

Nadruk: verboden

PRIJS VOOR NIET-LEDEN f 2,50

# ORGaan

van de

## Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap

OPGERICHT 6 MEI 1865

1961-1962

1e Aflevering

KON. MIL. AKADEMIE  
BIBLIOTHEEK  
Kasteelplein 10  
BREDA

Inhoud:

**Ruimtevaart en haar mogelijke  
toepassingen op militair gebied**

door

**Dr. Ir. J. M. J. Kooy**  
Lector KMA

Voor adresveranderingen of opgave van adres en nieuwe leden zich te wenden tot Lt.-Kolonel W. F. ten Boske, Secretaris-penningmeester van de Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap, Sleedoornstraat 3 te 's-Gravenhage, telefoon 322478, postrekening 78828

Redactie: G. Gouman, Kolonel G.S., p/a Hogere Krijgsschool, Nieuwe Frederikskazerne, 's-Gravenhage; Tel. 184670, toestel 1505

Advertenties: Drukkerij Cedo Nulli, Wagenstraat 37, Den Haag, Telefoon 184466, toestel 54.

CONINKLIJKE MILITARE ACADEMIE



19526

BIBLIOTHEEK

**BIJeenKOMST OP WOENSDAG 8 NOVEMBER 1961  
TE 's-GRAVENHAGE**

Voordracht gehouden voor de Vereniging ter beoefening  
van de Krijgswetenschap

door

Dr. Ir. J. M. J. KOOY, Lector K.M.A.

over

**RUIMTEVAART EN HAAR MOGELIJKE TOEPASSINGEN  
OP MILITAIR GEBIED**

Voorzitter: Z.E. Luitenant-Generaal n.a. J. H. COUZY

*De Voorzitter:*

Mijne Heren, ik open de eerste bijeenkomst van het nieuwe jaar en ik heet u allen van harte welkom; in het bijzonder ons ere-lid de staatssecretaris Calmeyer en de spreker van hedenavond.

Er zijn, alvorens het woord wordt gegeven aan de spreker, enige huishoudelijke zaken af te handelen met als punt één de toestand van de Vereniging. Mag ik daarvoor het woord geven aan mijn linkerbuurman, de heer Boots.

*De Secretaris-penningmeester:*

Excellentie, mijnheer de voorzitter, excellenties, mijne heren, het aantal leden op 1 oktober 1960 bedroeg 1890, in '60/'61 zijn er 61 bijgekomen, wat een totaal gaf tot 30 september van 1951 leden. Door overlijden en bedanken is het ledenaantal verminderd met 186, door wanbetaling met 10, zodat wij op 1 oktober zijn begonnen met 1755 leden. Wat de financiële toestand van de Vereniging betreft moge ik u verwijzen naar aflevering 1 1961/62, waarin u volgens artikel 26 van het reglement alle gegevens zult vinden.

Het is mij een groot genoegen, mijnheer de voorzitter, te kunnen mededelen dat de financiële toestand van de Vereniging dank zij de medewerking van de leden die onverplicht reeds in 1960/61 meestal f 15,— betaalden in plaats van f 10,—, wel zeer gunstig is.

Ook dank zij een subsidie van f 5000,— van het Departement van Defensie en een gift van f 5000,— voor de uitgave van het Wetenschappelijk Jaarbericht 1960 van het Anjerfonds. Beide slechts éénmaal, helaas. Daar dit de laatste maal is dat ik u lastig heb gevallen met mijn verslag dat u bijna 40 jaar zonder morren hebt aanvaard, kan ik niet nalaten het bestuur, de ereleden en alle leden zonder uitzondering de meest hartelijke dank te betuigen voor de grote medewerking die ik altijd van u heb ondervonden. Nu mijn kaarsje

aan het opbranden is, stemt mij dit wel erg weemoedig, waar ik zoveel goede vrienden in de Vereniging tel. Verheugend is echter dat ik de Vereniging in goede toestand aan mijn opvolger kan overdragen zonder financiële zorgen en de belangen in goede handen weet te komen. Ik dank u zeer, mijnheer de voorzitter.

*De Voorzitter:*

Ik dank u zeer, wij zijn zeer blij dat de toestand van de Vereniging zo gunstig is en wij willen daarbij onze dank graag betuigen aan de Minister van Defensie voor zijn subsidie en het Anjerfonds voor de subsidie die wij mochten ontvangen voor het Wetenschappelijk Jaarbericht van 1960. Op dat kaarsje kom ik dadelijk nog wel terug, secretaris-penningmeester.

Bovendien heb ik van de kascommissie, de Overste Polak, de Overste Ten Boske en de Majoor Frederiks het verslag ontvangen; zij hebben de kas gecontroleerd, hebben deze volkomen in orde bevonden en stellen dus voor om volledige decharge te verlenen aan de penningmeester voor het gevoerde beheer. Officieel zou dit nog volgens het reglement niet kunnen, omdat u nog niet kennis heeft kunnen nemen van de cijfers zoals die in het eerstvolgende orgaan zullen worden gepubliceerd, maar wanneer er na deze publikatie binnen 14 dagen geen opmerkingen binnenkomen, meen ik dat ik dan gerechtigd ben om de penningmeester volkomen te dechargeren met grote dank voor het door hem gevoerde beheer.

Wij zijn dan aan punt 2: de verkiezing van bestuursleden; zowel de Generaal Van den Berge als ik zijn aan de beurt van aftreden.

*De Generaal d'Engelbronner:*

Heren, aangezien noch de voorzitter, noch de ondervoorzitter zelf zich groeppen achten u te vragen hen te herkiezen, mag ik dit misschien overnemen en u vragen met herkiezing van beide bestuursleden in te stemmen. Zo niet, dan horen wij graag eventuele bezwaren of andere kandidaten. (*Applaus*).

*De Voorzitter:*

Mijne heren, mede namens de Generaal Van den Berge dank ik u zeer voor het in ons gestelde vertrouwen en wij hopen in de volgende periode dit vertrouwen niet te beschamen.

Dan is ook aan de beurt van aftreden de heer Boots, d.w.z. dat de heer Boots de wens heeft te kennen gegeven m.i.v. 31 december a.s. af te treden. Aangezien er op 31 december geen vergadering is en de vergaderingen in december buiten Den Haag worden gehouden, terwijl onze zetel zich hier bevindt, stel ik u voor goed te vinden dat nu reeds een opvolger wordt aangewezen. Wij hebben daarvoor kandidaat gesteld de heer Ten Boske, wij hebben geen tegenkandidaten mogen ontvangen en ik mag dus aannemen dat u met deze vervanging akkoord gaat.

Dan wens ik in de eerste plaats de heer Ten Boske geluk met zijn verkiezing en welkom in het Bestuur m.i.v. 31 december a.s. Ik hoop dat hij de

voetsporen — ofschoon het zeer moeilijk zal zijn — van zijn voorganger zal volgen. Wij zijn erg blij dat u zich heeft willen beschikbaar stellen voor deze zeer moeilijke taak. (*Applaus*).

Dan, Kolonel Boots, rest mij nog nu reeds officieel afscheid van u te nemen omdat ik daarvoor niet meer de gelegenheid zal hebben in een vergadering in Den Haag.

Ik heb van tevoren wel iets overdacht, maar ik vond het toch bijzonder moeilijk om welgekozen woorden tot u te richten. Bijna 40 jaren heeft u het secretaris-penningmeesterschap van de Vereniging behartigd, waargenomen en met al uw krachten vervuld. De Vereniging is u zeer grote dank verschuldigd. Niet alleen voor uw werk, maar ook voor alles wat u op financieel gebied voor de Vereniging heeft willen doen. Het mag nu wel een publiek geheim worden, dat wij in sommige perioden eigenlijk hebben geleefd op de zak van de penningmeester. Hij heeft er nooit iets van gezegd, hij heeft er ook nooit iets van in het publiek willen hebben, maar ik geloof toch dat dit nu wel eens mag worden vermeld. Wij zijn daarom dubbel dankbaar dat het u is gelukt in het laatste jaar van uw optreden om de Vereniging in zo'n gezonde financiële toestand achter te laten. Wij weten dat u een bijzondere — niet alleen grote — werkkracht had en heeft, maar bezielde was van een zeer groot enthousiasme voor onze Vereniging. Het maakte zo'n deel van uw leven uit, dat bij alles wat er gebeurde, bij alles waarbij het belang van de Vereniging maar enigszins ter sprake kon komen, u onmiddellijk op de bres stond om deze belangen te vertegenwoordigen, de vereniging uit te breiden en te versterken. U heeft in die 40 jaren talloze voorzitters zien gaan en komen en u bent zo'n beetje het vaste punt geweest waar de Vereniging om draaide. Wij begrijpen volkomen dat het voor u dus bijzonder moeilijk zal zijn om van deze plaats heen te gaan. Wij konden geloof ik niet beter doen dan u een vaste binding te geven met onze Vereniging door wat ik nu ga doen, door de vergadering voor te stellen om u als erelid te benoemen. (*Applaus*).

Het is altijd een gewoonte geweest dat een aftredend voorzitter — mits hij dat natuurlijk lang genoeg was geweest — dit erelidmaatschap kreeg aangeboden. Maar ik meen dat u in die veertig jaren het meer verdient dan welke voorzitter ook.

De Vereniging heeft al die jaren op u gesteund en dat zij nog bestaat is voor een groot deel uw werk. Ik ben u daarvoor ten hoogste dankbaar en ik hoop dat u dit kleine blijk van waardering dan ook wel uit onze handen zult willen aanvaarden.

#### *De Kolonel Boots:*

Mijnheer de voorzitter, mag ik u hartelijk dankzeggen voor uw vriendelijke woorden die eigenlijk niet alleen voor mij bestemd zijn, maar ook bestemd zijn voor de vele voorzitters waarmee ik de eer heb gehad samen te mogen werken en de vele bestuursleden die mij altijd hebben gesteund en waar ik nooit een woord of een dissonant mee heb gehad. Dit had ik helemaal niet verwacht; ereleden van de Vereniging kunnen alleen zij zijn, die militair uitmunten. Dat ik zo militair uitgemunt heb geloof ik niet. Ik ben er een beetje confuus

van, maar ik ben u toch zeer dankbaar dat ik nu in de kring van de Vereniging mag blijven, mijn hartelijke dank aan alle leden die dit voorstel met applaus hebben begroet. Dank u zeer. (*Applaus*).

*De Voorzitter:*

Mijne heren, de huishoudelijke zaken afgehandeld zijnde, wil ik thans graag het woord geven aan de spreker van hedenavond: de heer Kooy.

*Dr. Kooy:*

Mijnheer de voorzitter, het is voor mij een groot genoegen hedenavond een causerie te mogen houden over de ruimtevaart en haar mogelijke toepassingen op militair gebied.

Ongetwijfeld is het doel dat de pioniers der ruimtevaart zich hebben gesteld zuiver idealistisch: het doordringen van de mens tot de interplanetaire ruimte, eerst met onbemande en daarna met bemande voertuigen. Voorts het onderzoeken van die ruimte en van de hemellichamen daarin met deze nieuwe hulpmiddelen; benevens van het heelal als geheel in verband met de grotere waarnemingsmogelijkheden buiten de aardse atmosfeer. De astronomie begint daarvan nu reeds de eerste vruchten te plukken.

Wat de bemande ruimtevaart betreft, deze is reeds begonnen met de eerste vluchten van bemande satellieten om de aarde. Jammer genoeg zijn de Russen hierin vóór geweest en de kans is groot dat zij ook de eersten zullen zijn, die een bemande ruimtevlucht om de maan zullen realiseren. Ik acht het niet uitgesloten dat de aanvankelijke berichten over een lancering van een Russisch bemand ruimtevoertuig juist zijn geweest. De in het begin opgevangen duidelijke signalen zouden steeds zwakker zijn geworden en ten slotte geheel verstomd zijn. Dit zou er op kunnen wijzen, dat de Russen reeds een poging hebben gedaan een bemande vlucht om de maan te verwezenlijken, maar dat het voertuig „in de ruimte zou zijn verdwenen”. Om namelijk op maanafstand te komen moet het voertuig, nog steeds in de nabijheid van de aarde, in het zogenaamde laatste doofpunt een snelheid hebben, die vrij dicht bij de plaatselijke ontsnappingsnelheid komt. Is dan de stuwkracht van de raketmotoren van één der trappen of van meerdere trappen iets te groot, dan kan bij de gedreven vlucht deze ontsnappingssnelheid al gauw overschreden worden, waardoor het voertuig gedoemd is een kunstplaneet te worden. Weliswaar zou een dergelijk voertuig, bestemd voor een bemande vlucht om de maan met een remraket uitgerust behoren te zijn om een terugkeer naar de aarde mogelijk te maken — zodat de bemanning ook bij eventuele overschrijding van de ontsnappingssnelheid tegenmaatregelen had kunnen nemen — de kans blijft echter groot dat de bemanning niet ad rem genoeg weet te handelen om zulk een catastrofaal verloop te voorkomen. Dit soort ongeluk was dan ook te voorzien. De verdere bekendmaking dat binnen afzienbare tijd een Russische poging zal worden gewaagd om een bemande vlucht om de maan te volbrengen met behouden terugkeer op aarde, maakt het boven gemaakte vermoeden nog meer waarschijnlijk.

Intussen wordt ook in de Verenigde Staten alles in het werk gesteld om zo snel mogelijk tot een bemande ruimtevlucht om de maan te komen. Hiertoe

wordt de zogenaamde Saturnus raket gebouwd, die in twee varianten, de zgn. C I en de C II, zal worden uitgevoerd. Ik heb het voorrecht gehad op het George C. Marshall Space Flight Center te Huntsville (Alab.) de booster (eerste trap) van deze Saturnus raket zowel in de montage als op de proefstand te zien, evenals in Cape Canaveral op de startplaats. Zoals u bekend is, heeft inmiddels de eerste lancering plaatsgehad, waarbij de booster belast werd met een dummy tweede trap met een waterballast-tank van 100 ton. De booster steeg daarbij (geheel volgens plan) 136 km, bereikte een topsnelheid van 6.000 km/uur en kwam op ongeveer 346 km van de startplaats in zee terecht. Bij deze vlucht werden ruim 800 metingen verricht, die naar de aarde werden geseind, aan de hand waarvan het gedrag van de raket kon worden nagegaan. Daar het Saturnus-project wel als de voorlopige topprestatie van het Westen op het gebied van de ruimtevaart kan worden beschouwd, lijkt het mij wel interessant hier even bij stil te staan. De Saturnus C I is een drietrapsraket, terwijl bij de Saturnus C II nog een trap zal worden ingelast. De eerste trap (booster) van de C I en de C II is dezelfde. Deze is uitgerust met 8 raketmotoren, die elk 188.000 pond stuwkracht kunnen ontwikkelen. Als brandstofcombinatie voor de booster is kerosine en vloeibare zuurstof gekozen. De totale stuwkracht is dus ruim 1.500.000 pond en het grootste vermogen, dat bij de opstijging wordt ontwikkeld, bedraagt 32.000.000 pk.

De motoren zijn geleverd door Rocket Dyne. De brandtijd bedraagt 120 seconden en de totale levensduur 2.000 seconden. Eenzelfde booster zou dus vele malen dienst kunnen doen. Men hoopt deze dan ook bij latere lanceringen met behulp van een soort „glijparachute” behouden terug te krijgen.

Het totale brandstofverbruik bedraagt 5000 pond per seconde. Elk van de 8 raketmotoren is uitgerust met een turbo-pomp-aggregaat. Het toerental van de turbine is 30.000 toeren per minuut. De turbine drijft de roterende pompen voor toevoer van de kerosine en de vloeibare zuurstof via een overzetting (reduction gear) aan. Het toerental van deze pompen bedraagt 6000 toeren/min. Een „by pass” stroom van vloeibare zuurstof wordt in 8 warmtewisselaars in dampvorm omgezet door de uitlaatstroom van de turbines. Deze in gasvorm omgezette zuurstof wordt dan naar de top van de booster in de 5 vloeibare-zuurstof-tanks gevoerd en ontlast de roterende pompen door druk op de vloeistofspiegels. De booster heeft in totaal 9 tanks. Eén centrale tank met een diameter van 2,67 m valt met de as langs de hartlijn van de eerste trap; de 8 overige tanks, die elk een diameter hebben van 1,78 m, zijn om de centrale tank gegroepeerd. Deze centrale tank en 4 van de overige tanks bevatten de vloeibare zuurstof, terwijl de resterende 4 tanks de kerosine bevatten. Aan de bovenzijde worden de 9 tanks bij elkaar gehouden door een op een rad met spaken lijkende stalen balkconstructie, waaraan 48 bolvormige tanks met gecompriëerde stikstof zijn bevestigd. Deze stikstof wordt gebruikt om druk op de vloeistofspiegels in de kerosine uit te oefenen.

Bij het starten van de gehele voortstuwingsinstallatie van de booster maakt men gebruik van vaste brandstofpatronen, voor aandrijving van de 8 turbovoedingsaggregaten. Elke turbine heeft een eigen gasgenerator, zodat elke raketmotor geheel onafhankelijk van de andere raketmotoren kan functioneren. Zodra beide stoffen van de vaste brandstofcombinatie in de gasgenerator met elkaar in contact komen, heeft zelfontbranding plaats waarbij de turbo's prak-

tisch onmiddellijk op volle toeren komen. Door de zuigende werking van de roterende pompen worden dan kleppen in de vlocibare zuurstof- en kerosine-leidingen naar de verbrandingskamer geopend. Tevens wordt, om de ontbranding in de verbrandingskamers in te leiden, nog een hoeveelheid aluminium-etyleen toegevoerd, die direct heftige chemische reacties teweegbrengt. Telkens worden twee raketmotoren tegelijk gestart, die symmetrisch t.o.v. de hartlijn van de booster zijn aangebracht. Dit paarsgewijze starten geschiedt met een kwart seconde tussenruimte, zodat reeds na één seconde alle 8 raketmotoren in actie zijn. De belasting van de booster door de stuwkracht geschiedt dus in 4 etappes. De totale stuwkracht (750 ton) wordt voor 60 % door de centrale tank opgenomen. Deze heeft dan ook een grotere wanddikte dan de andere tanks. Reeds 1,5 seconde na de startinleiding verheft zich dan de raket van de startplaats. Mocht echter bij deze startmanipulaties één der raketmotoren niet in werking komen, dan worden direct door een signaal van de niet werkende motor daartoe speciale vaste brandstofpatronen ontstoken en worden de 8 turbo-aggregaten door „tegengas” afgeremd. De kleppen in de brandstof-toevoerleidingen naar de verbrandingskamer sluiten dan weer en de start van de raket gaat niet door.

De koeling van elk der raketmotoren wordt bewerkstelligd door een aantal aan elkaar gelaste buizen, die de gehele oppervlakte van verbrandingskamer en straalpijp bedekken en waardoor brandstof gestuwd wordt alvorens de verbrandingskamer te betreden; de temperatuur in de verbrandingskamer bedraagt ruim 2700° C.

De 8 raketmotoren van de booster zijn in twee groepen symmetrisch om de hartlijn van de eerste trap opgesteld, als binnengroep (dicht bij genoemde hartlijn) en buitengroep (op grotere afstand van deze lijn). De 4 motoren van de binnengroep zijn vast gemonteerd en maken met hun straalbuis-hartlijnen hoeken van 3° met hartlijn booster. De motoren van de buitengroep zijn om 2 onderling loodrechte assen (loodrecht op hartlijn booster) verstelbaar, waardoor de bij de geleiding nodige stuurmomenten kunnen worden verkregen. In de middenstand maken de hartlijnen van de motoren van de buitengroep hoeken van 6° met de hartlijn van de booster. De werkinglijnen van de 8 motoren snijden elkaar dan in het zwaartepunt van de gehele raket wanneer deze het gebied van grootste dynamische druk (luchtweerstand) passeert. Het moment van elk der raketmotor-stuwkrachten t.o.v. dit zwaartepunt (dat met het brandstofverbruik verschuift) is dan nul. Op deze wijze worden dan kritische aerodynamische belastingen vermeden wanneer onverhoopt één van de motoren in de vlucht zou uitvallen, terwijl dan ook onnodige belasting van de stuurorganen wordt vermeden.

Het geleidingssysteem van de Saturnus komt overeen met dat van de Jupiter-raket en berust op traagheidsnavigatie. Afwijkingen van de voorgeschreven bewegingen worden door de geleidingsinrichting geconstateerd en gecorrigeerd door passende bijregeling van de stuwkracht. Dit geschiedt geheel automatisch, zonder radiografisch ingrijpen van een bodemstation. Mocht één der motoren uitvallen, dan worden de stuwkrachten der andere motoren op passende wijze vergroot. In dit verband is op een zekere reserve gerekend. In tegenstelling met het geleidingssysteem van de Jupiterraketten zijn ook nog hoeksnelheidsvoelhoorns toegepast, die nodig zijn voor de stabilisatie in verband met moge-



lijke elastische vervormingen van het betrekkelijk flexibele grote raketlichaam. Het hart van het gehele geleidingssysteem wordt gevormd door een snelwerkende digitale rekenautomaat, die de informatie van de voelhoorns ontvangt, de te nemen stuurcorrecties bepaalt en de desbetreffende commando's naar de stuurorganen doorgeeft.

De tweede trap van de C I zal worden uitgerust met 4 raketmotoren met een stuwkracht van 17.500 pond elk. Deze motoren zullen worden geleverd door Pratt and Whitney. Als brandstofcombinatie voor de tweede trap van de C I is vloeibare waterstof en vloeibare zuurstof gekozen. Deze combinatie is de beste waarover men beschikt, d.w.z. waarmee de grootste uitstromingsnelheid (tot 4 km/sec) kan worden verkregen. Dit zal de eerste keer zijn dat men in het Westen als stuwstof vloeibare waterstof zal toepassen. Het geringe soortelijke gewicht (dus groot specifiek volume) alsmede de zeer lage temperatuur, waardoor materialen door contact bros worden, was oorzaak dat men tot dusverre van deze stuwstof voor aandrijving van ruimteraketten geen gebruik maakte. Het is zeer waarschijnlijk dat de Russen reeds eerder deze H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> combinatie hebben toegepast. De derde trap van de C I zal worden uitgerust met 2 raketmotoren als bij de tweede trap, met elk 17.500 pond stuwkracht, terwijl weer de H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> combinatie zal worden gebruikt. Bij de C II echter zal de tweede trap gedreven worden door 4 raketmotoren van elk 200.000 pond stuwkracht, en zal wederom de H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> combinatie worden aangewend. Deze raketmotoren zullen weer door Rocket Dyne worden geleverd. De derde trap van de C II zal weer gelijk zijn aan de tweede trap van de C I, dus gedreven worden door 4 motoren van 17.500 pond stuwkracht elk. De vierde trap van de C II krijgt dan weer 2 motoren van 15.500 pond stuwkracht. Het verschil tussen de C I en de C II bestaat dus daarin dat nog een extra zware trap als tweede trap is ingelast. De met brandstoffen gevulde booster van de C I en de C II alleen weegt reeds bijna 400 ton; de raket (booster + dummy tweede trap als ballast), die voor de eerste proef werd gelanceerd op Cape Canaveral in oktober 1961, woog 490 ton. De C I als gehele drietrapsraket zal een 580 ton wegen; de C II zal dit gewicht nog aanzienlijk overschrijden. De hoogte van de raket (met ballast) die werd gelanceerd, bedroeg 49 m. De C I, bedrijfsklaar met tweede en derde trap, zal een lengte hebben van 60 m en de C II zal circa 70 m lang worden. De diameter van de booster van de C I en C II bedraagt ongeveer 7 m.

Met behulp van de C I hoopt men een nuttige last van 19.000 pond in een baan om de aarde te brengen op een gemiddelde hoogte van 480 km. Met de C II zal men een nuttige last van 45.000 pond in een zelfde baan om de aarde kunnen brengen. Als hoofddoel stelt men zich voor met de C II 3 man in een vlucht om de maan (dus zonder landing) te brengen met behouden terugkeer op aarde. Eveneens zal het mogelijk zijn met behulp van de C II een behoorlijke lading instrumenten op het maanoppervlak en op Mars en Venus „neer te zetten”, waarbij raketafremming zal worden toegepast, zodat een zogenaamde „zachte landing” kan worden uitgevoerd. Dat zich hierbij nog tal van problemen voordoen, aan welks theoretische oplossing men op het ogenblik nog nauwelijks toe is, spreekt wel vanzelf. Verder hoopt men met behulp van de C II kunstsatellieten om de dichtstbijzijnde planeten Venus en Mars aan te brengen ten einde de om de planeten aanwezige magnetische velden, etc. te onderzoeken. Hierbij doen zich vele problemen van

besturing op lange afstand en radiografische overbrenging van meetresultaten voor, waaraan reeds thans wordt gewerkt. De C II zal dus zowel voor bemande ruimtevluchten (om de aarde en om de maan) als voor de onbemande ruimtevaart (kunstsatellieten om Venus en Mars, en het plaatsen van instrumenten op maan en Venus en Mars) worden gebruikt.

Ook zullen met behulp van de C II ruimtevoertuigen in langgerekte banen om de zon worden gebracht om de ruimte over ons gehele planetensysteem te verkennen. Zo kan men b.v. door een onbemand ruimtevoertuig de zon tot op korte afstand laten naderen, waarbij allerlei belangrijke fysische waarnemingen zouden kunnen worden verricht. Indien de halve lange as van de ellipsbaan van het voertuig om de zon gelijk is aan de halve lange as van de aardbaan, zal het voertuig na verloop van een jaar weer in de buurt van de aarde komen, waarna dan de in de buurt van de zon uitgevoerde observaties radiografisch naar de aarde geseind kunnen worden.

Ook hoopt men met behulp van de C II in het equatorvlak een satelliet om de aarde te brengen in een cirkelbaan, met een omlooptijd van 24 uur. De afstand van zulk een 24 uur satelliet tot het middelpunt van de aarde bedraagt dan ongeveer 36.000 km. Brengt men 3 van zulke satellieten omhoog, die te zamen een gelijkzijdige driehoek in het equatorvlak vormen, welke met de aarde als één geheel draait, dan zal men, door deze satellieten als relaisstations te gebruiken, televisie-uitzendingen van één station op aarde over het gehele aardoppervlak kunnen verspreiden. Een dergelijk ruimtevaartprogramma vergt echter vele jaren.

Volgens het werkschema zou de eerste lancering van de booster + ballast in 1961 plaatshebben, hetgeen dus inmiddels met succes is geschied. Voorts staan voor 1962 drie, voor 1963 vijf van dergelijke lanceringen op het programma. In 1964 nog een laatste lancering van booster + ballast, terwijl men dan later in dat jaar de complete C I voor lancering gereed hoopt te hebben. Spoedig daarop zal ook de C II klaarkomen. De bemande reis om de maan zou dan pas omstreeks 1965 kunnen worden gerealiseerd. Wanneer de Russen er in zouden slagen dit reeds in 1962 te volbrengen, zou dit betekenen dat zij op dit gebied nog altijd een voorsprong zouden hebben. Het lijkt echter waarschijnlijk dat de stuwkracht van 750 ton, die de thans gereed gekomen booster van de Saturnus C I en C II kan ontwikkelen, nog niet door een Russische ruimteraket is geëvenaard.

Het Westen heeft verder behalve de C I en de C II nog andere pijlen op zijn boog. Reeds heeft Rocket Dyne een raketmotor in ontwikkeling, die 750 ton stuwkracht kan leveren. Bij een eerste beproeving ontwikkelde deze motor reeds 680 ton stuwkracht. Bij een latere „opgevoerde” uitvoering van de Saturnus raket, de C III, zal de booster worden uitgerust met twee van zulke motoren, die dus te zamen 1500 ton stuwkracht zullen leveren. Voorts heeft men in de States nog een op het Saturnusproject volgend raketproject op het werkschema staan: de Nova-raket. Dit project is echter nog geheel in studie. Voor de eerste trap van de Nova stelt men zich voor 8 motoren F I (van 750 ton stuwkracht elk) als voortstuwing te gebruiken; de tweede trap zal dan met twee zulke F I motoren worden uitgerust, terwijl de derde trap 4 I-2 motoren (ook van Rocket Dyne) van elk 100 ton stuwkracht zal krijgen.

Een dergelijke combinatie zal aardsatellieten van 160 ton in een omloopsbaan kunnen plaatsen en een nuttige last van 50 ton naar de maan kunnen vervoeren.

Uit deze planning blijkt, dat de ruimtevaart reeds nu een ernstige zaak is, die welhaast niet meer te stuiten is. Alleen al de doorvoering van het Saturnus-project zal een 1000 miljoen dollars kosten. Met trots vertelde men mij in Huntsville dat dit het eerste grote project is dat uitsluitend voor de ontwikkeling van de ruimtevaart is bestemd. Men kan er overigens zeker van zijn, dat in Rusland deze ruimtevaart-planning op dezelfde grootscheepse wijze wordt aangepakt. Dit betekent dat een belangrijk deel van de militaire inspanning van Oost en West naar de ruimtevaart-ontwikkeling wordt omgebogen. Dit mogen we naar mijn mening als een verheugende omstandigheid beschouwen. In vroegere tijden oefende de bewapening steeds een grote aantrekkingskracht op de leidende staatslieden uit. Eenmaal in het bezit van een machtig wapenarsenaal, wilde men er op zekere dag om een of andere reden gebruik van maken met alle funeste gevolgen daaraan verbonden. We behoeven ons geen illusies te maken dat deze geestesgesteldheid in onze tijd geheel verdwenen zou zijn. Nóg is het zo, dat een ontploffing van een 60 megaton-bom wordt gebruikt om de politiek kracht bij te zetten, als een soort vulkanische uitbarsting door mensenhand teweeggebracht. Maar één ding is zeker: ook in de U.S.S.R. zal de bemande ruimtevaart om de maan als een prestatie van hogere orde worden beschouwd, die het winnen van welke veld- of zeeslag dan ook, verre in de schaduw stelt. „Wij zullen geen tijd meer hebben om oorlog te voeren nu de ruimtevaart begonnen is”, zei Prof. Sedov mij eens en ongetwijfeld meende hij dit oprecht. De kans dat deze geest zal zegevieren lijkt mij geenszins uitgesloten. De ruimtevaart zal geheel nieuwe gebieden voor de mens ontsluiten en zal ons behoeden voor geestelijke verstarring. In onze dagen heeft men weer het besef te leven in een belangrijke tijd, waarin zich geheel nieuwe perspectieven kunnen openen — tenzij wij weder afglijden in een periode van vernietiging.

De zuiver militaire betekenis van de ruimtevaart is overigens onbetwistbaar. In de menselijke samenleving van nu zou de financiering van projecten als de Saturnus niet mogelijk geweest zijn, indien deze ontwikkeling niet tevens een groot strategisch belang zou dienen. Alle problemen die zich bij astronautische projecten voordoen, van voortstuwing, geleiding enz., zijn zonder uitzondering van militair belang. De techniek van de intercontinentale raket-projectielen en de ruimte-raketten is één en dezelfde techniek. En ook de booster van de C I en de C II kan direct gebruikt worden voor bij voorbeeld het transport van een 60 megaton bom over de oceaan, welke naar schatting een 20 ton zal wegen. Tot voor kort gold de lange afstands-bommenwerper nog als het beste vervoermiddel voor atoom- en waterstofbommen. En nóg vormen deze lange afstands-bommenwerpers een geducht wapen, ondanks alle verbetering in de afweer met behulp van geleide raket-wapens. Ten slotte behoeven slechts enkele bommenwerpers door het verdedigingscordon te breken om met hun enkele waterstofbommen enorme verwoestingen teweeg te brengen. De tactiek van de States, een gordel van vliegvelden rond de U.S.S.R. te leggen, is m.i. juist geweest. Het vernietigen van al deze bases — die thans ook als raket-bases kunnen worden gebruikt — door één verrassende aanval à la Pearl Harbor lijkt vrijwel uitgesloten. Anderzijds is wel-

licht deze noodzakelijke maatregel de hoofdoorzaak geweest, dat men thans op het Oosten op het gebied van de bouw van zware raketten misschien enige jaren ten achter is. De „Saturnus” moet in dit verband als een uitschieter worden beschouwd. Men vergeet niet dat nog slechts één lancering van de booster van de C I, belast met een dummy tweede trap als dode last heeft plaatsgehad, terwijl de Russen reeds verschillende raketten gelanceerd hebben, die naar schatting stuwkrachten hebben ontwikkeld tussen de 300 en 400 ton.

De techniek der lange afstandswapens — identiek met de ruimtevaarttechniek — schrijdt snel voorwaarts en het totaalbeeld heeft zich de laatste jaren grondig gewijzigd. De grotere nauwkeurigheid die thans mogelijk is bij de lange afstands-raketten om een ver verwijderd doel te treffen, heeft het zwaartepunt doen verschuiven van de lange-afstands-bommenwerper naar de continentale en intercontinentale raket. Daarbij komt, dat deze raketten gelanceerd kunnen worden van kleine terreinen, terwijl bovendien deze lanceerplaatsen wat ligging betreft gemakkelijk kunnen worden verplaatst. Dit geldt in het bijzonder voor het lanceren van raketten vanuit duikboten onder water.

De bekende Polaris-raket, ontwikkeld door Lockheed, wordt algemeen als een geducht aanvalswapen beschouwd. De ontwikkeling daarvan is mogelijk geworden door toepassing van vaste raketstuwstoffen. Deze vaste raketstuwstoffen heeft men de laatste jaren zodanig verbeterd, dat daarmee ook grotere uitstromingssnelheden kunnen worden bereikt, alhoewel in dit opzicht de vloeibare brandstofcombinaties, zoals kerosine en vloeibare zuurstof, nog steeds superieur zijn. Vanzelfsprekend kan men vloeibare zuurstof niet als oxydant in een duikboot gebruiken, daar dit bij normale kamertemperatuur heftig kookt. Salpeterzuur is in een duikboot als oxydant evenmin bruikbaar. Daarbij komt nog dat een vaste brandstof-raket veel eenvoudiger is en steeds direct voor lancering gereed is. Voor een raketbasis te land biedt dan de vaste brandstof-raket nog het voordeel dat men de start kan laten plaatshebben van een onderaardse schuilplaats, zoals dit bij de raket Minuteman zal worden toegepast. De naam geeft aan dat de raket steeds startklaar is.

Het vraagstuk van het richten van lange afstands-raketten op een vele duizenden kilometers verwijderd doel is dus van eminent belang. Dit richtvraagstuk nu hangt weer samen met de beweging van de raket, dus de raketdynamica. Laat ons daarom op deze bewegingen iets dieper ingaan. Ik ga hierbij uit van de onderstelling dat velen uwer niet dagelijks met de hemelmechanica te maken hebben, zodat een meer exacte inleiding niet onwelkom zal zijn.

In de pers wordt veel geschreven over kunstsatellieten, die banen om de aarde beschrijven. Ook is er zo nu en dan sprake van diepte-raketten, die tot in de nabijheid van de maan doordringen, een baan achter deze wachter beschrijven, om daarna wederom in de nabijheid van de aarde te komen, ofwel in de wereldruimte te verdwijnen, in welk laatste geval dan het voertuig, evenals de aarde, een baan om de zon gaat beschrijven en dan een „kunstplanct” wordt. Het komt nu dikwijls voor, dat de lezer bij het lezen van die berichten geen helder beeld krijgt van wat men in de diverse gevallen moet verstaan onder de beweging van het voertuig, d.w.z. ten opzichte waarvan deze beweging nu exact is bedoeld. Wanneer er sprake is van een auto die 100 km/uur rijdt, zal bij niemand de vraag opkomen ten opzichte waarvan deze snelheid is bedoeld. Vanzelfsprekend is dat t.o.v. de weg, dus het wegdek, de palen en bomen

langs die weg, enz. Maar wanneer twee auto's met elk een vaart van 100 km/uur elkaar tegemoet rijden, hebben ze t.o.v. elkaar een snelheid van 200 km/uur. Rijden die auto's echter in dezelfde richting, dan is hun relatieve snelheid nul.

Zeggen we dat een schip zich voortbeweegt met een snelheid van 20 knopen, dan wordt het al enigszins dubieus ten opzichte waarvan deze snelheid is bedoeld. Vaart het schip stroomopwaarts de rivier op, dan zal het duidelijk zijn dat de snelheid van het schip t.o.v. het omringende water groter is dan t.o.v. de rivieroever. De scheepsbouwer die het schip oplevert, bedoelt dan ook de snelheid van het schip t.o.v. het water. De praktische betekenis van de relativiteit van snelheid komt nog veel sterker naar voren bij een luchtschip, dat zich boven een wolkendek voortbeweegt. Wanneer het luchtschip eenvoudig met de wind meedrijft is de snelheid t.o.v. de omringende lucht gelijk aan nul, en de luchtpassagiers zullen de indruk hebben dat hun schip onbeweeglijk te midden van de wolken hangt. Toch kan het luchtschip daarbij een aanzienlijke snelheid ten opzichte van het aardoppervlak hebben. Bevindt het luchtschip zich in een sneeuwstorm, dan ziet de bemanning alleen de dwarrelende sneeuwvlokken en zal aan een gemeenschappelijke stroombeweging van de vlokken t.o.v. het schip kunnen constateren of het voertuig al of niet t.o.v. de omringende lucht voortbeweegt. En als we in een trein zitten die op het punt staat om te vertrekken? Een trein die langs een ander perron rijdt, kan ons de indruk geven dat we reeds het station uitrijden. Kijken we echter naar het eigen perron, dan zien we dat we t.o.v. ons station nog geen snelheid hebben verkregen!

Uit al deze voorbeelden blijkt dus wel, dat bij het spreken over een beweging steeds moet worden bedacht ten opzichte waarvan deze beweging wordt bedoeld. Deze vraag wordt bovenal noodzakelijk wanneer er sprake is van de beweging van een ruimtevoertuig. Beweegt dit voertuig zich in de buurt van de aarde, dan zal men de beweging beschouwen t.o.v. de aarde als geheel en niet t.o.v. het aardoppervlak. Door de draaiing van de aarde zelf wordt nl. de beweging t.o.v. het aardoppervlak iets totaal anders. Daardoor zal b.v. wanneer een kunstsatelliet één omloop om de aarde heeft volbracht, deze niet boven hetzelfde punt van het aardoppervlak terugkomen, daar dit punt gedurende die omloop een stuk verplaatst is door de rotatie van de aarde. Beweegt b.v. de satelliet zich in een omloopsbaan, die over de polen gaat en komt deze in zijn baan boven de Oostkust van Amerika, dan zal het voertuig, bij een volgende omloop weer in hetzelfde baanstuk komende zich over de Westkust bewegen, daar de aarde inmiddels onder de baan door, van West naar Oost wentelende, een stuk verdergedraaid is. Wanneer een raket opstijgt en daarbij sprake is dat b.v. na 20 seconden de snelheid van de raket 200 m/sec geworden is, is deze snelheid weer t.o.v. het aardoppervlak bedoeld. Is deze raket een drietrapsraket, waarvan de laatste trap in een cirkelbeweging om de aarde komt op 500 km hoogte, dan is de snelheid van deze laatste trap in de cirkelbaan 7,6 km/sec. Deze snelheid wordt dan weer bedoeld t.o.v. de aarde als geheel, afgezien van de draaiing der aarde om haar as.

Om nu scherper uit te kunnen drukken wat hiermede precies wordt bedoeld, is het noodzakelijk zich met het begrip „coördinaten-stelsel” vertrouwd te maken. Laat ons daartoe eerst een hoek van een rechthoekige kamer beschouwen, waar de vloer en twee wanden te zamen komen. Deze wanden

en de vloer snijden elkaar volgens 3 onderling loodrechte lijnen, die in de kamerhoek  $O$  samenkomen. Deze lijnen vormen dan de 3 onderling loodrechte assen van een rechthoekig ruimte-assenstelsel. Noemen we de twee horizontale lijnen de  $x$ -as en de  $y$ -as en de verticale lijn de  $z$ -as, dan worden de zijwanden gevormd door het  $xz$ -vlak en  $yz$ -vlak, en de vloer door het  $xy$ -vlak. De positie van een bewegend deeltje in de kamer kunnen we dan aangeven door de afstand  $x$  tot het  $yz$ -vlak (de ene zijwand), de afstand  $y$  tot het  $xz$ -vlak (de andere zijwand) en de afstand  $z$  tot het  $xy$ -vlak (de vloer).  $x$ ,  $y$  en  $z$  noemen we dan de coördinaten van het deeltje. Beweegt zich nu het deeltje en geven we daarbij aan hoe  $x$ ,  $y$  en  $z$  met de tijd veranderen, dan verkrijgen we op deze wijze een exacte beschrijving van de beweging van het deeltje.

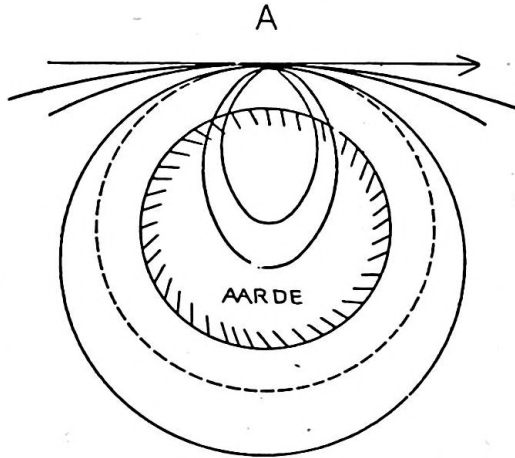
Op geheel overeenkomstige wijze moeten we nu ook een coördinatenstelsel definiëren ten opzichte waarvan de beweging van een aardsatelliet kan worden beschouwd. Gewoonlijk wordt daarbij de beweging bedoeld, t.o.v. de „niet draaiende aarde”, d.w.z. t.o.v. een assenstelsel  $x$   $y$   $z$ , waarvan de oorsprong  $O$  samenvalt met het middelpunt der aarde, terwijl dit systeem verder t.o.v. de vaste sterrenhemel dezelfde stand behoudt. Om zulk een coördinatenstelsel nader vast te leggen, kunnen we b.v. de as  $Oz$  door de Poolster laten gaan en verder het  $xz$ -vlak zo kiezen, dat een of andere vaste ster, b.v. Sirius, in dit vlak ligt. Alsdan is het stelsel  $x$   $y$   $z$  volkomen bepaald. Men spreekt dan van een „geocentrisch niet draaiend assenstelsel”. Geheel overeenkomstig wordt de beweging van de aarde, of een andere planeet, om de zon bedoeld t.o.v. een „heliocentrisch niet draaiend assenstelsel”. In het laatste geval valt dan de oorsprong  $O$  samen met het middelpunt van de zon en kan b.v. de  $z$ -as weer door de Poolster en het  $xz$ -vlak door een andere ster gekozen worden.

Een meer voor de hand liggende keuze van een „geocentrisch niet draaiend assenstelsel” is, dat men de  $Oz$ -as langs de aardas laat vallen, daarbij gebruik makend van de omstandigheid dat de aardas praktisch steeds dezelfde stand t.o.v. de vaste sterrenhemel behoudt. Het  $xy$ -vlak valt dan met het equatorvlak samen. De  $x$ -as moet men dan door een „vast” punt van de vaste sterrenhemel laten gaan, waarvoor men gewoonlijk het lentepunt kiest, d.i. het punt dat het zonnemiddelpunt bij de aanvang van de lente inneemt. (De  $x$ -as valt dan dus langs de snijlijn van equatorvlak en aardbaanvlak.) In werkelijkheid beschrijft echter de aardas t.o.v. de vaste sterrenhemel eens in de 26000 jaar een cirkelkegel (zogenaamde precessie-beweging) en voert daarbij ook nog een zgn. nutatiebeweging uit, zodat een dergelijk gedefinieerd assenstelsel niet exact onveranderlijk blijft t.o.v. de vaste sterrenhemel. Voor het aangeven van de beweging van intercontinentale raketten en kunstsatellieten, waarbij het altijd gaat om slechts korte tijdsruimten, kunnen echter genoemde precessie- en nutatiebeweging geheel worden verwaarloosd.

Beschouwt men nu de *vrije beweging* van een raket t.o.v. zulk een geocentrisch niet draaiend assenstelsel, dan wordt daarmee de beweging bedoeld, die optreedt wanneer de raket-stuwkracht is uitgeschakeld, terwijl de raket zich verder op een zodanige hoogte bevindt, dat luchtweerstand verwaarloosd kan worden. We zullen ons nu verder tot deze vrije beweging beperken. Bevindt zich dan het projectiel nog steeds dicht bij de aarde — zoals bij intercontinentale raketten steeds het geval is —, dan zal het in hoofdzaak nog alleen onderworpen zijn aan de zwaartekracht (aantrekkingskracht van de aarde). Beschouwen we nu de inwendige massaverdeling der aarde als t.o.v. het

middelpunt radiaal-symmetrisch, dus tevens de aarde als zuiver bolvormig, dan zal het voertuig aangetrokken worden met een kracht als was de totale aardmassa in het middelpunt geconcentreerd. Men spreekt dan van een zuiver centrale aantrekkingskracht. Gemaakte onderstellingen zijn nu tot op grote benadering juist.

Om nu kort een overzicht te geven volgens welke baanvormen zulk een vrije beweging in het centrale zwaarteveld der aarde kan verlopen, beschouwe men Fig. 1. Stel eerst dat het projectiel in punt A een kleine, zuiver horizontaal



gerichte snelheid boven het plaatselijke aardoppervlak heeft, waarbij de beweging wordt beschouwd t.o.v. de „niet draaiende aarde”. Het projectiel zal dan een ellipsboog beschrijven, van punt A af tot het punt waar het aardoppervlak wordt geraakt. Deze ellipsboog is dan onderdeel van de in figuur aangegeven ellips, die het voertuig *zou* beschrijven, indien de totale massa van de aarde werkelijk in het aardmiddelpunt geconcentreerd ware. De grote as van deze ellips gaat dan door A en het aardmiddelpunt. Dit laatste valt dan samen met het brandpunt van de ellips, dat zich het verst van A bevindt. Doordat nu de aarde geen massapunt is maar een ruimtelijk volume bezit, snijdt het aardoppervlak deze ellipsbaan en komt dus het projectiel op aarde neer. Wanneer we nu de horizontale beginsnelheid in A iets zouden vergroten, verkrijgen we een iets rondere ellips (met kleinere excentriciteit) en komt het projectiel op grotere afstand van A op het aardoppervlak neer. Vergroten we nu de steeds horizontaal gedachte aanvangssnelheid verder, dan zal, indien

deze snelheid ten slotte gelijk wordt aan  $v_{\text{etc.}} = R \sqrt{\frac{g_0}{r}}$ , een *cirkelbaan*

beschreven worden, die in de figuur gestippeld is aangegeven. In de formule is  $R =$  straal van de aarde,  $g_0 =$  versnelling van de zwaartekracht aan aardoppervlak, en  $r =$  afstand van A tot aardmiddelpunt. Het middelpunt van deze cirkelbaan is het aardmiddelpunt, waarin dan de beide brandpunten van de „ellipsbaan” zijn samengevallen. De bijbehorende baansnelheid noemt men de plaatselijke circulaire snelheid. Deze is dus omgekeerd evenredig met  $\sqrt{r}$ . Op 500 km hoogte wordt deze circulaire snelheid ongeveer 7,6 km/sec.

Vergroot men nu nog verder de — steeds horizontaal gerichte — beginsnelheid in A, dan wordt de baan wederom een ellips, — die echter nu niet meer het aardoppervlak zal snijden. Ons projectiel is dan een aardsatelliet geworden. De lange as van de ellipsbaan gaat dan weer door A en het aardmiddelpunt. Dit laatste punt valt dan samen met het brandpunt van de ellips, dat zich nu het dichtst bij A bevindt. De aardsatelliet zal in het punt diametraal tegenover A de grootste hoogte boven het aardoppervlak bereiken, terwijl in dat punt de baansnelheid het kleinst zal zijn. Vergroot men nu nog verder de steeds horizontaal gerichte aanvangssnelheid in A, dan zullen we steeds wijdere ellipsen met steeds grotere excentriciteit verkrijgen. Wanneer

ten slotte deze snelheid gelijk wordt aan  $R \sqrt{\frac{2g_0}{r}} = v_{\text{par.}} = \sqrt{2} v_{\text{circ.}}$ , zal

de baan een parabool worden, die in dit verband kan worden beschouwd als een ellips, waarvan de excentriciteit gelijk aan 1 en de grote as oneindig groot geworden is. Men noemt dan  $v_{\text{par.}}$  de plaatselijke *parabolische* of *ontsnappingsnelheid*. Opgemerkt zij hierbij dat overigens de baan steeds een parabool wordt indien de grootte van de snelheid gelijk wordt aan  $v_{\text{par.}}$ , onafhankelijk van de richting. Deze parabolische snelheid is weer omgekeerd evenredig met  $\sqrt{r}$  en wordt op 500 km hoogte ongeveer 10,7 km/sec.

Wordt de aanvangssnelheid in A nog groter dan de plaatselijke ontsnappingsnelheid, dan wordt de baan een hyperbool.

Resumerende en tegelijk generaliserende volgt uit de theorie, dat de vrije beweging van een raket (of enig ander lichaam) in het centrale zwaarteveld der aarde steeds zo verloopt dat de baan een kegelsnede wordt (dus een ellips, parabool of hyperbool) met het aardmiddelpunt in één der brandpunten. Men noemt een dergelijke beweging een *zuivere Keplerbeweging*.

Voor het geval van een intercontinentale raket geldt dus deze zuivere Keplerbeweging t.o.v. een geocentrisch niet draaiend assenstelsel; om na te gaan waar het inslagpunt zal liggen, heeft men dus nog de omstandigheid in rekening te brengen dat de aarde onder de baan doordraait, het baanvlak blijft daarbij t.o.v. de vaste sterrenhemel steeds in dezelfde stand.

Tot dusverre hebben we een zuiver radiaal symmetrische bouw van de aarde ondersteld en hebben we verder de beïnvloeding van andere hemellichamen, als de zon en de maan, buiten beschouwing gelaten. De aarde is echter in werkelijkheid een weinig afgeplat (1/300) en de inwendige massaverdeling is niet precies radiaal symmetrisch, maar meer axiaal symmetrisch (t.o.v. de aardas). Reeds daardoor zal de aantrekkingskracht van de aarde niet zuiver centraal zijn, maar daarvan iets afwijken. Als gevolg hiervan (nog geheel afgezien van andere storende invloeden) zal de beweging van een intercontinentale raket of van een aardsatelliet iets van een zuivere Keplerbeweging gaan afwijken (gestoorde Keplerbeweging). De afwijking in grootte en richting van de werkelijk optredende aantrekkingskracht t.o.v. de „centrale aantrekkingskracht” (die zou optreden bij zuiver radiaal symmetrische massaverdeling der aarde) noemt men de storende kracht. Zou men deze storende kracht opeens kunnen uitschakelen, dan zou de baanbeweging direct overgaan tot de zuivere Keplerbeweging (dus ongestoorde beweging) die bij de ogenblikkelijke ruimtelijke positie en ogenblikkelijke snelheid in grootte en richting behoort; deze ongestoorde beweging die dan weer zou volgen, noemt men de



*ogenblikkelijke* of *osculerende* Keplerbeweging. De sterkste storing die bij een intercontinentale raket of een aardsatelliet vlak bij de aarde optreedt, is de storing ten gevolge van de aardafplatting, de andere storingen (van zon en maan) zijn zeer veel zwakker en kunnen voor het geval van een intercontinentale raket geheel buiten beschouwing worden gelaten. De storing ten gevolge van de aardafplatting is nu wel betrekkelijk klein, maar kan toch, in verband met het juiste richten voor het geval van een intercontinentale raket *niet* verwaarloosd worden. Ten gevolge van genoemde storing zal ten eerste de baan zelf wat veranderen en ten tweede zal het snijpunt van de baan met het aardoppervlak iets verschuiven, daar dit oppervlak geen bol-oppervlak, maar meer het oppervlak van een omwentelingsellipsoïde wordt.

In de hemelmechanische storingstheorie (die nu ook moet worden toegepast bij de beweging van intercontinentale raketten) kan men nu de beweging als een momentane Keplerbeweging beschouwen, waarvan de bepalende elementen weer als functies van de tijd veranderen. Voor deze bepalende elementen kunnen gekozen worden de halve lange as (of overeenkomstige parameter), de baan-excentriciteit, de hoek die de lange as maakt met de snijlijn van baanvlak en equatorvlak (*xy*-vlak), de hoek die genoemde snijlijn maakt met de *x*-as, de hoek die het baanvlak maakt met het *xy*-vlak en het tijdstip waarop het perigeum wordt gepasseerd. Het perigeum is het baanpunt op kortste afstand van het aardmiddelpunt; bij een intercontinentale raket valt dit perigeum binnen de aarde en is dus laatstgenoemd tijdstip het tijdstip waarop dit punt *zon* worden gepasseerd bij de momentane Keplerbeweging, indien de aardmassa in het middelpunt geconcentreerd ware. In totaal zijn er dus 6 bepalende Keplerbaanelementen, die uit de 6 zogenaamde storingsvergelijkingen als functies van de tijd kunnen worden bepaald. De voornaamste storing ten gevolge van de afplatting van de aarde bestaat uit de zogenaamde regressie van de knopenlijn (= snijlijn van ogenblikkelijk baanvlak met *xy*-vlak). Deze knopenlijn draait langzaam in tegengestelde zin van de omloopszin van de satelliet of intercontinentale raket en varieert met de hoek die het baanvlak met het equatorvlak maakt. Wat grootte orde betreft kan deze knopenlijn in 80 à 100 dagen een volle omwenteling maken.

Zolang wij ons tot intercontinentale raketten beperken, zouden we alleen de storing ten gevolge van de afplatting van de aarde in aanmerking moeten nemen, afgezien van de aerodynamische storingen die ontstaan bij het weder duiken in de met de aarde meedraaiende atmosfeer. In dit verband zij nog terloops opgemerkt dat ook dit zgn. re-entry probleem van zeer groot militair belang is. Verder zal het duidelijk zijn dat ook het vraagstuk van de baanbepaling door optische ofwel radar-waarnemingen van grote militaire betekenis is. Voor het optisch bepalen van de baan kan men met drie waarnemingen aan de hemelsfeer volstaan. Op het bepalen van de baan met radar komen we straks terug bij het vraagstuk van de anti-raket.

Is verder het projectiel uitgerust met een zender van constante golflengte, dan is het mogelijk de baan in tijd en ruimte van het projectiel te bepalen door volgens het Doppler-effect (veranderde frequentie van opgevangen signaal) de radiale snelheid van het projectiel te meten t.o.v. 3 verspreid liggende radio-ontvang-stations, indien men op enig tijdstip ook de positie van het object weet. Dit kan men ook bereiken door combinatie van radar

en Doppler-radar bij gebruik van 3 radarstations. Overigens kan men ook voor de baanbepaling met één radarstation volstaan, wanneer geen grotere nauwkeurigheid wordt verlangd.

De directe militaire toepassing van de ruimtevaart zal zich echter niet tot de intercontinentale raket beperken. Wat allereerst de afgeplatte vorm der aarde en haar inwendige massaverdeling betreft, een nauwkeurige kennis hiervan is voor het richtprobleem van lange afstandsrukten van grote betekenis. Voor het verkrijgen van deze nadere gegevens is de proefondervindelijke bestudering der storingen van de elliptische beweging van kunstmatige aard-satellieten van groot belang. Daarbij doet zich de complicatie voor dat de inwendige massaverdeling van de aarde niet éénduidig uit de structuur van het zwaarteveld buiten de aarde kan worden afgeleid. Aanvullende geofysische onderzoeken en ook hemelmechanische onderzoeken (wat betreft precessie- en nutatie-beweging der aarde) zullen daarbij nodig zijn.

Uit dit alles blijkt reeds de grote militaire betekenis van de kunstsatelliet. Deze satelliet kan verder ook gebruikt worden als radiobaken voor de geleiding van lange-afstandsrukten, waarbij ook gedurende de vrije vlucht door toepassing van raketkracht correcties kunnen worden verkregen en waardoor de trefkans zeer aanmerkelijk kan worden verhoogd. Vanzelfsprekend kan ook de kunstsatelliet gebruikt worden als militair waarnemingsstation. Wanneer de baan daarvan over de polen zou lopen, zoals bij enige gelanceerde satellieten het geval is, wordt na verloop van tijd het gehele aardoppervlak bestreken, daar deze onder de baan doordraait. Hierdoor zal de kunstsatelliet in een kort tijdsbestek over een uitgebreid gebied meteorologische waarnemingen kunnen doorseinen, hetgeen onder omstandigheden ook van groot strategisch belang kan zijn. Maar de satelliet zal ook allerlei andere strategisch belangrijke waarnemingen kunnen doen, zoals het meten van de plaatselijke intensiteit van radiumstralingen, waardoor de plaats van eventuele atoom-explosies, etc. kan worden geregistreerd. Hiermede zijn echter de mogelijkheden nog lang niet uitgeput. De kunstsatelliet zal nl. ook worden gebruikt (laat ons hopen alleen potentieel) als transporteur van atoombomben, waarschijnlijk in dier voege, dat de satelliet als geheel als atoomprojectiel zal kunnen neerkomen, terwijl het potentieel zou kunnen optreden als praktisch onaantastbare, zich in de ruimte om de aarde bewegende onbemande aanvalsbasis.

Bij de huidige technische stand van zaken is het zeer goed mogelijk een viertrapsraket te construeren, waarbij de derde trap het voertuig in een omloopsbeweging om de aarde brengt. Bij het radiografisch in werking stellen van de vierde trap, waarbij de betreffende raket als remraket wordt gebruikt, komt dan het voertuig weer in de dichtere lagen van de atmosfeer en kan daarbij hetzij in ballistische vlucht, hetzij in aerodynamische glijvlucht op het doel neerkomen.

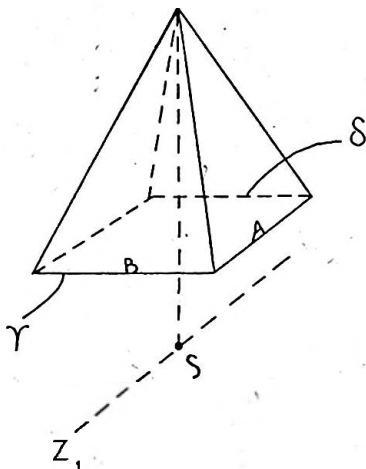
Bij het toepassen van glijvlucht kan eventueel nog radiobijsturing worden toegepast vanuit een relatief in de nabijheid zijnd vliegtuig, waardoor de doeltreffendheid nog zeer belangrijk kan worden verhoogd. Bij een dergelijk militair gebruik van een kunstsatelliet zal de vrije vlucht over langere tijdruimten vooruit moeten worden bepaald. Men zal dan niet alleen rekening moeten houden met de storende werking ten gevolge van de afplating van de aarde, maar ook met de storende werkingen van zon en maan.

Laat ons op deze storingen iets dieper ingaan: De maan zal niet alleen door haar rechtstreekse aantrekking op het ruimte-voertuig invloed uitoefenen. Door de aantrekking nl. die de maan op de aarde uitoefent zal deze, en daarmee het met aarde verbonden t.o.v. de sterrenhemel niet draaiende geocentrische assenstelsel, in de richting van de maan versneld worden. Daar nu de beweging van de aardsatelliet t.o.v. dit geocentrische assenstelsel wordt beschouwd, zal, bezien van dit assenstelsel, op de satelliet een traagheidskracht werken, die gericht is volgens de richting: middelpunt maan  $\rightarrow$  middelpunt aarde. De vectorsom (resultante) van de directe aantrekkingskracht van maan op kunstsatelliet en deze traagheidskracht vormt dan de eigenlijke door de maan veroorzaakte storende kracht. Evenzo zal door de aantrekking die de aarde van de zon ondervindt, het geocentrische assenstelsel in de richting van de zon versneld worden, waardoor op de kunstsatelliet een traagheidskracht zal aangrijpen, werkend in de richting middelpunt zon  $\rightarrow$  middelpunt aarde. De eigenlijke storende kracht van de zon is dan de resultante van de directe aantrekkingskracht die de zon op het voertuig uitoefent en genoemde traagheidskracht. Deze aldus ontstane storende krachten van zon en maan zijn zeer klein, slechts fracties van de directe aantrekking van zon en maan. Maar voor het geval van een kunst-satelliet-aanvalswaapen, dat eerst langere tijd blijft rondlopen, moeten deze invloeden uiteraard ook in rekening worden gebracht.

Om verder een kunstsatelliet vanuit een omloopsbaan om de aarde op het aardoppervlak terug te krijgen, moet men beginnen met af te remmen ver boven de atmosfeer. Dit afremmen kan slechts geschieden met behulp van een remraket, waarbij de gasuitstroming in de bewegingsrichting moet plaats hebben. Nu zal het voertuig behalve de baanbeweging van het zwaartepunt ook nog een willekeurige tuimelbeweging om het zwaartepunt uitvoeren. Daarbij zal in het algemeen de ogenblikkelijke door het zwaartepunt gaande draaias zowel t.o.v. het voertuig, als t.o.v. de vaste sterrenhemel veranderen. Alleen wanneer het voertuig toevallig om één van de 3 onderling loodrechte hoofd-traagheidsassen gaande door het zwaartepunt zou draaien, zou deze draaias zowel t.o.v. het voertuig, als t.o.v. de vaste sterrenhemel dezelfde stand kunnen behouden. Van deze 3 hoofd-traagheidsassen zijn verder slechts twee stabiele draai-assen, d.w.z. zou het voertuig op bepaald tijdstip om een van deze stabiele hoofd-traagheidsassen slechts ten naaste bij wentelen, dan zou toch de ogenblikkelijke draaias om die stabiele hoofd-traagheidsas blijven schommelen. De derde hoofd-traagheidsas is echter labiel, d.w.z. de geringste afwijking van de ogenblikkelijke draaias van deze derde hoofd-traagheidsas zal na verloop van tijd een steeds grotere afwijking ten gevolge hebben. Nu zou men bij gegeven massaverdeling deze zogenaamde nutatiebeweging van het ruimtevoertuig kunnen berekenen, indien men de aanvangstoestand zou kennen. Maar deze is onbekend, daar deze nutatiebeweging ontstaat door toevallige onregelmatigheden bij het scheiden van de verschillende trappen en door toevallige kleine storingen in de uitstroming. De oriëntatie van het voertuig, wanneer deze langere tijd in omloop is geweest, is dus geheel onbekend. We moeten dus het voertuig eerst op een of andere wijze in een bekende stand t.o.v. de sterrenhemel brengen en dan vervolgens vanuit deze bekende stand het voertuig zó richten, dat de remraket — die we vast in het voertuig gemonteerd moeten denken — in de juiste positie komt voor de afremmanoeuvre. Het is nu mogelijk het voertuig eerst met de langsas (die samen-

valt met een stabiele hoofdtraagheidsas) evenwijdig aan de plaatselijke zonne-stralen te brengen met behulp van een elektronisch optisch systeem. De nodige stuurkoppels om de 3 hoofd-traagheidsassen kunnen verkregen worden door toepassing van hulpstraalbuizen, die door samengeperst gas (b.v. door samengeperste stikstof vanuit een reservoir) gevoed kunnen worden.

Men kan dan voor het geven van stuurkoppels om elk van de 3 hoofd-traagheidsassen, bij elke hoofd-traagheidsas gebruik maken van één straalbuispaar voor „linkskoppel”, en een straalbuispaar voor „rechtskoppel”. De grootte van deze koppels kan dan geregeld worden door de gastoevoer naar de straalbuisen te regelen. In totaal heeft men dan 6 straalbuisparen te bedienen. Men kan nu verder in principe in het voertuig een vierzijdige pyramide monteren met de topas gericht volgens de langsas van het voertuig. Als de langsas van deze pyramide naar de stralingsbron (de zon) gericht is, worden de 4 zijvlakken van de pyramide gelijkelijk belicht. Door het diffuse licht van elk der zijvlakken wordt een fotocel geactiveerd. De intensiteit van de stroom in elk van de fotocelketens is dan afhankelijk van de belichting van het corresponderende zijvlak. Men kan eventueel het effect van de wisselende belichting van de zijvlakken met de stand van de pyramide t.o.v. de lichtbron nog verhogen door het aanbrengen van ruggen langs de ribben van de pyramide. Beschouw nu even de fotocellen corresponderend met de zijvlakken A en B. (Zie Fig. 2). Deze beide fotocellen, die we ook zullen aangeven met



A en B, moeten dan de draaiing van het voertuig om die traagheidsas  $q_1$  van het voertuig beheersen, die loodrecht staat op de onderribben  $\gamma$  en  $\sigma$ . Wordt nu A sterker belicht dan B, dan zal de stroom in de stroomkring van A sterker zijn dan in de stroomkring van B. Men kan nu beide stromen na versterking door twee windingen van een draaispoelinstrument sturen, die corresponderen met een rechtskoppel, resp. linkskoppel, werkend op de beweegbare spoel van het draaispoelinstrument. Hierdoor kan met behulp van hulpstraalbuizen, een rechts of links stuurkoppel om de traagheidsas  $q_1$  gegeven worden. De draaispoel kan met behulp van een veer in de nulstand teruggedreven worden. Deze draaispoel kan nu een drieweg-kraan bedienen, waardoor óf het straalbuispaar voor rechts-stuurkoppel, óf het paar voor links-

stuurkoppel wordt bekrachtigd, ofwel beide straalbuisparen inactief (in nulstand) blijven. Na het richten van de langsas is de oriëntatie van het voertuig nog niet geheel bepaald, zodat men daartoe nog een „reference” nodig heeft. Men kan hiervoor een gerichte zendantenne gebruiken, met corresponderende zender in het voertuig opgesteld. Door nu vervolgens een draaiing om de langsas van het voertuig uit te voeren kan men door verandering van de sterkte van het ontvangen radiosignaal de stand van het voertuig om de langsas beoordelen. Men kan ook als „reference” een heldere ster (b.v. Sirius) gebruiken en een telescoop in het voertuig opstellen. De telescoop moet dan verstelbaar zijn, terwijl de as van de telescoop met de langsas steeds in hetzelfde vlak kan liggen. De hoek tussen langsas en telescoopas kan telemetrisch ingesteld worden. Zodra het licht van Sirius door de telescoopas valt, wordt een fotocel bekrachtigd en een radiosignaal uitgezonden. Het ruimtevoertuig is dan in een bekende oriëntatie gekomen. Vervolgens kan een gyrotafel ontgrendeld worden, zodat men een „gematerialiseerd ruimte-assenstelsel” ter beschikking heeft, dat t.o.v. de vaste sterrenhemel steeds dezelfde stand blijft innemen. Zulk een gyrotafel bestaat in principe uit een door 3 gyroscopen gestabiliseerd raam, dat t.o.v. de vaste sterrenhemel steeds in dezelfde stand wordt gehouden. De 3 hoeken van Euler, die de stand van het voertuig t.o.v. dit gematerialiseerde ruimte-assenstelsel bepalen, kunnen dan in modulatie-frequenties vertaald worden en naar de aarde worden doorgeseind. Desgewenst kunnen zij dan in het controle-station weer — door tussenkomst van servomotoren — in hoekmaat worden aangegeven. Dit systeem kan worden toegepast voor het richten van een satelliet-voertuig alvorens de remraket in werking wordt gesteld.

Het antwoord op de kern-bom-kunstsatelliet, evenals op de intercontinentale aanvalsraket is de antiraket, die tot taak heeft genoemde wapens in de vlucht te vernietigen door de ontploffing van een meegevoerde kernlading, wanneer deze antiraket voldoende in de buurt van het aanvalswapen zal zijn gekomen. Daar de baan van het aanvallende wapen in het gunstigste geval slechts ruw bekend zal zijn, is een van ogenblik tot ogenblik doelbewuste geleiding een dringende noodzakelijkheid. Daartoe zal de antiraket over zijn gehele baan vanuit een controle-station radiografisch gestuurd moeten worden.

Voorts zal men moeten beschikken over een inrichting waardoor men de ruimtelijke positie van zowel het aanvalswapen, als van de antiraket zal kunnen vaststellen. Wat de radiografische besturing van de antiraket betreft, is het in principe mogelijk door radio-commandering van in de raket aanwezige servomotoren, die als elektromotoren kunnen worden uitgevoerd, alle vereiste handelingen te verrichten. Men kan desgewenst, voor het uitvoeren van een groot aantal onderling verschillende schakelhandelingen een robot in de antiraket plaatsen, bestaande uit een contactvinger met b.v. 3 graden van vrijheid, waarvan de stand door 3 servomotoren beheerst wordt, die door 3 veranderlijke modulatie-frequenties vanuit het controle-station kan worden bestuurd. De oriëntatie van de antiraket kan weer door hulpstraalbuizen worden geregeld.

Het vraagstuk hoe de ruimtelijke positie van zowel het aanvalswapen, als de antiraket vast te stellen, lijkt belangrijk moeilijker. Het zou voor de juiste besturing zeer bevorderlijk zijn, indien men in een soort ruimtelijke indicator zowel de positie van aanvalswapen als van antiraket in verkleinde schaal voor zich had, b.v. als twee lichtpunten, waarbij dan het lichtpunt van de anti-

raket ruimtelijk, dus in 3 dimensies met het lichtpunt dat het aanvalswapen aanduidt, tot dekking moet worden gebracht. Men kan nu met behulp van 2 groepen van elk 3 radarstations de ruimtelijke positie van resp. antiraket en aanvalswapen afzonderlijk en tegelijk bepalen, door radarmeting van de afstanden van de antiraket tot de radarstations van de eerste groep en van het aanvalswapen tot de radarstations van de tweede groep. De rechthoekige coördinaten  $x$ ,  $y$  en  $z$  van de antiraket en  $x'$ ,  $y'$  en  $z'$  van het aanvalswapen t.o.v. een geocentrisch met de aarde meedraaiend assenstelsel zijn dan respectievelijk functies van de afstanden  $r_1, r_2, r_3$ , gemeten door de eerste radargroep en de afstanden  $r_1', r_2', r_3'$ , gemeten door de tweede radargroep. Laat ons dit symbolisch aangeven door te schrijven:

$$\left. \begin{array}{lll} x = x(r_1, r_2, r_3) & y = y(r_1, r_2, r_3) & z = z(r_1, r_2, r_3) \\ x' = x'(r_1, r_2, r_3) & y' = y'(r_1, r_2, r_3) & z' = z'(r_1, r_2, r_3) \end{array} \right\} A$$

Het is nu mogelijk de door de radarapparaten gemeten afstanden  $r_1, r_2, r_3$ , resp.  $r_1', r_2', r_3'$ , in de vorm van spanningen of stromen te laten weergeven, die aan 6 functiegeneratoren worden toegevoegd, die weder  $x, y$  en  $z$ , resp.  $x', y'$  en  $z'$  als output in de vorm van spanningen of stromen weergeven.

Men denke zich nu verder twee projectoren, die elk een conische bundel stralen in een gasmassa werpen, die elkaar in één punt snijden. In dit snijpunt wordt dan het gas lichtgevend. Deze gasmassa bevindt zich in een glazen doos, zodat men van buiten het lichtpunt, door elk der projectoren beweeggebracht, kan zien. De plaats van elk lichtpunt in de gasmassa hangt nu af van 3 grootheden, een azimuth-hoek, een elevatie en een hoek die de positie van het lichtpunt (kegeltop) op de as van de stralingskegel bepaalt. Noem deze hoeken, corresponderend met beide projectoren, resp.  $\varphi, \theta, \psi$ , en  $\varphi', \theta', \psi'$ . Dan wordt, wanneer de beide lichtpunten de ruimtelijke posities van antiraket en aanvalswapen t.o.v. het assenstelsel  $x, y, z$  op verkleinde schaal in de glazen doos aangeven:

$$\left. \begin{array}{lll} \varphi = \varphi(x, y, z) & \theta = \theta(x, y, z) & \psi = \psi(x, y, z) \\ \varphi' = \varphi'(x', y', z') & \theta' = \theta'(x', y', z') & \psi' = \psi'(x', y', z') \end{array} \right\} B$$

Wij kunnen nu  $x, y, z$ , resp.  $x', y', z'$ , door de 6 functie-generatoren (A) weergegeven als spanningen (of stroomsterkten), aan 6 functie-generatoren corresponderend met de betrekkingen (B) toevoeren, die dan  $\varphi, \theta$ , en  $\psi$ , resp.  $\varphi', \theta'$ , en  $\psi'$  zódanig als spanningen (of stroomsterkten) aan de output weergeven, dat de 3 servomotoren van elk der projectoren, waaraan deze spanningen (of stroomsterkten) worden toegevoerd, de projectoren op de juiste wijze instellen.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat het boven in principe aangegeven geleidingssysteem ook kan worden toegepast in de ruimtevaart om twee in een zelfde baan om de aarde lopende ruimtevoertuigen tot op korte afstand van elkaar te brengen. Zijn deze ruimtevoertuigen bemand, dan kan de bemanning voor de laatste fase van het „rendez vous” zorgen, waarna de beide voertuigen tot één voertuig kunnen worden verenigd. Dergelijke manipulaties hoopt men in de toekomst te kunnen uitvoeren door voertuigen, die door meerdere Saturnus-raketten in een zelfde baan zijn gebracht, te combineren, om aldus een landing op de maan met terugkeer op aarde mogelijk te maken.

*De Voorzitter:*

Mijnheer Kooy, ik dank u zeer voor uw voordracht. Ik neem aan dat u bereid bent om een enkele vraag, die uit de vergadering mocht rijzen, te beantwoorden. Ik neem niet aan dat er misschien heren zijn die een heel debat wensen te ontketenen op een bepaald punt, maar wie wenst nog een enkele vraag te stellen aan de inleider?

*De Luitenant-Kolonel Van der Pol:*

Mijnheer de voorzitter, de inleider heeft in zijn uiteenzetting over de anti-raket (-raket) gesproken over waarnemingsposten op de grond waarmede vijandelijke raketten tijdig zouden kunnen worden opgespoord en de baan daarvan zou kunnen worden berekend. Ik wilde de geachte inleider de vraag stellen welke mogelijkheden er zijn om kunstsatellieten hiervoor te gebruiken.

*De heer Kooy:*

Het lijkt mij praktisch ondoenlijk om kunstsatellieten te gebruiken voor het opsporen van aankomende vijandelijke raketten. Daar deze aanvallende raketten zeer zeker geen radioseinen uitzenden om hun aankomst te verraden, zou een kunstsatelliet voor de opsporing van een radar-installatie moeten worden voorzien. Deze radar-installatie zou alzijdig moeten uitrusten. In verband met de omstandigheid dat slechts een klein zendvermogen kan worden ondergebracht, zou alleen de directe omgeving afgetast kunnen worden. Alleen door toepassing van een zeer groot aantal van zulke satellieten zou wellicht iets te bereiken zijn. Het gebruik van een netwerk van bodemstations van groot zendvermogen met gerichte zenders, die te zamen een soort radarscherm in de ruimte kunnen vormen, ligt dan meer voor de hand.

*Luitenant-Kolonel Knoop:*

Mijnheer de voorzitter, ik zou gaarne aan Dr. Kooy willen vragen of hij over nog meer gegevens beschikt met betrekking tot de nauwkeurigheidsgraad van de intercontinentale raketten bij het beschieten van doelen op 8000 km en nog verder.

Dr. Kooy heeft tijdens zijn inleiding de cijfers 15—20 km genoemd. Eerlijk gezegd valt dit mij tegen.

*De heer Kooy:*

Ook het getal 10 km is wel genoemd en een veel grotere trefzekerheid is ook niet vereist, gezien de aard van de lading van de raket.

*De Voorzitter:*

Dr. Kooy, ik dank u zeer voor uw voordracht. In het begin heeft u gezegd dat bij het onderwijs de hemelmechanica een weinig in de verdrukking was gekomen. Ik meen dat ik daar ook onder heb geleden zoals vermoedelijk velen hier aanwezig, zodat mijn eerste reactie op het lanceren van de eerste spoetnik achteraf gezien vrij dom was. Ik zei: wat wenst men nu in de ruimte te gaan zoeken wanneer men de zaak op aarde niet in orde kan houden. Maar u heeft

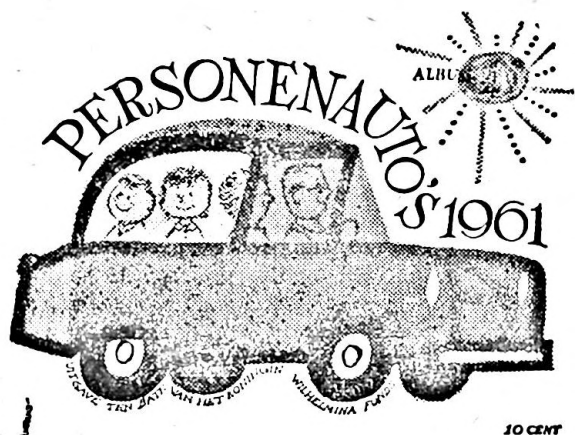
ons vanavond uitgelegd dat de ruimtevaart inderdaad een stijgende militaire betekenis heeft. Daar komt bij dat in het algemeen wij natuurlijk als militairen, de gebruikers zijn van de ons toevertrouwde wapens. Nu zijn nog niet meteen de ruimtevoertuigen ons toevertrouwd, maar wel de intercontinentale projectielen. Ik geloof ook, dat als gebruiker, al weten wij dan hoe wij de ruimtevaart eventueel zouden kunnen gebruiken, het toch wel goed is om iets te weten wat er achter schuilt, wat de moeilijkheden eraan verbonden zijn en op welke wijze tot resultaat kan worden gekomen. Ik meen bovendien uit uw voordracht te mogen afleiden dat het vraagstuk van de antiraket, zoals u het ons heeft geschilderd en waarvoor u een eventuele oplossing hebt aangegeven, nog niet in het stadium van de werkelijkheid is. Want ik denk dat er nog vele proeven zullen moeten worden genomen om tot een resultaat te geraken. Intussen dank ik u wel bijzonder voor uw zeer levendige en opgewekte voordracht die ons toch een massa nieuws heeft gebracht en die op vele punten zeer verhelderend heeft gewerkt. Ik moge ingevolge het reglement de heren die een vraag hebben gesteld verzoeken om hun vraag binnen de tijd van 4 dagen in te leveren bij de redacteur en met mijn dank aan Dr. Kooy en de vraagstellers sluit ik deze bijeenkomst.

## SAMENVATTING

De grote militaire betekenis van de ruimtevaart is gelegen in de omstandigheid dat de raketvoertuigen die voor de ruimtevaart benodigd zijn, vrijwel identiek zijn met intercontinentale raketten. Alleen voor de vlucht in de ruimte moet de reikwijdte van deze raketten nog verder worden verhoogd, hetgeen geschiedt door toepassing van meerdere trappen. De eerste trap van een ruimteraket is eenvoudig een intercontinentale raket. Hieruit volgt zonder meer, dat de ontwikkeling van de ruimtevaart en van de lange afstandswapens één en dezelfde ontwikkeling is. Men zou in deze samenhang eerder kunnen zeggen, dat de ruimtevaart als een bijzondere niet strategische toepassing van de raket-techniek, de techniek der lange afstandswapens, zou kunnen worden beschouwd. Op het ogenblik is het reeds zo ver dat, mede door de ontwikkeling van ruimteraketten de intercontinentale raket de lange afstandsbomwerper gaat verdringen. Deze verschuiving hangt samen met de steeds betere beheersing van de raketbewegingen en het daarmee samenhangende richten op een ver verwijderd doel. De methoden van geleiding en correctie die daartoe in de ruimtevaart worden ontwikkeld, zijn evenzo van toepassing op lange afstandstrategie. Beperken we ons als voorbeeld tot de *vrije* vlucht van een ruimtevoertuig of lange afstandsraket, dus tot de beweging van het voertuig onder de invloed van het zwaarteveld van de Aarde alleen, dan blijkt dat deze beweging in eerste benadering een zuiver elliptische beweging (Keplerbeweging) is. Het enige verschil is dat de ellipsbaan van een lange afstandsraket door het aardoppervlak gesneden wordt, zodat het projectiel ergens op Aarde neerkomt, terwijl bij een kunstsatelliet de ellipsbaan geen snijpunt meer heeft met het aardoppervlak. Door de afplatting der Aarde zal echter zowel de beweging van de kunstsatelliet als van de lange afstandsraket worden gestoord, d.w.z. zal de beweging wat veranderen. Zou men in het geval van de lange



afstands-raket hiermede geen rekening houden, dan zou het doel worden gemist. Voor het bepalen van de baan met de vereiste nauwkeurigheid moeten in beide gevallen dezelfde methoden worden gebruikt. Ontwikkelde elektronische systemen voor geleiding en correctie van de beweging zijn evenzo in beide gevallen gelijkelijk van toepassing. Maar ook de kunstsatelliet als zodanig heeft een grote militaire betekenis. Niet alleen kan deze gebruikt worden als militair waarnemingsstation, maar tevens als zeer moeilijk trefbaar zich in de ruimte bewegend potentieel aanvalswapen. Men kan namelijk zulk een kunstsatelliet gemakkelijk van een kernlading voorzien. Indien het baanvlak van de kunstsatelliet een stijle hoek met het equatorvlak maakt, komt na verloop van tijd het voertuig praktisch boven elk punt van het aardoppervlak en kan daarbij zo geleid worden dat het op een bepaald doel nederkomt. Het tijdstip en de plaats van inslag kunnen daarbij vanuit een commando-station op Aarde radiografisch naar believen bepaald worden. Een dergelijke ontwikkeling in de vorm van een potentiële dreiging uit de ruimte als nieuwe variant van de „koude oorlog” lijkt zelfs waarschijnlijk. Het antwoord hierop is de ontwikkeling van de anti-raket die tot taak heeft een dergelijke kunst-kernbom-satelliet te vernietigen. Aldus zal ook de ruimtevaart in de moderne strategie betrokken worden. Dit alles behoort reeds nu tot de directe technische mogelijkheden.



## KONINGIN WILHELMINA FONDS VOOR DE KANKERBESTRIJDING

### *Start autoplaatjes-actie*

De menselijke liefdadigheid wordt vrijwel zonder rustpozen op een zware proef gesteld. Weliswaar voor een goed doel. Maar — alweer een collecte, alweer een loterij, alweer een actie . . . dat moet op den duur zelfs de mildste mensenvriend vermoeien en zijn offervaardigheid doen afstompen. Vernuftige denkers streven er daarom naar steeds weer nieuwe vormen te vinden voor campagnes die alle dit gemeen hebben, dat zij „het geven voor een doel” zo aantrekkelijk mogelijk trachten te maken.

Het Koningin Wilhelmina Fonds voor de Kankerbestrijding startte op 1 november j.l. haar „autoplaatjes-actie”. Het vraagt iets, maar het geeft ook iets terug. Bij duizenden kruideniers en sigarenwinkeliers zal een bontgekleurde doos op de toonbank staan met prachtige, in natuurlijke kleuren uitgevoerde plaatjes van alle personenauto's, model 1961, die er op de wereld bestaan. De plaatjes kosten per 24 stuks, verpakt in een polyethyleen zakje, een kwartje. Vier zakjes vormen een serie en het bijbehorende albumje kost een dubbeltje. Het ligt in de bedoeling drie albums te laten verschijnen, plaats biedend aan 3 maal 96, dus 288 plaatjes. Een unieke verzameling!

Aan de verzamelactie is bovendien een zeer attractieve prijsvraag verbonden met kans op 5000 prachtige prijzen, o.a. jeugdritten (met zakgeld), sportfietsen, transistorradio's, grammofoons, rolschaatsen enz.

*Koningin Wilhelmina Fonds  
voor de Kankerbestrijding,  
Postbus 420 — Amsterdam-C.*

# MEDEDELINGEN VAN HUISHOUDELIJKE AARD

## VERSLAG OVER DE TOESTAND VAN DE VERENIGING

(1 oktober '60—30 september '61)

<i>Ontvangsten:</i>		<i>Uitgaven:</i>	
Saldo per giro 1 oktober '60	f 2.135,68	Saldo 30/9/'60	f 1.029,36
Contributies	„ 23.600,52	Honoraria	„ 6.766,54
Advertenties	„ 1.237,50	Drukwerken	„ 24.556,27
Verkoop drukwerk	„ 55,—	Onkosten (vergad., porti)	„ 1.630,94
Diversen:		Diversen	„ 1.149,29
Retour honoraria	„ 116,25	Saldo giro 30/9/'61	„ 3.041,91
Subsidie Pr. Bernhard Fonds	„ 5.000,—		
Subsidie Dep. van Defensie	„ 5.000,—		
Nog te betalen op 30 sept. '61	„ 1.029,36		
	<u>f 38.174,31</u>		<u>f 38.174,31</u>

### BALANS PER 30 SEPTEMBER 1961

<i>Debiteuren:</i>		<i>Crediteuren:</i>	
Saldo giro	f 3.041,91	Secretaris-Penningmeester	f 1.029,36
Postzegelkas	p.m.	Voordelig saldo	„ 4.572,55
Contributies	„ 1.560,—		
Inventaris	p.m.		
Advertenties	„ 1.000,—		
	<u>f 5.601,91</u>		<u>f 5.601,91</u>

### BEGROTING VAN ONTVANGSTEN EN UITGAVEN 1961/'62

<i>Ontvangsten:</i>		<i>Uitgaven:</i>	
Voordelig saldo 1960/61	f 4.572,55	Secretaris-Penningmeester	f 1.029,36
Contributies 1755 leden '61/'62	„ 26.325,—	Drukker W.J. '61	„ 10.000,—
Advertenties	„ 2.000,—	Hon. medewerkers W.J. '61	„ 2.500,—
Adv. nog te ontvangen '60/'61	„ 1.000,—	Hon. en salarissen	„ 2.800,—
Achterstallige contributies	„ 1.060,—	Drukken van 6 lezingen en convocaties '60/'61	„ 8.400,—
		Onkosten vergadering enz.	„ 600,—
		Voordelig saldo	„ 9.628,19
	<u>f 34.957,53</u>		<u>f 34.957,53</u>

### AANTAL LEDEN OP 1 OKTOBER 1961

Aantal leden op 1 oktober 1960	1890	
Bijgekomen in 1960/1961	61	1951 leden
Door overlijden en bedanken	186	
Afgevoerd als wanbetalers	10	
	af	196 leden
	Totaal	1755 leden
Na 1 oktober bijgekomen leden		78 leden
	Totaal	1833 leden

VERSLAG DER COMMISSIE INGEVOLGE ART. 26 VAN HET REGLEMENT

's-Gravenhage, 21 oktober 1961.

Aan  
het Bestuur van de Vereniging ter Beoefening  
van de Krijgswetenschap  
te 's-Gravenhage.

De commissie als bedoeld in art. 26 van het Reglement verklaart hiermede dat zij de administratie van de Secretaris-Penningmeester der Vereniging heeft gecontroleerd en dat haar van gebreken niet is gebleken. De Commissie stelt voor de Secretaris-Penningmeester te decharen voor zijn beheer over het verenigingsjaar 1960/1961.

De Commissie voornoemd,  
Ir. M. POLAK,  
Res. Lt. Kol. v. d. Verb.dst. b.d.  
W. F. TEN BOSKE,  
Lt. Kol. v. d. Infanterie  
P. G. G. FREDERIKS,  
Majoor v. d. Mil. Adm. b.d.

NIEUWE LEDEN

Nederland

's-Gravenhage: J. H. J. M. Lohmeijer, Lt. t.z. II o.c.; J. J. van Bommel; F. E. A. H. de Jong, Lt. Kol. G.S.

Amersfoort: W. Kohutnicki, Maj. Cav.; J. van Valderen, Ritmeester.

Breda: W. Walthuis, Majoor G.S.; A. Ardon, cadet-sergeant der infanterie; J. v. Ballegooy, cadet-sergeant der artillerie; F. Boersma, idem; E. J. H. Bosch, cadet-sergeant; L. Boschloo, idem; G.H. Brink, idem; J. Th. Bruurmijn, cadet-sergeant der artillerie; E. A. G. M. van Hecke, cadet-sergeant; R. A. H. M. Hofland, idem; A. J. N. Horstmeier, idem; L. A. M. E. Hustinx, idem; P. Huysman, idem; E. P. Kiepe, idem; H. D. W. Klein Bretelen, cadet-sergeant der artillerie; B. P. M. Kruyssen, cadet-sergeant; W. M. v. d. Guchte, idem; P. H. M. Messerschmidt, cadet-sergeant der artillerie; F. H. L. M. Müller, cadet-sergeant; E. J. Oldenziel, idem; J. G. Pruyn, idem; C. J. Remijnse, cadet-sergeant der artillerie; H. H. W. Sacys, cadet-sergeant der Aan- en Afvoertroepen; G. Schotel, cadet-sergeant; A. Steegstra, idem; E. D. Terhenne, idem; D. Tom, cadet-sergeant der Aan- en Afvoertroepen; C. H. J. Veldkamp, voorz. Infocentrum, c.s.o.; Th. J. M. de Vreeze, cadet-sergeant; P. Wattel, cadet-sergeant der artillerie; J. van Wincoop, cadet-sergeant; R. W. Zaaijer, idem; L. J. H. A. van Aarenhem, idem; E. W. Bosman, idem; J. A. van der Boon, idem; J. W. A. Derksen, idem; N. T. J. Dirks, idem; T. Doorweerd, idem; L. G. Dijkstra, idem; H. Eefting, idem; G. J. W. Fehrenbach, idem; S. H. Gruintjes, idem; C. E. Haertlein, idem; J. M. P. Heemstra, idem; A. A. A. Hekkers, idem; A. P. J. Hoevenaars, idem; J. H. Hollander, idem; J. H. de Kleijn, idem; F. Koens, idem; W. Kramers, idem; E. H. Lange, idem; A. G. A. Ligteringen Versteegen, idem; B. Mol, idem; M. W. J. Mol, idem; P. A. M. Niessen, idem; R. Peeters, idem; G. van Putten, idem; C. P. M. Pijnen, idem; H. C. M. van Rossum, idem; S. A. B. P. M. Schellens, idem; J. J. M. Schuyt, idem; D. J. K. Smit, idem; J. F. A. Storm van 's-Gravesande, idem; A. W. S. E. Tamarinof, idem; P. R. van der Weerd, idem; E. N. Westerhuis, idem; J. de Widt, idem.

Harderwijk: L. Schothorst, Maj. Inf.; H. Jager, 1e Lt. wnr.; C. Volkers, Kap. Inf.

Meerveldhoven: M. C. v. d. Hoog, Ritmeester.

Rotterdam: C. A. Sterkman.

Rijswijk: Sjouke de Jong, res. 1e Lt. Art.

Utrecht: A. W. Augusteyn, Majoor der Genie.

Wenum (Geld.): A. D. Vriezen, Kap. Kon. Marechaussee.

Woensdrecht: H. J. Driehl, Kolonel.

Zwijndrecht: Mr. E. F. Dijkstra, res. Kap. Fuseliers.

In de bijeenkomst op 19 oktober 1960 is de contributie voor 1961/62 met algemene stemmen vastgesteld op 15 gulden.

De leden die de contributie 1960—1961 nog niet voldaan hebben, worden dringend verzocht zulks alsnog spoedig te doen.

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

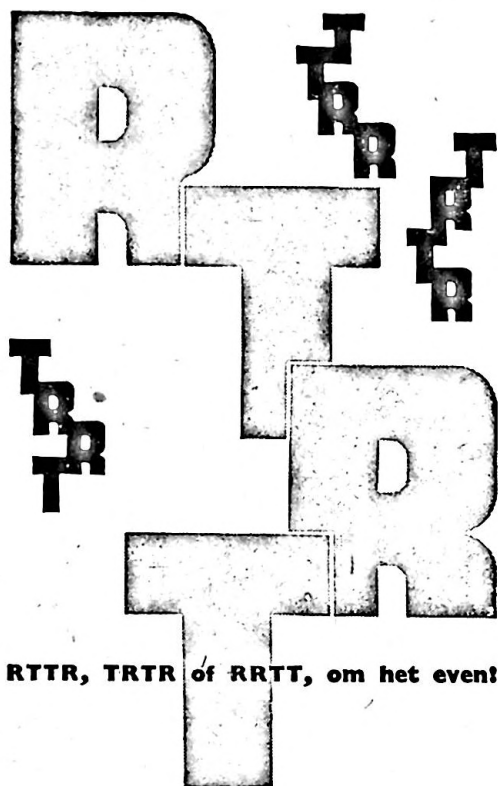
*J. H. Couzy*, Lt.-Generaal der Artillerie o.n.a., Lid van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Voorzitter; *A. L. van den Berge*, Luit.-Generaal Inf., Ondervoorzitter; *G. Gouman*, Kolonel G.S., directeur H.K.S., Redacteur Orgaan en W.J.; *E. R. d'Engelbronner*, Generaal-Majoor G. S.; *A. C. Lamers*, Majoor der Mariniers; *Mr. F. R. Mijulieff*, Directeur-Generaal voor Openbare Orde en Veiligheid; *J. G. Stegeman*, Commandeur; *W. den Toom*, Generaal-Majoor K.Lu.

*Na 1 januari 1962 is het adres van de Secretaris-Penningmeester, Lt.-Kolonel W. F. ten Boske, Sleedoornstraat 3, 's-Gravenhage, tel. 322478. Het grono. 78828 blijft onveranderd.*

**Geef bij adresverandering kennis aan de Secretaris-Penningmeester,**

**Sleedoornstraat 3, 's-Gravenhage, tel. 32.24.78**

**en vergeet VOORAL niet ons een nieuw lid op te geven.**



**RTTR, TRTR of RRTT, om het event**

**Radiocommunicatie - Radar - Telefonie - Telegrafie -** hoezeer we ook de volgorde in deze hechte keten wijzigen, het totaalbeeld blijft gelijk. Vier in elkaar grijpende, elkander aanvullende technieken, samengevat in het begrip Telecommunicatie. Slechts door deze eenheid te bewaren kan bij de productie van telecommunicatie-apparatuur ten volle worden geprofiteerd van een nuttige wisselwerking van ervaringen. Het telecommunicatieprogramma van Philips toont de beide **R's** én **T's** - niet voor niets!

**PHILIPS**



Philips Bedrijfsapparatuur Nederland n.v.  
Groep Telecommunicatie - Hogeweg 18 - Den Haag