

Rede. T. H.

# DE START

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING  
VAN HET AMBT VAN HOOGLEERAAR  
IN DE VLIEGTUIGBOUWKUNDE AAN DE  
TECHNISCHE HOOGESCHOOL TE DELFT  
OP DONDERDAG 10 OCTOBER 1940,  
'S NAMIDDAGS 3 UUR IN DE AULA

DOOR

DR. IR. H. J. VAN DER MAAS.

1302 5536

---

NAAMLooZE VENNOOTSCHAP W. D. MEINEMA TE DELFT

1940

1302

*Mijne Heeren Curatoren der Technische Hoogeschool, Professoren, Lectoren, Dames en Heeren Privaat-Doenten, Assistenten, Studenten en voorts gij allen, die door Uwe aanwezigheid van Uwe belangstelling blijkt geeft,*

*Zeer gewaardeerde Toehoorderessen en Toehoorders,*

Het is niet meer aan twijfel onderhevig, dat ook de burgerluchtvaart een geweldige beteekenis zal krijgen, waarbij hetgeen wij nu als groot beschouwen, dikwijls voorbereidend werk zal blijken te zijn geweest. Dat vindt zijn verklaring in de vele mogelijkheden, die de luchtvaart biedt. De weg door de lucht is immers bijna steeds de kortste, voert het snelste tot het doel, is nagenoeg onafhankelijk van het terrein, dat wordt bevlogen. Tusschen punten, welke over de aarde niet bereikbaar zijn, hetzij als gevolg van weersomstandigheden (b.v. sneeuwval), hetzij in verband met het terrein, kan door de lucht een verbinding tot stand worden gebracht.

Het burgerluchtverkeer moet nu reeds onmisbaar worden genoemd; men denke slechts aan de verbinding met de Koloniën. De uitgaven worden voor een steeds grooter percentage door de inkomsten gedekt. De kapitalen, welke in luchtvaartindustrieën zijn gestoken, kunnen, wat orde van grootte betreft, worden vergeleken met die welke in scheepswerven zijn geïnvesteerd.

Van den vliegtuigbouw is, o.a. door de hoge eischen welke aan de materialen worden gesteld, een niet te onderschatten invloed uitgegaan op nevenindustrieën, b.v. op die van de bereiding van lichte legeringen van hoge kwaliteit, van motoren en schroeven, van laksoorten en stoffen voor de geluidsisolatie, e.d. Het streven om tot lichter en bouw te geraken leidde tot verschillende nieuwe methoden van constructie en berekening; het theoretische en experimenteele werk der aerodynamica tot meerdere kennis omtrent de vormgeving. Ook in andere takken van de techniek worden de opgedane kennis en ervaring gaarne gebruikt.

Uiteraard houdt degene aan wien de bezetting van den nieuwen leerstoel werd toevertrouwd zich bezig met de vraag hoe het

onderwijs in de vliegtuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool er over eenige jaren zal moeten uitzien, m.a.w. welken inhoud en vorm het dan zal dienen te bezitten.

Het is niet mogelijk daar nú een volledig eenduidig antwoord op te geven. Hierom te meer dient groote aandacht te worden geschonken aan de wijze, waarop het werk zal moeten worden aangevangen, d.w.z. aan begin en richting van dit werk, opdat de grondslagen voor verderen opbouw op zoodanige wijze worden gelegd, dat ook in de toekomst vlotte aanpassing aan de dan geldende eischen van wetenschap en practijk mogelijk zal zijn.

Het is als bij het begin van een vlucht, waarbij het vliegtuig, voordat kan worden gestart, nauwkeurig, tegen den wind in, wordt opgesteld. Het einddoel is bekend. Evenzoo het feit, dat de vlucht zelf haar eigen, dikwijls nog niet te voorziene, moeilijkheden zal medebrengen. Maar ook de start vraagt, met name onder minder gunstige omstandigheden van terrein of weer, volle aandacht.

Het bezig zijn met begin en vervolg en hun wederzijdsche beïnvloeding heeft mij ertoe geleid hedenmiddag Uw aandacht te vragen voor: •

## DEN START.

Dit geeft mij gelegenheid allereerst te spreken over den start van het werk aan de Technische Hoogeschool. Hierna kan ik overgaan tot den start van den vliegtuigbouw, welke ons enkele punten zal memoreeren, welke voor het daaropvolgende van nut zijn en tevens een overgang zal leveren tot een korte bespreking van den start van het z.g. lange-afstandsvliegtuig met zijn eigenaardige en interessante problemen, welke samenhangen met het eigenlijke doel: een veilig en economisch verantwoord verloop van de vlucht. Ik beperk mij hierbij tot het luchtvaartuig dat in de wandeling „vliegtuig” heet en ter onderscheiding van andere soorten van luchtvaartuigen met „vleugelvliegtuig” wordt aangeduid.

Thans dus in de eerste plaats iets over *den start van het werk aan de Technische Hoogeschool*.

Wanneer men zich nader rekenschap geeft van de overwegingen, welke zullen gelden wanneer tot de verzorging van een bepaalden tak van techniek aan de Technische Hoogeschool wordt over-

gegaan, komt men tot de conclusie, dat het aantal ingenieurs, dat in zoo'n vak werkzaam is, op zichzelf niet de oorzaak van de instelling van een leerstoel kan zijn. Evenmin de beteekenis, welke deze tak van techniek, i.c. de vliegtuigbouwkunde heeft of zal krijgen, of wel het feit, dat het buitenland ons in zoodanige richting voorging. Neen, de verzorging als apart leervak is dáárom noodzakelijk en vindt haar grond dáárin, dat de luchtvaarttechniek zooveel speciale trekken heeft.

Dit blijkt bij voorbeeld, wanneer men een vergelijking treft met een tak van techniek, waarmede de luchtvaart wel de meeste punten van contact heeft, namelijk den scheepsbouw. Problemen van constructie en haar voldoende sterkte, van voortstuwing en weerstand, van manoeuvreerbaarheid en andere eigenschappen, welke met de beweging van het vaartuig hebben te maken, spelen alle, beide in scheepvaart en luchtvaart, een rol.

Dikwijls — en ik denk dan aan vraagstukken van constructie en voortstuwing — zijn de problemen in wezen dezelfde.

Dikwijls — en ik denk dan b.v. aan de vraagstukken van de belasting in de vlucht en die van vliegtechnischen aard — is het karakter der problemen echter zóó verschillend, dat de overeenstemming alleen wordt gevonden in de begripsaanduiding. De oorzaak van verschillen ligt, zooals bekend is, daarin, dat bij het schip het draagvermogen in het algemeen in wezen op statische, bij het gewone vliegtuig alleen op dynamische wijze wordt verkregen. De vliegtuigvleugel verkrijgt draagkracht door zijn beweging en stand ten opzichte van den luchtstroom; krachten en momenten worden erdoor bepaald en daarmede ook in eerste instantie de belastingen waaraan de verschillende deelen zijn onderworpen. Er doen zich in verband met het voorkómen van breuk in de vlucht nog speciale problemen voor als die van onstabiele trillingen. De studie van de berekeningsmethoden en van de materialen vereischt een vèrgaande specialisatie op het betreffende gebied. Wat de materialen betreft, denk ik b.v. aan den invloed die lage temperaturen — welke op groote hoogte voorkomen — uitoefenen op vastheids- en vermoeidheidsgrenzen.

Een zeer belangrijk complex van vraagstukken, dat voor de practische beoefening van de luchtvaart van groot belang is, wordt aangeduid met *prestaties* en *vliegeigenschappen*. Onder *prestaties* verstaat men de verrichtingen van het toestel in de vlucht en bij start en landing, dus b.v. de snelheid, het stijgvermogen, e.d.

Met *vliegeigenschappen* wil men stabiliteit en besturing omvatten in stijg- en kruisvlucht, in start en landing, in kunstvluchten, bij het vliegen met een gestopten motor en in zweefvlucht, kortom alles wat betrekking heeft op het gedrag van het toestel in de vlucht. Men kan de terreinen van prestaties en vliegeigenschappen niet negeeren zonder de risico te loopen in botsing te komen met de elementaire eischen van veiligheid en een afkeurend oordeel der gebruikers te ontvangen. Prestaties en vliegeigenschappen vormen een uitgebreid terrein van onderzoek. De daarop voorkomende problemen zijn zeer boeiend en hangen nauw samen met de mogelijkheid van een economische en veilige exploitatie en met die van de veiligheid bij de beproeving in de vlucht. Het spuurwerk, dat hier te lande is verricht met het doel door meting stabiliteit en besturing quantitatief vast te leggen moge van principiele beteekenis zijn, het beteekent nog slechts een begin van hetgeen valt te verrichten. Ook hier ligt een dankbaar terrein van onderzoek voor den ingenieur-vlieger en den ingenieur-waarnemer.

Bij het onderwijs aan de Technische Hoogeschool zal met de verschillende aspecten van de luchtvaart rekening moeten worden gehouden. Contact met en de medewerking van de lichamen, op het gebied van de luchtvaart werkzaam, zijn noodzakelijk en onmisbaar om tot het doel te geraken. Gegevens, door deze lichamen reeds verstrekt, werden dankbaar aanvaard.

Wanneer het eenmaal vaststaat, dat de vliegtuigbouwkunde een speciaal karakter heeft, dan wordt de noodzakelijkheid van den „start” van het onderwijs aan de Technische Hoogeschool duidelijk gedemonstreerd door het aantal ingenieurs, dat in het begin van dit jaar in de Nederlandsche luchtvaart werkzaam was. Ik reken daartoe allen, die, in Nederland of daarbuiten opgeleid, een diploma bezitten, dat met de Technische Hoogeschool is gelijkgesteld; niet dus degenen, die een taak vervullen, waartoe een luchtvaartopleiding niet de meest geschikte zou zijn. Ook niet degenen, die een andere opleiding volgden en door verdere studie en werkzaamheid zich de kennis hebben verworven, welke ook langs den weg, dien de Technische Hoogeschool biedt, kan worden verkregen.

Er blijkt, dat begin 1940 in de Nederlandsche Luchtvaart ruim 70 ingenieurs werkzaam waren, waarnaast een grooter aantal M.T.S.-ers. Er bestond op dat oogenblik behoefte met name aan ingewerkte en ervaren ingenieurs.

Wanneer men rekening houdt met de vervanging van deze zeventig en met de uitbreiding van dit aantal bij de in normale tijden te verwachten ontwikkeling, zou men een schatting kunnen maken van het aantal afgestudeerden, dat in de eerstvolgende jaren kan worden geplaatst en van het aantal studenten, dat een overeenkomstige studie met eenige kans op een redelijke plaats zou kunnen aanvangen. Het komt mij voor, dat momenteel géén schatting mag worden gegeven; persoonlijk heb ik ten aanzien van de luchtvaart optimistische verwachtingen.

Geven we nú een oogenblik onze aandacht aan *den start van den vliegtuigbouw*. Wanneer daarover wordt gehandeld wordt meestal teruggegrepen naar de sage van Daedalus en Icarus. Omtrent werkelijk uitgevoerde pogingen vindt men echter in de oudheid niets. Het werk van Leonardo da Vinci, die omstreeks 1500 <sup>1)</sup> luchtschroef en vogelvlucht bestudeerde, bleef zonder vrucht, daar zijn aantekeningen eerst ruim twee eeuwen later werden gepubliceerd. Eerst in de negentiende eeuw namen de pogingen tot vliegen met toestellen zwaarder dan de lucht toe en ook de resultaten werden meer belovend. We zien het zweefvliegen vóórgaan. OTTO LILIENTHAL (circa 1890) is er de vader van. Hij startte met een door hem zelf gebouwd zweefvliegtuig tegen den wind van een op een heuvel gebouwde verhooging. Tijdens de zweefvlucht stuurde hij door verplaatsing van het lichaamszwaartepunt. Dikwijls bereikte hij hoogten, gelegen bóven die van het startpunt. Zijn leerling PILCHER zette zijn arbeid in Engeland voort.

De belangrijkste bijdrage tot de ontplooiing van het vliegen werd echter geleverd door de gebroeders WRIGHT, gestimuleerd door het werk van LILIENTHAL, die in 1896 was verongelukt. Belangrijk om verschillende redenen. Zij bereidden den bouw voor door metingen in een windtunnel, zij leerden het vliegen op systematische wijze, zij verbeterden zeer sterk de wijze van besturing en zij vergeleken ten slotte de resultaten van de tunnelmetingen met die der vluchten.

Dr. LEWIS <sup>2)</sup> heeft eenige mededeelingen gedaan over de uit-

<sup>1)</sup> Dr. RAIMUND NIMFÜHR, Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik.

<sup>2)</sup> Some modern methods of research in the problems of flight bij LEWIS. The Journal of the Royal Aeronautical Society, October 1939, No. 346, Vol. XLIII.

voorige metingen, welke in den windtunnel werden verricht met het doel gegevens te verkrijgen voor den bouw van een motorvliegtuig. Hij vertelt, dat de gebroeders WRIGHT reeds in 1901 over een windtunnel beschikten, waarin aan de lucht een snelheid van 12 m/sec. kon worden gegeven. Daarin werden profielen onderzocht, waarvan op systematische wijze welving en omtreksvorm werden gevarieerd. De resultaten werden getoetst door meting van snelheid en zweefhoek in de vlucht: een methode, welke nog steeds van groote beteekenis is. Bij de windtunnelproeven diende een vlakke plaat als vergelijkingsmaatstaf; op grond van de vluchten werd de weerstandscoefficiënt daarvan op 0,0033 bepaald, hetgeen bij de betreffende grootte van het getal van Reynolds ook nu nog als een juiste waarde kan worden aangemerkt.

De gebroeders WRIGHT hebben wel op zéér systematische wijze de zaak aangepakt. Eenige jaren (1901-'03) hebben zij zich geëfend in de vliegkunst door het uitvoeren van zweefvluchten. In 1902 werden met een verbeterd toestel een duizendtal glijvluchten uitgevoerd.<sup>1)</sup> Men vindt èn in het werk van LILIENTHAL èn in het werk der gebroeders WRIGHT een bevestiging van een algemeene ervaring, welke door de Commissie-Went<sup>2)</sup> aldus wordt geformuleerd: „Het moge juist zijn, dat sommige belangrijke vondsten op het gebied der natuurkennis min of meer toevallig zijn gedaan, veel talrijker zijn de voor de menschheid belangrijke ontdekkingen, die het resultaat zijn van moeizamen, doelbewusten arbeid. De weg trouwens die af te leggen is tusschen het doen der eerste waarneming en het in toepassing brengen tot nut voor velen is in den regel lang en leidt bijna steeds door het gebied van stelselmatige beoefening der natuurwetenschap.”

LILIENTHAL en WRIGHT, evenals later FOKKER, zelf constructeur en vlieger, hebben door proefnemingen, welke op systematische wijze waren opgezet, een belangrijke bijdrage geleverd tot de ontwikkeling van het vliegtuig. Zij wijzen door hun werk ook nu nog

---

<sup>1)</sup> De zweefsnelheid was 29 m/sec. Het beste werd gevlogen bij een wind van 29-35 km/h, terwijl tot een windsnelheid van 60 km/h nog is gezwefd. De langste vlucht was 189 m. Het totale gewicht van het toestel was 53 kg, de vleugelbelasting (d.w.z. het totaalgewicht gedeeld door het dragend oppervlak) van het bemande vliegtuig ongeveer 6 kg/m<sup>2</sup>.

<sup>2)</sup> Rapport der Commissie, enz., met opdracht te onderzoeken, door welke maatregelen en in welken vorm het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek hier te lande in hoogere mate dienstbaar kan worden gemaakt aan het algemeen belang, 1925, blz. 13.



op de taak van den ingenieur-vlieger bij de ontwikkeling van de luchtvaart.

Maar keeren wij nog even tot de WRIGHTS terug. Na voldoende ervaring te hebben opgedaan, gingen zij over tot het inbouwen van een motor van 25 pk. <sup>1)</sup> De eerste vrije vlucht werd 17 December 1903 afgelegd. <sup>2)</sup>

Terwijl de meeste constructeurs wielen toepasten, kozen de WRIGHTS de schaats, ongeveer in den vorm, zooals we dien later bij zweefvliegtuigen aantreffen. Dit was van voordeel op de toen in het algemeen zeer slechte terreinen. Ter verkorting van den start pasten zij een soort catapult toe.

Wanneer wij een vergelijking maken tusschen de toestellen van de gebroeders WRIGHT en de moderne vliegtuigen en daarmede den overgang vormen naar een bespreking van *den start van het lange-afstandsvliegtuig*, dan valt op, dat de hoofddeelen dezelfde zijn gebleven. Men onderscheidt bij beide groepen: draagvlak, motor en schroef, plaats voor den bestuurder, stuurorganen. Bij de oude vliegtuigen kan men den geheelen opbouw van buiten volgen; nagenoeg alle deelen, welke voor de sterkte der constructie en voor de bediening van belang zijn, zijn van buitenaf zichtbaar. Geheel in tegenstelling met het moderne vliegtuig, waar alles is ingebouwd. Toch is ook aan den uitwendigen vorm daarvan reeds veel op te merken. Betere vorm van het vleugelprofiel, over de spanwijdte veranderend, betere vorm van den vleugelomtrek, van de rolroeren; pijl- en v-vorm meer aangepast aan de eischen, welke een veilige of een rustige vlucht stelt; gesloten romp, goede overgang tusschen vleugel en romp met het doel den interferentieweerstand te verminderen; opstelling van den bestuurder zoodat een goed uitzicht wordt verkregen met zoo gering mogelijke weerstandsvermeerdering; betere opstelling van de motoren, schroeven waarvan de bladhoek in de vlucht kan worden versteld, zoodat een belangrijk beter gemiddeld nuttig effect wordt verkregen; gladde oppervlakte van de huid; intrekbaar onderstel. De bestuur-

---

<sup>1)</sup> Deze motor woog ongeveer 90 kg, d.w.z. 3,6 kg/pk, terwijl men thans een waarde van 0,5 kg/pk en minder heeft bereikt.

<sup>2)</sup> In 59 sec. werd een traject van 260 m afgelegd bij een tegenwind van 9 m/sec. In 1905 was deze afstand 39 km bij een vliegtijd van 33 min.; het gewicht bedroeg met inbegrip van den bestuurder en een passagier 420 kg.

Van een ander toestel van de gebroeders WRIGHT was de vleugeloppervlakte 60 m<sup>2</sup>, de vleugelbelasting 8 kg/m<sup>2</sup>, de motorbelasting 20 kg/pk, het motorvermogen ca. 24 pk.



dersruimte geeft U een indruk van hetgeen voor een goede en veilige overtocht aan instrumenten noodig is in verband met de bediening van onderstel, motoren en schroeven, navigatie, boordverlichting, radio, enz. Voldoende comfort, gepaard met goed uitzicht en gemakkelijke bediening van de stuurorganen zijn noodzakelijk bij het volvoeren van een langen tocht.

Van de constructie zien we bij het moderne vliegtuig van buiten weinig. Draden en stijlen zijn in het algemeen geheel vervallen. De passagiers genieten reeds vrij veel comfort; ze regelen zelf de gewenschte luchttoevoer en verlichting; ze kunnen tijdens de vlucht vrij behoorlijk slapen, mede doordat de wanden met geluiddempende stof zijn bekleed.

Ik ben geneigd een der belangrijkste punten van vooruitgang te zien in de resultaten van den aanval op den luchtweerstand. Zij vormt een der factoren in het trio, dat de mogelijkheden van het vliegtuig vergroot en dat in het lange-afstandsvliegtuig culmineert, n.l.: kleine verhouding van leeg- tot totaalgewicht, zoo hoog mogelijke waarde van de verhouding van draagkracht- tot weerstandscoefficiënt, d.w.z. een zoo gering mogelijke luchtweerstand van het geheel en ten slotte een zoo gering mogelijk brandstofverbruik van de motoren. Al zou men de grens van het oogenschijnlijk gewenschte hebben bereikt en den halven aardomtrek, d.i. ca. 20.000 km, aan één stuk kunnen afleggen, zoodat willekeurige punten op aarde zonder tusschenlanding bereikbaar zouden zijn, dan nog zou de behoefte aan verbetering van de eerder genoemde factoren blijven bestaan, waar het niet denkbaar is, dat de exploitant tevreden zou zijn met de bereikte vliegsnelheid, met de bereikte economie in het brandstofverbruik of met een product waarbij het leeggewicht nog niet tot nul is genaderd en dus nog niet slechts *betalende* lading wordt vervoerd.

In den aanval op den luchtweerstand kan men verschillende perioden onderscheiden. In de eerste jaren, welke samen de eerste periode vormen, bekommerde men zich er niet al te veel om. Het grootste probleem was: draagvermogen te verkrijgen, onverbrekkelijk verbonden aan het probleem van het verkrijgen van een goede en zoodanige besturing, dat een mensch het vliegtuig zou kunnen beheerschen. Wel wist men, hetgeen bevestigd werd door het werk van EIFFEL <sup>1)</sup> (1903-'05), dat de vorm van grooten in-

<sup>1)</sup> Recherches expérimentales sur la résistance de l'air exécutées à la tour Eiffel, par G. EIFFEL.

vloed was op den weerstand, hetgeen ook reeds veel eerder voor scheepsvormen, o.a. door WILLIAM FROUDE was vastgesteld. Door vermindering van den weerstand kan verbetering van prestaties worden bereikt. De inzittenden worden daarom in een gesloten ruimte, de z.g. „kist”, geplaatst. Aan ernstige bestrijding van den luchtweerstand werd echter nog weinig gedaan.

PRANDTL leverde een belangrijke bijdrage tot de kennis van den weerstand. Reeds door het werk van KUTTA (1902), JOUKOWSKY en LANCHESTER was de beteekenis van de circulatiestrooming naar voren gekomen, waardoor het mogelijk bleek, voor het geval van een vleugel van *oneindig groote* vlucht, de draagkracht te berekenen. PRANDTL was de eerste, die een berekening gaf van dat deel van den weerstand, den z.g. geïnduceerden weerstand, dat de prijs is voor het verkrijgen van draagkracht voor het geval van een vleugel van *eindige* vlucht. Diens medewerker BETZ gaf de eerste publicatie hierover in 1914. Deze theorie werd later door PRANDTL uitgebreid tot twee- en meerdekkers (1919). Zijn werk is van grooten invloed geweest op de vormgeving van draagvlakken. Het begrip „dragende wervel” en de beteekenis van de lengte-breedteverhouding ligt sinds PRANDTL voorgoed vast, evenals de wederzijdsche beïnvloeding van draagvlakken, welke in elkaars nabijheid zijn opgesteld. In de periode na omstreeks 1918 ziet men den invloed van de draagvlaktheorie in de constructies doorwerken: men kan dit de tweede periode noemen.

De weerstand, welke de vleugel méér bezit dan de geïnduceerde weerstand, werd profielweerstand genoemd; alle weerstand boven dien van den vleugel, dus dien van romp, onderstel, enz. noemde men schadelijke weerstand. In massale hoeveelheden zijn in de onderzoekingslaboratoria der verschillende landen windtunnelmetingen verricht met het doel tot vormen van zoo klein mogelijke weerstand te geraken.

Ook ging men naast den geïnduceerden weerstand wrijvings- en wervelweerstand afzonderlijk bestudeeren. Het onderscheid tusschen deze beide kan worden toegelicht aan de hand van een stroomlijnvormig lichaam. Dit is een lichaam waarlangs de strooming de ideale wervelvrije strooming van de (niet samendrukbare) vloeistof zonder inwendige wrijving zoo goed mogelijk benadert. Slechts in de onmiddellijke nabijheid ervan wordt de oppervlakte omringd door een dunne laag, de z.g. grenslaag. In de grenslaag zullen krachten optreden evenwijdig aan

de oppervlakte; zij zijn oorzaak van den z.g. wrijvingsweerstand.

De strooming in de grenslaag kan *laminair* zijn, wanneer de lagen van verschillende snelheid over elkaar schuiven of *turbulent*, wanneer daarin vorming van regelmatig verdeelde, kleine wervels optreedt. BURGERS toonde voor een strooming langs een vlakke plaat aan, dat de grenslaagstrooming aan het begin van de plaat laminair was en verderop in de strooming turbulent werd. In een laminaire strooming is de weerstand, bij de verhoudingen waarmede men in de luchtvaart heeft te maken, belangrijk kleiner dan in een turbulente.

Metingen aangaande den wrijvingsweerstand werden in de sleeptank verricht door WILLIAM FROUDE, TIDEMAN (1880), GEBERS (1908); overeenkomstige windtunnelmetingen door GIBBONS (1917) en te Göttingen (1920)<sup>1)</sup> bij verschillende ruwheid van de oppervlakte. De aard der oppervlakte bleek een belangrijken invloed op de grootte van den weerstand te hebben.

Bij een minder gunstigen vorm van het lichaam is de vertraging van de strooming oorzaak dat de grenslaag onstabiel wordt en dat er gevaar bestaat voor het uiteenvallen in afzonderlijke wervels. Hierdoor wordt het stroomingsbeeld gewijzigd en treedt een extra weerstand op, dien we wervelweerstand noemen.

Toen na den wereldoorlog de aandacht naar de burgerluchtvaart werd geleid, besefte men steeds meer, dat voor de ontplooiing daarvan een hoogere mate van veiligheid, betere start- en landingeigenschappen, betere prestaties, stabiliteits- en besturingseigenschappen zoowel in normale vlucht als bij groote invalshoeken noodig waren. En ook was men er zich van bewust, dat lichtere constructies en vermindering van den weerstand tot een meer economische vlucht leidden. Toch werd, met name ten aanzien van den weerstand, omstreeks 1923 slechts weinig verbetering gezien, dikwijls zelfs achteruitgang. De oorzaak ervan was daarin gelegen, dat constructieve wijzigingen kosten medebrachten. Men streefde in de eerste plaats naar veiligheid en lagen aanschaffingsprijs en wenschte complicaties te vermijden.

Een stoot tot aanpakken werd in 1927 door MELVILL JONES

---

<sup>1)</sup> Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt, Göttingen, 1. Lieferung, 1921.

gegeven. Hij toonde aan <sup>1)</sup>, later nogmaals in 1929 <sup>2)</sup>, dat voor de toen in Engeland in normaal gebruik zijnde driemotorige vliegtuigen circa  $\frac{2}{3}$  van het beschikbare vermogen werd besteed aan het overwinnen van den weerstand van onderstel, koeling, stijlen, draden en afzonderlijke wervels. En daarmee valt samen hetgeen ik de intrede van de derde periode zou willen noemen, namelijk die van den aanval op den wervelweerstand. Het resultaat daarvan ziet men in verbetering van den inbouw van den motor door toepassing van den Townend-ring en den dieperen NACA-kap; beide zijn omhulsels rond den luchtgekoelden motor gebouwd. Deze kappen werden ongeveer gelijktijdig resp. in Engeland en in Amerika gevonden en leidden beide tot vermindering van den luchtweerstand. In deze periode werd ook het koelprobleem krachtiger aangepakt; Junkers bouwde later de vloeistofkoelers binnen een soort NACA-kap. De onderstellen werden intrekbaar gemaakt. De interferentieweerstand, ontstaande door de wederzijdsche beïnvloeding van de vliegtuigdeelen, werd in den windtunnel uitvoerig onderzocht; de resultaten van dit onderzoek werden in toepassing gebracht.

De laatste periode is dan die van den aanval op den wrijvingsweerstand. De invloed zoowel van de ruwheid van de oppervlakte als die van klinknagelkoppen en -naden werd uitvoerig gemeten. Het resultaat leidde tot gladdere oppervlakten met name aan de voorzijde van den romp en den vleugel. Ook voor zweefvliegtuigen is dit van belang: men kan zweefvliegers vóór de vlucht de huid van hun toestel zeer zorgvuldig zien behandelen. \*

Het huidige streven is te trachten de laminaire strooming niet alleen aan het voorste gedeelte van vleugel en romp te verkrijgen, maar deze zoo ver mogelijk naar achteren te behouden. Dit zou tot een aanzienlijke vermindering van den weerstand leiden.

De oplossing van het probleem van de vermindering van den weerstand ondervindt met toenemende snelheid nieuwe moeilijkheden. Naarmate de vliegsnelheid de geluidssnelheid meer benadert, wordt het minder toelaatbaar de samendrukbaarheid van de lucht te verwaarloozen. De weerstand neemt in sterker mate toe omdat, ook al heeft de vliegsnelheid niet de waarde van de geluidssnelheid bereikt, toch, b.v. langs den voorrand van den

<sup>1)</sup> Reports and Memoranda No. 1115.

<sup>2)</sup> The Streamline Aeroplane by B. MELVILL JONES, Journal of the Royal Aeronautical Society, 1929, vol. XXXIII.

vleugel, bij de schroeftippen en langs den voorrand van het schroefprofiel bij den tip, de plaatselijke snelheid de geluidssnelheid kan bereiken of overschrijden, dus energie aan de vorming van geluidsgolven wordt besteed. Het staat wel vast, dat een luchtvaartuig de geluidssnelheid, d.w.z. circa 1200 km/h, kan overschrijden; de vormen van vleugel en romp zullen daaraan moeten worden aangepast en in het bijzonder zal de wijze van voortstuwing moeten worden bezien. Het is niet onwaarschijnlijk, dat de reactie-voortstuwing (raket) van beteekenis zal worden.

Vermindering van den luchtweerstand heeft in aanzienlijke mate bijgedragen tot verruiming van de mogelijkheden van de luchtvaart met name door verhooging van de vliegsnelheid bij een bepaald vermogen. De snelheid, waarmede een bepaald traject wordt afgelegd is immers van eminent belang en het is dus zonder meer duidelijk, dat veel aandacht is besteed aan factoren, welke deze verhoogen.

Nu bestaan er twee middelen, welke het mogelijk maken eenzelfde traject met eenzelfde verbruik aan brandstof met *grooter* snelheid af te leggen, namelijk verhooging van de reeds eerder genoemde vleugelbelasting — d.i. het gewicht, dat per vierkanten meter vleugeloppervlakte wordt gedragen — en het vliegen op *grooter* hoogten, d.w.z. bij kleinere dichtheid van de lucht. Ik spreek over den invloed op de *kruissnelheid*, welke voor de burgerluchtvaart van belang is en niet over den invloed op de *maximale* snelheid, welke in het bijzonder voor de militaire luchtvaart van domineerende beteekenis is, al leiden de eerder genoemde middelen voorloopig ook nog tot verhooging der *maximale* snelheid.

*Het vliegen op groote hoogten* roept tal van speciale vragen op, waarbij ik denk aan materialen, motoren, ventitalie, zuurstofvoorziening: moeilijkheden, welke alle in eerste instantie niet met den *start* in verband staan. Een bijkomend aantrekkelijk element wordt daardoor gevormd, dat op groote hoogte de weersomstandigheden gemiddeld gunstiger zijn dan op kleine hoogte.

*Verhooging van de vleugelbelasting* brengt bezwaren mede, welke in hoofdzaak in den *start* worden ondervonden en verder bij de landing; *start* en landing vormen de belangrijkste remmen. Aantrekkelijk is nú, dat bij een vliegtuig van bepaalde afmetingen de nuttige lading of het vliegbereik *grooter* wordt; anders gezegd: dat met toenemend gewicht de afmetingen minder snel toenemen.

Wijden we daarom enkele oogenblikken aan dit middel tot verhooging der kruissnelheid. Een eenvoudige berekening laat zien, dat de startmoeilijkheden toenemen. Het benodigde kruisvermogen neemt namelijk bij verhooging van de vleugelbelasting van een bepaald vliegtuig toe met de  $1^{1/2}^e$  macht van het gewicht; het benodigde startvermogen moet echter stijgen met de  $2^{1/2}^e$  macht<sup>1)</sup> van het gewicht, wil men den aanloop gelijk houden en, bij de huidige waarden van de vleugelbelasting, met een iets lagere macht (2 tot  $2^{1/2}$ ) wil men den totalen start<sup>2)</sup> gelijk houden. Deze exponent stijgt met toenemende vleugelbelasting. Met andere woorden: het totale startvermogen stijgt sneller dan het benodigde kruisvermogen. Noodzakelijkerwijs moest dus de vermogensbelasting (gewicht per pk) afnemen naarmate de vleugelbelasting (gewicht per m<sup>2</sup> vleugeloppervlakte) steeg. Men vervoert dus steeds een stuk motorgewicht, dat alleen noodig lijkt te zijn voor den start. Geen wonder, dat men naar middelen zocht zich van dit extra mede te voeren gewicht te ontdoen.

Niet alle extra motorgewicht is echter te ontgaan. In de eerste plaats niet, omdat men in de vliegpraktijk over een zeker reserve-motorvermogen moet kunnen beschikken om met grooter snelheid dan de meest zuinige te kunnen vliegen, noodig b.v. bij het aanhouden van een dienstregeling bij tegenwind, e.d. Er moet verder voldoende motorvermogen beschikbaar zijn om in vollasttoestand te kunnen stijgen en naar een voldoende hoog vliegniveau te kunnen klimmen. Maar vooral ook moet, wanneer één motor is gestopt, een voldoende hoogte kunnen worden bereikt en behouden.

Deze desiderata brengen echter niet een zóó snelle toename van het vermogen met zich mede als de start vraagt. Immers het minimum vliegvermogen, het vermogen noodig bij het vliegen met één gestopten motor en het vermogen boven deze beide benodigd tot stijgen (onder voorbehoud van gelijke stijgsnelheid) nemen alle toe met slechts de  $1^{1/2}^e$  macht van het gewicht en niet met de  $2^{1/2}^e$  macht.

De startmoeilijkheden zijn tot op heden niet een zóó ernstige rem gebleken als in de toekomst valt te verwachten. Hiervoor zijn

<sup>1)</sup> Gegrond op het werk van B. GÖTHERT, „Der Abflug von Landflugzeugen mit besonderer Berücksichtigung des Uebergangsbogens“, DVL-Jahrbuch 1937. De afleiding is van de hand van Ir. WYNIA van het Nationaal Luchtvaartlaboratorium.

<sup>2)</sup> Onder totalen start wordt verstaan: de afstand, welke doorlopen wordt van het begin van den aanloop tot het punt waar een hoogte van 20 m is bereikt.

verschillende redenen aan te wijzen. Allereerst nam bij den overgang op meermotorige vliegtuigen (omstreeks 1926) de som der vermogens toe ten opzichte van het éénmotorige vliegtuig. Vervolgens gaf de ontwikkeling van de houten schroef met vaste bladen via de metalen met vaste bladen en de bestuurbare, naar de reguleurschroef, de beschikking over een grooter vermogen en een beter nuttig effect der schroef reeds bij het begin van den aanloop. Ten slotte werden de motoren in zoodanige richting ontwikkeld, dat zij gedurende langen tijd het kruisvermogen, gedurende zekeren tijd een maximum vermogen en gedurende zeer korten tijd — juist voldoende voor den start — een hooger, het z.g. *start*-vermogen, konden ontwikkelen. Dit leidde tot een zoo goed mogelijke aanpassing aan de eischen van de practijk en dus tot een minimum motorgewicht.

Intusschen is, zooals te verwachten valt, de vleugelbelasting zoodanig opgevoerd, dat de grens van den start heel precies de wettelijke heeft benaderd; de eerder genoemde marges in het vermogen, nl. bij kruisen, bij het vliegen met een gestopten motor, e.d. zijn toegenomen, hetgeen, in verband met verhooging van de veiligheid, gaarne werd aanvaard.

Het is geen bevredigende gedachte, dat met stijgende vleugelbelasting een teveel aan motorgewicht zou worden medegevoerd en het is daarom niet te verwonderen, dat vele middelen zijn be-raamd en beproefd om den start te verbeteren, b.v. in verband met *speciale* lange-afstandsvluchten of voor zeer zwaar geladen vliegtuigen in het oceaانverkeer, voor den start van kleine of hooggelegen terreinen (schip of bergterrein), maar ook voor *regelmatig* verkeer van vliegtuigen met hooge vleugelbelasting.

De middelen, welke men toepast ter verbetering van den start kunnen worden onderverdeeld <sup>1)</sup> in die, waarbij tijdelijk een extra trekkkracht wordt geleverd, die waarbij de grondweerstand wordt verminderd, de lift wordt vergroot en die waarbij het startgewicht of de vleugelbelasting kleiner wordt gehouden dan het vlieggewicht of de vleugelbelasting, waarmede de vlucht wordt voortgezet.

*Vergrooting van de trekkkracht* werd verkregen door de ontwikkeling van de schroef tot reguleurschroef en door het toelaten van een extra groot vermogen aan den grond.

<sup>1)</sup> „The progress of refuelling in flight” by Sir ALAN COBHAM and Mr. MARCUS LANGLEY, April 12, 1940, Royal Aeronautical Society.



Een reeds lang in ontwikkeling zijnde methode is die van den catapultstart. Onder catapulteeren verstaat men het mededeelen van een versnelling aan een lichaam door middel van een inrichting, welke niet in de vlucht wordt medegevoerd. De vliegtuig-catapult versnelt het vliegtuig in een *kort* afstand, eventueel onder medewerking van den schroeftrek, van ruststand tot die snelheid, waarbij het juist kan vliegen. Onder den catapultstart moet daarom ook de start met behulp van een valgewicht, door de gebroeders WRIGHT toegepast, worden gerekend. Eveneens die, welke aan boord van schepen wordt gevolgd en sinds verscheidene jaren in het oceaantverkeer is toegepast. In Engeland zijn enkele catapults gebouwd voor het gebruik op kleine luchtvaartterreinen. Een wagen of slede, waarop het te catapulteeren vliegtuig is geplaatst, wordt met groote snelheid langs een geconstrueerde baan bewogen. Aan het einde daarvan wordt het vliegtuig ontkoppeld, zoodat het zich vrij in de lucht kan bewegen, terwijl de slede wordt afgeremd. Het is niet uitgesloten, dat de catapult in de burgerluchtvaart nog toepassing zal vinden.

Een andere methode bestaat daarin, dat men het vliegtuig op een door een motor voortbewogen onderstel plaatst; zoodra de minimum vliegsnelheid is bereikt, kan worden ontkoppeld. Hiermede wordt de aanloop lengte wel verkort, maar zal in het algemeen niet een *grote* versnelling aan het vliegtuig kunnen worden medegedeeld. Ook kan het onderstel zoodanig worden geconstrueerd, dat het, zooals het patent-Plesman onderstelt, deel van één of meer ontkoppelbare hulp-vliegtuigen vormt. Het motorvermogen van deze vliegende onderstellen kan zoo worden gekozen, dat deze hulpvliegtuigen bijdragen tot verbetering van den start.

Van *vermindering van den grondweerstand* van de terreinen kan sinds de invoering van de startbanen geen belangrijke winst meer worden verwacht, zeker niet zoolang de functies van start- en landingsbaan gecombineerd blijven. Wel kan beteekenis worden toegekend aan middelen, waardoor de maximale liftcoëfficiënt wordt verhoogd, b.v. aan kleppen en spleten, verandering van de vleugelwieling, tijdelijke vergroting van de vleugelspanwijdte, plaatselijke afzuiging van de lucht, e.d. Een belangrijken invloed oefenen alleen de beide laatstgenoemde middelen uit; ze brengen echter groote constructieve moeilijkheden met zich mede; beide methoden zijn nog in studie.

De z.g. Mayo-composite aircraft plaats ik onder de laatste groep:

starten met lagere vleugelbelasting dan die waarbij de vlucht wordt voortgezet. Hierbij wordt de te starten zwaarbeladen viermotorige lange-afstandsvliegboot, waarvan de vleugelbelasting  $167 \text{ kg/m}^2$  bedraagt, op den rug van een lichtbeladen grootere viermotorige vliegboot geplaatst, welke een vleugelbelasting heeft van  $78 \text{ kg/m}^2$ , en eerst op veilige hoogte ontkoppeld.

Ten slotte nu de methode, waarbij *bovendien* het gewicht bij den start lager is dan het gewicht waarmede de vlucht wordt voortgezet. Het is de methode van het bunkeren tijdens de vlucht, waarmede met name in Engeland veel ervaring is opgedaan. Het bunkervliegtuig, dat met normaal gewicht is gestart, ontvangt daarbij vóór de eigenlijke vlucht van het tankvliegtuig de noodige brandstof. Er is een wijze van werken ontwikkeld, waarbij ook onder zeer moeilijke weersomstandigheden het tanken op veilige manier kan plaats vinden. Het zal dengenen, die escadrillevluchten hebben medegemaakt, niet vreemd aandoen, dat voldoende nauwkeurig kan worden gestuurd om de noodige manipulaties mogelijk te maken. Zijn de weersomstandigheden bij uitzondering zoodanig, dat bijtanken volgens deze methode niet verantwoord zou zijn, dan zou men voor de verschillende handelingen een nabijgelegen luchthaven moeten kiezen, hetgeen voor werkelijk lange-afstandsverkeer zeer wel aanvaardbaar is.

De middelen, welke ter verbetering van den start zijn genoemd, hebben alle zin en beteekenis. Die, waarbij het gewicht of de vleugelbelasting in den start kleiner is dan die bij den aanvang van de vlucht, vatten het probleem aan in den oorsprong van zijn ontstaan. Een oplossing in die richting heeft daarom het voordeel, dat startmoeilijkheden, welke uit verhooging der vleugelbelasting ontstaan, worden ontgaan.

Men denke daarbij met name aan de navolgende factoren. Met toenemende vleugelbelasting speelt het geheele vliegproces — start en landing, economisch kruisen, beste stijgvlucht, e.d. — zich af bij hoogere snelheden en wel hooger in evenredigheid met den wortel uit de vleugelbelasting. Hieraan zijn voor- en nadeelen verbonden. Er bleek reeds, dat met toenemende vleugelbelasting de vermogensbelasting ( $\text{kg/pk}$ ) afnam; daarmede neemt het moment, dat in het algemeen bij het stoppen van een motor om de topas optreedt, toe. Dit moment ontstaat door de dan meestal asymmetrisch gelegen resultante der trekkrachten. Het moet worden gecompens-

seerd door de roeren, hetgeen bij afnemende motorbelasting bezwaarlijk kan worden. Hier ligt een punt, dat nadere studie behoeft.

Een ontwikkeling van het lange-afstandsverkeer in die richting, waarbij in den start de vleugelbelasting lager is dan in de vlucht, kan, wanneer de methode van het tanken in de vlucht wordt gevolgd, bij den huidige stand van de techniek ook hier te lande worden verwezenlijkt, zonder dat direct de vermogensbelasting behoeft te worden verlaagd.

Vóór ik enkele opmerkingen over de landing maak, meen ik nog even het belang van goede eigenschappen bij groote invalshoeken ook met *werkende motoren* te moeten noemen. Uit berekeningen, o.a. uitgevoerd door GÖTHERT<sup>1)</sup> en bij proeven van het Nationaal Luchtvaartlaboratorium is gebleken, dat een korte start wordt bereikt, wanneer hij bij grooten invalshoek wordt uitgevoerd. De neiging bij de *beproeving* een korten start te verkrijgen, wordt in de hand gewerkt door internationaal aangehouden normen dienaangaande, welke samenhangen met de erkenning van een terrein als luchthaven voor normaal- of lange-afstandsverkeer. Ook de zoo kort mogelijke start zal veilig moeten zijn. Zoowel het gedrag bij groote invalshoeken en werkende motoren als bij het stoppen van één der motoren zal niet tot ernstige moeilijkheden mogen leiden.

Het is dadelijk duidelijk, dat met het oog op de landing het gedrag van het vliegtuig bij grooten invalshoek in *zweefvlucht*, wanneer de schroeven geen dan wel een geringe positieve of negatieve trekkracht leveren, van groote beteekenis is.

Het oude probleem der overtrekbaarheid duikt hier weer op. Er wordt onder verstaan het gedrag van het vliegtuig bij den invalshoek, waarbij de liftcoëfficiënt maximaal is en bij invalshoeken grooter dan deze. De uitdrukking „overtrekken” is ontleend aan handelingen van den bestuurder. Vergrooing van den invalshoek wordt namelijk verkregen door den stuurhefboom naar achteren te bewegen, te trekken. Wanneer men den invalshoek blijft vergrooten, voert een vliegtuig soms niet dadelijk te beheerschen bewegingen uit, het is te ver getrokken, het is overtrokken. Er is hier te lande veel aandacht besteed aan dat probleem, waarmede de veiligheid ten nauwste samenhangt.

---

<sup>1)</sup> T.a.p.

Hoogere vleugelbelasting leidt tot hogere landingssnelheid en langeren uitloop. Ook al bleek dit in den loop der jaren niet onoverkomelijk, toch zal moeten worden getracht de bezwaren zoo veel mogelijk te beperken. Wel is waar komt het lange-afstands-vliegtuig in het algemeen met weinig brandstof aan op de plaats van bestemming en moet het op veilige wijze brandstof in de vlucht kunnen uitstorten; toch zal het streven blijven een landing bij een zoo groot mogelijk gewicht uitvoerbaar te doen zijn, zoodat het zoeken naar middelen ter verlaging van de landingssnelheid of verkorting van den uitloop hun beteekenis behouden.

De verfijning van het vliegtuig ten gevolge van de vermindering van den weerstand leidt tot vlakkeren glijhoek. Daarmede neemt de afstand, afgelegd nadat het vliegtuig een obstakel van zekere hoogte aan den rand van het terrein gelegen, heeft gepasseerd, en vóór het den grond raakt, sterk toe. Bij zweefvliegtuigen heeft men deze moeilijkheid opgelost door weerstandskleppen aan te brengen, welke, normaal binnen den vleugel gelegen, naar buiten kunnen worden uitgeslagen. Bij verkeersvliegtuigen werden z.g. vleugelkleppen aangebracht, welke zich aan den achterrand van den vleugel bevinden. Ook hiermede wordt in de eerste plaats vermeerdering van den weerstand verkregen; de bereikte vergrooting van de draagkracht is nog niet zoodanig, dat het veld van onderzoek en vooral de practische toepassing als afgesloten kan worden beschouwd. Het geheele complex van vraagstukken, dat met de landing samenhangt, biedt trouwens een veld van onderzoek, waarvan moet worden gezegd, dat het nog nauwelijks is aangesneden.

Aan het eind van deze bespreking, waar wij den titel „de start” boven plaatsten, bemerken we, dat we bij de landing zijn beland. Hiermede sluiten we het meer technische gedeelte van deze oratie af om ten slotte van enkele meer persoonlijke gedachten en gevoelens blijk te geven.

Ik dank mijn God, dat Hij mij tot het werk, dat voor mij ligt, heeft willen roepen.

*Edelgrootachtbare Heeren Curatoren dezer Hoogeschool,*

Jegens Uw College ben ik met erkentelijkheid vervuld voor het vertrouwen, dat ik mocht ondervinden. Bij voortduur hebben mijn voorstellen Uw volkomen steun gehad en slechts tijdelijk niet te overwinnen moeilijkheden waren oorzaak, dat niet datgene werd

bereikt wat, ook door Uw College, vóór het onderwijs noodzakelijk werd geacht. Zoowel de medewerking, welke ik tot nu toe van Uw College ontving, als die, welke mij voor de toekomst door U werd toegezegd, waardeer ik hoogelijk. Ik ben ervan overtuigd dat Uw krachtige medewerking nog in ruime mate tot den opbouw van het onderwijs in de Vliegtuigbouwkunde zal blijken nodig te zijn. Te zijner tijd zal ik gaarne een beroep op Uw College doen.

De verantwoordelijkheid, welke de aanvaarding van het werk mij op de schouders legt, ben ik mij bewust; ik neem mij voor mijn beste krachten te geven.

*Hooggeleerde Heeren Professoren dezer Hoogeschool,*

Het is voor mij een hooge onderscheiding in Uw kring te worden opgenomen. Met groote erkentelijkheid denk ik terug aan den tijd dat ik velen Uwer mijn leermeesters noemde. De groote welwillendheid, waarmede Gij allen mij zijt tegemoetgetreden heb ik op hoogen prijs gesteld.

Ik hoop, dat ik, in het bijzonder met U, Hoogleraren der Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouwkunde, op de meest aangename wijze, zal mogen samenwerken. In het bijzonder dank ik de Commissie uit de Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouwkunde, die het contact met mij opende, voor de zakelijke en aangename wijze, waarop zij deze taak vervulde.

*Hooggeachte BIEZENO en BURGERS,*

Zeer in het bijzonder dank ik U heden voor de wijze, waarop Gij mij steeds, en in het bijzonder den laatsten tijd, met Uw raad hebt bijgestaan. Ik verheug mij hierin temeer, omdat ik, mede op grond hiervan, een goede en aangename samenwerking ook voor de toekomst verwacht.

*Zeer geleerde WOLFF,*

Ik gevoel mij gedrongen uit te spreken, hoezeer ik Uw persoon hoogacht en waardeer, en hoezeer ik dankbaar ben onder Uw

leiding te hebben mogen werken. Tijd noch moeite hebt Gij gespaard dengenen die Gij Uw medewerkers noemdet de beteekenis van spuurwerk te doen zien en de vereischte methoden aan te kweeken. Het stemt mij tot dank, dat ik daarvan heb mogen profiteeren. Evenzeer ben ik er U erkentelijk voor, dat Gij steeds bereid waart Uw scherpzinnig advies te geven ook wanneer dat tegen eigen belangen inging. Ik dank U, dat Gij ook van wederkeerige waardeering hebt willen blijk geven.

*Dames en Heeren van het Nationaal Luchtvaartlaboratorium,*

met wie ik vele jaren op zoo aangename wijze mocht samenwerken. Allereerst wensch ik U, KONING, die bij het vertrek van Dr. WOLFF tot wetenschappelijk leider zijt aangewezen, veel voldoening in Uw nieuwe functie toe. Den afdeulingsleiders dank ik ten zeerste voor de vriendschap en medewerking onder allerlei omstandigheden door hen aan mij bewezen. Ik heb er behoefte aan U allen en met name mijn medewerkers in de Vliegtuig-afdeeling mijne erkentelijkheid te betuigen voor de geboden samenwerking en betoonde hartelijkheid; deze heb ik steeds zeer gewaardeerd. U allen wensch ik toe, dat Gij het zoo mooie werk, dat het Laboratorium U biedt, ook in de toekomst met veel genoegen en voldoening zult mogen blijven voortzetten.

*Waarde ROOSENSCHOON,*

Ik wil niet nalaten op dit oogenblik eraan te herinneren, dat Gij veel voor de Technische Hoogeschool hebt gedaan. Het was waarlijk niet eenvoudig om, naast Uw zeer drukke en belangrijke werkzaamheden de taak van privaat-docent te vervullen. De arbeid door U verricht kan mijn taak slechts verlichten.

*Dames en Heeren Studenten,*

die U aangetrokken voelt tot de luchtvaart,

Ik hoop, dat door de bespreking van het onderwerp van hedenmiddag Uw begeerte tot eigen „start” zal zijn toegenomen. Laat

U niet afschrikken door de veelheid der problemen. Immers ook voor de luchtvaart geldt, hetgeen Professor Hoff schreef, dat het uitgesloten is alles te doceeren, hetgeen de onderzoekingslaboratoria der wereld voortbrengen en dat ook hoogleeraren deze productie slechts voor een gering deel in zich kunnen opnemen. Laat U niet afschrikken, ook niet door de moeilijke omstandigheden van het oogenblik. Een oude Nederlandsche spreuk zegt „Dispeereert niet”. Slechts een volk, dat de luchtvaart beoefent, zal in de toekomst een rol van beteekenis kunnen spelen.

Gij kunt in de luchtvaart Uw belangstelling bevredigen, hetzij die gaat in de richting van constructie of verkeer, hetzij die gaat in de richting van bedrijf of research, en daarbij nog theoretisch of experimenteel georiënteerd zijn. Ik persoonlijk hoop, dat velen Uwer ook zullen worden bekoord door het onderzoek in de vlucht. Ik beschouw het als een voorrecht eraan te mogen medewerken Uw gaven tot ontplooiing te brengen en daarmede bij te dragen tot den bloei der luchtvaart.

*Ik heb gezegd.*