

Nadruk verboden.

ORGAAN

van de

Vereeniging ter beoefening
van de Krijgswetenschap

1946 - 1947

Bijeenkomst van 2 October 1946 te 's-Gravenhage.

LEZING GEHOUDEN VOOR DE VEREENIGING TER
BEOEFENING VAN KRIJGSWETENSCHAP OP
2 OCTOBER 1946 TE 'S-GRAVENHAGE.

door den

Kapitein ter Zee: G. W. Salm en Majoor Dr. H. Bruining.

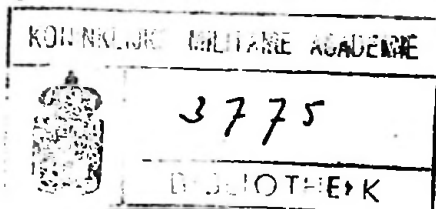
Voorzitter: Zijne Excellentie Luitenant-Generaal b.d. C. A. Prins.

Excellenties, Mijne Heeren,

Ik open deze vergadering, de eerste die onze Vereeniging weer in een vrij Nederland kan houden. Het is mij eene eer en een voorrecht, hier aanwezig te zien Zijne Excellentie den Minister van Overzeesche Gebiedsdeelen; den vertegenwoordiger van Zijne Excellentie den Minister van Marine; ons Eerelid Zijne Excellentie den Luit.-Gen. b.d. M u l l e r M a s s i s, Lid van den Raad van State; ons oud-bestuurslid, Zijne Excellentie den Luitenant-Admiraal H e l f r i c h, Bevelhebber der Zeestrijdkrachten, wiens aanwezigheid bij deze eerste bijeenkomst wij zeer op prijs stellen; Zijne Excellentie den Luitenant-Generaal b.d. J h r. R ö e l l en den militairen attaché bij de ambassade van België, generaal-majoor D i e p e n r i j k x, die ook vóór den oorlog dikwijls onze bijeenkomsten bezocht. Verder heet ik de beide sprekers welkom, den kap. t. zee G. W. Salm en den majoor Dr. H. Bruining, die zullen spreken over de door hen bijgewoonde proeven met de atoombom bij Bikini.

Ik moge deze vergadering aanvangen met een woord van hulde aan hen, die in de oorlogsjaren hun leven voor het Vaderland hebben geofferd, hetzij in den strijd te land, ter zee of in de lucht, hetzij bij het verzet tegen de bezettende macht. Onder hen waren ook een aantal leden van onze Vereeniging.

Uit ons Bestuur zijn ons sedert onze laatste bijeenkomst ontvallen de Generaal-Majoor Jhr. Alling von Geusau, die in Maart 1940 overleed, en de Generaal-Majoor Carstens, die in 1945 in de krijgsgevangenschap is overleden. Ik betuig hierbij eerbiedig dank aan hunne nagedachtenis voor helgeen zij — vooral de Generaal



Jhr. Alting von Geusau als ondervoorzitter en Redacteur — voor de Vereeniging hebben gedaan.

Wat onze Vereeniging tijdens de oorlogsjaren betreft, toen in 1940 voor vereenigingen een vergunning van de bezettende overheid verplichtend was gesteld, hebben wij die niet gevraagd, maar eenvoudig alle werkzaamheden stopgezet; de administratie is ondergedoken en het werd, zooals een der bestuursleden het in onze laatste bestuursvergadering op 12 Augustus 1940 uitdrukte, eene „sluimerende vereeniging". Wij hebben echter gemeend, dat de tijd nu wel gekomen was om te trachten, haar hare oude plaats in onze militaire wereld weer te doen innemen.

Er zijn inmiddels in het Bestuur nog meer open plaatsen gekomen; in 1939 door het vertrek naar Indië van den Admiraal Helfrich en den Majoor Mantel, en in den laatsten tijd door het bedanken van de Generaal-Majors Baron van Voorst tot Voorst en Feulletau de Bruyn en den Kolonel van Alphen in verband met hunne pensionneering; het was n.l. steeds regel, dat het Bestuur, behalve Voorzitter en Secretaris-Penningmeester, uit officieren in actieven dienst bestond. Ook aan die H.H. betuig ik den dank der Vereeniging voor hunne groote toewijding aan hare belangen.

Toen wij nu weer aan het werk wilden gaan en er een werkplan moest worden opgemaakt en eenige beslissingen moesten worden genomen, heb ik eenige H.H. gevraagd om voorloopig in het Bestuur zitting te willen nemen, in afwachting van de bekrachtiging door de ledenvergadering, die de bestuursleden benoemen moet. Zij hebben daaraan bereidwillig voldaan, en zoo ziet U hier aanwezig v.l.n.r den Kolonel I. A. Aler, Directeur der Luchtstrijdkrachten, den Kapitein ter Zee J. P. H. Perks, Sous-Chef van den Marinestaf, den Kolonel van den Gen. Staf M. R. H. Calmeijer, chef van het Kabinet van den Minister van Oorlog, den Kolonel van den Gen. Staf D. A. van Hiltten, Hoofd van het Krijgsgeschiedkundig Instituut van den Generalen Staf, en den Kolonel van den Gen. Staf K.N.I.L. W. J. van Gulik, Hoofd van de Afdeeling Militaire Zaken van het Ministerie van Overzeesche Gebiedsdeelen. De Kolonel van den Gen. Staf J. A. Carp, Directeur van de Hoogere Krijgsschool, en de Luitenant-Kolonel van den Gen. Staf J. H. Couzy, leeraar

van die inrichting konden tot hun en mijn leedwezen hier niet aanwezig zijn. De Kolonel van Hillen had reeds na het overlijden van den Generaal-Majoor Jhr. Alting von Geusou in 1940 voorloopig diens functie van Redacteur op zich genomen. Ik wilde nu aan de vergadering voorstellen om deze H.H., in verband met de omstandigheid dat zij reeds eenigen tijd in functie zijn geweest, te benoemen tot bestuursleden der Vereeniging. (Applaus). Stemt ieder daarmee in, dan zijn dus deze H.H. benoemd tot Bestuurslid.

Zijn de H.H. bereid die benoeming te aanvaarden? Zoo ja, dan wensch ik hen geluk met hunne benoeming en de Vereeniging met haar nieuwe Bestuur.

Wat onze leden betreft, met velen van hen, zoowel hier als in Indië, is in de afgelopen jaren het contact verloren gegaan. Dank zij de welwillende medewerking van het D.v.O. en de hulp van Pen-Gun en Militaire Spectator is met een aantal hunner dat contact weer hersteld, en onze Secretaris-Penningmeester blijft diligent. Ik wil er echter op aandringen dat men de door Z.H.E.G. toegezonden antwoordkaarten aan hem terugzendt en dat men hem op de hoogte houdt van eventueele adresveranderingen. Verder is het een levensbelang voor de Vereeniging, dat het ledental weder op peil wordt gebracht, al zal dat ook niet dadelijk mogelijk zijn tot het oude peil van pl.m. 1600 leden; ik roep daartoe Uw aller medewerking in. Hoe meer leden, hoe meer contributies, en hoe meer de Vereeniging voor hare leden doen kan.

Ons werkplan bestaat verder voor dezen winter uit een voordracht in December over: „De verzorging van de moderne Infanterie Divisie te velde.” en op nog nader vast te stellen data voordracht over: „Het Strategisch en Tactisch gebruik van luchtmacht bij den oorlog te land” en zoo mogelijk over „Een krijgsgeschiedkundig onderwerp uit de 2e Wereldoorlog.”

Voorts willen wij zoodra mogelijk weder ons Wetenschappelijk Jaarbericht doen verschijnen; eene commissie uit het Bestuur houdt zich daarmee bezig, maar de noodige gegevens zijn nog moeilijk te verkrijgen.

Ik geef nu het woord aan den Majoor Bruining.

Mijnheer de Voorzitter, Excellenties, Mijne Heeren.

Vóórdat de Kapitein ter Zee Salm zijn verhandeling over de proeven te Bikini zal houden, wil ik een inleiding houden over de fysische principes, die aan de atombom ten grondslag liggen. Deze beginselen zijn uitermate belangrijk, niet alleen uit een fysisch en chemisch oogpunt, maar ook uit een krijgskundig oogpunt en bepalend voor de verdere ontwikkeling van het atoomwapen.

De benaming atombom is eigenlijk verkeerd, of liever niets zeggend. Zoowel bij de „atombom”, bestaande uit Uranium of Plutonium, als bij de TNT-bom, vinden reacties plaats, waarbij atomen gemoeid zijn. Bij de TNT-bom vindt deze reactie plaats, doordat het molecuul Trinitolueen, dat bestaat uit een conglomeraat van Koolstof (C), waterstof (H), zuurstof (O) en stikstof (N) atomen, in een aantal andere moleculen wordt gesplitst.

Bij deze reactie dus worden de atomen, waaruit het molecuul is opgebouwd, gehergroepeerd, de atomen zelf blijven, wat ze waren. Ze zijn bij deze reactie, die ik „klassiek” zou willen noemen, op zichzelf onaantastbaar, „onsplijtbaar”, zooals het Grieksch, (atemnein) suggereert.

Bij de atombom is de reactie van volkomen anderen aard. Hier wordt het atoom zelf aangetast. Het Uraniumatoom wordt gesplitst in twee andere atomen. Het woord atoom is hier dus allerminst op zijn plaats.

De opbouw van het atoom zal de meesten Uwer in groote trekken bekend zijn. Het bestaat uit een kern met een aantal positieve ladingen, waaromheen een aantal negatieve deeltjes (electronen) wentelen, het geheel vormt een neutraal systeem. De diameter van de kern $\sim 10^{-13}$ cm, die van het atoom $\sim 10^{-8}$ cm.

Het aantal electronen, resp. het aantal positieve kernladingen, bepaalt den aard van het atoom. Zoo bijv. heeft het eenvoudigste atoom waterstof (H) één kernlading en één electron, He heeft 2 electronen, Lithium (Li) 3, Beryllium (Be) 4 etc. etc. Zwaardere atomen zijn bijv. Wolfram (W), Goud (Au), Lood (Pb), Radium (Ra), Thorium (Th) en Uranium (U) met resp. 74, 79,



1. Het moment van ontploffing van den luchtbom, ongeveer 300 m. boven de doelvloot. Gefotografeerd uit een vliegtuig op ongeveer 12 k.m. afstand.



2. Ongeveer 1 seconde na de ontploffing van den lucht bom. De gloeiende gasmassa heeft zich uitgebreid tot een afgeplatten halven bol van ongeveer 4.000 m. middellijn en 2.000 m. hoogte. De foto is genomen met een zeer klein diafragma, zoodat de omgeving er donker uitziet hoewel het klaarlichte dag was. Deze gasmassa zag er uit als een gele vlam.
Foto genomen op ongeveer 5 k.m. afstand van het eiland Bikini.

82, 88, 90 en 92 electronen, om enkele grepen te doen. Atomen met een kernlading grooter dan 92 komen in de natuur niet voor.

De electronenschil is na den eersten wereldoorlog een der belangrijkste onderzoeksobjecten voor de physici geweest. De spectroscopie is in staat geweest om de opbouw voor eèn goed deel te analyseeren, de klassieke chemische reacties konden worden verklaard door een hergrcepeering aan te nemen van de buiten-electronen. ($H + H \rightarrow H_2$).

De belangstelling voor dit gedeelte van het atoom is echter thans verminderd.

Daarentegen is de belangstelling thans gevestigd op de kern. De opbouw aan de kern is in grove trekken wel bekend, maar allerminst volledig en er zijn nog talrijke vraagstukken, die om oplossing vragen.

Voor degenen, die willen worden ingelicht over de beginselen van de kern-physica raad ik aan het te Hoofdstuk van het „report on atomic energy for military purposes” door H. D. Smyth te bestudeeren.

Op het oogenblik neemt men aan, dat een kern is opgebouwd uit protonen en neutronen. Een proton is een waterstofkern, dus met positieve lading, een neutron is ongeladen, doch heeft genoeg dezelfde massa. De lading van de kern van een atoom wordt dus bepaald door het aantal protonen, de massa door de som van de massa's van protonen en neutronen. Er bestaan kernen met een gelijk aantal protonen (met een gelijk atoomnummer), doch met een verschillend aantal neutronen (dus een verschillend atoomgewicht). De gelijke atomen heeten isotoop (Grieksch: gelijk geplaatst) omdat zij op dezelfde plaats in het periodiek systeem staan. Zij zijn chemisch identiek, doch verschillen in fysisch opzicht, hetgeen scheiding mogelijk maakt. Als eenvoudigst voorbeeld zij waterstof genoemd. Men heeft: 1_1H , 2_1H (D) en 3_1H . 3_1H is de z.g. zware waterstof. Bij Uranium zijn bekend:



Het cijfer links onder geeft de kernlading, het cijfer rechtsboven de massa. Als eenheden van lading en massa nemen wij die van de kern 1_1H van het waterstofatoom.

Klassieke chemische reacties en kernreacties.

Ik keer thans terug tot de klassieke chemische reactie en wil die vergelijken met de moderne kern-physische reactie. Ik vertelde U, dat bij de klassieke chemische reactie een hergroepering van de buitenelectronen plaats vindt. Bij de kernreactie vindt overeenkomstig een hergroepering van neutronen en protonen plaats. Wanneer we in staat zijn om het aantal protonen te veranderen, dus het aantal positieve ladingen, voeren we het eene element in het andere over, we spreken van transmutatie van elementen.

Dit gebeurt bij de natuurlijke radio-activiteit bij Radium vanzelf. De kern van het Radium atoom zendt een α -deeltje uit (d.i. een „Heliumkern“) en gaat dan in een andere atoomkern over met 4 massa-eenheden en 2 positieve ladingen minder.

Rutherford slaagde er in om een kerntransmutatie kunstmatig op te wekken in 1919 en wel door stikstof met Helium kernen te beschieten. Dan vindt de volgende reactie plaats:

${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \longrightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$, waarbij dus stikstof in zuurstof wordt omgezet.

Dit is dus een **kunstmatige** kerntransmutatie en sindsdien zijn er vele van dit soort reacties bekend. In principe is het nu ook mogelijk om goud te maken uit een ander element. De droom van de oude alchemisten is hiermede gerealiseerd. Zij trachtten steeds langs den klassieken weg, dus door een hergroepering van de buitenelectronen hun ideaal te realiseren. Dit is, zooals u nu wel zult inzien, niet mogelijk.

Ik keer thans terug tot de kernreacties en wil nu verder iets vertellen over de zware atomen en speciaal over het Uranium. Dat is belangrijk, omdat Uranium het meest zware en gecompliceerde atoom is, dat op aarde wordt gevonden, en zouden we er in slagen om in de Uraniumkern een deeltje te krijgen, dan kunnen we een atoom maken, dat niet op aarde voorkomt. Nu is beschieten met heliumkernen niet erg hoopgevend, want Uranium heeft 92 positieve ladingen en Helium 2, en U weet nog wel uit de elementaire natuurkunde, dat twee positieve ladingen elkaar afstooten. Maar het gaat beter met het ongeladen neutron, dat niet afgestooten wordt. Het heeft aan proeven van dat soort

gedurende de laatste jaren vóór den oorlog niet ontbroken; men wist, dat er een transmutatie plaats vond, maar welke wist men niet precies. Tenslotte hebben Hahn en Straszman in 1939 aangetoond, dat de Uraniumkern, wanneer deze een neutron invangt, zich splitst in twee andere kernen van verschillende massa en dat daarbij nog gemiddeld drie andere neutronen worden vrijgemaakt. *)

Ik zal U nu uitleggen, waarom deze ontdekking zoo buitengewoon belangrijk is, waarbij ik direct wil toevoegen, dat alle physici onmiddellijk hebben ingezien, dat het inderdaad belangrijk is. Maar daarvoor moet ik eerst weer even terugkeeren tot de klassieke chemische reactie. Ik vertelde U, dat bij een dergelijke reactie een hergroepering van de buitenelectronen plaats vindt. Laten we als voorbeeld nu eens koolstof nemen, dat bij U thuis in de kachel zich met zuurstof verbindt, waarbij de verbinding CO (koolmonoxyde) tot stand komt en wanneer Uw kachel goed brand CO nog een zuurstofatoom opneemt en CO₂ vormt. U weet zelf wel, dat U deze reactie maar niet zonder meer kunt laten afloopen. U hebt te voren Uw anthraciet te verhitten en dan verbrandt zij pas, maar dan merkt U op, dat dan de reactie verder van zelf gaat. U moet een beetje helpen om de zaak in gang te zetten en de reactie warmte, die daarbij vrij komt, zorgt er voor, dat Uw verdere anthraciet vanzelf de vereischte verbinding met zuurstof aangaat. Ook bij trotyl moet de reactie op gang worden gebracht. Dit voortloopen van de reactie nu is iets wat bij de kernreactie niet zoo gemakkelijk gaat. Rutherford moest bij zijn transmutatie van stikstof in zuurstof steeds maar door beschieten om de reactie in gang te houden. U kunt nu gemakkelijk inzien, dat dit bij de Uranium-splitsing niet noodig is, want bij iedere splitsing van het Uraniumatoom komen gemiddeld 3 neutronen vrij. Ieder van deze 3 neutronen veroorzaken op hun beurt een splitsing van gemiddeld 3 nieuwe Ura-

*) Dit was een heel bijzondere reactie. Weliswaar kon men in de vorige reacties ook wel van een splitsing spreken, maar de brokstukken waren altijd zeer ongelijk. Ik bedoel hiermee dit, dat het lichte brok altijd iets van de grootte van een waterstofkern was. In dit geval heeft men te doen met een splitsing in twee deelen van dezelfde orde van grootte.

niumkernen, die weer ieder 3 neutronen afgeven, die met hun negenen weer hetzelfde doen. Dit gaat dus als een meetkundige reeks.

Er is nog iets anders belangrijks. U verbrandt koolstof in Uw kachel of brengt trotyl tot ontploffing en merkt daarbij op, dat U daarbij energie vrijmaakt. Uw kamer wordt warm en bij de trotyl krijgt U een „blast" effect, een vernietigende werking, dus ook een afgifte van energie. Ook bij de splitsing van een Uraniumkern wordt energie vrijgemaakt, maar met dit verschil, dat bij de splitsing van één Uraniumkern ca. 100.000.000 keer meer energie wordt vrijgemaakt dan vrijkomt bij de ontleding van één molecuul trotyl. De splitsing van de Uraniumkern levert dus een nieuwe energiebron, waarvan het kenmerk is, dat U om dezelfde hoeveelheid warmte te krijgen met veel minder Uranium toekunt dan U vroeger kool noodig had.

Ik keer nog even terug tot de drie neutronen, die bij iedere splitsing in vrijheid worden gesteld, waardoor het mogelijk is, dat een dergelijke reactie aan den gang blijft. De kernphysici noemen dit een „kettingreactie". Ik vertelde U ook, dat men in 1939 reeds inzag, dat het nu mogelijk was om de kernenergie in de praktijk te benutten. U kunt deze energie „gecontroleerd" dus in langzaam tempo in vrijheid stellen. U kunt dan een stoomketel verwarmen en U hebt een remplaçant voor steenkool of olie. Maar U kunt ook de energie in zoo kort mogelijken tijd vrijmaken, derhalve ongecontroleerd en U hebt een remplaçant voor een explosieve stof als buskruit of trotyl. Beide mogelijkheden zijn gedurende den oorlog in Engeland en Amerika en voor den oorlog ook reeds in Frankrijk onderzocht en in de V.S. gerealiseerd. Dit onderzoek nu is in het Smyth rapport, dat ik zoeven noemde, uitvoerig beschreven.

De principes van de reactie waren wel bekend, maar dat nam niet weg, dat het heel wat naarstig werken heeft gekost om tot het uiteindelijke doel te geraken. Er deden zich allerlei moeilijkheden voor en verschillende complicaties. Daarbij is dit werk ook bijzonder gevaarlijk, waardoor zorgvuldige berekeningen noodzakelijk zijn om te weten, wát men doet en zorg te dragen,

dat men niet voor onverwachte verrassingen komt te staan.

Ik wil U nu iets trachten van die moeilijkheden en complicaties te vertellen en zal daarbij de gelegenheid hebben om iets over de techniek te vertellen. Om te beginnen de kettingreactie, die kan bestaan, dank zij het feit, dat ieder neutron bij een splitsing van een Uraniumkern drie nieuwe neutronen vrijmaakt. Maar de eisch is nu, dat die drie neutronen ook **werkelijk** drie nieuwe splitsingen veroorzaken en daaraan ontbreekt het nogal eens. Wanneer U bijvoorbeeld het blok Uranium te klein maakt, bestaat de mogelijkheid, dat de neutronen uit het blok ontsnappen zonder een Uraniumkern te treffen. Ook kunnen in het Uranium verontreinigingen zijn, kernen van andere atomen, die neutronen opvangen. Ook dat is verlies. Het Uranium zelf bestaat uit twee isotopen met atoomgewicht 235 en 238. Beide isotopen vertoonen splitsing, maar het U_{235} veel gemakkelijker dan U_{238} ; het laatste, het U_{238} , heeft de eigenschap om ook neutronen te absorbeeren zonder te splitsen.

En om maar bij het begin te beginnen, het Uranium wordt in de natuur als Uranium oxyd gevonden en moet van haar zuurstof worden ontdaan, een zeer moeilijk proces, daar Uranium zelfs bij kamertemperatuur aan de lucht oxydeert. U ziet, er zijn voldoende haken en oogen.

Laat ik eerst iets vertellen over het U_{235} . Ik zei, dat deze kern een neutron kan absorbeeren, zonder te splitsen. Of er splitsing of absorptie zonder splitsing optreedt, hangt eenvoudig af van de snelheid, waarmede een neutron de U_{235} -kern treft. Treedt er geen splitsing op, dan gaat U_{235} over in het isotoop U_{236} . Dit isotoop is radio-actief, de kern zendt, zonder „menschelijke interventie” een electron uit, wint derhalve één positieve lading en wordt getransmuteerd in een niet op aarde voorkomende kern „ Np^{239} ”, (neptunium) die zelf nog eens hetzelfde doet en overgaat in „ Pu^{239} ”. Dit Plutonium nu heeft dezelfde eigenschappen als „ U^{235} ”, d.w.z. gemakkelijk splitsbaar. U ziet wat er gebeurd is. Met behulp van de neutronen uit het U^{235} hebben we een nieuw element gemaakt, waaruit we atoomenergie kunnen putten en wel „ Pu^{239} ”.

En nu iets over het vrijmaken van de energie. We kunnen dit gecontroleerd doen, langzaam. Het apparaat, waarmee dit gebeurt, noemen de Amerikanen een „pile”, een energiezuil. Wanneer de reactie te snel verloopt worden er in een dergelijke zuil automatisch maatregelen genomen, dat het teveel aan neutronen, dat ontstaat, wordt geabsorbeerd.

Maar bij de bom is dit anders. Daar wil men, dat de reactie zoo snel mogelijk verloopt, en dat is noodzakelijk, want anders zou de bom uit elkaar spatten, voordat het Uranium volledig is gesplitst. Ik zal U aan een getallen voorbeeld laten zien hoe belangrijk het is, dat de bom als zoodanig tot het laatste oogenblik blijft bestaan.

Stelt U zich eens voor, dat bij iedere splitsing 2 neutronen worden vrijgemaakt, die ieder voor zich ook werkelijk in staat zijn om een Uraniumkern te laten splitsen. We beginnen met één neutron, na de eerste splitsing zijn er 2, na 2 „generaties” 4 of 2^2 , na 3 generaties 2^3 of 8 etc. Het gaat net zoo als met de graankorrels op het schaakbord uit het bekende oude sprookje, na iedere generatie wordt een term van een meetkundige reeks toegevoegd. Maar dat beteekent, dat de laatste termen het grootste zijn en dat dus het leeuwenaandeel van de energie in de laatste generaties wordt vrijgemaakt.

Dat de reactie zoo snel mogelijk moet verlopen brengt verschillende eischen met zich mee. In de eerste plaats buitengewoon zuiver materiaal. Een bom moet bestaan of uit zuiver U^{235} (de gemakkelijk splitsbare isotoop) of uit Plutonium, dat ik daarnet noemde. Zuiver U^{235} maakt noodzakelijk, dat we U^{235} uit het natuurlijke Uranium, dat immers bestaat uit U^{238} en U^{235} , afscheiden. En dat is niet zoo eenvoudig, want U^{238} en U^{235} zijn chemisch gelijk, ze hebben alleen een verschillende massa. We moeten een **physische** methode toepassen; er zijn er verschillende (Smyth rapport). Een ervan is de versnelling van Uraniumionen in een electricisch veld en daarna afbuiging in een cirkelbaan in een magnetisch veld. De straal voor het U^{235} is dan wat kleiner dan van het U^{238} . Daarbij komt, dat U^{235} slechts 0,7 % vormt van het Uranium, dat in de natuur wordt gevonden.

Een andere mogelijkheid is het gebruik van Plutonium, dat, zoals ik zei, uit het U^{238} ontstaat door dit een neutron te laten invangen. Het Plutonium ontstaat eigenlijk vanzelf in de „pile” en moet daaruit langs chemischen weg worden afgescheiden. Dit is ook niet zoo eenvoudig, maar ik heb begrepen, dat de Plutonium-bom toch eenvoudiger te maken is dan de U^{235} -bom en dat men thans hoofdzakelijk Plutonium-bommen heeft.

En nu het tot explosie brengen van de atoombom. Dit is essentieel anders bij de trotylbom. Bij de trotylbom moet de reactie op gang worden gebracht en zet dan vanzelf door. Hoe moet dit nu bij de atoombom? Men zou zeggen we brengen er een neutron in en dan gaat het ook vanzelf. Maar zoo eenvoudig is dat niet, of liever, dat is wat al te eenvoudig, want er is altijd wel een neutron aanwezig en dat zou beteekenen, dat een stuk Uranium altijd explodeert.

Om een atoombom te laten explodeeren moet men op een geheel andere manier tewerk gaan. Ik vertelde U, dat, wanneer we een klein stuk Uranium of Plutonium nemen, dat dan de neutronen ontsnappen, voordat ze een Uranium of Plutonium-kern tot splitsing hebben gebracht. Welnu, daarvan maken we gebruik. We gaan uit van 2 stukken splitsbaar materiaal, die ieder voor zich niet in staat zijn om een kettingreactie te onderhouden, maar samengevoegd tot één grooter stuk dat wel kunnen. Er is een soort critische grootte; beneden deze grootte geen kettingreactie, daar boven wel. Brengen we twee subcritische massa's bij elkaar tot één supercritische massa, dan explodeert deze. En dat bij elkaar brengen moet snel gebeuren. De reactietijd in een bom, is van de orde van grootte van 10^{-7} sec.; dat beteekent, dat het gevaar bestaat, dat de reactie al begint, voordat de beide helften behoorlijk bij elkaar zijn en dat ze niet geheel vereenigd zijn, als de kettingreactie begint, zoodat ze zelfs weer uit elkaar gedreven kunnen worden. Dit is weer een probleem op zichzelf, waarover ik niet verder zal uitweiden. In de praktijk worden de subcritische massa's in elkaar geschoten met een soort kanonachtig afvuurmechanisme. Dit heeft tot gevolg, dat de bom als geheel toch nog een vrij gecompliceerd en om-

vangrijk apparaat is. Het snel bij elkaar brengen van de twee subcritische massa's is voor de efficiency van de bom (waarmee ik bedoel welk gedeelte van het splitsbaar materiaal werkelijk gesplitst wordt) van directe importantie. Wij hebben vernomen, dat deze nog slechts enkele procenten bedraagt.

De bom als wapen.

Ik wil U nu iets vertellen over de bom als wapen. Ik denk hierbij aan de energie, die vrijkomt. In welken vorm wordt deze energie vrijgemaakt?

Een vorm, waarin de energie vrijkomt, is warmte. De lucht in de omgeving wordt verhit en wordt samengeperst, hetgeen aanleiding geeft tot het ontstaan van een drukgolf, dus „blastwerking". Dus „blast" en brandstichtend, eigenlijk een combinatie van de werking van trotylbommen en brandbommen. Maar hierbij komt nog, dat een gedeelte van de energie vrijkomt in den vorm van neutronen en gamma-straling, waarvan vooral de laatste zeer doordringend en zeer schadelijk voor levende organismen. Dit dus is iets speciaals van de atoombom. Tenslotte moet men zich nog realiseeren, dat de atoombommen, waarin de Uraniumkern wordt gesplitst, zelf weer radioactief zijn. Deze atomen zelf vallen als „stof" neer en maken het gebied, waarboven de bom ontploft is, radioactief. Tenslotte kunnen de vrijkomende neutronen, vrijkomend bij de splitsing van Uranium zelf transmutaties in het materiaal van het te bestoken object veroorzaken, waarbij weer nieuwe radioactieve kernen ontstaan.

Alles opgesomd ziet U wel, dat de Uranium — resp. Plutoniumkern een wapen is met vele kanten. Dat is de kracht van het wapen, dat is anderzijds ook de reden, dat het beperkte gebruiksmogelijkheden heeft, waarover de Kapitein ter Zee Salm U nader zal inlichten.

Ik heb U zoo goed mogelijk iets willen vertellen over de fysische beginselen, die aan de atoombom ten grondslag liggen. Ik verheel mij niet, dat mijn verslag zeer onvolledig is. Mogen verschillende vragen van U mij in de gelegenheid stellen om onduidelijkheden en onvolledigheden van mijn betoog nader toe te lichten.

De Voorzitter: Ik geef thans het woord aan den Kapitein ter Zee Salm.

Voorzitter, Excellenties, Mijne Heeren.

Bij de beschouwing van de foto's van de ontploffingen van de bommen zullen U verschillende verschijnselen opvallen, die ik beter nu kan bespreken dan in het donker bij de lichtbeelden.

Bij de waterbom ontstond op het moment van de ontploffing een heldere lichtflits, door sommigen ongeveer gelijk geacht aan het zonlicht, door anderen minder fel, door anderen feller. Direct daarna ontwikkelde zich een hol van gloeiend gas, die zich uitbreidde, daarbij zichtbaar in temperatuur of althans stralingsactiviteit afnam, en zich als het ware in de lucht oploste, waarbij alleen de middelste rookkolom bleef staan. Deze rookkolom breidde zich snel uit naar boven, tot uiteindelijk een hoogte van 12.000 m. werd bereikt.

Van de uitwerking op de schepen zullen U ook beelden worden vertoond. Zeer typisch zijn hier drie soorten uitwerking te constateeren:

De bom heeft een enorme gasdruk ontwikkeld. Op de dichtstbijzijnde schepen op afstanden tot ongeveer 5 à 600 meter zijn dekken ingedeukt, vlakke zijden van bruggen en dekhuzen die rechtstreeks door de gasdruk getroffen zijn, zijn ingebold. Van de onderzeeboot Skate is de lichtgebouwde bovenbouw naar één zijde weggedrukt en zwaar beschadigd, doch het druklichaam is intact gebleven en het schip is later, naar ik bij geruchte vernam, op eigen kracht naar San Francisco gekomen.

Een olielaadschuit van naar schatting een 1000 ton, gemaakt van gewapend beton, lag ongeveer 400 meter van het springpunt, de gasdruk heeft eenige gaten in het dek geslagen.

Het kleine vliegdekschip Independence, ongeveer 500 meter van het springpunt, is door de gasdruk zwaar beschadigd. De druk is door de open gedeelten van het schip onder het vliegdek gekomen en heeft dit omhoog gebold, schoorsteenen en brugopbouw zijn naar opzij weggeslagen. Alle vliegtuigen zijn wrakken.

Het zou te ver voeren nader in te gaan op de bijzonderheden van ieder schip. Er zij mede volstaan te zeggen, dat binnen 500 à 600 meter van het springpunt twee transportschepen direct

gezonken zijn, een Japansche lichte kruiser en een Amerikaansche jager zoo zwaar beschadigd, dat zij den volgenden dag zonken en alle andere schepen zoo zwaar beschadigd waren dat zij minstens drie maanden in reparatie moesten in een eerste klasse marinebasis. Opvallend was, dat alle pantsermateriaal, geschutsschilden, geschutstorens, pantserdekken volkomen onbeschadigd leken.

De schepen, die een 600 tot 1000 meter van het ontploffingspunt aflagen, waren eveneens beschadigd, doch de beschadigingen namen zeer snel af met den afstand. Bij een uitbreiding van de drukgolf als een zich uiteenzettend boloppervlak kan men zich een afname van den druk met het kwadraat van den afstand denken. In Bikini leek de afname nog sneller, als nam de druk af met den inhoud van den bol, dus met de derde macht van den afstand. Op 1000 meter had de gasdruk zelfs niet meer de kracht gehad om zeildoeksche tenten en dekkleden te scheuren, en op grootere afstanden waren totaal geen beschadigingen meer zichtbaar.

Een tweede werking van de bom was de brandstichtende werking. Tot op grooten afstand van het springpunt (1400 meter) was verf geblakerd en op een schip — 2000 meter van de bom — was brand ontstaan. Er dient hierbij te worden opgemerkt, dat alle branden op één na ontstaan waren in legermateriaal, dat aan dek was opgesteld, speciaal in het papier van verpakkingsmiddelen en kleedingmateriaal. De eenige brand in werkelijk scheepsmateriaal, die ik heb gezien, was ontstaan doordat smeerolie uit een geschutstoren op een tros gedruppeld had. Dit van olie doordrenkte stuk tros was in brand gegaan.

De houten dekken van de schepen, zelfs van die vlak bij de ontploffing, waren niet verkoold, behalve nabij bouten of richels in dek, waar het hout ter diepte van een millimeter verkoold was. Dit bewijst dat een zeer heete luchtstroom zoo snel over het dek gegaan is, dat de temperatuur van het dek niet tot het verkolingspunt heeft kunnen komen, behalve waar hindernissen een werveling deden ontstaan, die het contact met het dek wat inniger en wat langer hebben doen zijn. Iets dergelijks werd ook bij de geblakerde verf opgemerkt waardoor met vrij groote zekerheid kan worden aangenomen, dat het brandstichtende vermogen

van de bom geen stralingseffect, doch een gevolg van de weggestuwde zeer heete gassen is geweest.

Het derde effect van de bom was de radioactieve nawerking en aangezien hierover veel spraakverwarring heerscht moet ik hier iets dieper op ingaan. Op het moment van de ontploffing van de bom worden verschillende deeltjes, helium- en waterstofkernen, neutronen en electronen met groote kracht weggeschoten en ontstaat allerlei straling waaronder z.g. harde gammastralen, een soort Roentgenstraling van zeer korte golflengte en zeer groot doordringingsvermogen.

Wanneer deze deeltjes of deze straling de schepen treft, kunnen zij elementen, voorkomende in materialen van het schip, de verf, het staal, de trossen, het hout, tijdelijk radioactief maken. Deze kunstmatige radioactiviteit duurt soms seconden, soms uren, soms maanden. Er is verder niets aan te doen, het moet uitwerken.

Nu komen de genoemde deeltjes — helium- en waterstofkernen, neutronen en electronen — niet erg ver in de atmosfeer. Dat is met enkele tientallen meters wel bekeken. De harde gammastralen echter gaan veel verder. Hoever is mij niet bekend, doch wij zijn toegelaten op meerdere schepen, die slechts 500 meter van het springpunt aflagen, zoodat wij moeten aannemen, dat dit soort radio-activiteit op dezen afstand al niet meer wordt opgewekt. Wij hebben echter gehoord, dat de betonnen brandstofschiuit, die op 400 meter afstand lag, wellicht wel dit soort radio-activiteit vertoonde.

Er is echter nog een tweede radio-actieve nawerking.

Het plutonium splitst zich n.l. bij de ontploffing in vele elementen, waaronder echte radio-actieve en tijdelijk radio-actieve, in den vorm van fijn stof.

Een deel er van is zoo fijn verdeeld, dat het in de atmosfeer blijft zweven. De geheele rookkolom, die zich na de ontploffing vormde, bevatte zooveel van dit stof, dat de passage van deze wolk vele uren later over San Francisco aan de radio-activiteit daarvan is geconstateerd kunnen worden.

Een ander deel van het stof komt als stof of in waterdruppeltjes naar beneden. Als men bedenkt, dat een paar millioenste gram plutonium doodelijk is, indien het in het menschelijk lichaam

komt. kan men apprecieeren hoe zorgvuldig de schepen afgespoeld en afgeschrobd zijn om dit gevaarlijke stof te verwijderen, voordat bezoekers er op werden toegelaten.

In Hiroshima en Nagasaki, waar men van dit alles niet op de hoogte was en waar men niet voorbereid was op het vinden en verwijderen of vermijden van deze beide radio-actieve naverkingen, zijn daardoor veel slachtoffers gevallen.

Bij de onderwaterbom verliep de ontploffing uiteraard anders. Er ontstond een waterzuil met een bruingrijze kop, bestaande uit modder en koraal van de bodem van de lagune, die zich snel omhoog en in middellijn uitbreidde. Even later vormde zich rond den voet van deze waterzuil een witte wolk, die de vorm van een halve bol aannam, waar de centrale zuil juist boven uitstak. De witte bol breidde zich snel zijwaarts uit tot hij een middellijn van een 2000 meter had, en loste daarna vrij plotseling in de omringende lucht op, waardoor de centrale zuil, nu met een paddestoel kop, zichtbaar werd.

Toen het water van de centrale zuil weer terug begon te vallen, vormde zich rond den voet een hooge golf van 30 meter hoog en een wittig rose mistbank, een honderd meter hoog, die snel naar buiten rolde en alle schepen aan het oog onttrok.

De paddestoel breidde zich langzaam uit tot een gewone tropische regenbui, die langzaam naar zee weg dreef.

Na de proef bleek het water en de schepen radio-actief te zijn. Radio-actieve splitsingsproducten in het water en het kunstmatig radio-actief geworden natrium van het keukenzout in het water toonden de neiging om zich vast te zetten in olielagen op het water, aangroeiingen op de bodem van schepen en in zeewier. Gedurende de drie dagen dat de USS Panamint nog in Bikini bleef, was de doelvloot niet te benaderen en veertien dagen later waren er nog deelen van de lagune, waar niet gewerkt kon worden.

De resultaten van deze onderwaterbom waren, dat onmiddellijk zonken het slagschip Arkansas, vlak bij de bom, een transportschip, de reeds eerder genoemde brandstofschiuit en wat kleinere vaartuigen. Het vliegdekschip Saratoga zonk dienzelfden middag. Het Japansche slagschip Nagato had een twaalf tons meerboei

aan dek gespoeld gekregen en zonk vijf dagen later. Een transportschip en een torpedobootjager werden aan den grond gezet om zinken te voorkomen.

LANTAARNPLAATJES.

Ik zal nu eenige vraagstukken behandelen, die naar aanleiding van dezen bom telkens opduiken.

Het eerste punt is de vraag of de uitslag van de proeven anders geweest zou zijn, indien de schepen bemand zouden zijn geweest.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zou men moeten weten, wat voor invloed de ontploffingen op de bemanningen zouden hebben gehad.

Men heeft hiervoor eenige tienduizenden proefdieren op de doelvloot gehad, maar van de resultaten is tot nu toe slechts bekend gemaakt, dat 10 % is gestorven door gasdruk, verbranding en bestraling en dat nog 10 % lijdende was aan verwondingen door bestraling en door contact met radio-actieve stoffen, z.g. radiation sickness.

Omtrent de invloed van de ontploffing in Hiroshima op menschen is reeds iets meer bekend geworden.

Alle menschen binnen 500 meter van de bom waren dood. Van de menschen, die zich tusschen 500 meter en 1000 meter van de bom bevonden, was 80 % dood en 20 % gewond. Menschen tot op 3000 meter van de bom hadden nog verwondingen opgelopen.

Nu zijn deze getallen niet zonder meer te vergelijken. Het „all clear” was gegeven, practisch niemand zat in schuilkelders, vele Japansche huizen zijn buitengewoon licht gebouwd van papier en hout, en Japanners dragen op een zeer warme zomerdag niet meer dan een enkele katoenen kimono. Bovendien is het geheele gebied binnen een radius van 2000 meter tegelijk in brand gevlogen, zoodat de menschen daarbinnen geen gelegenheid meer hebben gehad om weg te komen, en heeft het rondvliegende puin, steenen, dakpannen, stukken hout enz. zeer veel slachtoffers gemaakt.

Gezien de onbeschadigde pantsers van de Nevada, 500 meter van het springpunt, kan met vrij groote zekerheid gezegd worden, dat een groot deel van het personeel benedendeks van de

schepen de gasdruk en de heete gassen overleefd zou hebben.

Wat de zeer doordringende gammastraling gedaan zou hebben, is niet bekend. Zoolang de gegevens van de dierproeven zoo vaag gesteld zijn en er niet opgegeven wordt waar de doode dieren en dieren met radiation sickness zich bevonden hebben, kan zelfs niet bij benadering worden opgegeven, welk deel van de bemanning onmiddellijk gedood zou zijn en welk deel aanvankelijk — in de periode dat het schip gered moest worden — nog geheel fit waren, doch later na dagen of weken aan de stralingsziekte zouden gaan lijden en misschien daaraan zouden overlijden.

Harde gammastraling wordt het beste tegengehouden door zware elementen, zooals lood en staal. De stalen pantsers en pantserdekken zullen zeker een groote mate van bescherming hebben gegeven.

De vraag, of de schepen met bemanning gered hadden kunnen worden, hangt ook nog af van de vraag of de machines intact gebleven zijn. Vooral na de tweede proef, de onderwaterproef, acht ik de kans groot, dat er belangrijke machine-averij is geweest.

De Nagato bijvoorbeeld.

Het schip had in het laatst van den oorlog ernstige bomschade opgelopen. Het dek achteruit lag gedeeltelijk open. Bij ons bezoek voor de eerste proef hoorden wij, dat het schip veel water maakte in de machinekamer. Er is een periode van drie weken verlopen tusschen de eerste en de tweede proef. Is in dien tijd het schip lens gepompt? Na de tweede proef bleek een 12-tons meerboei aan dek te zijn gespoeld, waardoor het schip slagzij kreeg. Heeft deze meerboei het schip beschadigd? Heeft de slagzij een deel van het open dek onder water gedrukt? Zou dit schip niet door een deel van de bemanning gered hebben kunnen worden?

Een tweede belangrijk punt is, dat kernenergie op verschillende wijzen gebruikt kan worden bij de oorlogvoering. Wij kennen op het oogenblik twee manieren van het vrij maken van kernenergie.

De beheerschte wijze van kernenergie-ontwikkeling, die

geschiedt in „piles”, een woord dat „hoopen, stapels” beteekent en dat ontstaan is uit de bouwwijze der eerste piles, waarin blokken grafiet op elkaar gestapeld werden. Ik heb dit wel eens hooren vertalen met „zuilen”, maar m.i. is „uraniumovens” een betere aanduiding.

In de Hanfordfabrieken in de staat Columbia, waar deze uraniumovens gedurende den oorlog gebouwd zijn voor het fabriceren van plutonium, wordt een vermogen opgewekt van vijf-honderdduizend tot anderhalf millioen K.W.

Deze fabriek wordt dezer dagen overgenomen door General Electric, die deze energie-ontwikkeling zal gaan gebruiken voor het drijven van dynamo's, het opwekken van electrische stroom dus. Tot nu toe werd het grootste deel van de opgewekte energie door koelwater naar de Columbiarivier afgevoerd.

Volgens het rapport van Baruch van 7 September, aan de Atoom-Commissie in New-York, kan een 75.000 K.W. kern-energie-fabriek gebouwd worden voor 25 millioen dollars, een fractie dus van wat bijvoorbeeld de afsluitdijk kostte. De beschikbaar komende energie zal 0.8 dollarcent (2 cent) per K.W.U. kosten. Deze energie is duurder dan waterkracht en ongeveer hetzelfde als energie, geproduceerd uit steenkool, wanneer men dicht bij de mijnen is.

Ik zal het eerst over de beteekenis van de beheerschte energie-ontwikkeling voor de oorlogvoering hebben.

Er staan mij geen getallen ten dienste, die aangeven wat het gewicht van uranium-ovens is in verhouding tot het aantal ontwikkelde paardekrachten. Wij meenen te weten, dat de Hanford-fabriek werkt met natuurlijk uranium, dat slechts voor 1/140 uit splijtbaar uranium 235 bestaat, maar er bestaat natuurlijk ook een mogelijkheid om een uraniumoven te drijven met uranium van een hooger gehalte aan U 235 of met een uranium-plutonium legering, die een grootere hoeveelheid energie per eenheid van gewicht zou vrij maken dan de Hanfordovens.

Kunnen dus eenerzijds de ovens vermoedelijk lichter gemaakt worden dan zij thans zijn, anderzijds is aan het werkelijk zware deel van de installatie weinig te doen. Het bedienend personeel moet n.l. beschermd worden tegen de straling der radio-actieve

stoffen en daarvoor zijn zware lood- of staalmantels en breede en daardoor zware watermantels noodig.

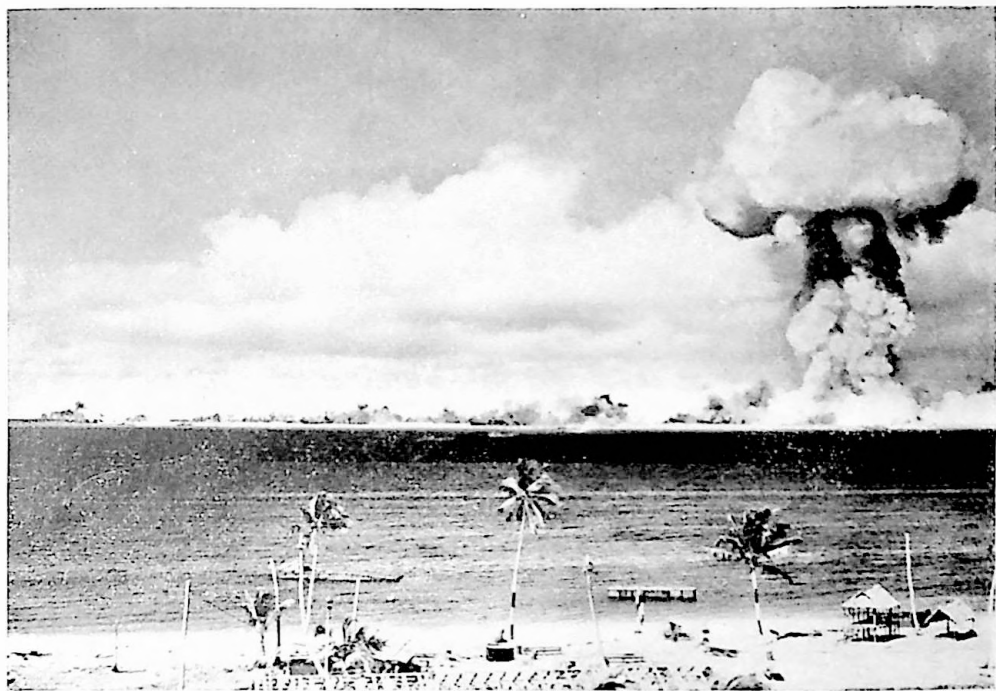
Het gebruik van uraniumovens op oorlogsschepen zou het medenemen van brandstof overbodig maken. Op schepen is voor uraniumovens dus beschikbaar het totale bedrag nu in gebruik voor ketels en brandstof. Om ronde getallen te noemen voor een groote kruiser 2000 ton, voor een slagschip, groote transportschepen of vliegdekschepen 3000 ton en meer. Het wil mij voorkomen, dat deze bedragen voldoende moeten zijn, wanneer men bedenkt, dat de splitsing van 0.01 gram Pu per seconde een vermogen van $1 \frac{1}{3}$ miljoen paardekrachten ontwikkelt.

Wanneer werkelijk schepen met uraniumovens gaan varen, zal dit een even groote revolutie in den zeeoorlog brengen als de overgang van zeilvaart naar stoomvaart gaf. De schepen worden weer zoowel naar plaats als tijd onafhankelijk van brandstofbases, en kunnen zoolang en zoo vaak als noodig is, de grootste vaart loopen waartoe de voortstuwingsinstallatie in staat is.

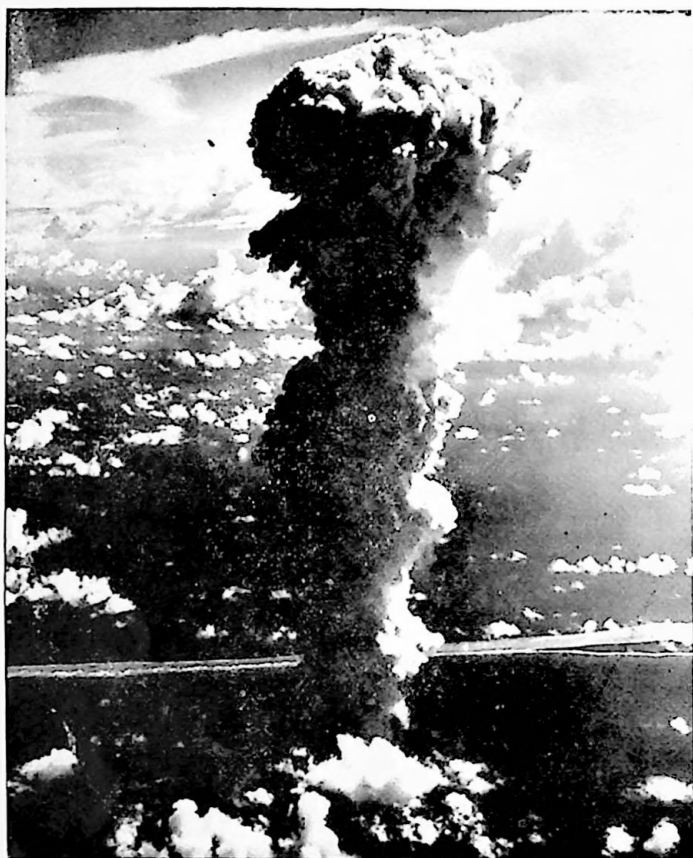
Voor al voor onderzeebooten, die wekenlang geheel onder water zouden kunnen blijven, die met een dergelijke installatie ook onder water vaarten van 20, 30 of meer mijl zouden kunnen loopen, en die zich niet meer zouden behoeven te verraden door boven water uitstekende deelen, die tot nu toe noodig waren voor het herladen der batterijen, is deze ontwikkeling van belang.

In het totale gewicht van de installatie zal het zware gewicht van de staal- en watermantels een grootere rol gaan spelen naar mate de installatie kleiner wordt. Het is de vraag of een torpedo-bootjager, die slechts een 600 ton gewicht beschikbaar heeft, nog een dergelijke installatie zal kunnen dragen en zooveel te meer geldt dit voor de tegenwoordig door ons gebruikte onderzeebooten, die slechts een 100 ton beschikbaar hebben.

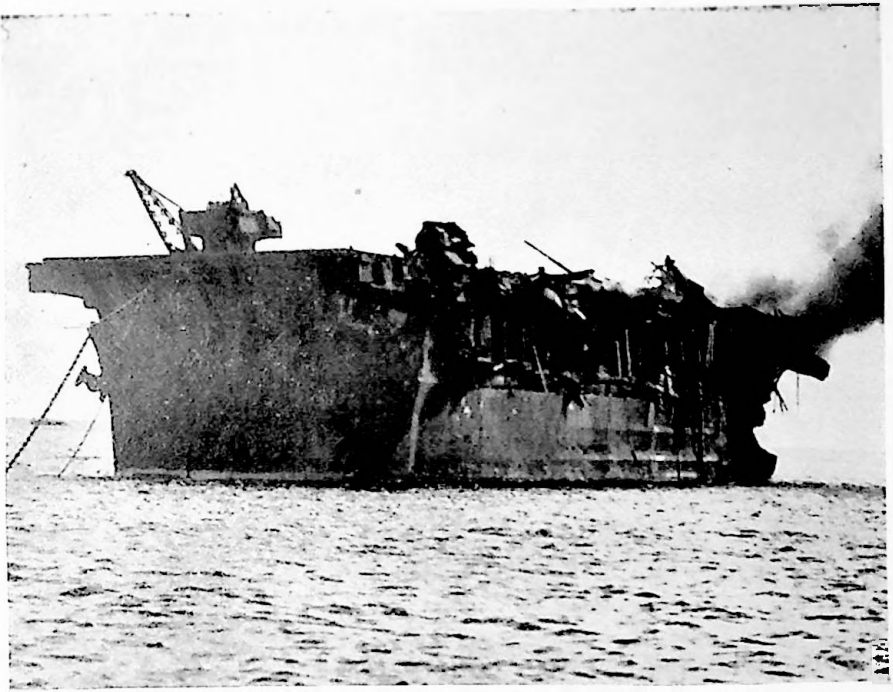
Zoolang vliegtuigen slechts uiterst geringe gewichten kunnen dragen, ik meen, dat geen enkel vliegtuig thans meer dan een 30 ton kan medenemen, lijken mij uraniumovens voor bemande vliegtuigen niet wel bruikbaar. Voor onbemande, door radio bestuurde, vliegtuigen, waar men dus de geheele bescherming kan missen en voor gestuurde, eveneens onbemande, vuurpijlen liggen er misschien wel weer mogelijkheden voor het gebruik van



3. Enkele seconden na de ontploffing. De vlam is verdwenen en slechts de rook- en stoomkolom van de ontploffing blijft over.
Foto genomen van het eiland Bikini op ongeveer 5 k.m. afstand.
De rookkolom staat uit het midden van de foto, omdat de bom ongeveer 500 m. misgeworpen was.
De zwarte rookkolommen op de schepen zijn gedeeltelijk afkomstig van branden, gedeeltelijk roet en stof uit schoorsteenen.



4. De springwolk van den lucht bom, toen deze zijn grootste hoogte van ongeveer 12.000 m. bereikt had. Foto genomen uit een vliegtuig. Het eiland Bikini op den achtergrond.



5. Vliegdekschip U.S.S. „Independence“. Afstand tot het springpunt ongeveer 500 meter. De luchtdruk heeft schoorsteenen en brugopbouw over de zijden van het schip ingedrukt en is door de openingen van de zijden van het schip onder het vliegdek gekomen en heeft dit opgebald. De huid is gedeeltelijk ingedrukt, waardoor spanten en langsversterkingen zichtbaar worden.
De vlam van foto Nr. 2 heeft een brand doen ontstaan, die ongeveer 8 uur duurde, en verantwoordelijk is voor het grootste gedeelte van de zichtbare schade.



6. Beschadiging van onderzeeboot U.S.S. Skate. Afstand tot springpunt ongeveer 300 m. Uit de foto is goed te zien, dat de lichte bovenbouw van de onderzeeboot, die alleen dient om het schip bij bovenwatervaart een gunstiger vorm te geven, vernield is. Het cilindervormig druklichaam daarentegen, dat den grooten onderwaterdruk kan opnemen, en waarbinnen zich alle vitale deelen van de onderzeeboot bevinden, is intact. De onderzeeboot is later op eigen kracht naar San Francisco gevaren. De man op het dek spoort radio-activiteit op.

plutonium, waarbij de speculatie op het gebruik van dezelfde Pu-massa, eerst als voortstuwing, later als ontploffingsmiddel wijde perspectieven opent.

Voor locomotieven, tanks, vrachtauto's en alle andere voertuigen, die altijd bemand zijn of in de buurt van personeel optreden, zoodat zij ook geheel afgeschermd zouden moeten zijn, lijken de uraniumovens ook te zwaar.

Wat betreft het gebruik van kernenergie op de tweede wijze, als ontploffingsmiddel, moet opgemerkt worden, dat ons slechts bekend zijn de uitwerking van de U235 bom in New Mexico en op Hiroshima, de Pu bommen op Nagasaki en Bikini.

Deze bommen zijn de eerste, die ooit gefabriceerd zijn en berusten alle op het samenvoegen van twee subcritische ladinghelften.

Toen men nog slechts over de prestaties van het eerste vliegtuig van de gebroeders Wright van 1907 beschikte, was op geen stukken na te overzien, wat het vliegtuig zou presteeren in Wereldoorlog I en in Wereldoorlog II. Wij moeten voor oogen houden, dat het met de kernenergie-springstoffen wel eens net zoo zou kunnen gaan.

Voorloopig echter zijn er geen aanwijzingen, dat er in de naaste toekomst ontwikkelingen te wachten zijn, die de grootte-orde van de uitwerking van deze springladingen zal beïnvloeden. Er zijn geen andere elementen bekend dan U en Pu, die splitsen onder uitzending van voldoende neutronen om een heftig verloopende kettingreactie te veroorzaken. De tijd, waarin het proces verloopt, een paar tienden van een millioenste seconde, sluit de mogelijkheid vrijwel uit, dat meer dan twee subcritische deelen zoo precies gelijktijdig samengevoegd kunnen worden, dat zij een enkele ontploffing veroorzaken en dat niet het samentreffen van de eerste twee elkaar rakende deelen een ontploffing veroorzaakt, die de andere deelen vergast en ongeexplodeerd wegslingert.

Ik zal vanavond dus slechts spreken over de plutoniumbom 46 en mij niet verdiepen in fantasieën over bommen, waarvan zelfs geen aanwijzingen bestaan, dat zij mogelijk zijn.

Er is nog een element, dat mijn oordeel over de bom en de invloed van de bom in hooge mate beïnvloedt en dat is de aan-

name, dat er slechts weinig bommen bestaan en dat met de bestaande productiemiddelen, hoe enorm zij ook zijn, slechts een zeer beperkt aantal springladingen per jaar kan worden afgeleverd.

Ik haal hier eenige punten aan uit het Smyth-report:

„The problem therefore was to design a plant which would separate some grams a day of plutonium from some tons of uranium”

„The water supply requirement was comparable to that of a fair-sized city (voor de productie van de zoo juist genoemde "some grams a day").

Verder wordt aan Niels Bohr toegeschreven, dat hij in Augustus 1945 gezegd zou hebben, dat de totale productie van splijtbaar materiaal (U 235 en Pu) 4 lbs (anderen zeggen 6 lbs) per dag zou zijn. Het is de vraag of Niels Bohr dit werkelijk gezegd heeft, zoo ja of hij er iets van af wist, en ten slotte of men de productie sindsdien niet verhoogd heeft, b.v. door de Hanford Plant op een hooger vermogen te laten werken.

De aard van de gebruikte processen, zoowel bij de isotopenscheiding als bij de plutoniumfabricage, maken echter deze geringe productiegetallen wel waarschijnlijk.

Tenslotte gaat het bij de Pu-fabricage, wal op het oogenblik de eenige stof is, die voor bommen gebruikt wordt, om het treffen van kernen van uranium atomen door neutronen, die bovendien nog ongeveer de goede snelheid moeten hebben. Om U een idee te geven van de grootte van zoo'n kern zal ik het volgende beeld geven:

Indien een stofje uranium van een duizendste mm., zoo klein dus, dat men een microscoop nodig zou hebben om dit te zien, vergroot werd tot het een doorsnede had van 1000 k.m., dan zouden de buitenste electronen van ieder atoom cirkels met een 50 meter straal om de kern maken, maar de kern zou slechts 1 m.m. groot zijn. De trefkans op zoo'n kern is gering.

Ik ga er dus van uit, dat er slechts weinig springladingen zijn en slechts zeer weinig per jaar geproduceerd kunnen worden. Om gedachten te bepalen, er zijn er misschien een paar honderd en er kunnen er misschien een paar tientallen per jaar bijgemaakt worden.

Indien de Ver. Staten er een paar plutoniumfabrieken bij bouwde, zou de productie natuurlijk evenredig stijgen, maar nu er geen oorlogstijdensuur in Amerika bestaat, zou een dergelijke aanbouw zeker aan ons bekend worden. Een dergelijke uitbreiding heeft in den laatsten tijd niet plaats gehad.

Ik ga dus bij mijn beschouwing uit van de praemisse, dat deze bommen slechts in relatief kleine hoeveelheden geproduceerd zullen worden. Zeker in onvergelijkelijk veel kleinere hoeveelheden dan de gewone chemische bommen van den vorigen oorlog.

Men heeft wel eens gezegd, dat er tegen de plutoniumbommen geen verdediging mogelijk zou zijn. Een dergelijke uitspraak is natuurlijk nonsens.

Als iemand van korten afstand op mij schiet en ik sta onbeschermd, dan treft die kogel mij, maar dat wil niet zeggen, dat er tegen kogels geen bescherming mogelijk is.

In de eerste plaats wil ik wijzen op het feit, dat in Bikini geen der groote sterk gebouwde schepen, zooals de slagschepen, door de luchtbom opengereten zijn of dat er dekken stuk gedrukt zijn. Pantisers van geschuttores waren zelfs niet zichtbaar vervormd. De betonnen brandstofschiut, die zeer dicht bij het springpunt lag, had wel een paar gaten in het ongeveer 1 decimeter dikke betonnen dek, maar er was ook zeer veel van het dek en de dekhuisen blijven staan.

Goedgebouwde schuilkelders en schepen geven dus een zeer goede bescherming tegen de gasdruk.

Wat brandwerking betreft herhaal ik mijn opmerking, dat van het echte marinemateriaal der door mij bezochte schepen — materieel dus ontwikkeld op grond van jarenlange ervaring en tallooze zeegevechten — eigenlijk niets in brand is gegaan.

Ik heb veel ernstig beschadigde vliegtuigen gezien, doch weer geen enkel, waarvan de benzine in brand was gegaan. Ook tegen de brandwerking van de bom is dus zeer veel te doen.

Over de mogelijkheid van verdediging tegen straling zou ik het volgende willen zeggen.

Wanneer een plutoniumkern splitst, komt straling van een zekere energie vrij. Deze energie is volkomen onafhankelijk van

het feit of deze kernsplitsing in een laboratorium, in een plutoniumfabriek of in een bom geschiedt. Indien men in het laboratorium en in de fabriek een afdoende bescherming tegen deze straling maken kan, is het ook mogelijk een afdoende bescherming te maken tegen de straling, die vrij komt bij het springen van de bom.

In werkelijkheid ligt de zaak iets minder eenvoudig, omdat de bescherming in het laboratorium en de plutoniumfabriek altijd wel eenige straling doorlaat. Bij straling zijn er twee factoren, die de gevaarlijkheid bepalen: het doordringingsvermogen van de stralen en de hoeveelheid straling. Indien men in de fabriek, waar slechts enkele kernen splitsen, een bescherming aanbrengt, die slechts 1/10 % van de straling doorlaat, is het mogelijk, dat menschen 8 uur per dag in de fabriek kunnen werken, omdat de totale hoeveelheid straling, die zij binnen krijgen, beneden het toelaatbare blijft.

Bij het springen van een bom splitsen biljoenen kernen en dan zou het kunnen zijn, dat 1/10 % gedurende de 1/10 van een miljoenste seconde, dat het proces duurt, nog te veel is voor een mensch, zoodat de bescherming, voldoende voor het laboratorium, onvoldoende is tegen een dichtbij springende bom.

Ik heb foto's gezien van een "pile" in de Hanfordfabriek. Op het oog zag dit er uit als een blok beton van 2 à 3 meter hoog, 4 meter lang en een 2 à 3 meter breed. De grafiet- en uranium-massa zelf heeft afmetingen, zoodat de beton- en waterlaag samen niet zoo heel veel meer dan een meter kan zijn. Dit geeft aanwijzingen, dat schuilkelders met enkele meters water en beton er boven op, waarschijnlijk wel afdoende zijn tegen straling, zelfs tegen dichtbij springende bommen.

Is dus eenerzijds de volkomen passieve verdediging tegen de plutoniumspringlading mogelijk; anderzijds is er ook een actieve verdediging mogelijk, omdat de springlading gebracht moet worden naar het punt waar hij zijn vernielende werking moet uitoefenen.

De springlading kan vervoerd worden met een vliegtuig, zooals in Hiroshima en Nagasaki geschiedde, doch een vliegtuig kan met de orthodoxe middelen vernietigd worden, vóór het zijn doel heeft bereikt.

De plutoniumbom heeft het voordeel boven chemische bommen, dat één bom een groot gebied kan verwoesten, doch het nadeel, dat één vliegtuig gemakkelijker kan worden afgeschoten dan alle vliegtuigen van een groep van vele honderden, die gelijktijdig aanvallen.

Sinds echter de ontwikkeling van de vuurpijl (V 2, guided missiles), een zoo groote vlucht heeft genomen, kan men het bombardementsvliegtuig niet anders meer zien dan een relatief langzaam vervoermiddel, dat voor dit soort aanvallen op groote doelen wel nimmer meer gebruikt zal worden. Het vliegtuig, dat de bom op Nagasaki afwierp, moest daarvoor een tocht van naar ik meen 14 uur maken, terwijl de slechte weersomstandigheden het voortdurend onzeker maakten of het doel wel bereikt zou worden. Van Iwo Jima of Okinawa zou een V 2 de tocht in enkele minuten onafhankelijk van weersomstandigheden of vijandelijke luchtafweer hebben kunnen maken.

De actieve verdediging tegen dit soort vuurpijlen (V 2's, rockets) begint met de vernietiging van de fabrieken, waar zij gemaakt worden, de vervoermiddelen, waarmede zij vervoerd worden, de opslagplaatsen en afvuurinrichtingen, waarmede zij verschoten worden. Eenmaal in de lucht zijn zij even onafwendbaar als het projectiel van een zwaar kanon wanneer dit verschoten is, zonder dat men daaruit ooit de conclusie heeft getrokken, dat er tegen geschutsprojectielen geen verdediging mogelijk is.

Dit soort overwegingen brengen ons vanzelf op het vraagstuk van het gebruik van plutonium springladingen in den oorlog.

In de eerste plaats moet worden teruggekomen op de praemisse, dat deze bommen wel nimmer in zeer groote hoeveelheden beschikbaar zullen zijn, zoodat moet worden aangenomen, dat zij alleen daar zullen worden gebruikt, waar andere typen chemische springstoffen ontoereikend zijn.

Een bepaald geval wil ik speciaal noemen. Reeds gedurende mijn dienst te Washington gedurende het laatste deel van den oorlog bestond bij de hooge bevelvoering twijfel, wie meer nadeel van de groote strategische bombardementen van Duitschland had, de Duitschers of wijzelf, door de enorme hoeveelheid manuren en materiaal, die gestoken moesten worden in de productie en

onderhoud van de groote luchtvloten, die voor deze bombardementen noodig waren.

In het tijdschrift van de Royal United Services Institute van Augustus j.l. las ik een uiting van Sir Henry Tizzard, waaraan, zooals hij zeide, „wel niemand twijfelde”: „De werkelijke krachtsinspanning aan manuren en hulpbronnen, die beschikbaar moesten worden gesteld voor de bombardementen op Duitschland, was grooter dan de waarde van de aangerichte schade in manuren en het militaire succes van ons bombarderen zou zelfs nog minder zijn geweest, indien de Duitschers hun wetenschappelijke kennis hadden besteed aan de verdediging in plaats van ze te verspillen aan minder belangrijke zaken”.

Sir Henry neemt aan, dat de zooveel grootere vernietigingskracht van de Pu bom de balans zal doen omslaan. Ik zou niet gaarne zoo positief als Sir Henry zeggen, dat de plutoniumbom deze verhouding zal omdraaien, waardoor strategische bombardementen wel voordeelig voor den aanvaller worden, maar ik acht het zeer goed mogelijk, dat de combinatie vuurpijl-plutoniumlading een beter vernietigingseffect per manuur en hoeveelheid materiaal van de eigen productie zal geven, dan de combinatie vliegtuig en bom van den vorigen oorlog.

De enorme uitwerking van de enkele springlading maakt het gebruik van plutonium in verrassende overvallen van het type Pearl Harbour natuurlijk zeer aantrekkelijk. Alleen zal vermoedelijk de eerste aanval niet gelden de vijandelijke weermacht, doch in de eerste plaats alle kernenergiefabrieken, waar uranium en plutonium gemaakt wordt of gemaakt kan worden of de vuurpijlfabrieken en opstellingen.

De zeer groote uitwerking van de springladingen, zijn brandstichtende werking en radio-actieve nawerking leggen aanzienlijke beperkingen op aan de mogelijkheid van het gebruik van deze explosiëstoffen.

Ik weet hoe gedurende dezen laatsten oorlog de troepen er tegen op zagen om gebieden in te gaan, die door zwaar artillerievuur of zware bombardementen geheel verwoest waren, zoodat zij wisten daar geen dak boven hun hoofd, geen water, geen licht, uiterst onsanitaire toestanden en de grootste moeilijkheden voor hun vervoermiddelen te vinden.

Telt men hierbij nog op de mogelijkheid van radio-actieve nawerking, dan blijkt wel welke beperkingen men zich moet opleggen bij het gebruik van dit type springladingen dicht bij het front of bij een opmarsch.

Een ander typisch voorbeeld is het volgende: Bij de landing in Normandïe was een ideaal aantal schepen tezamen (volgeladen met materiaal en personeel, de schepen dicht op elkaar) voor een atoombom aanval.

Bij een dergelijken aanval echter zou door den oplandigen wind een wolk van radio-actieve splitsingsproducten en radio-actief water landsinwaarts gedreven zijn over de eigen Duitsche troepen en de Normandische bevolking.

Het voornaamste bezwaar tegen het gebruik van de plutonium-bom zal echter liggen in de mogelijkheid van represailles met soortgelijke wapens tegen de eigen burgerbevolking, een bezwaar m.i. dat doorslaggevend is geweest tegen het gebruik van strijdgassen.

Over de mogelijkheid van het gebruik van plutonium als springstof in den zeeoorlog kan het volgende worden gezegd.

Het lijkt mij vrijwel onmogelijk om met lange afstandsvuurpijlen zelfs voorzien van homingdevices en televisie-apparaten, zeer snelle en kleine doelen als schepen te treffen.

Homingdevices moeten per slot van rekening op relatief korte afstand van het doel komen, voordat zij beginnen te werken, 200 yards las ik kortgeleden ergens. Televisie-apparaten hebben een beperkt gezichtsveld, zoodat zij toch ook ongeveer in de goede richting moeten staan om hun doel werkelijk te zien.

Zelfs in relatief korte vluchttijden van bijvoorbeeld vijf minuten legt een schip 6 K.M. af, hetgeen vermoedelijk wel voldoende moet zijn om vuurpijlen te missen, wanneer zij van zeer grooten afstand worden gelanceerd, vooral als men aanneemt, dat het schip door radar gewaarschuwd wordt, dat een dergelijk projectiel in aantocht is.

Het afwerpen van plutoniumbommen door vliegtuigen op orthodoxe manier vereischt voor de eigen veiligheid van het vliegtuig een zoo groote vlieghoogte (10.000 meter) dat de trefkans gering is.

Ik herinner hierbij aan het feit, dat de afgeworpen bom te

Bikini op een stilsaand doel na herhaalde proefruns nog ongeveer een halve kilometer mis was.

Op een varend schip zijn natuurlijk veel grootere misworpen mogelijk en waarschijnlijk.

Tijdens den oorlog is geen enkel varend schip door bomaanvallen van zeer groote hoogte tot zinken gebracht.

In de Battle of Midway b.v. zijn vijf Japansche vliegdekschepen door vliegtuigen tot zinken gebracht, doch allen door zeer laag vliegende bommenwerpers of torpedovliegtuigen.

Als eenige mogelijkheid voor aanvallen op schepen met plutonium springlading blijven dus over torpedo's en laagvliegende onbemande vliegtuigen, die vanuit andere vliegtuigen bestuurd worden. Tegen dit soort aanvallen zijn alle afweermiddelen van den laatsten oorlog effectief.

Tenslotte is er nog de mogelijkheid van het gebruiken van plutonium in den zeemijn. Hierbij treedt wel duidelijk het groote bezwaar van plutonium naar voren, n.l. dat men de uitwerking niet doseeren kan. Voor verschillende soorten uitwerkingen zijn altijd projectielen en bommen van bepaalde gewichten de meest aangewezen geweest. Voor sommige omstandigheden was het beter lichte projectielen te gebruiken, voor andere zware en de z.g. blockbusters waren alleen voor speciale doelen en omstandigheden bruikbaar.

Bij de plutoniumspringlading heeft men alleen de machtigste soort en niets anders. Voor een zeemijn, die altijd een beperkt doel heeft, zal de plutoniumspringlading wel altijd onnoodig sterk zijn. Bovendien heeft het gebruik van dit instrument langdurige vergiftiging van het water ten gevolge, waardoor men deze zeemijnen alleen in vijandelijk gebied kan gebruiken, waar men zelf zeker niet denkt te komen, hetgeen ook weer belangrijke beperking omtrent het gebruik beteekent.

Gezien de betrekkelijk geringe aantallen plutonium springladingen, waarover men beschikken kan en de zooveel betere uitwerking, die men van hen kan verwachten tegen landdoelen, fabriekscomplexen, spoorwegemplacements e.d. is het gebruik van plutoniumspringladingen in den zeeoorlog niet zeer waarschijnlijk. Indien de schepen volgens juiste tactische regels wer-

ken, gebaseerd op de mogelijkheid van het gebruik van deze springlading door den tegenstander en voldoende onderlinge afstand houden, zoowel in havens en op reeden als in zee, (hetgeen misschien niet gemakkelijk is, maar alleszins mogelijk) dan kan alles wat met plutoniumspringladingen bereikt kan worden, even goed bereikt worden met zooveel goedkooper en eenvoudiger te maken chemische springladingen, die in zooveel grootere hoeveelheden voorhanden zijn.

De plutoniumspringlading is zonder twijfel een uiterst machtig en gevaarlijk wapen, maar zij moet gebracht worden op de plaats waar de werking moet worden uitgeoefend. Ik meen daarom, dat de plutoniumbom niet de belangrijkste ontdekking is van dezen oorlog, doch dat de nieuwe middelen van het brengen van springladingen op het doel een grootere invloed op de oorlogvoering zullen hebben dan de plutoniumbom op zichzelf.

Het zou mij te ver voeren hierop dieper in te gaan, doch ik wil hier toch even noemen o.a. den hydrojetbom, een torpedo met 70 mijl snelheid, lange afstandvuurpijlen, (V 2's) met televisie-apparaten en z.g. homingdevices, die het projectiel, als het eenmaal met ouderwetsche middelen vlak bij een doel gebracht is, op het doel brengen, hetzij door middel van radar, hetzij door middel van warmte-ontwikkeling op het doel, — de zg. proximity fuze, een buis, die door radargolven op een zeer nauwkeurig omschreven afstand van het doel het projectiel tot ontploffing brengt en de onbemande draadloos bestuurd vliegtuigen en vaartuigen, die beter dan de Japansche kamikases z.g. zelfmoordaanvallen kunnen doen. Ik heb het gevoel, dat ten aanzien van deze uitvindingen de plutoniumbom eerst op de derde of vierde plaats komt.

De beheerschte kernenergie voor voortbeweging van schepen daarentegen zou ik wat betreft invloed op den zeeoorlog op een eerste plaats willen stellen.

U verwacht van mij een uitspraak hoe ik mij de toekomstige Nederlandsche Marine denk en hoe de toekomstige wereld-marines er uit zullen zien.

Toen de torpedobooten in gebruik kwamen omstreeks 1880 met hun voor dien tijd duizelingwekkende snelheid van 17 mijl be-

teekende dit volgens de torpedisten het einde van alle groote schepen. Toen de onderzeebooten kwamen in het begin van deze eeuw, dezelfde voorspelling, en toen de vliegtuigen kwamen na den vorigen oorlog was het voor de zooveelste maal weer het einde van alle groote schepen.

Ondanks al deze voorspellingen was het eerste object van de Japansche aanvallen de Amerikaansche slagvloot; het meest urgente voor de Amerikanen het bouwen van een nieuwe. De groote offensieven in de Pacific werden alle geruggesteund door de slagschepen en ondanks torpedobooten van 60 mijl. moderne onderzeebooten, de nieuwste vliegtuigen, heeft een paar dagen geleden Engeland het nieuwste slagschip Vanguard in dienst gesteld, terwijl Amerika nog bouwt aan zijn twee nieuwste slagschepen, de Hawaii en de Kentucky, voorzien van vuurpijlwerpers in plaats van kanonnen.

Ditmaal zijn het de vuurpijl en de plutoniumbom, die het einde van alle groote schepen beteekenen, en op mijn reis door Amerika hebben jonge enthousiaste Amerikaansche vrienden mij uit zitten leggen hoe de guided missiles met atoomenergie en snelheden van duizenden meters per seconde in een toekomstigen oorlog ieder schip en ieder vliegtuig weg zullen blazen, zoodat men alles wat vaart en vliegt, gerust op de oud roesthoop kan gooien.

Door ervaring wijs, zal ik mij niet aan voorspellingen wagen, maar alleen opmerken, dat de geschiedenis leert, dat tot nu toe met de komst van een nieuw wapen het totaal aantal wapens zich alleen maar uitbreidt. De komst van een nieuw wapen had nooit als gevolg, dat een ander wapen volkomen verviel.

Al deze nieuwe aanvalsmiddelen kunnen tegen schepen en vliegtuigen gebruikt worden, maar zij kunnen ook door schepen en vliegtuigen gebruikt worden tegen eventueele aanvallers.

Voor de Koninklijke Marine in het bijzonder zou ik het volgende willen zeggen.

Wij hebben met ons lidmaatschap van de Vereenigde Naties, onderstreept door ons zitting nemen in de Veiligheidsraad, een zeer positieve verplichting op ons genomen om mede te werken aan de internationale orde — indien de Veiligheidsraad zulks wenscht — ook door levering van strijdkrachten.

Deze strijdkrachten zullen moeten medewerken met en inpassen in de strijdkrachten van de groote landen, die de groote contingenten moeten leveren. Zoolang wij bij de Kon. Marine de voor dit soort optreden zoo geschikte vliegdekschepen, kruisers, jagers en vliegtuigen hebben van een type, dat samen kan werken met de andere grootere Marines, kunnen wij aan de aangegane verplichtingen voldoen.

Voor onderzeebooten zie ik in verband met het toenemende gevaar voor bovenwaterschepen en de enorme mogelijkheden van beheerschte kernenergie een groote toekomst.

De Marine Vliegdiens zal het probleem van draadloos bestuurde aanvalsvliegtuigen spoedig aan moeten pakken.

Hoe de tactiek zal moeten zijn, die schepen en vliegtuigen in staat moet stellen hun taak te volbrengen zonder in aanraking te komen met de moderne aanvalsmiddelen en hoe deze schepen moeten worden ingericht om hen tegen deze aanvalsmiddelen bescherming te geven, indien de tactiek alleen daartoe onvoldoende blijkt, zijn zaken, die veel werk van de beste officieren der Kon. Marine vragen. In de oorlogsjaren heeft de Marine het principe gevolgd, dat de bureaux beneden het uiterste minimum bezet moesten zijn, om zooveel mogelijk menschen te leveren aan boord van de actieve oorlogsbodems. Nu zijn wij in een periode, dat veel hersenwerk moet worden gedaan om allerlei theoretische vraagstukken uit te werken, die de grondslagen moeten leveren voor een nieuwe Marine. De uitslag daarvan is nog niet te overzien, wij kunnen slechts zeggen, dat het Nederlandsche volk zoo volledig en eerlijk mogelijk zal worden ingelicht.

De nieuwe aanvalsmiddelen werken niet alleen tegen ons, zij zijn ook te gebruiken voor een klein land met een goed ontwikkelde industrie. Om een beeld uit de Mechanica te gebruiken, zou ik de verdedigingsmogelijkheden van een land willen vergelijken met de levende kracht van een bewegend lichaam m.v. Wanneer m klein is door de afmetingen van het land en de grootte van zijn bevolking, kan door de grootte van v toch nog een groote levende kracht aanwezig zijn.

V zou in dat geval beteekenen industrieele mogelijkheden en vooral het wetenschappelijk onderzoek, dat niet op de basis van

eenig Departement, maar op een nationale basis moet staan, en dat een van de groote posten van de begrooting moet zijn.

V R A G E N gesteld naar aanleiding van de lezingen van Majoor Dr. H. Bruining en Kapitein ter Zee G. W. Salm, op Woensdag 2 October in de Rolzaal, te 's-Gravenhage.

V r a a g :

Als ik het goed heb begrepen, is elke atoombom aan bepaalde afmetingen gebonden, zowel naar beneden als naar boven. Is dit zoo?

M a j o o r B r u i n i n g :

Dat idee hebben wij ook. Er zijn twee subcritische massa's, die samen een supercritische massa vormen. Voor een grootere bom zou men drie of meer subcritische massa's moeten gebruiken. Het lijkt technisch zeer moeilijk te verwezenlijken deze massa's binnen 10^{-7} sec. bij elkaar te brengen.

V r a a g :

U hebt ons verteld, dat Plutonium niet erg stabiel is. Is men dan ook in staat Plutonium-bommen te maken en te bewaren?

M a j o o r B r u i n i n g :

Ja, dit is inderdaad mogelijk, als men het maar beneden de sub-critische massa houdt. Wat de vervaltijd betreft, deze weten wij niet. Wij denken echter wel, dat de bommen geruimen tijd bewaard kunnen blijven.

V r a a g :

Hoe lang schat U de tijd tusschen het moment van de ontploffing van de bom en het moment, dat de golf begint te loopen?

K a p i t e i n t e r Z e e S a l m :

Ik schat deze op ongeveer 4 tot $4\frac{1}{2}$ minuut. Met zekerheid is dit niet te zeggen, in ieder geval is het een kwestie van minuten.

V r a a g :

Ik meen gelezen te hebben, dat de onderzoekingen en fabrieken en laboratoria voor de atoombomproeven in Amerika gezamenlijk $4\frac{1}{2}$ milliard dollar hebben gekost. Mijn inziens is het dus voor ons land onmogelijk, deze onderzoekingen ook ter hand te nemen. Wat is hierover Uw opinie?

Kapitein ter Zee Salm :

Inderdaad is dit een heele som geld. Men heeft echter veel fabrieken moeten bouwen. Het rapport Baruch zegt echter, dat men een installatie zou kunnen bouwen voor het gebruiken van deze energie voor industriele doeleinden voor een bedrag van 25.000.000 dollar, dit is een fractie van wat bijv. de Afsluitdijk heeft gekost.

Vraag :

Hoe diep schatte U de lagune?

Kapitein ter Zee Salm :

Deze werd voor ons geheim gehouden. Ik vermoed ongeveer een 30 Meter. De onderwaterbom heeft waarschijnlijk nog al diep, dus vlak bij de bodem der lagune gehangen. Dit is waarschijnlijk de oorzaak geweest, dat er bij de tweede bom zoveel modder en koraal uit de lagune omhoog werd geslingerd.

Vraag :

U heeft gesproken over het schieten om de massa tot explosie te brengen. Hoe stelt U zich dit voor ?

Majoor Bruining :

Zoals gezegd gaat men dus uit van 2 sub-critische massa's Plutonium. De eene Massa Pu zit vast, terwijl de andere massa hier door middel van een kanon in wordt geschoten. Dit kanon wordt door een gewone buskruitlading tot explosie gebracht. Wij hebben dus reden om aan te nemen, dat de geheele bom tenslotte toch nog vrij groot is. Men behoeft alleen deze buskruitlading tot ontploffing te brengen. Van nature zitten er reeds voldoende neutronen in en gaat de reactie van zelf aan de gang.

Vraag :

Kapitein ter Zee Salm heeft gesproken over het gebruik van beheerschte kernenergie voor bijv. locomotieven. Dit leek hem onmogelijk, daar de installatie te omvangrijk zou worden, terwijl men deze installaties in ieder geval nodig heeft ter bescherming van het personeel tegen radio-actieve straling. Is het nu wel nodig deze installatie in zijn geheel op de locomotief te plaatsen. Het rapport Baruch sprak toch over het gebruik van kernenergie voor industriele doeleinden?

Kapitein ter Zee Salm:

Dit is inderdaad het geval. Het blijft echter de vraag of dit zooveel goedkooper zal zijn. De energie, waarover het rapport Baruch sprak, zou 0,8 dollarcent, dus 2 Hollandsche centen kosten. Dit is duurder dan waterkracht (ongeveer 4 maal zoo duur) en ongeveer even duur als het gebruik van kolen. Hierbij komt nog, dat de prijzen van het Uranium gestadig stijgen. Kostte dit aanvankelijk ongeveer 7 dollar per lbs., thans is deze prijs ongeveer 20 dollar.

Vraag:

Is het ook mogelijk om bij dergelijke reacties uit te gaan van andere elementen?

Majoor Bruining:

Daar welen wij niets van. Tot nu toe is men altijd uitgegaan van Uranium, dat getransmuteerd wordt in Plutonium.

Vraag:

Bij de onderwaterbom was de opgeworpen watermassa enkele millioenen tonnen; wat was de schade aan de schepen toegebracht?

Kapitein ter Zee Salm:

Wij zijn na de tweede ontploffing niet meer in de lagune geweest, daar deze te radio-actief was. Alleen de torpedootjager „Hughes”, die aan het strand gezet was, om verloren gaan te voorkomen, hebben we van dichtbij kunnen bekijken. Langs de huid van het schip kijkend zag ik geen indeukingen. Vaak ziet men na een bomontploffing de spanten van het schip door de huid heen, waardoor het geheel den indruk maakt van een uitgemergeld dier. Dit was hier niet het geval. Alleen de zijkant van de brug was op zij gezet en hing er bij. De „Arkansas” is vrijwel direct gezonken, de „Saratoga” zonk vijf dagen later. Deze heeft waarschijnlijk veel onderwaterbeschadiging gekregen. De Nagato had een 20-tons meerboei aan dek gespoeld gekregen.

Vraag:

Is naar U weet in Nederland reeds eenige vordering gemaakt op het gebied van onderzoekingen betreffende de kernenergie?

M a j o o r B r u i n i n g :

De industriële capaciteit van Nederland is zeker niet groot genoeg om Uranium-bommen te maken. Wat ik van meer belang acht, is dat Nederland tracht op wetenschappelijk gebied weer een eerste plaats onder de volken in te nemen. Wij moeten er naar streven wetenschappelijk „bij" te blijven. Het cyclotron, dat bij Philips was gebouwd, wordt thans overgebracht naar Amsterdam en hier zal de kernphysica ter hand genomen worden. Ook op medisch terrein kan hier veel bereikt worden.

V r a a g :

Hebt U idee, dat er zich nog eens zeer belangrijke gezichtspunten zullen ontwikkelen, waardoor de thans gevolgde methode belangrijk vereenvoudigd wordt?

M a j o o r B r u i n i n g :

Daar hebben wij geen aanwijzingen voor. Dank zij de ontdekking in Duitsland in 1939 heeft men een „pile" kunnen maken. Dit was toegepaste wetenschap. In den oorlog heeft men allerlei toepassingen gedaan, die dank zij de fundamentele wetenschap mogelijk waren. Ik heb wel eens het idee, dat er „roofbouw" werd gepleegd. Heel belangrijk is dus, dat de fundamentele wetenschap weer ter hand wordt genomen. Wij komen dan misschien nog wel eens tot ontdekkingen, waarop wij voort kunnen bouwen.

V r a a g :

Ik heb in de krant gelezen, dat in San Francisco een schip, dat deel had genomen aan de Bikini-proeven, moest worden verlaten, omdat men daar radio-activiteit ontdekte. Denkt U, dat dit een radio-actieve nawerking is, of werkt deze radio-activiteit opnieuw?

K a p i t e i n t e r Z e e S a l m :

Wij hebben hier waarschijnlijk te doen met een kunstmatige radio-actieve nawerking, die eerst nu ontdekt is. Bij de onderwaterbom heeft zich namelijk veel radio-activiteit vastgezet in aangroeiingen op de scheepshuid en in zeewier. Bovendien is ook veel natrium in het zeewater radio-actief geworden. Men heeft deze ontdekking waarschijnlijk nu pas gedaan en dit zal nu wel verwijderd worden.

V r a a g :

Weet U iets omtrent de golfbeweging in de lagune na de tweede bom?

Kapitein ter Zee Salm :

Er stond uit de waterzuil een golfbeweging, die daar ter plaatse ongeveer 30 meter hoog was. Bij het strand gekomen was deze beweging nog ongeveer 6 meter.

V r a a g :

Ik heb gelezen, dat de menschen, die de atoombommen op Japan overleefd hebben, later verklaarden geen knal gehoord te hebben. Weet U daar iets van?

Kapitein ter Zee Salm :

Het is natuurlijk mogelijk, dat deze menschen zoo confuus zijn geweest, dat zij niets gehoord hebben. Het lijkt mij echter niet erg waarschijnlijk. Wij hebben in Bikini wel terdege een knal gehoord en wij lagen de eerste maal toch 21 mijl van het ontploffingspunt af.

V r a a g :

Acht U het met het oog op de grootte van de bom mogelijk, dat een vliegtuig meerdere bommen mee kan nemen?

Kapitein ter Zee Salm :

Op het oogenblik zeer zeker niet. Alleen het grootste type Amerikaansche bommenwerper, de B-29, kan slechts één bom medenemen.

V r a a g :

Ten tijde van de bom op Hiroshima en Nagasaki heb ik eens gelezen, dat de bom slechts zoo groot was als een voetbal. Is dat waar?

Kapitein ter Zee Salm :

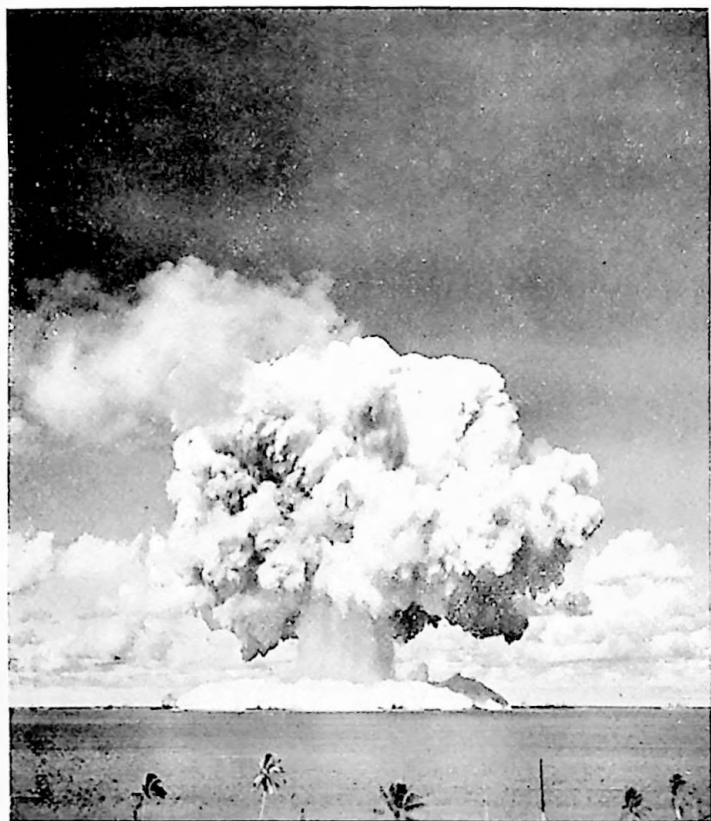
Misschien dat de beide subcritische massa's deze afmetingen hebben. De bom in zijn geheel is echter veel grooter, daar men een kanon met een buskruitlading noodig heeft, om de eene subcritische massa in de andere massa te schieten.

V r a a g :

Is het U bekend of er veel Uranium op aarde voorkomt?



7. Onderwater-ontploffing, enkele seconden na de ontploffing. De centrale waterzuil, die op de volgende foto duidelijk zichtbaar zal zijn, is aan de bovenkant door de dampwolk heen waar te nemen. De luchtdruk golf breidt zich zuiver cirkelvormig over de wateroppervlakte uit. Het eiland Bikini is rechtsonder zichtbaar.



8. De dampwolk is opgetrokken. De centrale waterkolom begint terug te vallen in de lagune en maakt daar een groote golf, die men juist over het Japansche slagschip Nagato, iets rechts van het midden van de kolom, ziet heen vallen.
Op den voorgrond palmboomen van het eiland Bikini.

Kapitein ter Zee Salm:

Ik heb pas gelezen, dat er op de Philippijnen groote hoeveelheden Uranium ontdekt zijn. De Amerikanen spraken van de grootste vindplaatsen ter wereld. Dit laatste zal men wel met een korreltje zout moeten nemen. Verder zijn er vindplaatsen in de Congo, Canada en Bohemen. Misschien ook nog wel in Rusland, dat weten wij echter niet.

De Voorzitter:

Ik dank de beide sprekers voor hunne zoo hoogst belangrijke mededeelingen, waarbij zij ons een blik deden slaan in de geweldige vraagstukken welke verband houden met de krachten die ontstaan bij de atoomsplitsing. De geheele wereld volgt met gespannen aandacht de ontwikkeling van deze materie; in welke richting die ontwikkeling zich bewegen zal, is nu nog niet te zeggen. Het boezemt echter vertrouwen in; dat er ten onzent officieren zijn die van de stof eene ingrijpende studie hebben gemaakt, zoodat men mag hopen dat het onzen autoriteiten ter zake niet aan gegronde adviezen zal ontbreken.

Ik sluit hiermede deze vergadering en dank U voor Uwe aanwezigheid.

Mededeeling voor de leden:

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

C. A. Prins, Lt.-Generaal der Art. b.d., Voorzitter; D. A. van Hilten, Kolonel G.S., Hoofd v.h. K.I., Redacteur Orgaan; W. J. Carp, Kolonel G.S., Dir. H.K.S.; I. A. Aler, Kolonel Dir. der Luchtstrijdkrachten; J. J. P. H. Perks, Kap. ter Zee, Sous-Chef Marinestaf; W. J. van Gulik, Kolonel G.S.K.N.I.L., Hoofd v.d. Afd. Mil. Zaken bij het Dep. v. Overz. Gebiedsdeelen; J. H. Couzy, Luit.-Kol. G.S., Leraar H.K.S.; J. P. Boots, Res. Luit.-Kolonel b.d., Secretaris-Penningmeester van de Ver. ter beoefening v.d. Krijgswetenschap, van Alkemadelaan 215, Den Haag, Telef. 774621, Postgiro 78828.