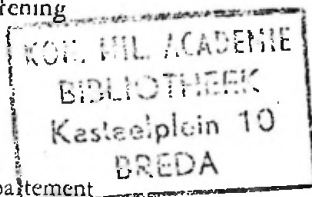


BIJENKOMST OP WOENSDAG 24 OKTOBER 1962
TE 'S-GRAVENHAGE

Voordracht gehouden voor de Vereniging ter beoefening
van de Krijgswetenschap

door

Kapitein-Luitenant ter Zee Ir. W. VINKE.
Hoofd van de Werkgroep Kernenergie van het Departement
van Defensie (Marine)



over

DE PROBLEMEN EN MOGELIJKHEDEN VAN
KERNVOORTSTUWING VAN SCHEPEN

Voorzitter: Z.E. Luitenant-Generaal b.d. J. H. COUZY

De Voorzitter:

Mijne heren, ik open de eerste bijeenkomst van dit nieuwe werkjaar en ik heet u allen van harte welkom.

Als eerste punt staat op de agenda het verslag over de toestand van de vereniging en ik wil daarvoor het woord graag geven aan mijn linkerbuurman, de secretaris-penningmeester overste Ten Boske.

De secretaris-penningmeester:

Mijnheer de voorzitter, het aantal leden op 1 oktober 1962 was 1680, d.i. 75 minder dan precies een jaar geleden. Wegens overlijden, bedanken of om administratieve redenen werden 177 namen van de ledenlijst afgevoerd en werden 102 nieuwe leden ingeschreven. Door vermindering van het aantal afgevoerden en vermeerdering van het aantal nieuwe leden werd het jaarlijks verlies met 60 verminderd, doch dit neemt niet weg, dat in de twee laatste jaren het ledental van 1890 is gedaald tot 1680, d.i. met 210.

Wat de financiële toestand van de vereniging betreft, wordt verwezen naar de jaarrekening en de balans, die, ingevolge artikel 26 van het Reglement zijn afgedrukt in dit Orgaan. Ook zijn gepubliceerd de bevindingen van de commissie, die mede ingevolge genoemd artikel is benoemd door de voorzitter en is belast met het onderzoek van de rekening van de secretaris-penningmeester en de daarbij behorende bescheiden en stukken van verantwoording.

Uit deze publikatie blijkt, dat door evenwicht in de ontvangsten en uitgaven de gunstige financiële positie van de vereniging kon worden bestendigd.

De Voorzitter:

Uit dit overzicht blijkt, dat wij achteruit gaan in leden en ik wilde u dan ook gaarne allen opwekken om nieuwe leden te werven; vanavond kunnen

zich nieuwe leden opgeven bij mijn linkerbuurman die zojuist het woord heeft gevoerd.

Dan zijn er drie bestuursleden die reglementair aan de beurt van aftreden zijn, dat is de generaal-majoor d'Engelbronner, de commandeur Stegeman en de kolonel Gouman. Nu hebben de generaal d'Engelbronner en de commandeur Stegeman zich niet herkiesbaar gesteld, zij hebben gemeend dat een eind moest komen aan hun werkzaamheden voor de vereniging ook al in verband met de functie die zij gaan bekleden. Het past mij dus om beide heren een woord van dank te brengen voor wat zij in de afgelopen jaren als bestuurslid ten bate van onze vereniging hebben verricht. In het bijzonder de generaal d'Engelbronner die jarenlang deel heeft uitgemaakt van het bestuur en daarbij enige jaren ook als redacteur van ons orgaan is opgetreden. Ik kan u uit eigen ervaring vertellen dat het optreden als redacteur bijzonder veel — niet alleen — werk meebrengt, maar ook veel moeite. Omdat het altijd veel tijd maar ook veel overredingskracht kost om de verschillende medewerkers te vinden en hun te overtuigen dat zij hun bijdrage op tijd moeten inzenden opdat orgaan en wetenschappelijk jaarbericht tijdig kunnen verschijnen. Ik wil gaarne namens de vereniging de generaal d'Engelbronner bijzonder danken voor alles wat hij op dit gebied heeft gedaan.

De commandeur Stegeman die dus eigenlijk ons marine-bestuurslid was, heeft altijd gezorgd dat ook de marine-bijdrage in het wetenschappelijk jaarbericht op tijd binnenkwam en kon worden gepubliceerd. Ik moge ook hem onze bijzondere dank betuigen.

Dan heeft u gezien dat het bestuur kandidaat heeft gesteld voor de drie opengevallen plaatsen: de kolonel Gouman die wij gaarne zouden behouden, in het bijzonder natuurlijk als redacteur en de kapitein ter zee De Jonge van Ellemeet en de majoor van de KLu Dieters. Aangezien bij het bestuur geen tegenkandidaten zijn ingekomen, neem ik aan dat u allen met de twee nieuw benoemden akkoord gaat. Wanneer dit zo is dan wens ik in de eerste plaats de kolonel Gouman geluk met zijn herbenoeming, wij zijn erg dankbaar dat hij voor ons zijn werkzaamheden blijft verrichten. Ik wens de kolonel De Jonge van Ellemeet en de majoor Dieters ook geluk. Ik hoorde dat de kolonel De Jonge van Ellemeet zich op het ogenblik bij Casablanca bevindt, hij kan dus moeilijk op dit moment vertellen of hij zijn benoeming aanneemt, maar ik hoop dat dit het geval is, de majoor Dieters is geloof ik hier aanwezig, mag ik vragen of hij zijn benoeming aanneemt? Graag, mag ik u dan verzoeken om bij ons plaats te nemen. Ik heet u hartelijk welkom in ons midden en ik hoop dat wij van uw adviezen de komende jaren een goed gebruik kunnen maken. Welnu mijne heren, het huishoudelijk gedeelte is afgehandeld en ik kan dus het woord geven aan de spreker van hedenavond de overste Vinke, die zal spreken over de problemen en mogelijkheden van de kernvoortstuwung van schepen. Mijnheer Vinke mag ik u hierbij het woord geven?

Kapitein-Luitenant ter Zee Vinke:

Mijnheer de voorzitter, dames en heren,

Inleiding

De geschiedenis van de kerntechniek gedurende de laatste jaren doet veel denken aan de geschiedenis van een hevige, jonge verliefdheid. Na een

periode waarin alles mogelijk lijkt, volgt immers een periode waarin het moeilijk wordt om de koers te bepalen.

De „verliefdheid“ op het land heeft vermoedelijk geleid tot het bouwen van kerncentrales. De „verliefdheid“ op het water was van aanmerkelijk kortere aard. Hopelijk geen zoutwaterverliefdheid . . .

Ik vind het een eer vanavond in uw midden te mogen zijn om samen met u over een aantal hiermee verband houdende problemen te discussiëren.

Achtereenvolgens zal ik met u bespreken:

1. de kernvoortstuwung als hedendaags verschijnsel;
2. de verschillen tussen conventionele en nucleaire voortstuwung;
3. de vergelijking tussen de verbrandingsreactie en de splijststofreactie;
4. een aantal veiligheidsaspecten;
5. opmerkingen over kosten, economie en toekomst.

Ik heb toestemming gekregen om 60 minuten te praten — de onderwerpen die ik vergeet kunnen na de pauze bij de discussie wellicht ter sprake komen.

1. De kernvoortstuwung als hedendaags verschijnsel

Indien we de toepassing van kernvoortstuwung voor schepen bestuderen, zien we deze nieuwe energiebron verschijnen:

- 1e. bij verschillende grote marines, i.c. de Amerikaanse en de Russische, en in mindere mate de Engelse en Franse;
- 2e. bij verscheidene speciale toepassingen, i.c. de Russische ijsbreker Lenin en het Amerikaanse vrachtpassagiersschip „Savannah“;
- 3e. bij vele papieren studies voor koopvaardij schepen en wel in het bijzonder van die landen waar de marine geen eigen ontwikkelingsprojecten stimuleert (Noorwegen, Zweden, Denemarken, Duitsland).

De praktijk van de kernvoortstuwung is op het ogenblik hoofdzakelijk te vinden bij de verschillende grote marines. Voor een goede waardering is een klein overzicht van de ontwikkeling der tot nu toe gebruikte energiebronnen van schepen op zijn plaats.

Uit de oudheid is ons niet precies bekend wanneer en in welke vorm schepen voor het eerst op de zee verschenen. De eerste betrouwbare gegevens vinden we in de Egyptische geschiedenis. Reeds in het jaar 2700 a.d. zond de Pharao een flottilla van 8 gewapende schepen naar de kust van Syrië. Het resultaat van deze expeditie schijnt succesvol geweest te zijn, want de scheepjes keerden terug met een lading vol slavinnen. Het waren kleine houten scheepjes van ca. 12 meter lengte. De nodige energie voor de voortstuwung werd geleverd door 14 roeiers (7 aan SB en 7 aan BB) en door de wind indien de scheepjes bij ruime of voor de wind voeren.

De geschiedenis leert ons de ontwikkeling van de zeilschepen door de eeuwen heen. Van groot belang was de eerste toepassing van het roer, omstreeks het jaar 1150. De fraaie zeilschepen uit vroeger tijden zijn ons uit vele afbeeldingen bekend. Het zeilschip was aan het eind van de vorige eeuw bijna volmaakt, doch verdween daarna van de zee-oppervlakte. De evolutie van het roei- en latere zeilschip duurde ca. 6000 jaren.

De energie, opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen, kondigde zich aan met de eerste stoomschepen, omstreeks het jaar 1800. Hoewel het niet meer van de wind afhankelijk zijn voor oorlogsschepen van groot belang

werd geacht, duurde het toch nog tot na de Krim-oorlog voordat de grote marines zich volledig met dit soort voortstuwing konden verenigen. „To imagine seas dotted with ugly smoking funnels instead of beautiful sailing ships” was vooral voor vele Engelsen een moeielijk begrip. De technische ontwikkeling was echter niet meer te stuiten. Houten „ships-of-the-line” werden in grote aantallen voorzien van hulpstoomvermogen en van pantsering. Men maakte er zich grote zorgen over, omdat voor het eerst ontdekt werd dat oorlogsschepen snel kunnen verouderen.

In 1865 werd in Engeland the „Devastation” gebouwd, het eerste „ship-of-the-line” zonder hulpzeilvermogen. Het is de voorloper van de latere slag-schepen wier rol echter in 1945 uitgespeeld blijkt te zijn en waarvan de functie door het vliegkampschip werd overgenomen.

Gedurende de laatste 150 jaren werd de energie-opwekking uit fossiele brandstoffen steeds verbeterd, steeds doelmatiger ontwikkeld. Tot en met de eerste wereldoorlog gebruikte men kolen, daarna ging men op stookolie over. Ook de technische uitvoering van de energie-omzettingsinstallaties wordt steeds verbeterd. De uitvinding en toepassing van de schroef in het midden van de vorige eeuw is hierbij van groot belang. De stoomzuigermachines ruimden in vele gevallen het veld voor turbine en dieselmotor. De uitvinding van de dieselmotor maakte de droom van een onderzeeboot tot een realiteit.

De evolutie van de energie-opwekking en -omzetting voor de koopvaardij-schepen vertoont een analoog beeld. Deze ontwikkeling liep echter in fase achter bij die van het oorlogsschip. Het „economisch motief” dat voor koopvaardij-schepen geldt is veelal niet gediend van nieuwigheden. Voor oorlogsschepen daarentegen kunnen nieuwe technische ontwikkelingen van fundamenteel belang zijn.

Na de tweede wereldoorlog hebben slechts weinig deskundigen kunnen vermoeden dat na een periode van slechts 150 jaren de energie-opwekking uit fossiele brandstoffen voor bepaalde types oorlogsschepen plotseling ouderwets zou worden. De spectaculaire successen van de U.S. Navy onderzeeboten „Nautilus” en „Skate” maakte dit voor ieder duidelijk. Wat was er inmiddels gebeurd?

Reeds in de dertiger jaren droomden vele geleerden over de grote hoeveel-
heden energie die vrij zouden komen, zodra men er in zou slagen een zware
atoomkern te splijten. Ook in de V.S., met name bij het U.S. Naval Research
Laboratory, werd het belang hiervan in een vroeg stadium onderkend. De ge-
beurtenissen lieten niet op zich wachten. In 1939 publiceerden O. Hahn en
F. Straszmann hun ontdekking dat uranium, bestraald met neutronen, splijting
ondergaat. Op 2 december 1942 (op 40 dagen na 20 jaar geleden) gelukte het
Fermi en zijn medewerkers aan de universiteit te Chicago voor het eerst een
beheerste kettingreactie tot stand te brengen en energie hieraan te onttrekken.

In 1941 zag men ook de mogelijkheid in om de energie van de splijtings-
reactie voor destructieve doeleinden te gebruiken en toen de beslissing tot het
maken van de atombom was genomen, kreeg dit project top-prioriteit. Het
U.S. Naval Research Laboratory moest het scheepsvortstuwingproject laten
vallen. Na de tweede wereldoorlog werd het weer ter hand genomen en on-
danks vele negatieve invloeden bracht de U.S. Navy in september 1954 als
eerste kernonderzeeboot ter wereld de „Nautilus” in de vaart. Vanaf dat ogen-
blik werd een groots aanbouwprogramma voor nucleaire oorlogsschepen be-

gonnen. Momenteel zijn een kernvliegkampschip (de „Enterprise”), een lichte kruiser („Long Beach”), een torpedobootjagerleider (de „Bainbridge”) en ca. 30 kernonderzeeboten in de vaart. Een groot fregat met kernvoortstuwung is in aanbouw, evenals nog vele onderzeeboten, voornamelijk van het zgn. „Polaris”-type. Nog in juli 1962 werden nieuwe contracten voor aanbouw van kernonderzeeboten afgesloten. In totaal zijn 64 kernonderzeeboten gebouwd of in aanbouw.

In de V.S. werd eveneens een begin gemaakt met de kernvoortstuwung voor koopvaardij-schepen. Op 21 juli 1959 liep het eerste nucleaire koopvaardij-schip, de „Savannah”, van stapel. In 1962 heeft het proefgevaren en het bezoekt momenteel Amerikaanse havens. In 1963 zal het schip Europese havens bezoeken.

De U.S.S.R. heeft zich op het kernvoortstuwungsgebied evenmin onbetuigd gelaten. In 1960 kwam de ijsbreker „Lenin” in de vaart. Het schijnt, na aanvankelijke moeilijkheden, een aantal zeer succesvolle „ijsbreker”-tochten gemaakt te hebben. Het ijsbreken met een nucleair schip blijkt 3 à 4 maal effectiever te zijn dan met een conventioneel voortgestuwd schip. Een tweede ijsbreker met kernvoortstuwung is in aanbouw en plannen bestaan voor de bouw van een 60.000 DWT tanker. Aangenomen wordt dat de Russische marine momenteel 6 kernonderzeeboten in de vaart heeft en diverse in aanbouw. Een juist beeld van de situatie is niet te verkrijgen.

Het tijdperk van kernvoortstuwung is begonnen. In 1970 zullen ca. 120 schepen met kernvoortstuwung gebouwd zijn.

De geschiedenis van de energiebron voor schepen geeft het volgende beeld:

- 3.000 B.C.—1800: Menselijke energiebron evolueert zeer geleidelijk naar atmosferische energiebron. Energieomzetting door riemen, later zeilen.
- 1800—heden: De energiebron door verbranding van fossiele brandstoffen verdringt eerst geleidelijk en daarna sneller de atmosferische energiebron. Energieomzetting door middel van machines (stoomzuiger machines, dieselmotoren, turbines) en schroef.
- 1954—heden: De energiebron door splijting van zware atoomkernen verdringt voor een aantal schepen de conventionele energiebron. Energieomzetting geschiedt nog door middel van turbines en schroef (directe energieomzetting bevindt zich echter in het onderzoeksstadium).

Al met al duurde de evolutie van de atmosferische energiebron bijna 6000 jaren. De ontwikkeling van de fossiele energiebron is thans 150 jaren oud. De splijtingsenergiebron is pas 8 jaar in gebruik. Zestig jaar duurde het voor het stoomschip werd geaccepteerd; het nucleaire schip echter maakte al op één van de eerste reizen een tocht onder het Noordpoolijs. Welke lering dienen we uit deze historie te trekken?

De geschetste snelle evolutie van de kernvoortstuwung voor oorlogsschepen is slechts één facet van een veel meer algemeen, technisch gebeuren. Tijdens, maar vooral ná de tweede wereldoorlog, heeft zich in alle onderdelen van de techniek een explosieve ontwikkeling kenbaar gemaakt, waarvan het einde niet eens bij benadering is te schatten.

Deze ontwikkeling komt voort uit een en dezelfde impuls, de wetenschappelijke benadering van de technische praktijk. Zij heeft tot logisch gevolg een onderlinge integratie van bestaande deelgebieden der techniek — zowel van de civiele en militaire, als van de traditionele en recent ontstane technieken. De kerntechniek is wel een sprekend voorbeeld van dit gebeuren. De bloei van de „brugwetenschappen” als regeltechniek, elektronische informatieleer, stromingsleer zijn andere voorbeelden van deze integrerende tendens. De snelle evolutie van de geleide wapens stamt uit hetzelfde gebeuren. Ook hier vindt een voor velen verrassende confrontatie plaats van technische deelgebieden. Het is niet toevallig dat bij de U.S. Navy deze twee ontwikkelingen gelijktijdig plaatsvonden en bij de bouw van nieuwe schepen tot een symbiose leidde. De ontwikkeling van de kernvoortstuwing en van de geleide projectielen zijn dan elk symbionten te noemen van een zelfde explosieve ontwikkeling. Actieve deelname in deze technische expansie noopt tot aanvaarding van vele consequenties, zowel bij ontwerp, constructie, bouw, als bij bedrijfsvoering, functiebepalingen en opleidingen. Niet in het minst bij het technisch onderwijs in het algemeen.

2. *Verschillen tussen conventionele en nucleaire voortstuwing*

De beoordeling van kernvoortstuwing versus conventionele voortstuwing is mogelijk, indien de ketel uit een conventionele stoominstallatie vervangen wordt gedacht door een „nucleaire” ketel.

Vergeleken met conventionele voortstuwing doen zich bij de kernvoortstuwing de volgende mogelijkheden voor:

1. De mogelijkheid van de produktie van een hoog specifiek vermogen (grote energiedichtheid).
2. De mogelijkheid van langdurige bedrijfsvoering zonder brandstof te laden. Dit feit wordt van bijzondere betekenis indien een groot vermogen gevraagd wordt gedurende een lange reis of bij tochten in zeer afgelegen gebieden.
3. De mogelijkheid van bedrijfsvoering zonder zuurstoftoevoer. Dit feit is van bijzondere betekenis voor het onderwater varen.
4. De mogelijkheid om gedurende de reis op grote schaal bestraling toe te passen. Dit feit kan van belang zijn voor conserveringsdoeleinden en/of het maken van isotopen met korte levensduur.
5. De mogelijkheid om gedurende de reis ook extra energie te leveren, b.v. voor bepaalde processen, zonder dat de kosten van deze energie exorbitant hoog worden.

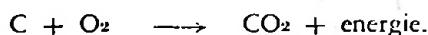
Vergeleken met de conventionele ketel veroorzaakt de nucleaire ketel echter:

1. Een groter gewicht (indien de brandstof voor een conventionele ketel *niet* wordt meegerekend);
2. extra voorzieningen bij de bouw van het schip;
3. Grotere kapitaalkosten en voor hoog verrijkte splijtstof ook grotere brandstofkosten.

3. *Vergelijking tussen de verbrandingsreactie en de splijtingsreactie*

Onder verbranding verstaan we het aangaan van een scheikundige verbinding onder energie-ontwikkeling van de elementen van de brandstof (b.v.

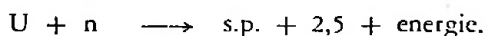
koolstof) met het element zuurstof. Een van de optredende reacties kan als volgt worden voorgesteld:



Het is duidelijk dat de zuurstof hier het element is dat de reactie inzet. Zonder zuurstof geen verbranding. Is de verbranding begonnen, dan wordt de zuurstof opgebruikt. Ten einde het verbrandingsproces aan de gang te houden, mocht steeds nieuwe zuurstof worden toegevoerd. Het bij de verbranding gevormde koolzuur (CO_2) is een van de verbindingen die met de rookgassen de schoorsteen verlaten. Een klein gedeelte van de verbrandingsprodukten is niet gasvormig en dient als as of als slak te worden verwijderd. Het voortdurende toevoeren van zuurstof en de regelmatige afvoer van de verbrandingsgassen, resp. vlieg-as of slakken zijn processen die het normale verbrandingsproces kenmerken.

Bij de kernsplijting hebben we met een geheel ander proces te maken. Ieder atoom bestaat uit een ijle buitenste schil, welke niet anders is dan een wolk van elektronen en een relatief zeer zware atoomkern. De kern is opgebouwd uit 2 soorten deeltjes: het proton (een positief geladen deeltje) en het neutron (een ongeladen deeltje van ongeveer gelijk gewicht als het proton).

De kern van de uraansoort U-235 bevat 92 protonen en 143 neutronen. De toevoeging van het 144ste neutron aan de kern doet een instabiele kern ontstaan, welke in 2 fragmenten van ongeveer gelijke grootte uiteenspat. De fragmenten worden met grote energie weggeslingerd en deze kinetische energie komt vrij in de vorm van warmte. Behalve de 2 genoemde fragmenten (splijtingsprodukten — s.p.) komt nog een aantal (twee of drie, d.w.z. gemiddeld 2,5) neutronen vrij. Het splijtingsproces kan nu symbolisch als volgt worden weergegeven:



Vergelijken we deze splijtingsreactie met de verbrandingsactie, waarbij koolzuur gevormd werd, dan is het volgende op te merken:

- het uraan vervult de rol van de brandstof;
- het neutron vervult de rol van de zuurstof;
- de splijtingsprodukten vervullen de rol van de verbrandingsprodukten.

Beschouwen we eerst eens de rol van het uraan versus de koolstof. Iedere brandstof bevat bestanddelen, welke zuurstof kunnen opnemen, zoals koolstof, waterstof en zwavel. Hoewel het koolstofgehalte per brandstof varieert, kan gesteld worden dat dit ca. 75—85 % bedraagt. Uitgezonderd voor het geval van onvolledige verbranding nemen alle koolstofdeeltjes aan het verbrandingsproces deel. Een brandstof met een laag koolstofgehalte wordt „slechte” kwaliteit genoemd.

In tegenstelling met de natuurlijke brandstoffen met hun koolstofgehalte bestaat het natuurlijke uranium slechts voor één 144ste deel uit het reeds genoemde splijtbaar U-235: 99,3 % bestaat uit U-238 (92 protonen en 146 neutronen), dat niet of nauwelijks voor splijting in aanmerking komt. Deze twee soorten uranium staan in het periodiek systeem op dezelfde plaats, hetgeen inhoudt dat zij dezelfde chemische eigenschappen bezitten. Om het splijtbaar gedeelte van uranium te vergroten, dienen we dit te „verrijken”. Zo be-

tekent 3 % verrijkt uranium dat 3 % van het uranium bestaat uit de splijtbare atoomkernen U-235. Het verrijken verhoogt echter aanmerkelijk de kosten van het uranium.

Voór wat betreft de rol van het neutron versus zuurstof valt het volgende op te merken. Het verschil tussen de verbrandingsreactie en de splijtingsreactie is dat bij de laatstgenoemde reactie nieuwe neutronen vrij komen. Dit feit verschafft de mogelijkheid om de splijtingsreactie aan de gang te houden zonder dat nieuwe neutronen toegevoerd moeten worden.

Conventionele brandstoffen bevatten naast de brandbare elementen zoals koolstof, waterstof, etc. ook nog elementen die geen bijdrage leveren voor de energieproductie. Deze elementen oefenen een parasitaire werking uit op de verbranding en verminderen de hoeveelheid nuttige energie die eigenlijk uit de brandstof verkregen had kunnen worden. De rookgassen zelf bevatten ook een hoeveelheid energie die bij de verbranding verloren gaat.

De bij de splijtingsreactie gevormde splijtingsprodukten veroorzaken een analoog verschijnsel. Zij ontstaan wanneer de uraniumkern na invang van het neutron uit elkaar spat. De wijze waarop een bepaalde kern kan splijten, kan echter zeer verschillend zijn. In hoofdzaak worden er steeds een licht en een zwaarder element gevormd. De kans op een symmetrische splijting is vrij zeldzaam. In totaal worden bij de splijting ca. 80 nieuwe elementen gevormd. Het zou wel heel toevallig zijn indien bij het uiteenspatten van een uraniumkern twee nieuwe elementen zouden ontstaan die een stabiele samenstelling zouden hebben. Sommige elementen zullen graag extra neutronen absorberen alvorens zij stabiel worden, andere elementen zullen nog extra neutronen afgeven alvorens ook zij stabiel worden. Bekend is dat een aantal gevormde nieuwe elementen bijzonder goed neutronen wil absorberen en daardoor hinderlijk is voor de voortzetting van de splijtingsreactie. Men zegt dan dat de splijtstof vervuult. De elementen die het meest storen zijn Xenon en Samarium. In het uranium hopen zich steeds meer splijtingsprodukten op en het kan nu zijn dat zoveel neutronen „parasitair“ geabsorbeerd worden dat de splijtingsreactie uitdooft. Dit verschijnsel is analoog aan het bekende feit dat het vuur in een ketel ook uitdooft indien de zuurstoftoevoer voldoende verminderd wordt.

De niet stabiele splijtingsprodukten zullen, al of niet met absorbtie of afgifte van neutronen, radioactief vervallen in stabiele eindprodukten. Dit radioactief verval verloopt met energie-afgifte in de vorm van beta en gamma straling. De splijtingsprodukten moeten daarom beschouwd worden als het begin van radioactieve vervalreeksen. De tijdsduur waarin dit radioactief verval plaatsvindt varieert van enkele seconden tot vele jaren. De wijze waarop dit radioactief verval plaatsvindt kan door geen enkele invloed van buitenaf bepaald worden. Het gevolg van dit verschil met conventionele verbranding is dat de plaats waar de splijtingsprodukten zich gevormd hebben, gekoeld moet blijven, ook wanneer de splijtingsreactie zelf gestopt is. Het radioactief uiteenvallen van de splijtingsprodukten veroorzaakt echter nog een tweede complicatie. De vrijkomende neutronen- en gammastraling dringt gemakkelijk door materialen heen. Op deze wijze kan een zeer schadelijke werking uitgeoefend worden op levende en dode materie. Dit houdt in dat men de gevormde splijtingsprodukten niet kan laten ontsnappen noch dat men deze produkten zo maar als „as of slak“ kan verwijderen. Het is noodzakelijk om de splijtingspro-

dukten zodanig in te pakken dat zij geen schadelijke invloed kunnen uitoefenen op de omgeving. Pas na verloop van een zekere tijd zal men de radioactieve splijtingsprodukten op een veilige wijze kunnen verwijderen.

Bij de verbrandingsreactie komt energie vrij (kinetische energie van de moleculen van de verbrandingsgassen) in de vorm van warmte. De rookgassen geven deze energie af door straling en convectie. Bij de splijtingsreactie komt de energie vrij in verschillende vormen:

- a. kinetische energie van de splijtingsprodukten
- b. kinetische energie van de splijtingsneutronen
- c. energie in de vorm van primaire gammastraling.

Door het afremmen van a en b en de absorptie van de primaire gammastraling ontstaat warmte die in hoofdzaak door geleiding en convectie afgevoerd wordt. De energieinhoud van 1 kg uranium (100 % verrijkt) staat ongeveer gelijk met 2500 ton steenkolen. Het is juist dit belangrijke feit waardoor men zoveel aandacht besteedt aan de energieproductie door middel van splijtingsreactie.

De analogie tussen de verbrandingsreactie en de splijtingsreactie is nu in het kort als volgt samen te vatten:

Verbrandingsreactie:

- a. Als brandstof voornamelijk koolstof, dat voor ca. 75 % in de natuurlijke brandstoffen aanwezig is.
- b. Voor de verbranding is zuurstof nodig die voortdurend toegevoerd moet worden.
- c. Bij de reactie komt energie vrij in de vorm van verhoogde kinetische energie der rookgasmoleculen. Deze energie wordt als warmte voornamelijk door straling en convectie afgevoerd.
- d. Bij de verbranding ontstaan een aantal produkten die warmte parasitair absorberen.
- e. De rookgassen kunnen in de atmosfeer continu worden afgevoerd.
- f. De rookgassen bevatten een hoeveelheid energie die door de schoorsteen verloren gaat.

Splijtingsreactie:

- a. Als brandstof voornamelijk de uranium isotoop U-235 die slechts voor 0,72 % in het natuurlijk uranium aanwezig is.
- b. Voor de splijting zijn neutronen nodig, deze worden bij de reactie opnieuw gevormd.
- c. Bij de reactie komt energie vrij in de vorm van kinetische energie van splijtingsprodukten en neutronen- en gammastraling. Deze energie wordt als warmte voornamelijk door geleiding en convectie afgevoerd.
- d. Bij de splijting ontstaan een groot aantal splijtingsprodukten dat de neutronen parasitair kan absorberen.
- e. De splijtingsprodukten zijn radioactief en kunnen niet in de atmosfeer afgevoerd worden. Zij hopen zich in de reactor op en worden in de meeste gevallen discontinu verwijderd.
- f. De splijtingsprodukten bevatten een hoeveelheid energie die nuttig gebruikt wordt zolang de reactor in bedrijf is en verloren gaat zodra de reactor wordt afgezet.

Het beheersen van de radioactieve, energieproducerende splijtingsprodukten maakt vele maatregelen noodzakelijk bij constructie, bedrijfsvoering, verzekeringen, havenvoorzieningen e.d. In vergelijking met conventionele verbranding waarbij de rookgassen onbelemmerd de schoorsteen uitgaan, veroorzaken de splijtingsprodukten de verhoging van kapitaalskosten van de reactorinstallatie, extra kosten voor voorziening voor de splijtstofcyclus, havenkosten, verzekering e.d. Dit feit is van fundamenteel belang en de oorzaak dat de kernenergie en ook de kernvoortstuwing met kernenergie niet zo economisch aanloopt als oorspronkelijk werd gedacht.

4. *Veiligheidsaspecten*

Landreactoren en scheepsreactoren vertonen vele verschillende kenmerken. Voor de bedrijfsvoering van beide typen is het echter van het grootste belang dat de ontsnapping van splijtingsprodukten naar de buitenlucht voorkomen wordt. Afgezien van deze gemeenschappelijke noemer zijn bij de scheepsreactoren een aantal factoren te noemen die extra aandacht behoeven, en wel:

1. De vraag van gewicht en ruimte speelt bij scheepsreactoren een grote rol. Toegankelijkheid, onderhouds- en herstellingsmogelijkheden kunnen er door beperkt worden.
2. De scheepsbewegingen oefenen invloed uit op het ontwerp, de bouw en de werking van de vele reactoronderdelen. De zeelucht zal speciale corrosieproblemen veroorzaken.
3. Het schip is een voorwerp dat zich verplaatst. Stranden van schepen, brand aan boord en aanvaringen van schepen onderling zijn geen onbekende verschijnselen. Het ontwerp en de constructie dient dan ook rekening te houden met deze eventualiteiten.
4. De belasting van landreactorinstallaties zal onder vele omstandigheden betrekkelijk regelmatig zijn. Voor scheepsinstallaties is dit anders. Vermogenswisselingen van vol vooruit-stop-achteruit zijn bij schepen heel gewoon.
5. De gevolgen van het uitvallen van een landreactorinstallatie zijn veel minder ernstig dan van een scheepsreactorinstallatie. Een schip zonder vermogen is hulpeloos. De nucleaire installatie zal dan ook zeer betrouwbaar moeten zijn. Een schip met één reactorinstallatie dient over zoveel hulpvermogen te beschikken dat het in alle gevallen bestuurbaar blijft.
6. Het bedienend personeel van landreactor- en scheepsreactorinstallaties zal speciaal geoefend moeten zijn. Gebeurt er iets met een landreactor dan kan men altijd de telefoon opnemen en hulp vragen. Voor een schip is dit veel moeilijker. De kwaliteit en de training van personeel moet hierop berekend worden.
7. Landreactoren staan vast opgesteld in de nabijheid van of ver weg van grote bevolkingscentra. Voor scheepsreactoren zijn niet alleen de bemanning en passagiers voortdurend vlak in de buurt, maar beweegt het schip in en uit dichtbevolkte en minder dicht bevolkte havens.

De constructie en de bedrijfsvoering van scheepsreactoren zal behalve met de algemene reactortechnische eisen in het bijzonder met bovengenoemde punten rekening moeten houden.

Het veiligheidsaspect voor scheepsreactoren is echter zo complex en gebrek aan standaardisatie bij de bestaande plannen is zo volkomen, dat internationale voorschriften maar zeer algemeen zijn te formuleren. Voor de eerstkomende

tijd zal men schip voor schip op zijn eigen technische en veiligheidsmerites moeten beoordelen.

De tijd is evenwel voorbij dat „reactorspecialisten” hun reactor als een „black box” kunnen afleveren aan energiecentrales, scheepswerven, etc. Uit het oogpunt van veiligheid zijn het nu de verzekeringsmaatschappijen die de eisen gaan stellen. Technische evaluatie dient reeds te beginnen bij het eerste ontwerpstadium. De grote vraag blijft dan echter wie dit met kennis van zaken kan en mag doen.

Nationaal bezien is een technische, resp. veiligheidsevaluatie voor vele landen reeds een probleem. Internationaal ligt dit nog veel droeviger. Het is zeer wel in te denken dat in verschillende landen de veiligheidsnormen zullen gaan verschillen. Voor een schip dat de wereldhavens zal bezoeken, levert dit ongetwijfeld problemen.

Over reactorveiligheid zijn vele boeken vol geschreven. De blijvende waarde van dit alles zal men pas onderscheiden als er inderdaad schepen gebouwd worden. Dan pas zal men de specifieke „scheepseisen” leren kennen.

Uit het oogpunt van reactorveiligheid lijkt een grote mate van standaardisatie nuttig en noodzakelijk. Internationale samenwerking voor beoordeling en formulering van veiligheidscriteria is momenteel nog zeer academisch. Men zal zich pas ernstig met dit soort problemen gaan bezighouden indien het nucleaire schip binnenkort in een haven verwacht kan worden.

In 1960 vond in Londen de „SOLAS”-conferentie plaats (Safety of Life at Sea). Voor nucleaire schepen werd bepaald dat wanneer een schip een land gaat bezoeken, over dit schip een „safety assessment” moet zijn ingediend. In dit „safety assessment” moet alles vermeld worden dat op de veiligheid van invloed kan zijn: ontwerp, constructie, radiobiologische veiligheid en bedrijfsvoering. Op basis van dit „assessment” is dan een goede benadering van het probleem mogelijk.

Nauw verbonden met de reactorveiligheid is het probleem van de wetgeving. Discussies over een nucleaire wetgeving liggen nog in grote mate in de emotionele sfeer.

„Never in history has society been confronted with a power so full of potential danger and at the same time so full of promise for the future of man and for the peace of the world.” Deze uitspraak zou van toepassing kunnen zijn op de kernenergie, ware het niet dat ze afkomstig is van de „Joint Committee on the Horseless Carriage” in het jaar 1875, sprekende over de verbrandingsmotor.

„Full of promise for the future of man”, daarbij ook „full of potential danger”. Een beschouwing over de motivering en eventuele eisen der kernenergiewetgeving kan nog goed zijn zonder dat er ervaringsgegevens bekend zijn (hoeveel moest er wel aan te pas komen en hoeveel professoren schreven kranten vol naar aanleiding van het verlies van een cobaltnaald in de neus van het meisje van Putten een aantal jaren geleden). Aan de andere kant valt te signaleren dat de huidige verkeerswetgeving niet eens voldoende is om het in 1875 voorspelde „potential danger” te bestrijden. Deze beschouwing zou op deze plaats veel te lang duren — een paar kenmerkende punten zou ik willen vermelden.

Indien het „gewone” verkeer geconfronteerd zou worden met de drastische eisen die voor de kernenergiewetgeving worden voorgesteld, dan zou aller-

eerst het aantal verkeersslachtoffers ook dramatisch verminderen. Er zouden slechts een relatief gering aantal auto's mogen rijden. Onnodig te zeggen dat de economie in Nederland zeer nadelig beïnvloed zou worden. Men denke alleen maar aan de slag die dit voor het toerisme zou betekenen.

Aan de andere kant, laten we hopen dat de kernenergiewetgeving niet als volgt zal verordenen:

- Het werken met een stralingsbron van 50 eenheden is in een stad toegestaan; 60 à 70 eenheden is ook niet zo erg als je maar geen brokken maakt.
- Een beetje dronken met de stralingsbron zitten spelen is ook niet zo erg als je maar geen brokken maakt.
- Indien je brokken maakt heeft de stralingswerker te allen tijde voorrang op de niet-stralingswerker.

5. *Opmerkingen over kosten, economie en toekomst*

De voordelen van grote energiedichtheid, langdurige bedrijfsvoering en bedrijfsvoering zonder zuurstoftoevoer deed de U.S. Navy reeds in 1956 besluiten om geen conventionele onderzeeboten meer te bouwen.

Het aanbouwprogramma van meer dan 60 onderzeeboten schept de mogelijkheid van grote serie-bouw, aangezien men reeds in een zeer vroeg stadium gestandaardiseerd heeft op één reactortype. Het gevolg van seriebouw, ervaring en vereenvoudiging is dat de kosten slechts $1,5 \times$ zo groot zijn als die van een conventionele boot.

Voor de bovenwaterschepen besloot men om eerst van elk type eene prototype te bouwen. Enige gegevens volgen hierover.

Kernvliegekampschip: „Enterprise” — 86.500 ton — bemanning 4600 man — 8 reactoren leveren een vermogen van 280.000 apk. Het schip kan 140.000 zeemijlen volle kracht varen — bouwduur 4 jaren — kosten 450 miljoen dollar, waarvan 165 miljoen voor de voortstuwingsinstallatie en energievoorziening. In de vaart gebracht november 1961.

Kernkruiser: „Long Beach” — 14.000 ton — bouwduur $2\frac{1}{2}$ jaar — bouwkosten 320 miljoen dollar i.p.v. de oorspronkelijk geraamde 85 miljoen — kosten voortstuwingsinstallatie 40 miljoen. In de vaart september 1961. Voortstuwingsinstallatie bestaat uit 2 reactoren.

Kerntorpedobootjager: „Bainbridge” — 7900 ton — bouwduur $2\frac{1}{2}$ jaar — bouwkosten 148 miljoen — actieradius 150.000/180.000 zeemijlen op volle kracht — in de vaart juli 1962. Uitgerust met 2 reactoren.

Kernonderzeeboten met Polarisraketten: hiervan zijn verschillende klassen. De laatste is 6900 ton — bouwduur 18 maanden — bouwkosten 105 miljoen dollar — voortstuwingsinstallatie 15 miljoen.

Kernonderzeeboten van het „hunter-killer” type: Ook hiervan zijn al meerdere typen. Het laatste, de „Thresher” (verbeterde „Skipjack”) is 3747 ton — bouwduur 18 maanden — totale bouwkosten 49 miljoen dollar — kosten van de voortstuwingsinstallatie 14 miljoen dollar.

In het „Pentagon” zijn de argumenten over het voor en tegen van de kernvoortstuwings vaak ver te horen geweest. De hogere kosten werden veelal als hoofdtegenargument gebruikt. Conservatieve kringen vonden nucleaire oppervlakteschepen overbodige luxe. Het laat zich aanzien dat de aandacht voorlopig verder gericht zal worden op de bouw van torpedobootjagers met kern-

voortstuwings. Is dit eenmaal gelukt, dan zal men vermoedelijk pas besluiten of alle andere grotere schepen ook kernvoortstuwings zullen krijgen. De snelheid, waarmee de U.S. Navy overschakelt op de nucleaire voortstuwings hangt niet alleen af van technische vraagpunten, maar ook van de kostenaspecten. Hoe meer ervaring, hoe eenvoudiger de installatie, hoe lager de kosten per apk, des te sneller zal de overschakeling op kernenergie zijn.

Van groot belang worden verder de extra voorzieningen voor deze nucleaire vloot. Mogelijkheden voor het uitvoeren van herstellingen in al of niet besmette omstandigheden. Aanvoer van reserve onderdelen. Met de bouw van hulpschepen is men dan ook begonnen.

In Engeland is thans bij Vickers-Armstrongs te Barrow-in-Furness de „Dreadnought” in afbouw en de „Valiant” op stapel gezet. Plannen bestaan elk jaar een kernonderzeeboot te bouwen. Door de aankoop van een in de V.S. gemaakte reactorinstallatie heeft de Royal Navy niet alleen aan tijd, maar ook aan geld gewonnen. Een prototype onderzeebootreactor voor onderzoek en opleiding is naar Brits ontwerp gebouwd en in gebruik te Dounreay (Admiralty Reactor Test Establishment).

In Frankrijk hoopt men in de jaren 1967/68 met de proeftochten van de eerste nucleaire onderzeeboot te beginnen. In het reactorcentrum te Cadarache wordt momenteel het prototype van de onderzeebootreactor gebouwd. Het ontwerp van de reactor is geheel Frans — de V.S. leverden de noodzakelijke hoogverrijkte uranium. Een Frans verzoek voor de levering van een nucleaire voortstuwingsinstallatie werd destijds door de V.S. afgewezen.

In de jaren 1970—1980 zal de U.S. Navy praktisch geheel overgeschakeld zijn op kernvoortstuwings. Het laat zich aanzien, gezien de moeite die de Royal Navy zich getroost heeft, dat zij zo spoedig mogelijk dit voorbeeld zal volgen. Ongetwijfeld zal de typisch praktisch ingestelde Engelse denkwijze geënt worden op de verkregen Amerikaanse technieken en mogelijkerwijze leiden tot kostenbesparingen. Het kostenprobleem voor de voortstuwings dient dan ook niet overtrokken te worden — de grote vlucht die de verschillende wapensystemen hebben genomen doet het nucleaire kostenbeeld verbleken. Indien men de gehele nucleaire voortstuwingsinstallatie op een presentieerblaadje aangeboden zou krijgen, zou men in Engeland slechts vijf i.p.v. vier kernonderzeeboten kunnen bouwen.

De Voorzitter:

Mijnheer Vinke, ik dank u voorlopig zeer voor uw voordracht. Ik neem aan — u heeft het zelf al aangeroerd — dat u na de pauze bereid bent om vragen die mochten zijn opgekomen, te willen beantwoorden. Dan zullen wij nu een kwartier pauzeren.

De Voorzitter:

Mijne heren, Admiraal Pröpper, Kolonel Feuilletau de Bruyn en Kapitein ter Zee van de Verbindingsdienst b.d. Gestel hebben zich opgegeven voor het debat.

Ik mag u dan verzoeken in deze volgorde uw vragen te stellen, dan wel uw opmerkingen te maken.

Admiraal Pröpper:

Mijnheer de voorzitter, ik zou enkele vragen aan de inleider willen stellen.

In de eerste plaats heeft hij een aantal schepen opgenoemd, die uitgerust zijn met reactoren. Deze schepen zijn van verschillende landen. Ik vraag mij af of deze allemaal van hetzelfde type zijn en welk type dat is. Is het voorts in de toekomst nog te verwachten, dat men tot andere types zal overgaan?

Een tweede punt, dat mij interesseert, is het probleem van het thermisch nuttig effect. Het is een factor, die bij de normale installaties altijd van groot belang is. Wordt er bij de constructie van de atoomreactoren ook rekening mede gehouden of is het een factor waar men van zegt: „Dat komt later wel, we hebben nog zoveel problemen omhanden, dat het op het ogenblik nog niet urgent is om zich erin te verdiepen.”

En de derde vraag is meer een kwestie van de politiek, die hier in Nederland gevolgd wordt t.o.v. het onderwerp. Een politiek die mij als marineman natuurlijk altijd bijzonder geïnteresseerd heeft, omdat de financiële mogelijkheden voor de krijgsmacht zelf altijd zeer gelimiteerd zijn geweest. Geld kan maar één keer uitgegeven worden en wij moesten het accent leggen op andere gebieden dan direct de atoomvoortstuwung. Maar, zoals de inleider vanavond reeds zeide, het is een revolutionaire ontwikkeling, doch ik krijg niet de indruk dat er in Nederland bepaald revolutionair gercageerd is. Integendeel, ik durf het hier wel zeggen, het heeft mij altijd verbaasd met wat voor laksheid dit probleem in Nederland eigenlijk is aangevat. Ik kan het wel vergelijken. Ik heb voortdurend de indruk gehad alsof wij als een kleine jongen door een gaatje in de tent van een circus zaten te kijken en probeerden om toch nog iets op te vangen wat er in de piste gebeurde. Men ziet natuurlijk wel iets, maar dat is vanzelfsprekend altijd maar zeer miniem; men kan zich als kind wellicht nog gelukkig voelen met wat men daar ziet. Maar ik meen toch, dat wij als Nederlanders, speciaal op het technisch niveau waar wij thans staan, ons toch eigenlijk wel te veel op de achtergrond hebben gehouden.

Ik zou de inleider van hedenavond willen vragen of hij mijn mening deelt en of hij nog mogelijkheden ziet om deze mentaliteit in Nederland enigszins te veranderen. Ik dank u, mijnheer de voorzitter.

Kolonel Fenilletau de Bruyn:

Mijnheer de voorzitter, met de eindvraag, die ik dadelijk zal stellen zal ik maar beginnen. Ik kan namelijk zelf die vraag nog niet beantwoorden en stel haar om daarover een discussie uit te lokken.

Laat ik echter beginnen met op te merken dat ik het met de spreker niet eens ben en meen, dat er in Nederland zeer veel gebeurt op het gebied van de atoomenergie. Ik wil in de eerste plaats verwijzen naar het Reactor Centrum Nederland, dat samenwerkt met Euratom, het centrale lichaam van de E.E.G.-landen voor de ontwikkeling van de kernenergie. Beide hebben een associatie-contract gesloten, waarbij Nederland 28 miljoen in de kosten van de gemeenschappelijke samenwerking zal bijdragen en Euratom 17 miljoen. Bovendien is aan het Reactor Centrum Petten de opdracht gegeven om een ontwerp te maken van een scheepsreactor. Nederland zal tien miljoen gulden aan dit plan uitgeven en Euratom zeven miljoen. Dat associatie-verdrag loopt over de jaren 1961 tot 1964 en het plan moet dan klaar zijn.

Verder wil ik er op wijzen, dat wij in Nederland beschikken over „Neraatom”, dat toch wel kan wijzen op enkele behoorlijke successen. Neraatom is een organisatie van grote ondernemingen waaronder behoren de Rotter-

damse Droogdok Maatschappij, de Schelde, enkele grote machinefabrieken en Philips, die te zamen beschikken over een meerzijdige groep van specialisten. Wanneer Neratoom een speciale opdracht krijgt, poolen de ondernemingen hun krachten en middelen en zoeken zij voor de opdracht de meest geschikten uit. Het is dus niet juist dat er vrijwel niets gebeurt in Nederland. Het tegendeel is waar. Ik geloof dat wij internationaal een goede reputatie hebben. Ik wil onder meer wijzen op de reactor van Ispra (Italië), waarvan Neratoom en enkele ingenieursbureaus het ontwerp hebben gemaakt. Ik geloof, dat wij niet al te bescheiden moeten zijn en dat wij op het gebied van de atoomenergie toch wel wat presteren.

Nu is er echter een moeilijkheid. Wél kunnen wij praktisch — op enkele uitzonderingen na — een hele reactor bouwen, behalve de brandstofelementen, omdat wij er nog niet in geslaagd zijn zelf splijtbaar uranium te maken. En om de brandstofelementen draait eigenlijk alles. Want langzamerhand zal men zich naar mijn mening in de toekomst steeds meer toeleveren op de bouw van reactoren, die met verrijkt uranium werken. De reactie in die reactoren is natuurlijk veel heftiger, waardoor zij gevaarlijker zijn in het gebruik. Men zoekt nog altijd naar afdoende middelen om die veiligheid voldoende groot te maken. Maar tot op zekere hoogte is het gevaar bij het gebruik van de „pressured water reactor”, waarmee thans de meeste atoomschepen zijn uitgerust, klein. Hoe het ook zij, wanneer men met reactoren met verrijkt uranium wil werken, moet men over splijtbaar uranium 235 beschikken.

Maar hoe komen wij aan dat U235? Wij houden de hand op en vragen aan Amerika om die hand daarmee te vullen en praktisch is Amerika altijd bereid om aan onze wensen te voldoen. Maar wanneer het gaat om de vraag wie de beslissing moet nemen voor het inzetten van atoomwapens, dan zegt Amerika: „Wij alleen beslissen”. Amerika maakt dus uit óf, waar en wanneer atoomwapens in worden gezet.

Wij weten allen, dat de generaal De Gaulle zich daar niet bij heeft neergelegd. Maar vooral in de allerlaatste tijd — ik spreek van ongeveer twee maanden geleden — begint zich een ontwikkeling te vertonen, die toch wel onze aandacht verdient. In de maand juli l.l. is er een heftige oppositie gevoerd in de Franse senaat, waarbij vele senatoren zich er krachtig tegen hebben verzet, dat een bedrag van ongeveer 400 miljoen gulden zou worden besteed voor de uitbreiding van de separatiefabriek van Pierrelatte. Pierrelatte is gelegen in het Departement Bouches du Rhône, dicht bij Donzère, bij de grote stuwdam in de Rhône. Dit is begrijpelijk, omdat de separatiefabriek grote hoeveelheden elektrische energie verbruikt.

Men heeft ook in Engeland een proeffabriekje voor de separatie van U235 gebouwd. Maar de Engelsen zijn niet tot uitbreiding van de fabriek overgegaan, omdat de kosten te hoog waren. De Fransen zijn er echter wel mee doorgegaan. Laat ik echter constateren dat het „Plan Pierrelatte” niet van generaal De Gaulle afkomstig is. In 1957 is de beslissing over dit plan gevallen onder de regering van Guy Mollet, een socialist.

Die separatiefabriek heeft ten doel om het splijtbare U235 af te scheiden uit het natuururanium, een mengsel van U235 en U238. De Fransen kunnen overigens net zoveel natuururanium vervaardigen als zij willen. Zij beschikken over de ertsen, die in het moederland voorkomen en over de ertsen van MadagascAR. Zij maken dan ook in een eigen fabriek hun eigen natuururanium.

Bovendien beschikken zij over een fabriek, waarin dit natuururanium wordt omgezet in gasvormig uranium, namelijk het uranium-hexafluoride. Dit wordt door talrijke vliezen (er zijn er ongeveer 3000) gepompt, voordat de fabricatie is afgelopen en uranium 238 vrijwel geheel uit het natuururanium is afgescheiden en in de cellen achter is gebleven, zodat men uranium 235 overhoudt. De Fransen gebruiken dit splijtbaar uranium niet alleen voor atombommen, maar ook voor economische doeleinden, dus ook als brandstof voor de reactoren. En zo krijgt men dus de eigenaardige situatie, dat niet Engeland, maar Frankrijk in 1967, wanneer de fabriek gereed zal zijn, de leidende atoommogendheid van Europa zal zijn.

Amerika beschikt al enige jaren over drie grote separatiefabrieken. Op het ogenblik bouwt dus Frankrijk een soortgelijke grote fabriek, die in 1967 in staat zal wezen om een hoeveelheid uranium 235 te produceren, die voldoende is om er in één jaar tijds 1000 bommen van 20 kiloton mede te vervaardigen. Bommen, die in explosief vermogen dus even groot zijn als die van Hiroshima. Daardoor gaat het hele vraagstuk van atoompolitiek zich in andere banen bewegen.

Welke houding moeten wij als klein land ten aanzien van de veranderde situatie aannemen? Amerika zal niets meer tegen deze ontwikkelingsgang kunnen doen, omdat de fabriek al op gang is gebracht. Want een gedeelte van de fabriek bestaat al en de 400 miljoen gulden waren bestemd voor de verdere uitbreiding. De hoeveelheid elektrische energie, die de fabriek overigens per jaar verbruiken zal, is gelijk aan het elektriciteitsverbruik van het hele industriegebied van het Département du Nord. Dit bedrijf is dus op grote schaal opgezet en generaal De Gaulle steekt zijn bedoeling niet onder stoelen en banken wanneer hij zegt: „Wij hopen van Pierrelatte een centrum van atoomwetenschappen te maken in West-Europa.”

Daar gaat het dus naar toe. Ik zou er niets tegen hebben wanneer deze Franse politiek ten doel had om de infrastructuur van de wapenindustrie van de E.E.G. en een Verenigd Europa te versterken. En ik geloof, dat de Fransen daar wel naar toe willen. Maar worden wij dan niet te veel afhankelijk van Frankrijk? Dit behoeft geenszins het geval te zijn, wanneer Pierrelatte deel uitmaakt van de gezamenlijke oorlogsindustrie van West-Europa en de internationale produktie van wapens en oorlogsmateriaal over alle landen van de E.E.G. en de NATO wordt gespreid. Zo kan bij voorbeeld Frankrijk het uranium 235 leveren en zullen andere landen de onderdelen van de raketten vervaardigen, waarmee de „warheads” geladen met splijtbaar stof worden vervoerd naar het doel. Op den duur krijgt men daardoor een zodanige verflechting van de rakettenindustrie, dat daaruit geleidelijk aan de verflechting van de gehele internationale wapenindustrie kan groeien, hand in hand gaande met de economische verflechting. Alleen op die basis zal het mogelijk zijn op zakelijke gronden een confederatie „Verenigd Europa” tot stand te brengen.

Mijnheer de voorzitter, dit zijn de denkbeelden, die bij mij op zijn gekomen en waarover ik graag de mening zou willen horen van de andere heren, die hier ter vergadering aanwezig zijn. Ik heb zelf nog geen positieve oplossing van het probleem, maar ik zou de ideeën van anderen graag willen vernemen.

Dan zou ik nog gaarne een vraag stellen. Zoals u weet sluit Euratom op het ogenblik verschillende associatie-contracten voor de ontwikkeling van

scheepsreactoren en atoomschepen, niet alleen met ons, maar ook met Italië. Met dit land is voor de voortstuwing van schepen een associatie-contract getekend, waarbij de Fiat-fabrieken en de Ansaldo Scheepswerven betrokken zijn.

In Frankrijk is een dergelijk verdrag aanhangig waarbij voor de voortstuwing van schepen gebruik zal worden gemaakt van gasgekoelde reactoren. Nu sluit een associatie-contract in, dat alle ontdekkingen die gemaakt zijn via Euratom moeten worden doorgegeven aan de andere lid-staten. Ligt het daarom misschien naar uw mening niet voor de hand, dat verschillende lid-staten van Euratom door „rechtstreekse” samenwerking tot een oplossing der problemen trachten te komen? Zou dat de samenwerking en verbondenheid der lid-staten niet ten goede komen? Ik dank u, mijnheer de voorzitter.

Kapitein ter Zee Gestel:

Mijnheer de voorzitter, min of meer ongewild ben ik betrokken in de vorige discussie. Dit betreft een onderwerp waar wij wel een gehele avond over kunnen discussiëren en ik zal het dan ook niet proberen.

Ik wil wel even een aspect naar voren brengen dat verband houdt met het feit, dat wij in Nederland zo weinig aan kernenergie doen: Wij zijn in de Neratoomgroep nu al acht maanden bezig om een drietal ingenieurs aan te trekken, die bekwaam zijn op het gebied van de reactor-techniek. In die acht maanden is het ons gelukt om er één aan te trekken.

De oorzaak daarvan is niet, dat wij ze onvoldoende betalen en de T.H. in Delft doet haar uiterste best om deze ingenieurs aan te maken — als ik het zo mag noemen — onder aanvoering van Ir. Vinke, die hiervoor zijn uiterste best doet.

Maar het blijkt dat vele van deze ingenieurs als zij afgestudeerd zijn, ander werk gaan doen dan kernenergie om de eenvoudige reden, dat hierin in Nederland zo weinig perspectief zit. Dit is een aspect, wat ons bijzonder na aan het hart ligt en dat ons verontrust.

Ik wil op dit onderwerp niet nader doorgaan, het heeft niets te maken met de vraag die ik wilde stellen. Er zijn zoveel vertakkingen aan dit aspect, dat het op dit uur te veel tijd zou vergen er op in te gaan.

Als u geen bezwaar heeft, mijnheer de voorzitter, dan zou ik thans mijn eigen vraag willen stellen. Deze heeft betrekking op het volgende:

Ik heb met belangstelling geluisterd naar de bijzonder belangwekkende voordracht van de heer Vinke en daarbij is mij opgevallen, dat de heer Vinke voortdurend heeft gehamerd op het feit, dat voor verdere ontwikkeling van reactor-typen de enige oplossing is deze daadwerkelijk uit te voeren en niet om papieren projecten te maken. Wij hebben al duizenden papieren objecten gemaakt in Europa. Maar als wij dan kijken, wat er nu gebeurt, dan zien wij op het ogenblik dat er in de wereld — ik wil niet over het nationale vlak spreken op het ogenblik — op het gebied van de stationaire reactoren, kerncentrales dus, heel wat gebeurt, zowel in Europa als in Amerika. Engeland heeft hier het voorbeeld voor gegeven. En als wij dan kijken wat voor type reactoren dat zijn, dan zien wij, dat in Engeland in hoofdzaak gasgekoelde, in Amerika zowel hoge temperatuur gasgekoelde als water-gekoelde, als vloeibaarmetaal gekoelde en organisch gekoelde reactoren worden gebouwd. Maar als wij daarnaast kijken naar de scheepsreactoren, dan zien wij — als wij de militaire scheepsreactoren buiten beschouwing laten — dat er zegge en schrijve

gebouwd is: de Lenin, met een hoge-drukwater reactor, de Savannah met een hoge-drukwater reactor, en dan houdt het helemaal op.

Als wij nu even terugzien in de geschiedenis naar de ontwikkeling van de voortstuwing, of liever gezegd, de ontwikkeling van de energiebron voor de voortstuwing dan zien wij, dat zowel de stoommachine als de stoomturbine als de dieselmotor hun ontwikkeling gevonden hebben door de scheepsvoortstuwing. Daar zijn altijd de impulsen geweest en de initiatieven om deze machines verder te ontwikkelen. En het merkwaardige is, dat wij nu bij de kernenergie precies het omgekeerde zien. Dat daar de scheepsvoortstuwing volkomen achterblijft bij de ontwikkeling op landgebied. En mijn vraag is dus aan de heer Vinke, of hij hiervoor een verklaring kan geven.

Kapitein Luitenant ter Zee Vinke:

Wat betreft de vragen van Admiraal Pröpper: De eerste vraag is over het reactortype. In het kort zou ik willen zeggen dat alle reactoren, die op het ogenblik gebouwd zijn, van hetzelfde type zijn. Hoewel daarmee de vraag beantwoord is, zou ik nog iets willen toevoegen. Voor de Amerikanen is het — op 40 dagen na — 20 jaar geleden dat de eerste beheerste kernreactie tot stand werd gebracht. Voor technische ontwikkelingen is 20 jaar niet zo'n geweldig lange tijd. Bovendien was het toen oorlog, men ging de atoombom ontwikkelen en het duurde tot 1946 voordat men het eigenlijke vak weer ter hand kon nemen. Eerst in 1948 werd het goed ter hand genomen, in 1952 kwam de eerste reactor in bedrijf en in 1954 voer het eerste kernschip. Men heeft indertijd 2 types ontwikkeld en één daarvan is nu reeds afgeschaft. Men wilde zien of een bepaald reactortype werkte, of het goed werkte en of de theoretische berekeningen klopten met de werkelijkheid. Het type, waarmee alle schepen op het ogenblik zijn uitgerust, is dat van de hogedrukwaterreactor. Dit is het type gebruikt voor de N.S. „Savannah”, de Amerikaanse onderzeeboten en ook de „Lenin”. Dit type reactor is momenteel door zijn eigenschappen het meest geschikt bevonden.

Ik zal nog even terugkomen op het principe van de werking. Wij hebben een kern die opgesteld wordt in een vat. Door dat vat stroomt water en met een pomp wordt dat water weer teruggevoerd. Dit water pompen we door een warmtewisselaar en uit het voedingswater vormt zich stoom. Dit alles staat opgesteld in de veiligheidsmantel waarover ik u heb verteld. Het type waar wij het nu over hebben, is de hogedrukwaterreactor, waarbij het gehele circuit met water is gevuld. De mogelijkheid voor het water om te expanderen als het warm wordt is aanwezig. In dit circuit wordt dus het water rond gepompt. Het water vervult hier twee functies: namelijk het afremmen van de neutronen en het koelen van de splijtstof. De kans op een splijting kunt u het beste vergelijken met een collecte. De collectant kunt u vergelijken met de uraniumkern. Wil ik geld in mijn busje hebben, dan loop ik langzaam met de bus rond en zo komt het geld er in. Als ik snel door de mensenmassa loop, komt er geen geld in de bus. In het geval met de uraniumkern komt er geen splijting tot stand. De zaak moet dus worden afgeremd. En dit gebeurt door het water. Een waterdichtheid, die overal regelmatig is, geeft dus ook een regelmatige afremming van de neutronen en de splijtingsreactie wordt op een regelmatige wijze beheerst. Veranderen we nu deze dichtheid, dan wijzigen we ook het afremmings- of moderatievermogen. Neemt men van een reactor op een ge-

geven moment minder vermogen af, dan wordt het water warmer en de dichtheid kleiner; dus ook de afremming vermindert en de reactie, waarover ik sprak, verloopt langzamer. Vraagt men van de andere kant plotseling meer vermogen, dan wordt het water koeler en de concentratie wordt groter. Betere afremming is het resultaat en een betere reactie, hetgeen voor de grotere vermogens ook noodzakelijk is.

U ziet dus, dat de hogedrukwaterreactor geheel zelfregelend is. Ook op de „Savannah“ was dit duidelijk te zien; vermogenswisselingen van 60 % werden door de zelfregelende eigenschappen van de reactor geheel zonder ingrijpen opgevangen.

Een variant van dit reactortype kan zijn, dat men het water laat koken en er dus kookbellen komen. Het kan zelfs zo zijn dat men op een gegeven ogenblik stoom zou krijgen, die regelrecht te gebruiken zou zijn in een turbine. Er is dan ook wel aan gedacht om de zogenaamde kokendwaterreactor voor scheepsvoortstuwing te gebruiken. Het bezwaar is echter dat de kookbellen de regelmatige afremming van de neutronen belemmeren. Het is weer net als met het collectebusje, u kunt lopen collecteren met wisselende snelheden. Dan krijgt u niet regelmatig hetzelfde in het busje en u kunt dan zeggen dat uw reactie niet op regelmatige wijze plaatsvindt. Over het koken in de reactor zijn verschillende meningen, de een zegt dat het niet zo erg is — een klein beetje koken dempt enz. — een andere mening zegt dat het niet kan. Ook in Amerika zijn verschillende meningen hierover. Het zou zeker nuttig zijn dit nader te onderzoeken. De hogedrukwaterreactor die op het ogenblik gebruikt wordt, is zeer geschikt voor een schip, maar het economisch perspectief van deze reactor is niet bijzonder.

Een andere mogelijkheid voor een reactor is de koeling niet met water, maar met gas te doen plaatsvinden. Dit geeft gaskoeling door de reactor heen en dit gas (b.v. helium) kan dan naar een gasturbine worden gevoerd. Van dit type zijn verschillende ontwerpen gemaakt.

Hier kom ik eigenlijk al bij uw tweede vraag over het thermisch nuttig effect terecht. Dit rendement moet natuurlijk onder alle omstandigheden zo hoog mogelijk zijn; dit geldt zowel voor conventionele als voor kernenergie-installaties. Brandstofkosten en splijtstofkosten per apk/uur worden bij een groot thermisch rendement lager. Voor de gasgekoelde reactor schat men het thermisch rendement op ca. 40 %. Getracht moet worden dit rendement zo hoog mogelijk op te voeren. Bij deze ontwikkeling hebben we te maken met twee onbekenden. Ten eerste de reactor, waarmee dit mogelijk zou zijn en die in een schip geplaatst moet kunnen worden en ten tweede de gasturbine die nog niet ver genoeg ontwikkeld is om aan boord gebruikt te worden. Deze ontwikkeling is nauw verbonden met de ontwikkeling van materialen; de hoge temperatuurbestendige materialen zijn met dit vraagstuk nauw verbonden en er is goede hoop dat de resultaten van het grote ruimteonderzoekprogramma voor de hoge temperatuurbestendige materialen tevens resultaten zullen afwerpen voor de reactortechniek. De resultaten kunnen een symbiose vormen en een plotselinge doorbraak ten gevolge hebben op het gebied van de gasgekoelde reactor met gasturbine, waarbij het thermisch rendement de kosten per apk lager maakt dan bij de bestaande conventionele installaties.

De derde vraag, mijnheer de voorzitter, is van een ander kaliber. Over techniek en reactorzaken kan ik wel iets zeggen, maar in financiële kwesties

ben ik een leek. Ik moet wel zeggen dat de situatie inderdaad bijzonder laks aandoet. Men doet mede aan een explosief proces of niet. In het door Admiraal Pröpper genoemde circustentje ziet men eigenlijk de technische ontwikkeling, die in de andere landen aan de gang is. Maar wanneer men niet meedoet, loopt men achter de feiten aan en heeft men niets meer aan het technisch potentieel, omdat dit potentieel niet met de feiten wordt geconfronteerd en men dus niet weet of men ze aan kan. Als marineman vind ik inderdaad dat we wat laks zijn. Gelukkig valt op de Technische Hogeschool te Delft, waar ik een andere „hoed” op heb, dit wel mee. Ik heb verschillende gesprekken gehad met Prof. Broeze, die hierover een stuk heeft geschreven in het tijdschrift „De Ingenieur” en de technische ontwikkeling heeft vergeleken met een verbrandingsmotor. Hij heeft ook gëwaarschuwd dat wat meer voortvarendheid te wensen zou zijn. Nu is het wel zo dat om een vuist te tonen je eerst een arm moet hebben. Maar de hedendaagse ontwikkelingen zouden heel goed passen in een kader van internationale samenwerking. Juist om de mensen bij elkaar te krijgen, om de „verbranding” van het explosieproces in te zetten, leent internationale samenwerking zich goed. Ik hoop dat Nederland op dit gebied mee zal kunnen doen. Was dit een antwoord op uw vraag?

Admiraal Pröpper:

Ja, dit is één antwoord op mijn vraag.

Kapitein Luitenant ter Zee Vinke:

De opmerkingen van Kolonel Feuilletau de Bruyn. Het eerste punt dat u noemde is dus het R.C.N. en het associatiecontract van ca. f 24.000.000 voor het ontwerpen van een scheepsreactor, lopende van 1960 tot 1964. Inderdaad is het een verheugend feit dat op een gegeven ogenblik het in Nederland is gekomen tot een activiteit op het gebied van scheepsreactoren. Het ontwerp van deze scheepsreactor is ons heel goed bekend.

Verder heeft u Neratoom genoemd. Ik geloof dat ik daar de directeur van Neratoom zie zitten. Inderdaad wordt over Neratoom — waar ik ook kom — met lof gesproken. De warmtewisselaars b.v. van Stork voor Italië zijn een bijzonder goed stukje werk. Er wordt met lof over gesproken, alleen — en de directeur van Neratoom zal het met me eens zijn — bezit Neratoom nog niet het aantal specialisten dat het zich zou wensen. Dit is een moeilijk probleem in Nederland, aangezien een groot aantal Nederlandse specialisten Nederland mijden. Men komt gespecialiseerd uit het buitenland en vliegt over Nederland heen naar België, Frankrijk, Duitsland, maar *niet* naar Nederland. Het aantal specialisten is maar heel beperkt. Het is zeer verheugend dat men het ontwerp voor een goede scheepsreactor maakt, ik weet iets van het werk dat gedaan wordt. Het is een goede conservatieve benadering van de hogedrukwaterreactor met alle onderdelen en men kan dus een zekere mate van „know-how” opbouwen bij het ontwerpen en vervaardigen van de onderdelen. Dit sluit dus aan op wat ik zei van het leren lezen en schrijven, dat moet je eerst kennen wil je later iets groots doen. Gelukkig wordt er dus nu bij het R.C.N. op het gebied van de scheepsreactoren een potentieel opgebouwd.

Voor wat betreft reactorspecialisten kan misschien de directeur van Neratoom hierover nog iets zeggen. Het komt mij voor dat het een bijzonder

moeilijke propositie is de nodige specialisten te vinden, wanneer aan een grote opdracht begonnen moet worden en dit is naar mijn mening een situatie, die verre van rooskleurig is.

Het volgende punt is de kwestie splijtstofelementen. Het is duidelijk dat het verkrijgen van verrijkt uranium het kernpunt is. Men moet dit zien te krijgen zoals ook de Fransen het gekregen hebben van de Amerikanen voor hun onderzeeboot. Ze hebben een hoeveelheid 20 % verrijkt uranium gekregen en volgens publikaties hebben ze 90 % verrijkt uranium 3 jaar geleden ontvangen.

Inderdaad is de verrijking van uranium een belangrijk proces. In uw betoog heb ik daarom eigenlijk ook gemist het ultracentrifuge-project bij Werkspoor, waar Prof. Kistemaker aan werkt. Dit is ook een poging om verrijkt uranium te maken op een goedkopere wijze dan. Ik hoop dat we voldoende specialisatie bezitten om van het ultracentrifuge-project een goed project te maken.

De kwestie van het verrijkt uranium en de Franse politiek die hier achter zit, is een ontzaglijk moeilijk probleem. U stelt dat ook, Kolonel: Wat moeten wij doen, waar moeten we ons op richten? Moeten wij afhankelijk worden van Frankrijk? Ik kan u wel zeggen dat het internationale project, waarover u sprak, ook gedeeltelijk door de Fransen gesteund wordt. Het past in deze gedachtensfeer, de Fransen stimuleren ook een internationale Europese samenwerking. Verrijkt uranium is een bijzonder moeilijk probleem. Hetzelfde speelt met de geleide projectielen. Daar is de ontwikkeling bij de Fransen, de Engelsen, de Amerikanen. Moeten wij onze aandacht richten op iets eigens, moeten we alles over gaan doen wat in een ander land al gedaan is. Want daar komt het eigenlijk op neer. Of moeten we op wat hogers mikken? Je zit hier weer in diezelfde technische explosie. Deze explosie is zo groot en speciaal in Amerika reeds lang aan de gang. Waar zal deze technische explosie zich b.v. in Amerika bevinden, wanneer men hier in Nederland op het peil komt waar die van Amerika zich nu bevindt?

Dit is een politiek vraagstuk. U noemt hier de atombommen, maar dan zijn er nog b.v. de Mirage-vliegtuigen, die zijn nog afhankelijk van Amerikaanse tankers voor ze bij Brest-Litovsk kunnen komen. Dat vliegtuig kan, geloof ik, niet verder vliegen dan Polen en als dus de Fransen die atombommen willen gebruiken, moeten hun vliegtuigen bijgetankt worden door Amerikaanse tank-vliegtuigen. Zo goed is die onafhankelijkheid dus ook weer niet. In het maken van geleide projectielen ziet men wat meer.

Engeland wordt met hetzelfde probleem geconfronteerd, vooral wanneer het land lid wordt van de E.E.G. Waar moet Engeland op de E.E.G.-ontwikkelingen inhaken? Moet het cenzijdig zijn projecten blijven stimuleren of moet Engeland samen met Frankrijk een bundeling van wetenschappelijk potentieel nastreven om zodoende een blok van technische vooruitgang tegen Amerika te vormen?

In uw vraag spelen dus twee gedachten: moeten we met Frankrijk of Amerika meedoen of moeten we zelf wat doen? Iedereen heeft daar zo zijn eigen mening over. Mijn persoonlijke visie is dat — in deze naar elkaar toegroeiende Westerse wereld — denkend in 1970, 1980 en 1990 en niet aan de dag van vandaag, het toch verstandig zal zijn samen mee te doen als je ten minste als klein land nog toegelaten wordt.

Maar, mijnheer de voorzitter, ik geef mijn visie gaarne voor elke andere. Dan de laatste vraag van Kolonel Feuilletau de Bruyn. Het neutron dringt overal door; met dat gezegd ben ik begonnen en dat geldt ook voor de associatiecontracten. Mijn visie is natuurlijk beperkt tot scheepsvorstuwing. Euratom heeft twee gedachten, nl. het ontwikkelen van een bepaald reactor-type te stimuleren, het stimuleren van toekomstige reactor-typen, grondige onderzoeken die hiervoor nodig zijn, het fundamenteel benaderen, enz. enz., dit zijn de associatiecontracten met Italië, Duitsland, Frankrijk en ook gedeeltelijk met Nederland. Dat is natuurlijk een heel goed iets. De tweede gedachte is het terugkoppelen van de gegevens. Dit uitwisselen van gegevens zal zeker ruimer worden als Engeland er bij komt. Voor de Europese bewegingen is dit zeker een zeer grote versterking. Men hoede zich evenwel voor knutselen inplaats van bouwen aan het Verenigd Europa.

Kapitein Luitenant ter Zee Vinke:

Mijnheer Gestel, ik mag u wel zeer bedanken voor de nadere toelichting die u nog gaf op hetgeen de Kolonel Feuilletau de Bruyn zei. Ik dank u zeer.

De vraag waarom wij hier in Nederland een kernenergiecentrale bouwen op het land, terwijl we al zitten op een energiebron van aardgas voor de eerste 60 jaren — want daar komt het toch eigenlijk op neer — is mij ook niet helemaal duidelijk. Het heeft zeker iets met de verliefdheid te maken, waarover ik al sprak, ik weet het niet. Misschien bouwt men nu één reactor en pas veel later de tweede. In Engeland lag dit vraagstuk wat anders. De beslissing om over te gaan tot het bouwen van de grote kernenergiecentrales werd genomen door Churchill op het moment dat de Russen bij Stalingrad stonden. Beslissingen van dergelijke orde van grootte, zoals ook voor India, werden ongeveer in deze tijd genomen en ook de kernenergiebeslissing valt in die periode. De eerste publikaties verschenen in 1945 en 1946 en dat wil zeggen dat men toch al een paar jaar daarmede bezig was voor alles op papier stond. In Engeland is dat duidelijk te verklaren omdat men willens en wetens de energievoorziening van het land onafhankelijk wilde maken van beïnvloeding door derden.

In Amerika heeft men eigenlijk meer wetenschappelijk dit benaderd, het gehele gebied afgetast en van alles begonnen om dus op een gegeven ogenblik een bepaald reactor-type te kunnen ontwerpen. Allerlei varianten heeft men geprobeerd om het gehele gebied af te tasten. Daarvoor heeft men al die verschillende centrales gebouwd. Frankrijk volgt een enigszins andere gedachte. De vraag die u eigenlijk stelde is dus waarom die scheepvaart zo achteraan komt. Kijken we naar Amerika b.v. dan zien we dat men geweldig geïnvesteerd heeft op dit gebied en voornamelijk in het militaire programma. Amerika is dus in staat om op elk moment over te schakelen naar civiele sectoren. Waarom dit nog niet gebeurd is? Omdat op het ogenblik de civiele kernvoorstuwing nog niet betaalt, het is niet economisch en als men met bepaalde mensen spreekt, dan hoort men vaak: het is niet economisch en we doen het dus niet. Welke kant de kernenergie uitmoet is duidelijk. Er zijn twee gebieden die daarvoor in aanmerking komen. Dat is de kant van het grote vermogen, de grote tanker en het grote passagiersschip. Deze zullen het eerst economisch verantwoord worden. De „France“ heeft de mogelijkheid al om

een kernenergie-installatie in te bouwen. Of een dergelijk groot schip als de „France” nu wel zo rendabel is weet ik niet. Maar het zou toch eigenlijk wel een goed initiatief zijn. Aan de andere kant vind ik het bouwen van een kernsleepboot b.v. voor je aan een grote tanker begint, op zichzelf ook een goede weg, wanneer je werkelijk gaat proberen en waarmede je dus ervaring in handen krijgt. Het tijdstip om precies te kunnen zeggen wat het beste zou zijn is nu nog ver weg. We moeten de richting uit van niet-dure materialen. Zolang een exotisch materiaal wordt toegepast, komt men er niet. De toepassing moet gevonden worden in hoge energiedichtheid. En dat is wat de British Admiralty doet. Het gehele programma — als u daarover leest — is daar eigenlijk op gericht. Economisch gezien is het dus geen importante zaak om op het ogenblik direct te forceren. Hoelang nog is een vraag, die verband houdt met het oliegebruik. Wel is het belangrijk de grote discrepantie aan te stippen die er is tussen Europa en Amerika in het aantal schepen met kernenergievoortstuwing. Als we Engeland uitschakelen is dat in Europa nul en in Amerika een heel aantal. Het is toch wel zaak daar het nodige aan te doen. De landen, die een militaire kernenergievoortstuwingprogramma hebben, zijn in staat om morgen als het moet over te schakelen.

De Voorzitter:

Overste Vinke, nogmaals wil ik u in de eerste plaats hartelijk bedanken voor de voordracht die u hedenavond voor ons hebt willen houden. Het was voor u een dubbel moeilijke opgave, aangezien u plotseling gevraagd werd om in te vallen voor een spreker, die helaas verstek moest laten gaan en u daardoor maar een zeer korte voorbereidingstijd was gegeven.

Wij zijn u dubbel dankbaar dat u toch nog aan ons verzoek gevolg hebt kunnen geven. Het onderwerp zelf, geloof ik, is van bijzonder groot belang, omdat wij allen, ouderen en jongeren, ineens terecht zijn gekomen in het atoomtijdperk. Wij zijn er min of meer door verrast. Ik geloof dat het dus nuttig is zoveel mogelijk kennis en inzicht te vergaren wat dit atoomtijdperk, niet alleen op dit moment maar ook voor de toekomst, zal kunnen betekenen en wat het ons heeft te zeggen. Wij zullen daarom moeten overschakelen, wij moeten anders gaan denken.

Het is logisch dat wij voor de vereniging enige voordrachten hebben gehad over het gebruik van atoomenergie voor zuiver militaire doeleinden en ik doel hier dus op de atoombom e.d. Maar het is ook logisch dat we onze aandacht ook richten op, wat ik zou willen noemen, de toepassing voor vredesgebruik, de nieuwe bron van energie. En ik geloof dat de voordracht van hedenavond daaronder mag worden gerekend, al is dan het militaire vlak het belangrijkste.

Als niet-technicus heb ik deze avond een massa geleerd en ik hoop dat degenen, die met mij niet-technicus zijn, ook daarvan het nodige zullen hebben opgestoken. Ik durf mij dus niet in het debat te mengen met alle technische termen en uitdrukkingen, die ik zelfs niet precies zou kunnen herhalen.

Ik wilde alleen een kleine opmerking maken naar aanleiding niet alleen van wat u gezegd hebt, maar ook wat enige debaters in het midden hebben gebracht. Zo is dan het woord gevallen dat wij in Nederland erg laks zouden zijn op dit punt en te weinig beroerd zouden worden door de technische revolutie die zich de afgelopen jaren heeft voltrokken en nog bezig is zich te ontwikkelen. Wanneer wij dit gaan vergelijken met een revolutie waar en op

welk gebied ook in Nederland, dan is het altijd zo geweest dat deze altijd eindigde in enkele uitkabbellende golfjes. Nooit is Nederland erg beroerd geweest door grote revoluties op welk gebied ook. Maar ik geloof dat deze vergelijking op zich zelf niet helemaal juist is. Ik geloof meer dat het komt omdat Nederland, juist in de periode dat men begon met de ontwikkeling van deze technieken, afgesloten is geweest. De landen, die zich daarmee bezig hielden — Amerika, Duitsland, Engeland — zijn ruim 5 jaar afgesloten geweest voor Nederland. Wij zijn na de oorlog min of meer verrast met dit vraagstuk. Daarnaast hebben wij in de eerste jaren na de oorlog al onze krachten moeten schenken aan het onderhavige vraagstuk. Daarbij komt — en dat heeft u als inleider duidelijk in het licht gesteld — dat men als klein land alleen toch niet veel kan beginnen en men van anderen afhankelijk blijft en dit is een vraagstuk voor internationale samenwerking. Nu is het zo gesteld met die internationale samenwerking, en wij weten dat allen ook, dat de Verenigde Staten oorspronkelijk niet in het minst geneigd waren iets van hun kennis af te staan en met Engeland wel tot een akkoord zijn gekomen, omdat dit land op dit gebied ook bepaalde onderzoeken had verricht. Zij hebben tot het laatste toe Frankrijk zelfs geweigerd in hun kennis te laten delen. Het is te betreuren dat — mede misschien daarom — het aantal wat zich verder wil bekwamen op kernenergiegebied in ons land zo beperkt is. Ik hoop dat door de lezing van hedenavond en ook van dat wat de debaters in het midden hebben gebracht, misschien een hele kleine stimulans zal uitgaan om toch de mensen aan het denken te zetten en op dit gebied niet achter te blijven.

Maar ik meen met de inleider, dat wij dan niet van voren af aan zullen moeten beginnen, maar moeten trachten in te haken op een bepaald punt waar wij kunnen profiteren van datgene dat al is bereikt.

Overste Vinke, nogmaals onze heel hartelijke dank voor de voordracht en ik ben zeer dankbaar dat u dat voor ons heeft willen doen.

VERSLAG OVER DE FINANCIËLE TOESTAND VAN DE VERENIGING

(1 oktober '61—30 september '62)

<i>Ontvangsten:</i>		<i>Uitgaven:</i>	
Giro — saldo per 1 okt. '61	f 3.041,91	Drukker	f 15.593,75
Contributies		Onkosten	" 1.397,74
'61/'62	f 21.142,49	Honoraria	" 3.541,51
'62/'63	" 1.785,—	Secr.-Penningm. '60/'61	" 1.029,36
	<u>" 22.927,49</u>	Secr.-Penningm. '61/'62	" 2.027,63
Advertenties	" 1.410,—	Kosten vergaderingen	" 224,34
Rente	" 129,80	Schrijfmachine	" 255,—
P.M.-post	" 500,—	Gestort bij Bank	" 7.000,—
Opgenomen van Bank	" 7.000,—	P.M.-post	" 500,—
Vord. Secr.-Penningm. Prov.		Saldo giro per 30/9/'62	" 4.125,06
Hon. en Verg.	f 2.027,63	Saldo kas per 30/9/'62	" 38,20
reeds geïnd	" 1.314,24		
	<u>" 713,39</u>		
	<u>f 35.722,59</u>		<u>f 35.722,59</u>

BALANS PER 30 SEPTEMBER 1962

<i>Debet:</i>		<i>Credit:</i>	
Saldo giro	f 4.125,06	Secretaris-Penningmeester	f 713,39
Saldo kas	" 38,20	Drukker	" 242,78
Postzegelkas	" p.m.	Honoraria	" 198,14
Contributies	" 5.485,—	Saldo	" 9.494,95
Inventaris: bandrecorder en schrijfmachine	" 1,—		
Advertenties	" 1.000,—		
	<u>f 10.649,26</u>		<u>f 10.649,26</u>

De secretaris-penningmeester.

W. F. TEN BOSKE.

Gecontroleerd en akkoord bevonden,
de Commissie van onderzoek, ingesteld ingevolge artikel 26 van het Reglement.
's-Gravenhage, 15 oktober 1962.

De Commissie voornoemd,

J. J. BIJL, Kolonel G.S.

C. BOOSTER, Kapitein M.A.

L. C. VAN ZUTPHEN, Kapitein M.A.

BEGROTING VAN ONTVANGSTEN EN UITGAVEN 1962/'63

<i>Ontvangsten:</i>		<i>Uitgaven:</i>	
Saldo giro per 30/9/'62	f 4.125,06	Secr.-Penningm. '61/'62	f 713,39
Saldo kas per 30/9/'62	" 38,20	Hon. en salarissen '62/'63	" 3.000,—
Contributies '61/'62	" 5.485,—	Drukken W.J. '62	" 10.000,—
Contributies '62/'63	" 23.700,—	Hon. medewerkers W.J. '62	" 2.500,—
Advertenties '61/'62	" 1.000,—	Drukken van 5 lezingen en convocaties '62/'63	" 7.000,—
Advertenties '62/'63	" 1.500,—	Onkosten vergaderingen	" 250,—
		Diverse onkosten	" 1.250,—
		Voordelig saldo	" 11.134,87
	<u>f 35.848,26</u>		<u>f 35.848,26</u>

MEDEDELINGEN VAN HUISHOUDELIJKE AARD

Het Bestuur van de Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap is thans als volgt samengesteld:

J. H. Couzy, Lt.-Generaal der Artillerie o.n.a., Lid van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Voorzitter; *A. L. van den Berge*, Luit.-Generaal Inf., Ondervoorzitter; *H. Dieters*, Majoor KLu; *G. Gouman*, Kolonel G.S., directeur H.K.S., Redacteur Orgaan en W.I.; *Jbr. W. C. M. de Jonge van Ellemeet*, Kapitein ter Zee; *A. C. Lamers*, Majoor der Mariniers; *Mr. F. R. Mijndieff*, Directeur-Generaal voor Openbare Orde en Veiligheid; *W. den Toom*, Generaal-Majoor KLu; *W. F. ten Boske*, Lnt.-Kolonel der Infanterie, Secretaris-Penningmeester.

NIEUWE LEDEN:

's-Gravenhage: *Th. L. J. Brouwer*, Majoor Intendancestaf; *R. C. Reuhl*, Luit.-Kolonel G.S.; *F. J. G. Sterkens*, Majoor v. d. Verbindingsdienst; *T. de Ruig*, Brigade-generaal v. d. Verbindingsdienst; *Ir. W. Vinke*, Kapitein-Luitenant ter Zee T.D.

Arnhem: *W. M. G. Hogenboom*, Kapitein der Grenadiers; *J. M. Scheltinga*, Kapitein der Jagers.

Breda: *M. F. E. Heestermans*, Kapitein der Intendance.

Doorwerth (Gld.): *H. Valk*, Kapitein der Jagers.

's-Hertogenbosch: *C. L. J. van Lent*, Majoor der Militaire Administratie.

Rijswijk (Z.-H.): *F. A. Zondag*, Kapitein der Intendance.

Schaarsbergen: *G. D. D. Nelis*, Kapitein der Militaire Administratie.

Steenwijk: *A. Mayers*, Kapitein der Artillerie; *M. G. Woerlee*, Kapitein der Infanterie.

Tilburg: *P. C. van den Ing*, Kapitein der Aan- en Afvoertroepen.

Voorschoten: *G. A. A. Olsson*, Majoor der Artillerie.

Geef bij adresverandering en bevordering kennis aan de Secretaris-Penningmeester, Sleedoornstraat 3 te 's-Gravenhage, telefoon 32.24.78 en vergeet VOORAL niet ons een nieuw lid op te geven.