955=100).

<sup>3)</sup> Zie index verbruik in niet-transformerende sector.

<sup>4)</sup> Index netto-produktie: 334. Gerekend is met een efficiency-verbetering van 1 % per jaar. Op basis 1955=100 wordt de efficiency-index 81;  $0,81 \times 334 = 272$ .

#### B.5.6. Het energieverbruik van de elektrische centrales (exclusief bedrijfsverbruik van elektriciteit)

|                          | 1955               | 1975               | Index<br>1955=100         | 1955 | 1975 | index<br>1955=100 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|------|------|-------------------|
|                          | (× mln st. tonnen) |                    |                           |      |      |                   |
| Vaste brandst. . . . .   | 4,80               | 8,84               | 184 (× mln ton)           | 4,80 | 8,84 | 184               |
| Vloeib. brandst. . . . . | 0,19               | 4,56 <sup>1)</sup> | 2340 (× mln ton)          | 0,13 | 3,04 | 2340              |
| Gas . . . . .            | 0,11               | 0,29               | 268 (mld m <sup>3</sup> ) | 0,19 | 0,51 | 268               |
| Totaal . . . . .         | 5,10               | 13,69              | 268 <sup>2)</sup>         |      |      |                   |

<sup>1)</sup> Voor 1975 is gerekend dat vloeibare brandstoffen in 1/3 van het totale energieverbruik der centrales zullen voorzien. Het gasverbruik wordt geacht parallel te lopen met de totale brandstofbehoefte der centrales. Het verbruik van vaste brandstoffen is dan een restpost.

<sup>2)</sup> Bruto-produktie elektriciteit: 331 (1955=100). Efficiency-index 81 (1955=100). Energieverbruik der elektrische centrales:  $0,81 \times 331 = 268$  (1955=100).

## B.5.7.

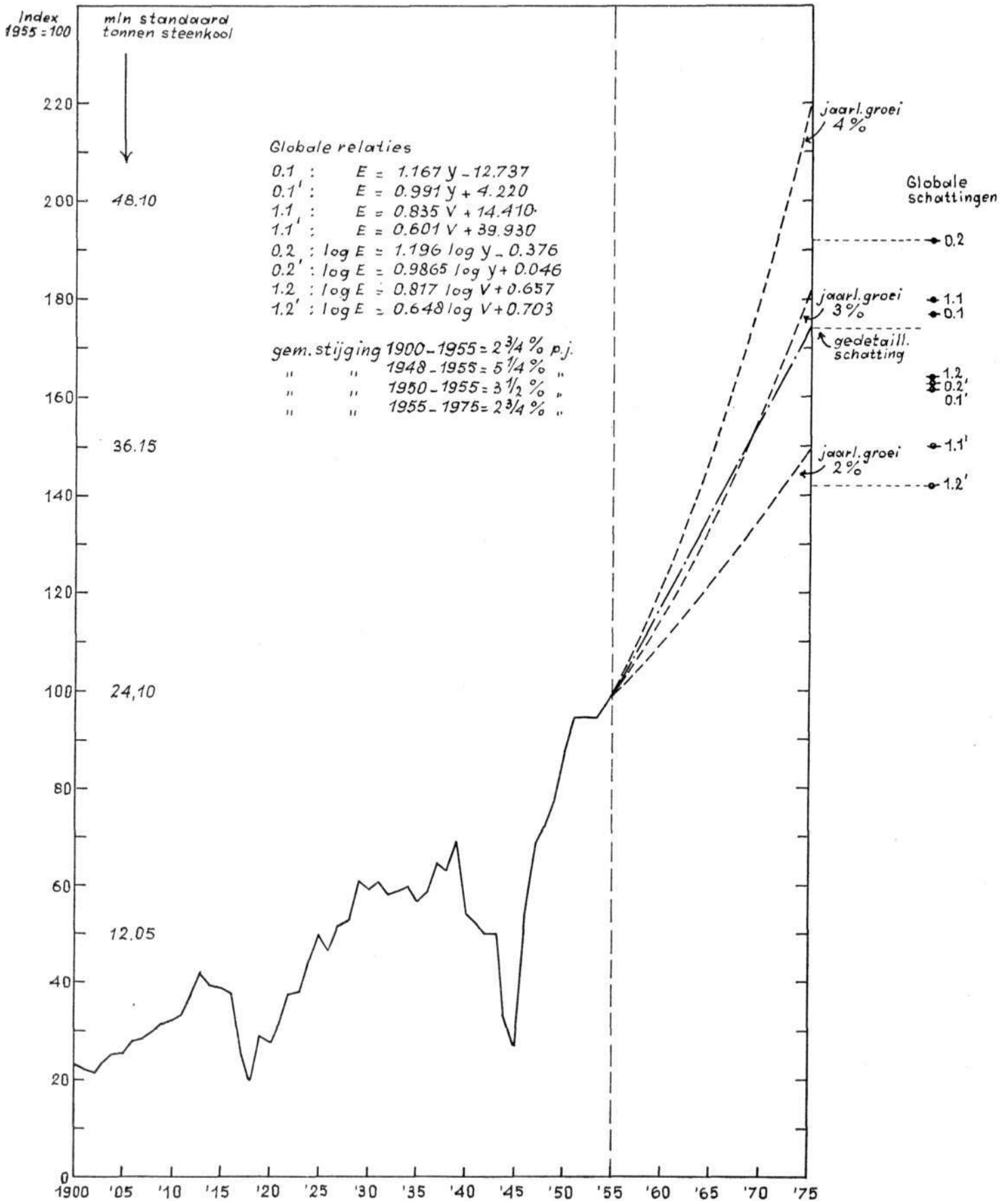
Gasbalans voor 1955 en 1975 (in mln. m<sup>3</sup> van 4 Mcal.)

| Gasbalans 1955                            | Pro-<br>duktie    | Transformatie |                 | Recht-<br>streeks<br>aan verbr. | Totaal                           | Gasbalans 1957                            | Pro-<br>duktie     | Transformatie |                 | Recht-<br>streeks<br>aan verbr. | Totaal |
|---|-------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|--------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|--------|
|   |                   | Gas-<br>fabr. | Cokes-<br>fabr. |                                 |                                  |   |                    | Gas-<br>fabr. | Cokes-<br>fabr. |                                 |        |
| Kolengas . . . . .                        | 565               | — 565         |                 |                                 |                                  | Kolengas . . . . .                        |                    |               |                 |                                 |        |
| Armgas . . . . .                          | 84                | — 84          |                 |                                 |                                  | Armgas . . . . .                          |                    |               |                 |                                 |        |
| Watergas . . . . .                        | 215               | — 215         |                 |                                 |                                  | Watergas . . . . .                        | 175                | — 175         |                 |                                 |        |
| Oxygas . . . . .                          | 250               |               | — 250           |                                 |                                  | Oxygas . . . . .                          | 100                |               | — 100           |                                 |        |
| Generatorgas . . . . .                    | 150               |               | — 150           |                                 |                                  | Generatorgas . . . . .                    |                    |               |                 |                                 |        |
| Aardgas . . . . .                         | 297               | — 31          |                 | — 266                           |                                  | Aardgas . . . . .                         | 700                | — 450         |                 | — 250                           |        |
| Raffinaderijgas . . . . .                 | 160 <sup>1)</sup> | — 161         |                 |                                 |                                  | Raffinaderijgas . . . . .                 | 1340 <sup>2)</sup> | — 1340        |                 |                                 |        |
| Cokesovengas . . . . .                    | 1760              |               | — 1760          |                                 |                                  | Cokesovengas . . . . .                    | 3080               |               | — 3080          |                                 |        |
| Hoogovengas . . . . .                     | 271               |               | — 271           |                                 |                                  | Hoogovengas . . . . .                     | 600                |               | — 600           |                                 |        |
| Ingevoerd gas . . . . .                   | 31                | — 31          |                 |                                 |                                  | Ingevoerd gas . . . . .                   | 100                | — 100         |                 |                                 |        |
| Cokesgas . . . . .                        |                   |               | 2431            |                                 | 2431                             | Cokesgas . . . . .                        |                    |               | 3780            |                                 | 3780   |
| Stadsgas . . . . .                        |                   | 1086          |                 |                                 | 1086                             | Stadsgas . . . . .                        |                    | 2065          |                 | 250                             | 2065   |
| Aardgas . . . . .                         |                   |               |                 | 266                             | 266                              | Aardgas . . . . .                         |                    |               |                 |                                 | 250    |
|   |                   |               |                 |                                 | 3783                             |   |                    |               |                 |                                 | 6095   |
| <i>Verbruikers</i>                        |                   |               |                 |                                 |                                  | <i>Verbruikers</i>                        |                    |               |                 |                                 |        |
| Bedrijfsverbruik cokesfabrieken . . . . . |                   |               | — 949           |                                 | — 949                            | Bedrijfsverbruik cokesfabrieken . . . . . |                    |               | — 1660          |                                 | — 1660 |
| idem gasfabrieken . . . . .               |                   | — 80          |                 |                                 | — 80                             | idem gasfabrieken . . . . .               | — 15               |               |                 |                                 | — 15   |
| Elektrische centrales . . . . .           |                   |               | — 191           |                                 | — 191                            | Elektrische centrales . . . . .           |                    | — 510         |                 |                                 | — 510  |
| Netverliezen . . . . .                    |                   | — 92          |                 | — 16                            | — 108                            | Netverliezen . . . . .                    | — 185              |               |                 | — 15                            | — 200  |
| <i>Netto verbruik:</i>                    |                   |               |                 |                                 |                                  | <i>Netto verbruik:</i>                    |                    |               |                 |                                 |        |
| Huishoudingen . . . . .                   |                   |               |                 |                                 | — 1159                           | Huishoudingen . . . . .                   |                    |               |                 |                                 | — 2000 |
| Industrie: . . . . .                      |                   | } 914         | } — 1291        | } — 250                         | — 801                            | Industrie: . . . . .                      | } — 1865           | } — 1610      | } — 235         | — 1010                          |        |
| (energie doeleinden). . . . .             | — 495             |               |                 |                                 | (energie doeleinden). . . . .    | — 700                                     |                    |               |                 |                                 |        |
| (chemische doeleinden) . . . . .          |                   |               |                 |                                 | (chemische doeleinden) . . . . . |   |                    |               |                 |                                 |        |
| Totaal . . . . .                          |                   | — 1086        | — 2431          | — 266                           | — 3783                           | Totaal . . . . .                          |                    | — 2065        | — 3780          | — 250                           | — 6095 |

<sup>1)</sup> Hiervan 5 mln m<sup>3</sup> verrijkingsgas.<sup>2)</sup> Hiervan 175 mln m<sup>3</sup> verrijkingsgas.

Figuur 1

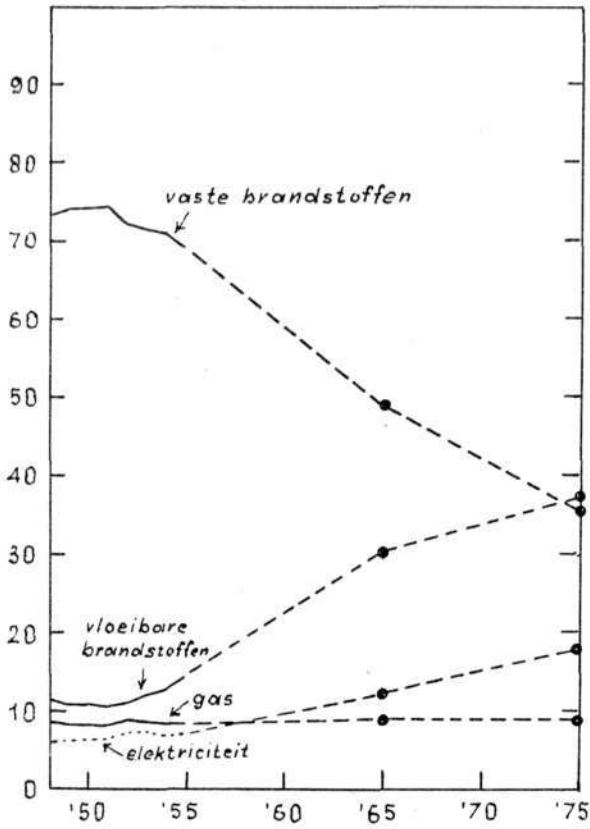
Werkelijk totaal primair energie verbruik in Nederland van 1900 - 1955  
en geschat primair energieverbruik in 1975 (1955 = 100)



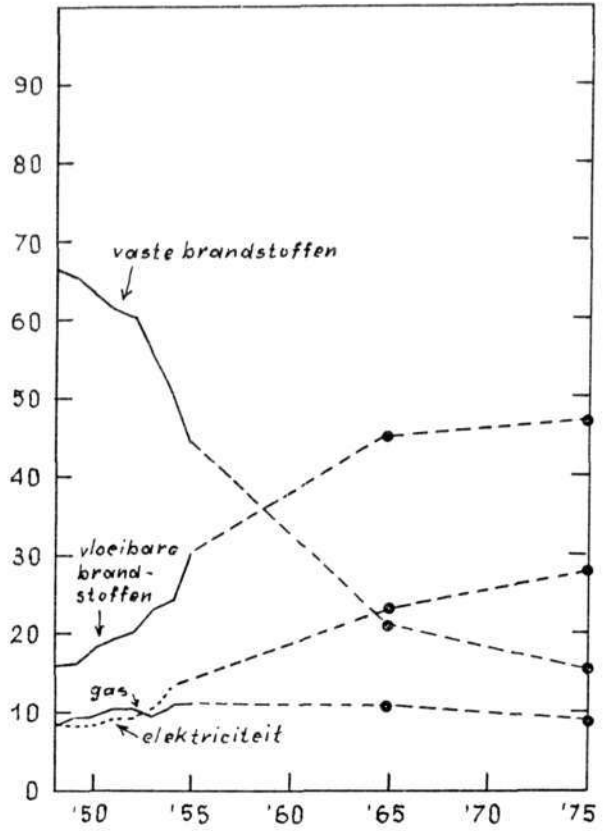
Figuur 2

## Procentuele verdeling output-calorieën

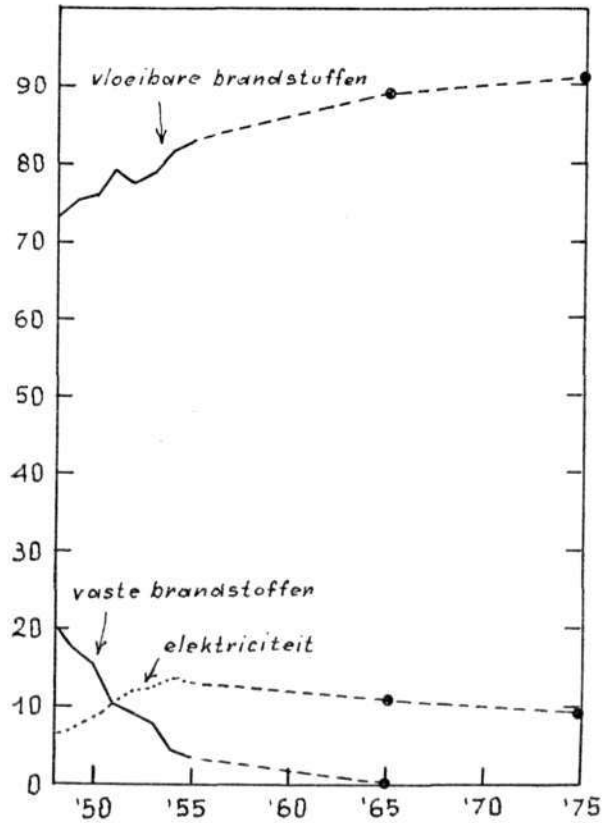
Huishoudingen c.a.



Industrie



Verkeer



● schattingen