

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

AANVULLENDE NOTA
(Ingezonden 4 juli 1960)

Nr. 5

In de memorie van antwoord op het voorlopig verslag van de Tweede Kamer naar aanleiding van Hoofdstuk X van de rijksbegroting voor het dienstjaar 1960 heeft de ondergetekende de Kamer in kennis gesteld van zijn voornemen in een afzonderlijke nota de prognoses en begijferingen genoemd in de Nota inzake de kernenergie (gedrukte stukken, zitting 1956—1957 — 4727) te herzien, zulks met het oog op de veranderingen, welke zich hebben voltrokken in de omstandigheden, die van invloed zijn op de toepassing van kernenergie voor de elektriciteitsproductie, en op de wijzigingen in de verwachtingen omtrent de nucleaire technologische ontwikkeling. Aan deze onderwerpen zal in de eerste plaats aandacht worden gegeven.

I. Algemeen

Sedert het uitbrengen van de Nota inzake de kernenergie in juli 1957, het voorlopig verslag van de Tweede Kamer van februari 1958 en de memorie van antwoord van november 1958 heeft de ontwikkeling op het nucleaire gebied uiteraard niet stilgestaan. Al heeft de ondergetekende — in het bijzonder bij de behandeling van de Rijksbegroting 1960 — in beide Kamers der Staten-Generaal reeds een aantal inlichtingen kunnen verstrekken, het komt hem gewenst voor in aansluiting daarop over de diverse aspecten van deze ontwikkeling thans aanvullende mededelingen te doen. Daarbij zal hij zich beperken tot die aangelegenheden, welke hem rechtstreeks aangaan; slechts in hoofdstuk V — Het Onderzoek — worden onderwerpen behandeld, die mede de verantwoordelijkheid van zijn ambtgenoot van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen raken. De organisatie en de uitvoering van het algemene kernenergiebeleid zullen buiten beschouwing blijven. Dit zijn aangelegenheden waarbij verscheidenen ambtgenoten van de ondergetekende evenzeer rechtstreeks betrokken zijn; de desbetreffende opvattingen van de Regering zijn in de memorie van antwoord op het voorlopig verslag naar aanleiding van de Nota inzake de kernenergie uiteengezet en vormen de grondslag waarop het inmiddels aan de Tweede Kamer aangeboden ontwerp Kernenergie-wet (gedrukte stukken, zitting 1959—1960 — 5861) berust. In het onderstaande zullen achtereenvolgens behandeld worden het programma voor de bouw van kernenergiecentrales, de eerste kernenergiecentrale, de productie en industriële toepassing van isotopen en het onderzoek.

II. Het programma voor de bouw van kernenergiecentrales

Aan het tentatieve programma voor de bouw van kernenergiecentrales, dat in de Nota inzake de kernenergie werd ontwikkeld, lag een kostprijsvergelijking ten grondslag waarbij de kWh-prijs van conventionele centrales en van kernenergiecentrales elkaar benaderden. Behalve ten aanzien van een eerste centrale, waarvoor ook andere overwegingen gelden, vormde de economische exploitatiemogelijkheid van kernenergiecentrales een onmisbare voorwaarde voor de verwezenlijking van het programma. Daar toentertijd ervaringsgegevens over kernenergiecentrales ontbraken — hetgeen overigens ook nu nog het geval is — kon deze kostprijsvergelijking slechts tentatief zijn. Dat de destijds gemaakte kostprijsvergelijking in zo sterke mate door de feitelijke ontwikkeling is achterhaald moet aan verscheidene factoren worden toegeschreven.

In de Nota inzake de kernenergie werd uitgegaan van kernenergiecentrales met reactoren door middel van gas gekoeld, met grafiet als moderator materiaal en met natuurlijk uranium als splijstof, daar in 1957 alleen over dat type reactor voldoende gegevens bekend waren. Inmiddels zijn ook gegevens bekend geworden over reactoren, welke met verrijkt uranium werken en met water gekoeld en gemodereerd worden. Voorts heeft de technologische ontwikkeling, ook al voltrok deze zich niet in het tempo dat destijds werd verwacht, niet stilgestaan en kostprijverlagende verbeteringen zijn tot stand gekomen; een belangrijke factor is dat de investeringskosten vooral van grote eenheden relatief gedaald zijn. Het gevolg is dat, terwijl in de Nota voor met kernenergie opgewekte elektriciteit een kWh-prijs van 4,4 à 4,8 cts. berekend was, vorig jaar door de S.E.P. een kWh-prijs van 4 cts. berekend werd.

Bovengenoemde kostprijs van 4,4 à 4,8 cts. voor een 100 MW-centrale was als volgt opgebouwd:

kapitaalkosten	3.0	cts.
kosten initiële lading	0.3—0.4	cts.
splijstofkosten	0.7—1.0	cts.
onderhouds- en bedieningskosten	0.4	cts.
	<hr/>	
	4.4—4.8	cts.

De Nederlandse elektriciteitsbedrijven denken niet meer in eerste instantie aan met gas gekoelde reactoren; zij geven aan een water gekoeld type, dat met verrijkt uranium werkt en door water wordt gemodereerd de voorkeur. De hierboven vermelde door de S.E.P. thans gecalculerde kWh-prijs van 4 ct heeft op een reactor van dit type met een vermogen van 150 MW betrekking en is als volgt opgebouwd:

kapitaalkosten	2.2	cts.
splijstofkosten (incl. kosten initiële lading)	1.4	cts.
onderhouds- en bedieningskosten	0.4	cts.
	<hr/>	
	4.0	cts.

In deze kostprijscalculatie is uitgegaan van optimale verwachtingen voor de splijstofcyclus, dat wil zeggen van een hoge versplijtingsgraad („burn-up”) der splijstofelementen. Of zulks bereikt zal kunnen worden zal eerst de praktijk kunnen leren. Mocht dit niet het geval zijn dan kan daaruit een kostprijsverhoging van enkele tiende centen per kWh voortvloeien.

Voor beide typen reactoren zijn de kapitaallasten zeer belangrijk; zij nemen ruim de helft tot ca. 2/3 van de kostprijs der met kernreactoren voortgebrachte energie voor hun rekening. Daar de investeringskosten per kW dalen naarmate het totale vermogen van de centrale groter wordt, vormen „the economics of size” een factor van grote betekenis. Als extreem voorbeeld zou in dit verband genoemd kunnen worden de uitkomst van in Engeland gemaakte calculaties voor prototypes van scheepsreactoren; zij betroffen beide gasgekoelde reactoren van een verbeterd type. Voor een reactor-voortstuwingsinstallatie met een vermogen van 20 000 as-PK werd een investering berekend van £ 2 mln.; voor een reactor met een vermogen van 50 000 as-PK, dus 2,5 × zoveel, kwam men op een investeringsbedrag van £ 2,5 mln., dus slechts 25 % hoger. Nu is het niet zo dat een dergelijke verhouding willekeurig doorgetrokken kan worden, maar het staat wel vast dat de kosten van elektriciteitsproductie met kernreactorcentrales in sterke mate — en in grotere mate dan bij conventionele centrales — afhankelijk zijn van het vermogen en dat, naarmate dit toeneemt, de kostprijs daalt. Deze invloed doet zich des te sterker gelden naarmate de kapitaallasten zwaarder in de kostprijs tellen. Vandaar dat dit in het bijzonder gewicht in de schaal legt bij de met natuurlijk uranium werkende, gasgekoelde reactoren, welke in Engeland bij de elektriciteitsproductie worden toegepast. Hierin moet dan ook ten dele de verklaring worden gezocht waarom men in Engeland bij het — zij het gereduceerde of, zo men wil over een langere periode uitgestreken — omvangrijke bouwprogramma voor kernenergiecentrales tot steeds grotere eenheden overgaat. Dit is ook de reden, dat de kostprijzen, welke thans van Engelse zijde worden gepubliceerd,

lager liggen dan de in de Nota inzake de kernenergie vermelde 4,4 tot 4,8 cts. per kWh. Opgemerkt zij dat bij het sluiten van de overeenkomst tussen Euratom en de Verenigde Staten nog gedacht werd aan kernenergiecentrales met een vermogen van omstreeks 150 MW.

In de hierboven gegeven door de S.E.P. opgestelde berekening ad 4,0 cts. is uitgegaan van een investering van ongeveer 1300 gulden per geïnstalleerd kW, te vermeerderen met bouwrente en te betalen belastingen. Rekening is gehouden met een afschrijvingsduur van 15 jaar en een rentevoet van 5 %. De gevoeligheid van de kostprijs voor de kapitaalkosten is zodanig dat voor elke 70 gulden variatie in kapitaalkosten per kW-vermogen de kWh-prijs met 0,1 cent wordt beïnvloed. Een overbrugging van een prijsverschil tussen conventioneel en door middel van kernenergie opgewekte elektriciteit van 1 cent per kWh, zoals door de S.E.P. becijferd, is langs de weg van een kapitaalkostendaling (dus met 700 gulden per kW) niet binnen afzienbare termijn te verwachten.

Parallel met de vooruitgang in de nucleaire technologie hebben zich ook in de conventionele technieken van de opwekking van elektriciteit verbeteringen voorgedaan. Vooral door opvoering van de stoomtemperatuur en -druk en door verbetering van de thermodynamische cyclus is men erin geslaagd het rendement der in conventionele centrales gebruikte installaties aanzienlijk te verbeteren, terwijl men door gebruikmaking van grotere eenheden ook de kapitaalkosten heeft weten te drukken. De invloed van deze verbeteringen op de kWh-prijs heeft parallel gewerkt met de invloed van de daling in de prijs van fossiele brandstoffen. Een en ander heeft ertoe geleid dat nu door de S.E.P. voor de klassieke centrales wordt uitgegaan van een kWh-prijs van 3 cts. in plaats van de 4,4 cts. in de Nota inzake de kernenergie. Tijdens de mondelinge behandeling van de rijksbegroting voor 1960 heeft de ondergetekende het verschil ad 1,4 cts. als volgt gespecificeerd:

- 0,2 ct. door de investering per kW te stellen op f 550 i.p.v. f 600, en de bedrijfstijd op 6570 uur i.p.v. 6000 uur;
- 0,5 ct. door het aannemen van een kolenverbruik van 335 gram per kWh i.p.v. 400 gram;
- 0,6 ct. door uit te gaan van f 58 per ton kolen i.p.v. f 75;
- 0,1 ct. door de bedieningskosten lager te stellen.

Het uitgangspunt van een op korte termijn te realiseren kostprijsgelijkheid van de door kernenergiecentrales en klassieke centrales voortgebrachte elektriciteit is, zoals uit het bovenstaande blijkt, dus onjuist gebleken. De in de Nota inzake de kernenergie gemaakte tentatieve prognose van de gebruikmaking van kernenergie bij de elektriciteitsvoorziening heeft daardoor zijn waarde grotendeels verloren. Pas wanneer vaster grond onder de voeten zal zijn verkregen met betrekking tot de ontwikkeling van de nucleaire technologie zal een prognose kunnen worden gemaakt, die een basis kan geven om de richting te bepalen waarin de werkelijke ontwikkeling zal gaan. Toch zal ook dan nog onzekerheid blijven bestaan omtrent de ontwikkeling van de prijzen van fossiele brandstoffen en van het toenemende thermische rendement der conventionele elektriciteitsopwekking — al zal deze laatste factor vermoedelijk in de naaste toekomst minder gewicht in de schaal gaan werpen.

Van de mogelijkheden, welke men in Amerika van de ontwikkeling van de nucleaire technologie verwacht, geeft de publikatie van de Atomic Energy Commission „Power Cost Normalization Studies Civilian Power Reactor Program - 1959” (januari 1960) een duidelijk beeld. Het volgende, hetwelk betrekking heeft op hoge druk water reactoren (PWR) en kokend water reactoren (BWR) is aan deze publikatie ontleend.

Uitgangspunten zijn: centrales met 300 MW vermogen; een belastingsgraad van 80 % (= ca. 7000 uren per jaar); alleen verbeteringen, die op basis van het huidige technologische kunnen en kennen aannemelijk lijken, zijn in de calculaties betrokken; de prijzen voor U 235 en plutonium zijn constant verondersteld; kapitaallasten zijn op 14 % (afschrijving, rente en belastingen) gesteld.

Onderstaande, de kWh-prijs verlagende verbeteringen worden mogelijk geacht:

	effect in mills per kWh (1 mill = 1/10 \$ cent)	
	voor de PWR	voor de BWR
door verbeteringen in de constructie zullen de kapitaal-kosten kunnen dalen van: . .	5.05 tot 4.40	5.26 tot 4.31
door verhoging van de versplijtingsgraad en verlaging van de kosten van splijstof-elementen is een kostendaling verwachtbaar van . .	3.38 tot 2.56	3.47 tot 2.29
bedieningskosten (ongewijzigd)	-.85	-.88
omgerekend in centen Ned. crt.	3,53	2,97
		3,65
		2,84

De hierboven genoemde huidige kostprijzen zijn lager dan de 4cts., berekend door de S.E.P. Deze ging echter uit van een centrale van 150 MW in plaats van 300 MW.

Om deze verbeteringen te effectueren zal voor de PWR tot 1966 voor \$ 20 mln. aan research en ontwikkeling moeten worden besteed; de bouw van een verbeterde centrale zou reeds nu kunnen beginnen. Voor de BWR zal behalve een onderzoek-programma van \$ 20 mln. de bouw van een prototype van \$ 25 mln. nodig zijn; de bouw van een verbeterde centrale zou eind 1964 of begin 1965 kunnen beginnen. Tot zover de aangehaalde publikatie.

Het bovenstaande betreft uitsluitend met hoge druk water reactoren of kokend water reactoren uitgeruste centrales. In de Nota inzake de kernenergie wordt er echter reeds op gewezen dat niet vaststaat welk type kernreactor uiteindelijk het meest geschikt voor elektriciteitsproductie zal blijken. Dit geldt onverminderd ook thans. Daarom wordt hieronder een overzicht gegeven — eveneens ontleend aan eerder genoemde publikatie van de A.E.C. — waarin de ontwikkelingsmogelijkheden worden aangeduid voor de 8 reactortypen waarop in Amerika het onderzoek wordt geconcentreerd.

uitgebrachte rapport „Naar een nieuw energiepatroon in Europa”, het z.g. Robinson-rapport, waarin de maximumraming van het in 1975 in de O.E.E.S.-landen opgestelde kernenergetische opwekvermogen het drievoudige is van de minimumraming (maximaal 35.000 MW, minimaal 10.000 MW). Vermeld zij nog, dat in het derde verslag over de werkzaamheden van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie eveneens een raming wordt gemaakt, en wel voor het jaar 1980. Mede omdat daarbij van geheel andere praemissen wordt uitgegaan, komt men voor de 6 Euratomlanden tot een aanmerkelijk hoger resultaat, en wel 40.000 MW. Onder de gegeven omstandigheden acht de ondergetekende het niet raadzaam de Kamer een herzien programma voor de toepassing van kernenergie bij de elektriciteitsvoorziening over te leggen en meent hij met voorgaande beschouwingen en mededelingen te mogen volstaan.

III. De eerste kernenergiecentrale

Hoewel de ondergetekende reeds meermalen de Kamer heeft kunnen inlichten over de plannen van de S.E.P., acht hij het van belang hier nader in te gaan op enkele algemene aspecten. Zulk een eerste centrale is niet alleen, zelfs niet overwegend, een commerciële aangelegenheid. Maar dit wil niet zeggen dat economische overwegingen nu niet of nog maar nauwelijks mee zouden moeten tellen.

Het door de Commissie-Roodenburg berekende gekapitaliseerde exploitatieverlies ad f 100 mln, dat met een eerste kernenergiecentrale van 150 MW zou worden geleden, bevat elementen van onzekerheid, ook als het verloop van de prijzen voor fossiele brandstoffen — het niveau daarvan ligt inmiddels lager dan de in de uiteindelijke calculaties aangenomen prijs ad f 58 per ton kolen — buiten beschouwing wordt gelaten. Een punt van belang is dat de splijstofcyclus nog verrassingen kan opleveren, goede, maar ook kwade. Wat het laatste betreft, de leveranciers geven een hogere garantie voor „burn up” dan die welke de Amerikaanse regering krachtens haar overeenkomst met Euratom op zich heeft genomen, maar deze garanties

Type	Huidige kostprijs	Verwachte kostprijs bedrag in cts.	Jaar	Daartoe nodige inspanning
PWR (hoge druk water reactor)	3.53	2.97	1966	\$ 20 mln. research
BWR (kokend water reactor)	3.65	2.84	1970	\$ 20 mln. research + \$ 25 mln. prototype reactor
OMR (organisch gemodereerde reactor)	4.35	2.70	1969	\$ 40 mln. research + \$ 30 mln. prototype
SGR (natrium grafiet reactor)	4.26	2.95	1970	\$ 82 mln. research + \$ 50 mln. prototype
GCR (gasgekoelde reactor)	4.52	2.91	1970	\$ 100 mln. research + \$ 30 mln. prototype
HWR (zwaar water reactor)	4.75	3.43	1972	\$ 80 mln. research + \$ 175 mln. bouw centrale
Snelle kweekreactor	5.03	2.84	1973	\$ 160 mln. + \$ 55 mln. prototype
Thermische kweekreactor	onbekend	4.31	1975	\$ 75 mln. research + \$ 100 mln. prototype en centrale

De inzichten van de A.E.C. vormen een duidelijke indicatie hoezeer het gebied van de reactortechnologie nog in beweging is en hoe weinig houvast de huidige kennis biedt voor het doen van prognoses aangaande de toepassing van kernenergie in de komende 10 of 20 jaren. Eveneens kan in dit verband nog worden opgemerkt dat blijkbaar ook voor met verrijkt uranium werkende reactoren voor commerciële productie van electriciteit al aan eenheden van 300 MW wordt gedacht.

De hierboven reeds getrokken conclusie dat de tijd nog niet rijp is voor het maken van prognoses, welke enigermate kunnen pretenderen een beeld van de te verwachten werkelijkheid te geven, vindt haar bevestiging in het onlangs door de O.E.E.S.

kunnen niet op een lijn gesteld worden met die van de Amerikaanse regering, zulks als gevolg van beperkingen ten aanzien van het aantal ladingen.

Ook mag niet uit het oog worden verloren dat de aangenomen levensduur van reactoren niet op proefondervindelijke basis berust; de levensduur kan langer, maar ook korter blijken te zijn. Voorts, de ervaring leert dat bij dergelijke nieuwe objecten rekening moet worden gehouden met prijsverhogingen, niet alleen door tussentijdse veranderingen in het bestek (die vrijwel steeds tot extra uitgaven leiden), maar ook door tegenvallers in de kostenramingen der leveranciers, welke welhaast onvermijdelijk voor een deel ten laste van de afnemers gebracht

zullen worden. Het Amerikaanse Congreslid Holifield, die enige tijd geleden in een lezing critiek op het beleid van de Atomic Energy Commission heeft geuit, maakt o.m. melding van het volgende:

„Voor de Consolidated Edison Indian Point Plant, is de kostenraming met bijna 100% overschreden (van \$ 55 mln gestegen tot \$ 100 mln); een verdere overschrijding wordt niet uitgesloten geacht. De eerste in het Power Demonstration Programme van 1955/56 met bijdragen van de A.E.C. te bouwen openbare centrale is nog niet gereed. Het tijdstip van vermoedelijke inbedrijfstelling is verschoven van 1959 naar 1962. De kostenraming is gestegen van \$ 25 mln tot \$ 50 mln. De Piqua en Elk-river projecten, welke van de 7 terzake ingediende projecten worden uitgevoerd, zijn nog niet klaar. De kostenramingen voor beide projecten zijn verdubbeld en het tijdstip van inbedrijfstelling is in aanzienlijke mate verschoven.”

Ook de ervaringen, die in diverse landen met de bouw van researchreactoren zijn opgedaan, ons eigen land niet uitgezonderd, manen tot voorzichtigheid.

In Amerika bestaat een zekere controverse over de meest gewenste gang van zaken met betrekking tot de sprong van geslaagd reactorexperiment naar „full-scale” reactor. Een in het najaar van 1958 door de Atomic Energy Commission ingestelde ad hoc commissie, samengesteld uit topfiguren van het bedrijfsleven, was van mening dat de voorkeur moet worden gegeven aan de bouw van minder investeringen vergende prototypen van betrekkelijk klein vermogen (30 à 60 MW). In de eerder aangehaalde lezing van het Congreslid Holifield wordt daarentegen gepleit voor eenheden van 300 MW, waarbij het accent moet liggen op de proefnemingen en de elektriciteitsproductie zo nodig secundair moet worden geacht. Deze laatste opvatting is echter weer in strijd met de steeds meer veld winnende mening, dat, nu er gezien de situatie met betrekking tot de fossiele brandstoffen niet meer als het ware met de rug tegen de muur gevochten behoeft te worden, er verstandig aan zal worden gedaan met eerst verder te denken en te onderzoeken, in plaats van over te gaan tot de geforceerde bouw van grote kernenergie-centrales, die onvermijdelijk nog in belangrijke mate het karakter van experiment dragen en — naar thans is gebleken — nog onrendabel moeten zijn.

Het voorgaande impliceert geenszins dat volstaan zou kunnen worden met een berustende, afwachterende houding. Het blijft onverminderd van essentieel belang dat in ons land ervaring op het nucleaire gebied wordt opgedaan; vermeden moet worden dat ons land in dit opzicht achterop zou raken. Hierbij moet worden bedacht dat met betrekking tot de evaluatie van projecten voor kernenergiecentrales ons land een belangrijke positie heeft weten in te nemen dank zij de vooruitziende blik van de Nederlandse elektriciteitsproducenten, die reeds in 1946 zijn begonnen met de vorming van een nucleaire studiegroep. En wanneer dan op grond van gedegen studies van offertes — terzijde zij opgemerkt dat deze studies, naar de ondergetekende heeft vernomen, tot soms niet onbelangrijke wijzigingen in de projecten van de buitenlandse leveranciers hebben geleid — de elektriciteitsbedrijven tot de conclusie komen dat geen der projecten economisch verantwoord moet worden geacht, dan kan zulks gevoelens van teleurstelling wekken, maar mag dat niet leiden tot verwijten. Ook, of mag men zeggen, juist in de Verenigde Staten worden de politiek en de programma's in het nucleaire gebied periodiek aan een kritische evaluatie onderworpen, waarbij met grote realiteitszin de ontwikkeling onder de loupe wordt genomen. Een open oog voor gewijzigde omstandigheden en de bereidheid daarvan de consequenties te aanvaarden zal bij de nog zo sterk aan verandering onderhevige nucleaire ontwikkeling tot herhaalde aanpassing moeten leiden. Daarin is geen bewijs van zwakte gelegen, integendeel. Ook de S.E.P. heeft deze consequenties aanvaard en haar studies thans gericht op de bouw van een kernenergiecentrale van een beperkt vermogen, waarbij zal worden uitgegaan van door de Verenigde Staten ter beschikking te stellen kennis en waarbij de Nederlandse industrie door rechtstreekse opdrachten zo veel mogelijk zal worden ingeschakeld.

Het tijdschema opgenomen in het Euratom-V.S.-programma

was bijzonder krap. Slechts doordat de S.E.P. al begin 1957 offertes had aangevraagd en met de bestudering der projecten een aanvang had gemaakt nog voor er sprake was van de Euratom-V.S.-overeenkomst was het mogelijk vóór de van 1 juli 1959 naar 20 oktober daaropvolgend verschoven aanmeldingstermijn gereed te zijn met de evaluatie der offertes. Mede door het geforceerde tempo, waarin de definitieve aanbesteding van het project en de bouw van de centrale zijn beslag zou hebben moeten krijgen, zou de mogelijkheid de Nederlandse industrie zoveel mogelijk bij de bouw te betrekken ongunstig zijn beïnvloed. Verwacht mag worden dat deze inschakeling bij het huidige plan van de S.E.P. meer tot haar recht zal komen. Hierbij zij opgemerkt, dat de produktie van kernreactorinstallaties het confectiestadium nog lang niet heeft bereikt; het is maatwerk, waardoor de arbeidskosten van aanzienlijke invloed op de prijs zijn. Gezien het verschil tussen het Amerikaanse en het Nederlandse loonniveau kan een vérgaande inschakeling van de nationale industrie aanzienlijke besparingen met zich medebrengen.

Omtrent de betekenis van het nucleaire productiegebied voor de Nederlandse industrie zou de ondergetekende op het volgende willen wijzen. Over de uiteindelijke betekenis van de kernenergie voor de samenleving zal nauwelijks verschil van mening kunnen bestaan. De exploiteerbare voorraden fossiele brandstoffen mogen groter zijn dan voorzien, op den duur zal de mensheid het niet buiten energie in de vorm van kernenergie kunnen stellen. Men zou echter de vraag kunnen stellen of ook de produktie van nucleaire installaties en wat daarmee samenhangt nu werkelijk een levensbelang van de Nederlandse industrie moet worden geacht. Teneinde een cijfermatige benadering van dit probleem mogelijk te maken, moge als voorbeeld worden uitgegaan van de veronderstelling dat het programma, vervat in de Nota inzake de kernenergie, tot uitvoering zou worden gebracht, in welk geval in 1975 kernenergiecentrales in ons land in bedrijf zouden zijn met een vermogen van 3000 MW, waarbij 15 % van de totale energiebehoefte door kernenergie zou zijn gedekt. Jaarlijks zou dan een vermogen van 550 MW nodig zijn voor uitbreiding en vervanging. Op grondslag van de huidige Amerikaanse prijzen voor installaties en splijtstofelementen, genoemd in de door de S.E.P. ontvangen offertes, zou met de jaarlijkse bestellingen van nucleaire apparatuur en splijtstoffen een bedrag gemoeid zijn in de orde van grootte van een half miljard gulden. Relatief gezien, n.l. in verhouding tot de te verwachten totale bruto industriële produktie in 1975 lijkt dit geen bedrag van essentiële betekenis, doch voor de rechtstreeks bij de bouw van kernreactoren en de verzorging van de splijtstof-cyclus betrokken bedrijfstakken vormt een marktpotentieel van een half miljard gulden per jaar wél een belang van de eerste orde. Hierbij komt nog het kwalitatieve aspect. Op het nucleaire gebied moet vaak met tot nu toe ongekende kleine toleranties en met welhaast absoluut zuivere materialen worden gewerkt. De ervaring, op nucleair gebied verkregen, is daardoor van groot belang voor vrijwel de gehele industrie, welke ook op het niet nucleaire gebied mee moet kunnen met de zich daar aftekenende lijn van grotere precisie en verfijning.

Er is nog een derde argument om de industriële ontwikkeling op dit gebied te bevorderen, al ligt dit op een wat ander vlak. Dit argument is de omstandigheid dat de kernenergetische ontwikkeling van een land in belangrijke mate de waarmedemeter is geworden voor zijn industriële standing. Een land, dat qua nucleaire produktie niet mee kan spelen, laadt het odium op zich een minder ontwikkeld gebied te zijn. Ook uit dien hoofde zal Nederland dus niet mogen afwachten en lijdelijk toezien maar zoveel mogelijk tegelijk met de anderen moeten optrekken.

Tenslotte zij er nog op gewezen dat naast de toepassing van de kernenergie voor elektriciteitsopwekking ook een ander terrein voor Nederland in een verdere toekomst wellicht van grote betekenis kan worden en wel dat van de scheepsvoortstuwing. De kennis en ervaring, die nu worden vergaard, zullen ook voor deze toekomstmogelijkheid gebruikt kunnen worden.

In dit verband zij vermeld dat in het R.C.N.-programma o.a. voorkomt de ontwikkeling van een kleine reactor met hoog specifiek vermogen, welke mede voor de scheepsvorststuwing van belang kan zijn.

De industriële ontwikkelingsgang, welke de meeste niet-nucleaire produktiegebieden te zien hebben gegeven, wijkt af van die, welke voor het nucleaire produktiegebied gevolgd moet worden. In eerstbedoelde gebieden kon veel kennis en ervaring al producerende worden verkregen; begonnen werd met de produktie van relatief kleine en simpele eenheden om gaandeweg op de produktie van grote, gecompliceerde eenheden over te gaan. Deze weg staat niet open voor het nucleaire gebied, omdat zelfs de kleine onderzoek reactor al een ingewikkeld instrument is en een reactor, bestemd voor energieopwekking tegen concurrerende prijs, noodzakelijkerwijs van grote omvang moet zijn. De onontbeerlijke kennis en ervaring moeten dientengevolge in het nucleaire produktiegebied in veel sterker mate door voorafgaande research en industriële onderzoek worden verworven.

Het totale gebied van reactorbouw en splijtstoffenvoorziening is te uitgebreid om door de industrie van een klein land te worden bestreken; specialisatie op bepaalde deelgebieden is een doelmatigheidseis. Het is geen eenvoudige zaak om aan te geven welke ontwikkelingsrichtingen de beste perspectieven voor de nationale industrie zullen openen, in welk tempo deze ontwikkelingen moeten worden aangepakt en hoe dit het beste gerealiseerd zou kunnen worden. Het zijn essentiële vragen en de Regering acht het van groot belang terzake de visie van het Nederlandse bedrijfsleven te vernemen. Vandaar dat de ondergetekende een kleine ad hoc commissie uit voor- aanstaande figuren uit de Nederlandse industrie heeft ingesteld om hem op korte termijn omtrent de beantwoording van de hier aangeduide vragen van advies te dienen.

IV. Produktie en industriële toepassing van isotopen

Een kenmerk van radioactieve isotopen is dat de gevaren verbonden aan hun toepassing in het algemeen kwantitatief van beperkter omvang zijn dan die van nucleaire installaties. Hoewel het treffen van de juiste maatregelen tegen de gevaren, voortvloeiende uit het gebruik van radioactieve isotopen, organisatorisch veelal niet eenvoudig is, kan in het algemeen met meer beperkte beveiligingsmaatregelen dan in nucleaire installaties worden volstaan. Daar bovendien de toepassing van isotopen veelal relatief geringe investeringen vereist vindt deze in industriële produktieprocessen, hier te lande en elders, reeds op betrekkelijk ruime schaal plaats. Bij de toepassing in industriële bedrijven speelt de bescherming van de arbeiders een overwegende rol, terwijl voor de algemene volksgezondheid hierbij het aspect van de verwijdering van radioactieve afvalstoffen in het bijzonder van belang is.

Nog weinig gevorderd is de toepassing van radioactieve isotopen ter beïnvloeding van biologische en chemische processen op industrieel terrein. Hierbij wordt met betrekking tot de biologische processen in het bijzonder aan de toepassing van straling voor het conserveren van levensmiddelen gedacht. Van industriële toepassing is hier nog nauwelijks of geen sprake. Over het gebruik van straling ter versnelling van bestaande chemische processen — en zelfs het creëren van nieuwe — bestaan optimistische verwachtingen. In het algemeen is het zo dat met straling hetzelfde effect wordt bereikt als met hoge temperaturen en drukken. Op dit gebied zijn enkele successen bij de research bereikt maar ook hier is het tot commerciële toepassing nog niet gekomen.

Op een vorig jaar april in Amerika gehouden conferentie van de National Industrial Conference Board werd onder meer de uitspraak gedaan dat bestraling voor vele daarvan in aanmerking komende processen nog niet kan concurreren met conventionele methoden. De vooruitgang in de bestralingstechniek, die ongetwijfeld bestaat, is verscheidene malen te niet gedaan door verbeteringen in de conventionele technieken; een zelfde ontwikkeling overigens als zich op het gebied van de opwekking van elektriciteit door middel van kernenergie heeft voorgedaan.

Aanzienlijke vorderingen zijn daarentegen gemaakt op een geheel ander gebied: het controleren van produkten en het regelen van produktieprocessen. Opmerkelijk is dat, hoewel deze ontwikkeling nauwelijks tien jaren oud is, toepassing in verscheidene bedrijfstakken reeds als normaal wordt beschouwd. Een van de meest uitgebreide toepassingen betreft het meten van dikte en dichtheid; voor deze metingen kan het gebruik van radioactieve isotopen duidelijk voordelen bieden boven de klassieke meetmethoden. Isotopen worden gebruikt voor metingen van niveaus, maar belangrijker is hun gebruik als indicator (tracer), vooral in de research- en beproevingsfeer; voor dit gebruik bestaat eigenlijk nauwelijks een niet-nucleaire tegenhanger. Hoewel niet fundamenteel nieuw — reeds vele jaren werd röntgenologisch onderzoek bedreven — is ook van betekenis het gebruik bij het non-destructieve materiaalonderzoek.

Uit het in 1957 door de Atomic Energy Commission gepubliceerde „Atomic Energy Facts” blijkt dat in dit jaar Amerika 4000 gebruikers van radio-isotopen telde, waarvan ca. 1500 op industrieel gebied. Hun toepassing in de industrie zou in 1957 een voordeel hebben opgeleverd van ruim \$ 300 mln. door besparing aan materialen en door meeropbrengst van produkten van meer uniforme kwaliteit, volgens onderstaande specificatie.

Dichtheid-, dikte- en niveau-meting (ca. 500 ondernemingen)

Cigaretten industrie	2700 app.	\$ 43 mln.
Papier-, metaalindustrie e.d.	950 app.	\$ 56 „
Niveaumetingen	420 app.	\$ 2 „
Materiaal controle (ca. 550 ondernemingen)	..	\$ 29 „
Diversen (tracing — research etc.)	\$ 42 „
Olie industrie	\$ 140 „

Het aandeel van de industrie (manufacturing) in de Verenigde Staten in het nationale produkt bedroeg in 1957 ruim \$ 110.000 mln., zodat de isotopentoeppassing — exclusief die in de olie-industrie — een besparing van ca. 1½ pro mille zou hebben opgeleverd. Omgezet in Nederlandse verhoudingen zou op basis van 1½ pro mille een bedrag van ongeveer f 15 mln. worden gevonden.

Medio vorig jaar is door het departement van de ondergetekende een oriënterend onderzoek ingesteld naar de stand van zaken in Nederland. Daarbij is gebleken dat reeds een betrekkelijk veelvuldig gebruik van radio-isotopen wordt gemaakt voor het verrichten van metingen. Voor het non-destructieve materiaalonderzoek is het gebruik van isotopen de laatste jaren sterk gestegen, terwijl ook in de researchafdelingen der grote bedrijven isotopen in toenemende mate worden aangewend. De algemene indruk werd verkregen dat de Nederlandse industrie vroegtijdig de mogelijkheden op dit gebied heeft onderkend en zich onmiskenbaar op de goede weg bevindt.

Uit de registratie bij het Ministerie van Sociale Zaken op grond van het Radioactieve stoffenbesluit (Warenwet) kan onderstaand benaderend beeld worden verkregen van de aard en de spreiding van de huidige industriële toepassing van radio-isotopen.

Dikte metingen (overwegend strokarton en papierindustrie)	ca. 58	„toegelatenen”
Materiaal controle	6	„
Research instituten (grote bedrijven)	17	„
Ionisering van lucht (T.L.-buisen — papier- en textielindustrie)	7	„
Diversen	10	„
	ca. 98	„toegelatenen”

Door T.N.O. is vorig jaar een afdeling Isotopendienst ingesteld, welke ondergebracht is in het Centraal Laboratorium. Men legt zich toe op tracerwerk, synthese van gemerkte stoffen, analyse, meetservice en constructie van bijzondere stralingsbronnen. De activiteiten van T.N.O. zullen ongetwijfeld stimulerend werken op de toepassing van isotopen, ook in de middelgrote bedrijven. Bij haar werkzaamheden wordt mede gebruik gemaakt van outillage en ervaring, welke te Mol beschikbaar zijn.

De vraag kan worden gesteld hoe op dit gebied de afbakening zal zijn tussen de taken van R.C.N. en T.N.O. De bij deze instanties levende gedachten gaan, naar de mening van de ondergetekende terecht, uit van het standpunt dat het R.C.N. als toekomstig producent van isotopen de nodige producentenresearch op dit gebied zal verrichten, doch dat de research met betrekking tot de industriële toepassing van de isotopen, waarbij, zoals uit het boven weergegeven overzicht blijkt, uiteenlopende industrieën buiten het nucleaire productiegebied zijn betrokken, veeleer ligt op het terrein van T.N.O., dat voor dit algemene contact met de industrie een meer gezegende organisatie heeft.

V. Het Onderzoek

Bij de behandeling van de begroting voor 1960 van zijn departement in de Eerste Kamer heeft de ondergetekende reeds mededelingen kunnen doen van enkele met de Euratomcommissie overeengekomen basisprincipes voor de vestiging van een onderzoek centrum van Euratom te Petten.

Over de nadere definiëring en de uitwerking van deze basisprincipes wordt nog onderhandeld, waarbij voor een aantal moeilijke problemen nog oplossingen moeten worden gevonden. De ondergetekende mag in dit verband het personeelsvraagstuk noemen, dat zowel voor het R.C.N. speelt (men denke slechts aan de aanmerkelijk hogere salarissen, welke Euratom aan zijn medewerkers betaalt) als voor Euratom, dat reeds nu moeilijkheden ondervindt bij het aantrekken van gequalificeerde krachten.

Evenmin zal het een eenvoudige zaak zijn om tot een bevredigende regeling te komen van het gemeenschappelijk gebruik van de hoge flux reactor en van de wederzijdse aanpassing der werkzaamheden van elk der centra, die dit gebruik zal medebrengen. Daar staat echter als belangrijk winstpunt tegenover dat de reactor, een kostbaar en waardevol apparaat, beter benut kan worden, wat zowel nationaal als internationaal een voordeel betekent.

Al zijn er dus moeilijkheden, verwacht wordt dat deze met goede wil van beide zijden overwonnen zullen worden en dat het uiteindelijk resultaat voor beide gunstig zal zijn. Men mag immers wel aannemen dat twee goed uitgeruste researchcentra, in elkaars onmiddellijke nabijheid gelegen, elkaar wederzijds zullen stimuleren, terwijl de aanwezigheid van een betrekkelijk groot aantal hoog gekwalificeerde wetenschapsbeoefenaars, die in nauw contact met elkaar staan, ook voor het Nederlandse onderzoek van groot belang moet worden geacht.

Er moge hier nog op worden gewezen dat voor de voorzienige overdracht aan Euratom van de hoge flux reactor het R.C.N. op adequate wijze gecompenseerd zal moeten worden. Tegenover het offer van het R.C.N. moet zeker een verplichting van de Staat staan om het R.C.N. in de toekomst in staat te stellen zijn werkzaamheden op genoegzame wijze voort te zetten. Wil het R.C.N. een verantwoorde plaats in de nationale en internationale research kunnen innemen, dan zullen nog belangrijke verdere investeringen in de komende jaren in ons nationale centrum nodig zijn; zij worden in de orde van grootte van f 28 mln. geschat. Dit bedrag omvat de meerkosten voor een wenselijk gebleken verandering in de uitvoering van de cellen voor hoograadioactief werk, de kosten van de aankoop en de bouw van de lage flux reactor, uitbreiding van het gebouwcomplex met een hoofdgebouw voor de huisvesting van verschillende administratieve diensten, bibliotheek e.d., een centrale werkplaats, een vleugel voor metallurgie aan het chemiecomplex, vervanging van de noodcantine door een definitieve, uitbreiding van het fysicagebouw en het instrumentarium, de constructie van een kritisch ensemble onder meer ten behoeve van de ontwikkeling van een kleine reactor van

hoog specifiek vermogen (z.g. Nero-project), welke mede van belang kan zijn voor de nucleaire scheepsvoortstuwing, alsmede enige overschrijdingen door te lage ramingen in de begroting van 1957 en de kosten van de vertraging. Met inbegrip van deze investeringen zal omstreeks het jaar 1963 in totaal in het R.C.N. geïnvesteerd zijn een bedrag van f 71 mln., waarvan f 14 mln. afkomstig van het bedrijfsleven. Van deze f 71 mln. zullen f 65 mln. besteed worden voor het centrum te Petten, de overige f 6 mln. zijn uitgegeven voor het suspensiereactorproject, de aanschaffing van reactormaterialen en een kapitaalbijdrage in een Noors-Nederlands project.

Ten aanzien van de exploitatiekosten zij nog vermeld, dat deze voor de periode 1961 t/m 1963 zijn geschat op f 10 tot f 16 mln. Rekening houdende met de andere te verwachten inkomsten van het R.C.N., is de Staatsbijdrage in deze kosten voor genoemde jaren geraamd op f 8 à 9 mln.

De bovenomschreven middelenbehoefte omvat de financiering van een door het R.C.N. voor de periode 1961 tot en met 1963 opgesteld programma. Dit programma voorziet in de eerste plaats in bestralingen. Hierin zijn opgenomen de in het kader van de samenwerking met Noorwegen te Petten uit te voeren bestralingen ten behoeve van onderzoek- en ontwikkelingswerkzaamheden met betrekking tot splijtstoffen in de vorm van uraniumoxyde en plutoniumoxyde en mengsels daarvan, alsmede bestralingen van staal. Voorts omvat het bestralingen ten behoeve van de hieronder genoemde, thans in samenwerking met de K.E.M.A. en de N.V. Philips plaatsvindende ontwikkeling van keramische splijtstofelementen, de productie van radio-isotopen en het verrichten van andere bestralingsexperimenten in opdracht van derden.

Het meer wetenschappelijk gerichte gedeelte van het programma omvat neutronen- en kernfysische experimenten, waarbij naast de hoge flux reactor ook de lage flux reactor een belangrijke rol zal spelen. Voorts is voorzien in een aantal projecten, in hoofdzaak betrekking hebbende op het onderzoek van de vaste stof, welke in samenwerking met universiteiten, hogescholen en de F.O.M. zullen worden uitgevoerd.

Tenslotte bevat het programma een industrieel gericht gedeelte, dat in nauwe samenwerking met de daarvoor in aanmerking komende industrieën zal worden uitgevoerd. De door het R.C.N. in dit kader te verrichten werkzaamheden omvatten de bouw van een z.g. kritisch experiment, de ontwikkeling van keramische splijtstofelementen op basis van uraniumoxyde, reactorfysische berekeningen en evaluaties, afscherminsstudies, „burn up“-studies, alsmede de ontwikkeling van instrumentatie en meetmethoden in de kern van de reactor.

Een belangrijk probleem vormt nog de toekomstige status van het R.C.N. na 1960, dus na afloop van de samenwerkingsovereenkomsten tussen R.C.N. en bedrijfsleven en K.E.M.A. Deze zaak vormt nog een onderwerp van beraad.

Tijdens een bezoek van de Belgische Commissaris voor de Atoomenergie in het najaar 1959 is de mogelijkheid van een nauwere samenwerking tussen Nederland en België op nucleair gebied besproken. Inmiddels zijn de mogelijkheden tot realisatie daarvan van Nederlandse zijde bestudeerd en is Prof. Errera van de resultaten hiervan op de hoogte gebracht. Een nadere uitwerking vande gedane suggesties, welke overigens voornamelijk op het terrein van de wetenschap liggen, zal echter eerst kunnen plaatsvinden, wanneer de onderhandelingen met Euratom zullen zijn beëindigd, terwijl men ook van Belgische zijde de resultaten van de besprekingen tussen het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol en Euratom over aldaar door Euratom te verrichten activiteiten wil afwachten.

De Minister van Economische Zaken,
J. W. DE POUS.