

Prof. Dr. Ir. H. J. van der Maas

**SPEL VAN
TERUGBLIK EN PERSPECTIEF**

1371

1371-1693

SPEL VAN TERUGBLIK EN PERSPECTIEF

AFSCHEIDSCOLLEGE 21 MAART 1967

PROF. DR. IR. H. J. VAN DER MAAS
Hoogleraar in de Vliegtuigbouwkunde
Technische Hogeschool, Delft



W. D. MEINEMA N.V. - DELFT

Excellenties, Dames en Heren,

De start van het vliegtuig was destijds het thema van mijn inaugurele rede. Mogelijk verwacht U nu van mij een beschouwing over het einde van de vlucht, de landing. Ik dacht echter daaraan nog niet toe te zijn, maar zou U willen vragen enige ogenblikken met mij mee te willen vliegen in de kruisvlucht: een belangrijk deel van de taak waarvoor vele vliegtuigen worden ontworpen en gebouwd.

Het is een markant feit dat in de loop der jaren niet alleen de grootte van het verkeersvliegtuig maar tevens de kruissnelheid voortdurend zijn toegenomen. Onverbrekelijk hiermede verbonden is de toeneming van de vlieghoogte. In bepaalde opzichten betekent dit bovendien een belangrijke verhoging van de vliegveiligheid, wanneer ik in dit verband bergmassieven en slecht weer als obstakels beschouw. Ik wil daarmee overigens niet zeggen dat de atmosfeer op de nu gebruikelijke vlieghoogte geen problemen meer verschaft.

De tabel (zie volgende bladzijde) geeft enkele hoofdpunten van de ontwikkeling van het verkeersvliegtuig in de periode van 1925 tot nu. U ziet dat de Fokker F 7a in 1927 een kruissnelheid had van 150 km/h op 750 m hoogte, terwijl de straalverkeersvliegtuigen als de Douglas DC-8 thans met 880 km/h kruisen op een hoogte van 11.000 m. Deze spectaculaire ontwikkeling werd in de jaren vóór de tweede wereldoorlog niet voorzien.

In 1939 voorspelde nl. een vooraanstaand luchtvaartdeskundige een maximale snelheid van 800 à 1000 km/h voor militaire vliegtuigen. Voor verkeersvliegtuigen legde hij, in verband met het vereiste comfort en de kosten, de snelheidsgrens bij 350 à 500 km/h. En, zo stelde hij: „in both classes we seem therefore to be approaching some degree of finality”.

Ter ondersteuning van deze voorspelling, die destijds door andere deskundigen werd onderschreven, waren goede argumenten aan te voeren. De stelling dat de hoogst bereikbare snelheid de 1000 km/h niet zou overschrijden, was verdedigbaar. Uit windtunnelproeven was bekend dat boven snelheden van

jaar	type	start- gewicht	vleugel- belasting	kruis- snelheid	kruis- hoogte
		kg	kg/m ²	km/h	m
1927	Fokker F-7a	3.600	62	150	750
1932	Fokker F-18	7.500	89	200	1.200
1939	Douglas DC-3	12.700	138	270	1.800
1947	Douglas DC-4	33.000	245	365	3.000
1955	Lockheed 1049	55.000	355	485	6.000
1965	„Super Constellation” Douglas DC-8-50	143.000	535	880	11.000

Ontwikkeling van het verkeersvliegtuig

60 à 75 % van de geluidssnelheid¹⁾ – d.i. ca. 750 à 900 km/h op zeeniveau – de weerstand van een lichaam sterk toeneemt en wel ten gevolge van de samendrukbaarheid van de lucht, die zich (b.v. bij een vleugel) plaatselijk in het optreden van schokgolven in de luchtstroom manifesteert en over een groeiend gebied naarmate de snelheid toeneemt. Dit verschijnsel treedt eveneens op bij de bladen van de schroef. Een toenemende weerstand en een afnemend voortstuwingsrendement zouden tezamen een „onneembare” grens vormen, de z.g. geluidsbarrière.

De destijds niet voorziene ontwikkeling van de straalmotor tot een bruikbaar voortstuwingsaggregaat door het werk van WHITTLE en vele anderen, maakte het mogelijk deze „barrière” te doorbreken. In oktober 1947 werd met het experimentele X-1-vliegtuig, gebouwd door BELL, in de Verenigde Staten voor de eerste maal in horizontale vlucht de geluidssnelheid overschreden. In tegenstelling tot de schroefvoortstuwung heeft de straalmotor nl. de kenmerkende eigenschap dat het vermogen en het nuttig effect met de snelheid toenemen.

Alhoewel, zoals bleek, voorspellingen over toekomstige ontwikkelingen soms radicaal anders uitkomen, blijft de mens bezig te trachten vooruit te zien en zich te bezinnen op toekomstige situaties en ontwikkelingen. In de huidige techniek – en zeker ook in de lucht- en ruimtevaart – is het vooruitzien een noodzaak. Evenals het stellen van een doel.

¹⁾ De geluidssnelheid bedraagt op zeeniveau 1225 km/h.

De tijd die verloopt tussen het formuleren van de doelstellingen en het bereiken van het uiteindelijk resultaat wordt door de toenemende gecompliceerdheid voortdurend langer. Prognoses en doelstellingen maken het mogelijk het soms jaren vereisende speur- en basisontwikkelingswerk dat voor de ontwikkeling van een vliegtuig onontbeerlijk is, vroegtijdig te plannen, te beginnen en, waar nodig, aan te passen. Dan wordt het de financiers mogelijk hun maatregelen te treffen die zich over minstens even zovele jaren zullen uitstrekken.

Als voorbeeld noem ik de ontwikkeling van het Amerikaanse supersone verkeersvliegtuig¹). De eerste studies werden aangevangen omstreeks 1956; nu, 10 jaar later, is het gedetailleerde ontwerp gereed en het zal vermoedelijk 1974 worden voordat dit vliegtuig in het geregelde luchtverkeer zal worden gebruikt. Hierbij is dan nog buiten beschouwing gebleven het uitgebreide meer algemene speur- en ontwikkelingswerk dat in het kader van de supersone aerodynamica reeds vóór 1956 werd verricht.

Terugkerend tot de kruisvlucht kan de vraag worden gesteld of in de toekomst het civiele luchtverkeer zich bij nog groter snelheid en op groter hoogten zal afspelen dan vandaag. Nemen wij de brandstofeconomie van het vliegtuig als uitgangspunt. Volgens een oorspronkelijk door BREGUET geformuleerde betrekking wordt de hoeveelheid brandstof die in verhouding tot het totaalgewicht van het vliegtuig nodig is om een gegeven afstand af te leggen, bepaald door de z.g. vlieg lengtefactor. Deze is het produkt van twee factoren:

1. het „nuttig effect” van de uitwendige vorm van het vliegtuig (uitgedrukt in de waarde van het glijgetal, d.i. de verhouding tussen draagkracht en weerstand);
2. het nuttig effect van de voortstuwingsinstallatie (d.w.z. van de motor met schroef of van de straalmotor).

Hoe groter de vlieg lengtefactor is bij een gegeven vliegtuig-gewicht, hoe kleiner de hoeveelheid brandstof nodig voor het afleggen van een gegeven traject²).

¹) Een vliegtuig wordt „supersoon” genoemd wanneer het kruist bij snelheden hoger dan de geluidssnelheid.

²) Uiteraard blijft de invalshoek de belangrijkste parameter. De zuinigste vlucht (grootste vlieg lengtefactor) zal in de buurt liggen van die invalshoek waarbij het glijgetal maximaal is.

Hoe kan nu bij behoud van een goede brandstofeconomie, de vliegsnelheid van het vliegtuig worden vergroot? Daarvoor staan twee middelen ter beschikking, namelijk verhoging van de vleugelbelasting – d.i. het vliegtuiggewicht per m² vleugeloppervlak – en opvoering van de vlieghoogte.

Uit de tabel blijkt duidelijk dat tot heden beide middelen voor de verhoging van de kruissnelheid van het verkeersvliegtuig zijn toegepast. Snelheid en hoogte zijn beide t.a.v. de jaren vijftig bijna verdubbeld.

Wat valt er nu te verwachten van de vlieg lengtefactor van het supersone vliegtuig bij een getal van Mach van 2 à 3, d.i. bij een snelheid van 2 à 3 maal de geluidssnelheid? (ca. 2100 à 3200 km/h op vlieghoogte). Immers het optreden van schokgolven en de daarmee gepaard gaande weerstandverhoging doet het hoogst bereikbare glijgetal, zelfs voor de zo gunstig mogelijke vliegtuigvormen, afnemen van de huidige waarde van 16 à 18 voor het subsone vliegtuig (kruissnelheid ca. 800 km/h) tot bijna de helft.

Hier komt de invloed van de voortstuwingsinstallatie de vlieg lengtefactor te hulp. De straalmotor heeft nl. het kenmerk dat met de snelheid het nuttig effect sterk toeneemt, dat daarom voor de turbostraalmotor bij supersone snelheden belangrijk hoger is dan bij subsone snelheden.

Hierdoor kan voor getallen van Mach van 2,7 tot 3 de vlieg lengtefactor bij toepassing van een uitermate zorgvuldige aerodynamische vormgeving en van geavanceerde straalmotoren, een waarde bereiken van dezelfde orde van grootte als die van de huidige subsone vliegtuigen (DC-8). Het toekomstige Amerikaanse supersone verkeersvliegtuig wordt voor deze getallen van Mach ontworpen. Er moet een compromis worden gesloten tussen allerlei factoren als een voor start en landing aanvaardbare vleugelbelasting, de kruissnelheid, zo zuinig mogelijke vlucht, zo groot mogelijke beperking van de intensiteit het lawaai aan de grond t.g.v. de optredende supersone schokgolven (de z.g. „sonic boom”); deze en nog meer factoren tezamen bepalen mede de vlieghoogte. De engels-franse Concorde is ontworpen voor een wat lager getal van Mach nl. 2,2 en zal op 16-19 km hoogte vliegen.

Een belangrijke factor, die mede de economie van het vliegtuig beheerst, is nog onvermeld gebleven, namelijk de verhou-

ding van leeg- tot totaalgewicht. Indien namelijk de vlieg lengte-factor voor supersone vliegtuigen gelijk is aan die van de huidige subsone vliegtuigen, kan alleen dán de betalende lading procentueel gelijk blijven, wanneer de verhouding van leeg- tot totaalgewicht niet verandert. Er zijn thans aanwijzingen dat ook hier uiteindelijk de verhoudingen voor het supersone vliegtuig niet ongunstiger zullen worden.

Hoewel de brandstofkosten een belangrijk deel van de totale vlieggkosten vormen, moeten voor de beoordeling van de rentabiliteit van het vliegtuig in het bedrijf uiteraard evenzeer kosten als afschrijving, onderhoud, salarissen van bemanning, e.d. in rekening worden gebracht.

Verwacht wordt dat ook voor het supersone verkeersvliegtuig – na een periode van verdere ontwikkeling en aanpassing – voor gelijke kosten, de reisduur van b.v. Amsterdam naar New York, die thans nog ca. 8 uur bedraagt, met deze nieuwe typen van verkeersvliegtuigen kan worden verkort tot $2\frac{1}{2}$ à 3 uur.

Het is m.i. niet waarschijnlijk dat het supersone verkeersvliegtuig het eindpunt van het streven naar grotere snelheden in het luchtverkeer zal betekenen. Ontwerpstudies van vliegtuigen, vliegende bij Mach 6 à 12 en kruisende op hoogten van 23 à 40 km, zijn door verschillende onderzoekers en industrieën reeds uitgevoerd.

Naast de gewone, bekende, vleugelvliegtuigen, die het normale patroon van stijgvlucht, kruisvlucht, daalvlucht volgen, zijn andere voertuigen voor het afleggen van grote afstanden met hoge vliegsnelheden gesuggereerd. Het vervoer van b.v. post van de ene plaats op aarde naar de andere met behulp van een ballistische raket is een reeds oude en niet geheel dwaze gedachte. Voorts verscheen onlangs een studie in de vakpers over een „boost-glider”, die de afstand Engeland-Australië in een totale vliegduur van ca. 75 minuten zou kunnen afleggen.

Laten wij terugkeren tot de huidige werkelijkheid in het besef dat hetgeen er de laatste 20 jaar is gebouwd, slechts tot stand kon komen dank zij omvangrijk speur- en ontwikkelingswerk in studeerkamers, laboratoria en fabrieken op vrijwel alle deelgebieden van de luchtvaarttechniek.

Ik kan niet nalaten op één hulpmiddel van het speur- en ont-

wikkelingswerk even in te gaan, namelijk op het gebruik van experimentele vliegtuigen. Ik bedoel niet de z.g. prototypen – dat zijn voorlopers van een toekomstige serie – maar vliegtuigen gebouwd alléén met het doel er bepaalde onderzoeken mee te verrichten. Deze methode is in Engeland, Frankrijk en Duitsland vóór, en na de tweede wereldoorlog in de V.S. op grote schaal, toegepast.

De X-1, waarmede voor het eerst de geluidssnelheid in horizontale vlucht werd overschreden, noemde ik reeds. Na deze X-1 is een serie experimentele vliegtuigen vervaardigd. Van één dezer vliegtuigen, de X-15, gebouwd door North American Aviation, wil ik een enkele bijzonderheid vermelden.

De eerste vlucht vond plaats in 1959. Het door de vlieger bestuurde vliegtuig, dat 14 ton woog, bereikte in een versnelde stijgvlucht van 86 seconden een hoogte van 50 km en een getal van Mach van 6. Tot heden heeft de X-15 in de snelste vlucht een hoogste getal van Mach van 6,3 bereikt en een grootste hoogte van 108 km. Op dergelijke hoogten is de luchtdichtheid zo gering dat de normale roeren van het vliegtuig niet langer een bijdrage tot de besturing kunnen leveren: het vliegtuig wordt in die omstandigheden op andere wijze bestuurd.

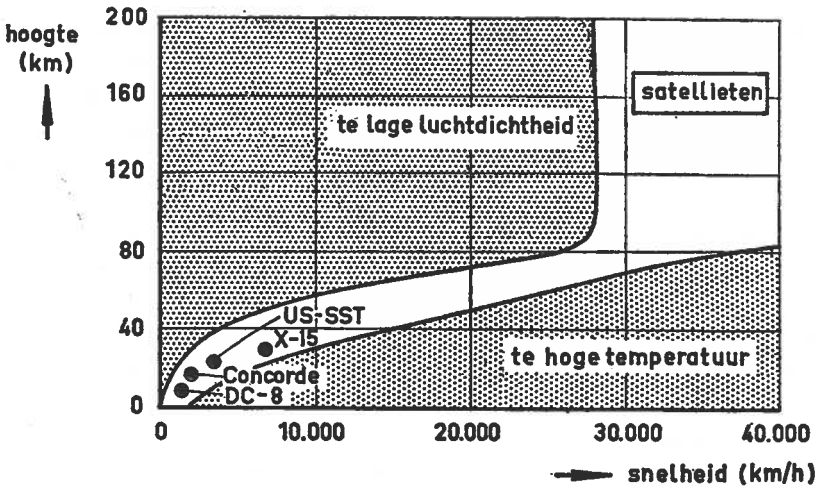
Voorts werd o.a. ervaring verkregen t.a.v. het gedrag van de vlieger in de gewichtsloze toestand die 3 minuten lang tijdens een ballistische baan kon worden verwezenlijkt.

Inmiddels is een nieuwe versie van de X-15 gebouwd waarmede vluchten tot een getal van Mach van 7 à 8 zullen kunnen worden uitgevoerd. Deze zal tevens worden gebruikt voor de beproeving van een nieuw type stuwstraalmotor met supersone verbranding, de z.g. „scramjet”, die goede perspectieven schijnt te bieden als voortstuwingsmiddel bij hypersonen snelheden.¹⁾

Vliegtuigen als de X-15 zullen slechts kunnen vliegen binnen een begrensde gebied van snelheden en hoogten, dat in de angelsaksische literatuur vrij algemeen de „flight-corridor” wordt genoemd; hiervoor zou m.i. „vliegallee” een goede vertaling zijn (zie figuur).

De bovenste grenslijn van de vliegallee hangt samen met het afnemen van de luchtdichtheid met toenemende hoogte. Naarmate de dichtheid geringer wordt, is een steeds grotere snelheid

¹⁾ Term gebruikt voor snelheden boven Ma. \approx 6.



Toelaatbaar gebied van hoogte en snelheid

nodig om de voor „horizontale” vlucht vereiste draagkracht op te wekken. Op hoogten boven ca. 70 km is de luchtdichtheid zo gering, dat met een vleugel van aanvaardbare afmetingen vrijwel geen draagkracht meer wordt verkregen. De vlucht op constante hoogte wordt dan alleen mogelijk indien het voertuig zich als een satelliet beweegt en het gewicht geheel wordt „ge dragen” door de centrifugaalkracht. De daarvoor benodigde snelheid wordt op 70 km hoogte 28.000 km/h of 7,8 km/sec., d.i. een getal van Mach van ongeveer 26.

De tweede, onderste, grens hangt samen met de zo genoemde aerodynamische verhitting. De temperatuur van de vliegtuighuid wordt bepaald door het evenwicht tussen de warmtetoevoer door convectie en de warmteafgifte door straling. Bij toenemende hoogte blijft de warmteafgifte vrijwel constant, de warmtetoevoer neemt echter af door de geringere luchtdichtheid, zodat bij een gegeven, aanvaardbare, wandtemperatuur de toelaatbare vliegsnelheid met de hoogte toeneemt.

Indien materialen van voldoende hittebestendigheid worden gebruikt, verlopen de beide genoemde snelheidsgrenzen ongeveer zoals de figuur aangeeft. Er ontstaat een vrij smal gebied van hoogten en snelheden, waarbinnen de vlucht met aerodynamische draagkracht kan worden verwezenlijkt.

Het komt mij voor dat vliegtuigen en satellieten in de toekomst voor sommige toepassingen dichter naar elkaar toe zullen

groeien. De mogelijkheid nl. dat satellieten door een geschikte vormgeving volgens een te besturen baan naar de aarde kunnen worden teruggebracht, is niet meer uitgesloten. Het onderzoek is in volle gang. Kortgeleden is zo'n „dragend lichaam” van ruim 2 meter lengte, voorzien van 2 verticale staartvlakken op ca. 160 km hoogte gebracht door een Atlas raket en bij een snelheid van rond Mach = 28 gelanceerd. Na, in opdracht van het grondstation enige bewegingen in de ruimte te hebben verricht, zoals ook satellieten binnen zekere grenzen kunnen uitvoeren, werd de snelheid door tegenwerkende raketten verminderd en kon het lichaam naar de aarde worden teruggebracht om vervolgens op zee te worden geland. Het ging daarbij stuk zeg ik er volledigheidshalve bij, maar dit is niet het probleem. Zo'n voertuig kan als satelliet worden gebruikt maar is tevens „zweefvliegtuig” met eigenschappen als van een vliegtuig doch onder steile hoek binnen komend. Het lichaam, laat ik het noemen „de pendelaar” biedt wijde perspectieven voor zelfstandige operaties in de ruimte: voor redding, pendeldiensten, voor opruimen van afval in de ruimte. De pendelaar vereist een veel kleiner organisatie dan de terugkeer van de huidige satellieten, die vele duizenden mensen in beweging brengt: hij kan in de toekomst door de vlieger op een gekozen luchthaven worden geland. Misschien zullen „pendelaars” de toekomst hebben. Ik weet het niet.

Het veld van de activiteiten en de daarmee samenhangende technieken is zeer breed en de groei ervan zal voorlopig wel voortgaan. Aan de ene kant is het toekomstbeeld zoals bleek: sneller en hoger, maar ook aan het andere einde van de snelheidsschaal heerst er grote activiteit. Voor bepaalde typen van vliegtuigen wordt er steeds doelbewuster naar gestreefd de start- en landingssnelheden en daarmee de lengte van de start en de landing te verkleinen. Een der doeleinden is te komen tot de z.g. STOL-verkeersvliegtuigen (Short Take-Off and Landing) voor terreinen met baanlengten van b.v. 450 tot 600 m, die nu klein worden genoemd. Met STOL-vliegtuigen wordt geregeld lokaal luchtverkeer ook op kleine vliegvelden mogelijk, terwijl de grote internationale luchthavens bij de grote steden van het korte-afstandsverkeer worden ontlast.

De aerodynamische hulpmiddelen, die bij STOL-vliegtuigen kunnen worden gebruikt, zijn in beginsel reeds lang bekend, zo-

als b.v. de kleppen aan de achter- en voorrand van de vleugel. In de laatste jaren is door onderscheidene industrieën veel aandacht aan de ontwikkeling van verfijnde klepsystemen geschonken.

Het vraagstuk van de korte start en landing werd ook op geheel andere wijze aangepakt o.a. door de toepassing van z.g. „power lift”, evt. te vertalen met stuwdraagkracht: draagkracht door stuwing van b.v. een straalmotor die verticaal is opgesteld en de straal naar beneden uitblaast en door de reactie ervan het vliegtuig omhoog stuwt. Door het gebruik van dergelijke verticaal ingebouwde straalmotoren, b.v. draagmotoren te noemen, werd het mogelijk vliegtuigen te bouwen die verticaal kunnen starten en landen (VTOL-vliegtuigen). Deze motoren dienen een grote stuwkracht bij een relatief laag eigen gewicht te leveren; verhoudingen daarvoor van 16 à 20 op 1 zijn bereikt.

De tot dusver bruikbare V/STOL-vliegtuigen zijn weliswaar economischer dan het bekende hefschroefvliegtuig (de heli-copter), doch minder economisch dan het conventionele vlieg-tuig. Dit laatste type is in het voordeel op die velden, waar vol-doend lange start- en landingsbanen ter beschikking staan. V/STOL-verkeersvliegtuigen zullen daarom niet gauw con-ventionele korte-afstandsvliegtuigen als de Fokker F.27 en de F.28 verdringen, maar zullen wel tot uitbreiding van het lucht-verkeer op de korte afstanden leiden. We zullen altijd „wakker” moeten blijven.

Welke betekenis kan de lucht- en ruimtevaart – waarvan ik enkele ontwikkelingen en perspectieven aanstipte – voor ons land hebben? Of moeten we deze techniek, met zoveel mogelijk-heden, alleen maar aan de grote en zeer rijke landen overlaten weliswaar dan met de lasten op hùn rug, maar daarmee ook met de huidige, niet te verwaarlozen, en toekomstige baten te hùnne nutte: nl. de wetenschappelijke, de technische, de econo-mische baten? – We moeten natuurlijk met geavanceerde tech-nieken i.c. lucht- en ruimtevaart naar vermogen meedoen.

Een en ander zo overwegend kwam ik op de gedachte even met U terug te gaan in wat nu al geschiedenis is.

Tijdens de eerste wereldoorlog en in het tijdperk tussen de beide wereldoorlogen zijn enkele belangrijke zaken in bredere kring dan vóórdien, duidelijk geworden. In het verband waar-over het gaat vooral deze, dat de wetenschap samen met het

zuivere en het toegepaste speurwerk van de grootste betekenis kunnen zijn voor industrie, werkgelegenheid en welvaart. Later werd het ontwikkelingswerk daar meer uitdrukkelijk bij vermeld. Dit ontwikkelingswerk omvat het bouwen van een nieuwe conceptie van een apparaat, instrument of onderdelen ervan, of in ons geval van een nieuw vliegtuigtype en gaat gepaard met veel „spit“-werk voor en tijdens de bouw, bedoelende tot een nieuw en beter produkt te komen.

Sommige nederlanders hebben reeds vóór de eerste wereldoorlog het belang van research begrepen. Een figuur als LORENTZ wees daarbij de weg. Industrieën als Philips en de B.P.M. behoorden tot de eerste die in het belang van de onderneming researchlaboratoria inrichtten. De eerste wereldoorlog bracht ten gevolge van de ook in Nederland er mede gepaard gaande nood, activiteit en inzicht in breder lagen: de Commissie Lorentz werd ingesteld om na te gaan hoe van de aanwezige en werkzame wetenschappelijke krachten meer profijt zou kunnen worden getrokken ten behoeve van het algemeen belang. Dit is praktisch letterlijk aangehaald uit de gegeven opdracht.

De Commissie Went bracht in 1925 rapport uit inzake het natuur-wetenschappelijk onderzoek. Verschillende onderzoekingsinstituten werden voor- en nadien opgericht: de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart (nu Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium) in 1918, het Waterloopkundig Laboratorium in 1927, het Scheepsbouwkundig Proefstation in 1929 en de organisatie T.N.O. in 1930. Met respect denk ik aan hen die in dit kader een rol speelden: HOLST, VAN ROYEN, WOLFF, KONING, DRESDEN, THIJSSSE, TROOST, VAN DIJCK, NEHER en vele anderen.

Men zag toen reeds dat de industrie naar verhouding steeds meer krachten ging aantrekken en o.a. de landbouw steeds minder. De overtuiging ging doorbreken, i.h.b. tijdens de tweede wereldoorlog, dat in ons land de industrialisatie zou moeten worden gestimuleerd, dat deze de welvaart van de bevolking als geheel zou kunnen verhogen. KLOPPER drukte in de moeilijkste tijd in 1945 zijn gedachten in overdrachtelijke vorm als volgt uit: „de Technische Hogeschool zal het brood moeten verdienen”. Industrialisatie en dan op zo hoog mogelijk niveau zou ons door de zorgen heen moeten helpen.

Industrialisatie t.b.v. de welvaart van de nederlandse bevolking zou o.a. vereisen: het vormen van geschoolde, ook weten-

schappelijk geschoolde krachten, d.w.z. grotere aantallen afgestudeerden dus ook meer studenten, met betere uitrusting van de universiteiten en hogescholen, verdere opbouw en uitbreiding van het researchwerk.

Het zou zaak zijn te trachten industrie op te bouwen die kwaliteitsprodukten levert. Zulke ondernemingen stellen hoge eisen aan de deskundigheid; zeker ook aan de technische top.

Ons land heeft die weg willen opgaan. Dat vraagt zo het een en ander van ons allen.

Het bewijs dat in Nederland kwaliteitsindustrie kan worden opgebouwd werd herhaaldelijk geleverd. Het zal echter ook in de vliegtuigbouw alle inspanning vergen voldoende mee te blijven groeien met het in de wereld stijgende niveau van het vak. We zullen in ons land op verschillende gebieden van industriële activiteit o.a. voldoende technisch-wetenschappelijke inhoud moeten hebben, zelf uitstekende produkten moeten kunnen bieden en, vergeeft U het mij, t.a.v. de vraagstukken wat agressiviteit moeten ontplooiën. Niet zo gauw de houding aannemen, „dat kan tóch niet . . . bij ons”. We zullen zoals HOLST dat noemde – uiteraard doelende op speurwerk en op het ontwikkelde produkt – „interessant moeten zijn voor anderen”. Dan, zo ga ik zelf verder, zullen we wel raakvlakken vinden en hier en daar kunnen inspelen met buitenlandse laboratoria of industrieën.

Na de tweede wereldoorlog werd bij de opbouw in ons land de vraag gesteld of in het kader van de industriële activiteiten zou moeten worden getracht ook de vliegtuigindustrie weer tot ontplooiing te brengen. Ter beantwoording van deze vraag werd vlak na de oorlog door de regering Schermerhorn de breed samengestelde Commissie Tromp¹⁾ ingesteld. Deze Commissie bracht ten aanzien van de opbouw een zeer positief rapport uit.

De regering besliste doelbewust om de vliegtuigindustrie, de K.L.M., het N.L.R. en de vliegtuigbouwkundige opleiding aan de Technische Hogeschool te Delft te versterken of opnieuw op te bouwen, ook de opleiding tot vliegtuigbestuurder. Er werden daarna taken gesteld op het gebied van de ontwikkeling en de research.

¹⁾ Ir. Th. P. Tromp, Vice-President van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Het werk van FOKKER (die werd opgevolgd door wijlen VAN TIJEN en Ir. Vos), werd toch weer voortgezet, PLESMAN kon dit zelf ter hand nemen. Hun werk draagt vruchten tot op vandaag.

Het stellen van een industriële taak is gebleken een middel van eminent belang te zijn voor het brengen van doelgerichte activiteit. Andere disciplines moeten er bij worden betrokken. De wetenschap krijgt een taak en grotere kansen.

Als resultaat van de genoemde regeringsbeslissing werd in 1946 de Stichting Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling – het N.I.V. – in het leven geroepen. Hierbij werd in het oog gehouden dat slechts van wezenlijke en blijvende industriële activiteit zou kunnen worden gesproken, indien veeljarige programma's zouden kunnen worden geformuleerd en gerealiseerd. Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling zouden de middelen ontvangen, nodig voor het uitvoeren van luchtvaartkundig speur- en ontwikkelingswerk ten behoeve van industrie en andere belanghebbenden.

De brede blik, waarvan de regering en de betrokken hoofden van dienst blijk gaven toen zij in 1937 de toenmalige Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart omzetten in de interdepartementale Stichting Nationaal Luchtvaartlaboratorium – ik wil hier alleen de naam vermelden van de toenmalige Directeur-Generaal van de Rijksluchtvaartdienst VAN EDE VAN DER PALS – en in 1946 aan het N.I.V. in beginsel dezelfde organisatie ten grondslag legden, kan niet genoeg worden gewaardeerd. Hierdoor werd samenwerking opgelegd en gestimuleerd en kunnen alle bij deze stichtingen betrokken belangen op evenwichtige wijze tot hun recht komen. De medewerking die van ministers en departementen werd ondervonden, is van zeer grote waarde geweest. Ik noem daarbij ook het Ministerie van Verkeer en Waterstaat als eerste en het Ministerie van Defensie, het Ministerie van Onderwijs – dit het laatste, beleefdheidshalve tegenover de andere ministeries.

In ons land bestond er reeds jaren een wetenschappelijke commissie bij het N.L.R. Ten behoeve van de besturen van N.I.V. en N.L.R. beide, is er ruim 11 jaar geleden één Wetenschappelijke Commissie gevormd die de taak heeft aanvaard beide besturen van dienst te zijn. Verschillende Sub-commissies,

waarin erkende deskundigen zitting hebben, brengen aan de Wetenschappelijke Commissie verslag uit n.a.v. door de Besturen N.L.R. en N.I.V. gestelde vragen. De Wetenschappelijke Commissie stelt het uiteindelijk advies vast. Collega KORTER, de voorzitter, heeft met zijn grote begaafdheid en élan er lijn in gebracht.

Na 1945 is, in vervolg op een serie lesvliegtuigen: S-11, S-12, S-13 en S-14, die alle in technisch opzicht geslaagd mochten heten, de Fokker F.27 ontwikkeld, waarmee in commercieel opzicht het tot nu toe beste resultaat van de zelfontwikkende nederlandse vliegtuigindustrie werd behaald. Fokker hoopt dat in mei a.s. de F.28 „Fellowship” de eerste vlucht zal maken.

Met de bescheiden middelen die een klein land ter beschikking kan stellen is, dank zij veel toewijding en werkkraft, een basis voor de vliegtuigontwikkeling gelegd, die – mits op passende wijze voortdurend verbeterd of aangevuld t.a.v. organisatie, krachten en middelen – ook in de toekomst een „aerospace-”, beter: lucht- en ruimtevaartindustrie kan zijn, die een zinvolle rol in de nederlandse samenleving en economie kan blijven vervullen.

Dat telkens een groter aantal jaren nodig was om een gesteld doel te bereiken dan ik aanvankelijk meende, moest ik wel ervaren. Intussen heb ik er oog voor gekregen dat een complex van positieve en negatieve factoren als de oorlog, de snelle ontplooiing van het vak in het buitenland, de voorlichting die enkele jaren na de oorlog vooral d.m.v. de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development) en op andere wijze vanuit de Verenigde Staten en ook Engeland ons tot nu toe werd verstrekt, dat deze en nog andere factoren de inzichten in ons land terzake en ook de mogelijkheden tot opbouw in positieve zin hebben beïnvloed.

Wanneer ik de AGARD noem, mag ik niet verzuimen tevens de namen te vermelden van VON KÁRMÁN en DRYDEN, figuren uit de amerikaanse aerospace sector die na de oorlog veel voor de nederlandse luchtvaartwetenschap en -research hebben gedaan.

Soms maak ik mij wat bezorgd over tempo en intrinsieke groei

in Nederland. In de start – en we zijn daarmee telkens weer bezig – is slechts versneld voortzetten mogelijk – of afbreken, en dat mag niet aan de orde zijn.

Langzaam aan bereiden we ons in Nederland, ook door internationale samenwerking, er op voor om iets te doen aan ruimtevaarttechniek. Gaarne had ik 5 jaar geleden een voortgezet streven gezien naar coördinatie van de nationale activiteit. Zulks is naar mijn mening nodig zowel ter ondersteuning van het werk op het gebied van de vliegtuigbouw als om de perspectieven van het vak ruimtevaarttechniek zelve. Ook hier zal uiteraard op kleine schaal, maar wel vlug moeten worden begonnen.

Er is een begin van samenwerking in Europa op het gebied van vliegtuigontwikkeling en ruimtevaart voor die projecten, welke te groot blijken te zijn voor de nationale schaal van de afzonderlijke – ook der grote – landen. Ook ons land doet, zoals gezegd, hier en daar mee, maar het moet zich daarbij wel inspannen om als kleine in de europese familie, passend werk te krijgen. Het gaat om werk van niveau, dus zulk werk dat het technisch kunnen in Nederland vooruit brengt. Het aantrekken daarvan zullen we ook in het kader van de ruimtetechnologie m.n. bevorderen, wanneer we ook zelf eens een, uiteraard wel zeer kleine eenheid, doordénken en bouwen – het kán.

Hoewel in de meeste gevallen de spits in ons vak door de Verenigde Staten wordt afgebeten voor zover het de toepassing op grote schaal betreft, zo zijn toch vele ideeën (straalmotor, vleugel met verstelbare pijlvorm e.a.) in europese industrieën en laboratoria ontstaan. We mogen de principiële mogelijkheden van Europa allerm minst onderschatten – er wordt reeds door verschillende landen vrijwillig en bewust de nodige eensgezindheid tot samenwerking opgebracht. Ook ons land is niet achtergebleven en, naar ik heb ervaren, heeft onze regering steeds een positieve houding t.a.v. internationale samenwerking ingenomen.

Uiteraard blijft voor de verwerkelijking nationale saamhorigheid en eigen ontwikkeling een eerste eis.

Van ons, die verbonden zijn aan de Technische Hogeschool, wordt terecht verwacht, dat we eraan zullen medewerken dat de

industrialisatie zo goed mogelijk voortgang zal kunen vinden en dat wij tevens ons werk dienstbaar zullen maken aan opbouw en uitbouw van wetenschap.

Bij de instelling van een leerstoel in de vliegtuigbouwkunde in 1939 aan de Technische Hogeschool te Delft zat de gedachte voor om ingenieurs op te leiden voor een toekomstige taak bij de nederlandse vliegtuigindustrie, bij de Koninklijke Luchtvaart Maatschappij, bij militaire en civiele rijkdiensten, het Luchtvaartlaboratorium e.d.

In januari 1940 werd ik tot hoogleraar in de Vliegtuigbouwkunde aan de Technische Hogeschool benoemd. Voor het onderwijs in de aerodynamica was reeds eerder zorggedragen en wel door de aanstelling van de eminente J. M. BURGERS (1918), die een geleerde van internationale faam werd. Met dankbaarheid vermeld ik dat hij mijn promotor was.

Het Curatorium heb ik destijds op de hoogte kunnen brengen van hetgeen ik zag als dringende en primair noodzakelijke voorzieningen ten behoeve van het onderwijs. De gedachte leefde bij mij, dat het ontwerpen van het vliegtuig daarbij het beste uitgangspunt, mag ik zeggen een uitstekende taakstelling zou zijn. Dit „uitgangspunt” gaf aan de taak van de onderafdeling voldoende breedte en diepte enerzijds, begrenzing anderzijds. Groei en vervulling van deze gedachte opende de mogelijkheid dat de studenten diverse aspecten van het ontwerpen zouden kunnen bestuderen en mede daardoor in onderlinge samenhang iets leren van de aerodynamica, de prestaties, van stabiliteit en besturing, van de constructie en de sterkteberekening en dat zij voorts ingeleid zouden kunnen worden in vraagstukken van productie, organisatie en het gebruik van vliegtuigen, ook deze laatste drie zijn belangrijk; de opleiding van de ingenieur-vlieger mocht niet worden vergeten en is reeds vele jaren in de opleiding geïncorporeerd.

Van het begin af werd op de mogelijkheid aangestuurd dat medewerkers en studenten voldoende aandacht aan het experiment zouden kunnen geven. Niet alleen om de student, b.v. wat de aerodynamica betreft, te leren dat metingen in de wind-tunnel nodig zijn ter vergelijking met de resultaten van theoretisch werk, maar evenzeer om de mogelijkheid te openen ook langs experimentele weg inzicht in de aerodynamica te verkrijgen en

de windtunnel te leren gebruiken bij b.v. het zoeken naar juiste vormen van vleugels, rompen, gondels, hun onderlinge aansluiting enz. Bij de opleiding zijn daarom windtunnels waarin serieuze metingen kunnen worden verricht, in het subsone en supersone gebied, onmisbaar voor docenten, de wetenschappelijke staf en voor de student.

Deze overwegingen hebben geleid tot de bouw van een subsone windtunnel van zodanige kwaliteit, dat deze niet slechts geschikt is voor demonstraties maar vooral ook voor onderzoek: sinds 1953 is deze tunnel in voortdurend gebruik. Voorts werd een kleine supersone windtunnel met een meetplaats van 15×15 cm² gebouwd, terwijl een grotere supersone tunnel met verwisselbare inzetstukken, mede voor transsoon gebruik, in bestelling is. Ook apparatuur voor het verrichten van onderzoek van constructies op knik, bij verhitting e.d. is thans beschikbaar, evenals enkele kleine vliegtuigen voor onderzoek van vliegeigenschappen, prestaties e.d. in de vlucht.

Bevordering van de wetenschap moet ook op zichzelf een doel zijn. Uiteraard in wezen omdat het in de mens is gelegd wetenschap te kunnen en willen beoefenen, velen daartoe de liefde bezitten en het een verrijking betekent niet alleen voor de beoefenaar maar dikwijls vooral voor de gemeenschap. En niet het minst omdat door wetenschappelijk werk veelal tevens de industrialisatie wordt gediend.

Ook in Delft kregen we meer gelegenheid tot wetenschapsbeoefening. De opleiding van ingenieurs, die, uiteraard wetenschappelijk gevormd, het industriële leven kunnen dienen en aan de ontplooiing ervan kunnen medewerken, blijft in rangorde de eerste opgave.

De bijdrage, die de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde door eigen werk van de hoogleraren en de lectoren en van onderzoek onder hun leiding verricht, aan de luchtvaartwetenschappen heeft kunnen leveren, is van betekenis. Het is verheugend, dat zovele afgestudeerden de wetenschappelijke arbeid waarvoor zij tijdens hun studie de grondslag legden, hebben voortgezet. In verschillende vakgebieden zijn sommigen internationaal bekend.

Tot nu toe werd bij de opleiding in beginsel hetzelfde patroon

gevolgd als bij verschillende andere studierichtingen, namelijk een studieduur volgens het programma van 5 jaar, waarbij het verkrijgen van het diploma in werkelijkheid veelal 6 à 7 jaar vergt.

Er wordt thans bij de Vliegtuigbouwkunde een basisopleiding met een 5-jarig studieprogramma ingevoerd, dat, naar de overtuiging van de Onderafdeling in 5 jaar tot de ingenieursgraad kan leiden. Daarmede kan de afgestudeerde desgewenst „de praktijk” in; doch nu staat tevens de mogelijkheid open om een voortgezette studie van een jaar te volgen, waarin in het bijzonder de kennis op een bepaald deel van het vakgebied wordt verdiept.

Mijn eigen werk aan de Vliegtuigbouwkunde kan niet los worden gezien van het feit dat in 1946 de toenmalige Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen mij toestemming verleende het voorzitterschap van het eerder genoemde Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling te aanvaarden.

Het is de samenwerking tussen de 3 groepen, industrie, wetenschap, opleiding, met blijvende erkenning van elkanders terrein, maar alles toch gericht op ons vak die de meewerkende instanties en lichamen zelve zeer heeft gediend. Enkele leidende figuren hebben in meer dan één bestuur zitting, kunnen daar eveneens hun invloed uitoefenen, beter op de hoogte zijnde van het elders gevoerde beleid en kunnen elkaars invloed ondergaan. Het zijn alle voordelen, uiteraard, maar het belangrijkste is dat we samenwerking blijven zoeken, verwerkelijken en voorts niet doubleren.

Nu nader ik toch werkelijk het einde van mijn kruisvlucht met de Technische Hogeschool en zal ik uitstappen, . . . dat zal dan wel per parachute moeten. Ik mag nog mede namens collegae en allen die aan de Onderafdeling zijn verbonden uitspreken dat de Onderafdeling voortdurend de grootste medewerking heeft gekregen en ik wil aan de zeer velen die deze medewerking hebben verleend oprechte en hartelijke dank daarvoor betuigen. Deze geldt allen die mede de Technische Hogeschool hebben bestuurd in de Colleges van Curatoren, i.h.b. *alle* Presidenten Curator waarbij ik één naam wil noemen, nl. die van de heer SCHEPERS. Voorts dank ik zeer hartelijk de Rectores Magnifici, de Senaten en allen die, op welke plaats ook, tijdens mijn ambts-

periode, hun medewerking aan de Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde hebben verleend. De naam van de huidige Rector DE WIJS wil ik apart vermelden.

Wat de Vliegtuigbouwkunde betreft bestond reeds tijdens de oorlog de behoefte aan uitbreiding van de staf, die wat hoogleraren betreft eerst vlak na de oorlog kon worden verwezenlijkt door de benoeming van collega VAN DER NEUT. Nog steeds ben ik hem uitermate dankbaar voor de verlichting die er voor mij ontstond toen wij het samen deden, in het bijzonder toen ik mijn krachten aan het rectoraat moest geven en zeker niet minder daarna toen het werk zich verbreedde en verdiepte. Vele jaren lang hebben we met vreugde en in vriendschap het werk dat de Onderafdeling vroeg, samen mogen verrichten. Mijn hartelijke en vriendschappelijke dank.

Het is een voorrecht te weten dat in de Onderafdeling zoveel bekwame krachten werkzaam zijn. En zovelen voor wie ik vriendschap gevoel, in de gehele Onderafdeling en van alle leeftijden. Ik dank alle collegae met de lectoren, de wetenschappelijke staf, de technische, administratieve en verzorgende krachten, kortom allen die aan de Onderafdeling zijn verbonden. Bij mijn vertrek van de Technische Hogeschool kan ik alleen maar zeggen: zeer hartelijk dank en het ga U allen wel.

De oorlogstijd heeft velen van ons ingrijpend beïnvloed en is veelal bepalend geweest voor wat er daarna is verricht. De samenwerking vlak na de oorlog tussen Senaat met het College van Rector en Assessoren enerzijds en de studenten anderzijds en evenzo tussen de studenten onderling manifesteerde zich in de eerste cursus na de oorlog, o.a. in het, hetzij reeds als stichting dan wel in beginsel, tot stand komen van: Gezondheidszorg, de Stichting Delftse Studenten Raad, de Stichting Delftse Studentenhuisvesting, de Sportstichting en de Stichting Studium Generale. Bij deze laatste moet ik de vroegere student, nu de hoogleraar TERWEN, noemen die enkele maanden na de oorlog mij over de instelling van een studium generale benaderde. Ik denk aan wijlen KLOPPER, een figuur met grote wijsheid begiftigd, aan de Assessoren van de Cursus 1945-1946, i.h.b. aan mijn goede vrienden KLUYVER en TIENSTRA, en niet te vergeten de hooggeschatte BIEZENO, GRANPRÉ MOLIÈRE en THIERENS.

Hoeveel ik aan mijn vrouw dank kan ik niet beschrijven. Zij heeft veel doorgemaakt en is voor mij een voortdurende steun geweest. Zonder haar had ik mijn werk niet kunnen doen.

Ik heb er behoefte aan tot slot een kort woord tot de studenten te richten. U hebt op mij grote invloed gehad, mij stimulansen gegeven die ik node zou hebben ontbeerd. Misschien hebt U, studenten, daarvan zelf niet veel gemerkt. Ik zal U echter zeer missen. Ik heb in U als groep een zéér groot vertrouwen. De opgave was steeds Uw talrijke gedachten en voorstellen te schiften en wegen te zoeken die verwerkelijking van de goede essenties mogelijk maakten.

Ik wil U bijzonder danken en in wat poëtische vorm als mijn wens er aan toevoegen: dat Uw frisheid blijve, Uw vlucht zij als die der arenden, Uw volharding en kracht zó dat U niet moe wordt, Uw idealen niet op Uzelf zijn gericht, maar allereerst op de gemeenschap waartoe wij allen behoren: op ons goede land, de dienst aan andere niet verwaarlozend.

Moge God Uw werk en dat van onze Technische Hogeschool zegenen.