Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Zintuigelijke en psychische functies tijdens het vliegen

https://hdl.handle.net/1874/275938

A^o 1921

28 Juni 1921

ZINTUIGELIJKE EN PSYCHISCHE FUNCTIES TIJDENS HET VLIEGEN

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van den graad van Doctor in de Geneeskunde aan de Rijks-Universiteit te Utrecht, op gezag van den Rector-Magnificus DR. W. VOGELSANG, Hoogleeraar in de faculteit der Letteren en Wijsbegeerte, volgens besluit van den Senaat der Universiteit, tegen de bedenkingen van de Faculteit der Geneeskunde te verdedigen op DINSDAG 28 JUNI 1921 des namiddags te 4 uur door

PIETER MATTHIJS VAN WULFFTEN PALTHE

arts te Soesterberg, geboren te Zwolle.



UNIVERSITEITS BIBLIOTHEEK UTRECHT

LEIDEN 1921

S. C. VAN DOESBURGH.

A. qu.
192

A. 4° = 192 : 1921.

ZINTUIGELIJKE EN PSYCHISCHE FUNCTIES TIJDENS HET VLIEGEN

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van den graad van Doctor in de Geneeskunde aan de Rijks-Universiteit te Utrecht, op gezag van den Rector-Magnificus DR. W. VOGELSANG, Hoogleeraar in de faculteit der Letteren en Wijsbegeerte, volgens besluit van den Senaat der Universiteit, tegen de bedenkingen van de Faculteit der Geneeskunde te verdedigen op DINSDAG 28 JUNI 1921 des namiddags te 4 uur door

PIETER MATTHIJS VAN WULFFTEN PALTHE

arts te Soesterberg, geboren te Zwolle.





LEIDEN 1921
S. C. VAN DOESBURGH.

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT
0106 8083

AAN MIJNE OUDERS.

Bij het voltooien van dit proefschrift voel ik mij gedrongen een woord van bijzonderen dank te richten tot U, Hooggeleerde Zwaardemaker, hooggeachte Promotor. Uwe belangstelling in mijn werk is mij een groote steun geweest.

Groote erkentelijkheid ben ik verschuldigd aan den oud-Commandant der Luchtvaartafdeeling, den luitenant-kolonel H. Walaardt Sacré, op wiens iniatief de Medische Studiedienst bij de Luchtvaartafdeeling tot stand kwam, waardoor aan de belangen der vliegers, die hem zoozeer ter harte gingen, beter dan voorheen, aandacht kon worden besteed.

Voor mijn geneeskundige vorming spreek ik mijn dank uit aan de Hoogleeraren der Leidsche faculteiten van Geneeskunde en Wis- en Natuurkunde terwijl ik, voor wat betreft mijn vlieg-opleiding, mijn groote erkentelijkheid betuig aan Ferdinand d'Or, die mij in 1913 te Etampes tot vlieger vormde.

Ten slotte een woord van dank aan den sergeant-vlieger Bakkenes, die herhaaldelijk als bestuurder bij onze experimenteele hoogtevluchten optrad en aan de proefpersonen, die mij bij het verrichten der verschillende onderzoekingen behulpzaam waren te weten Prof. Dr. J. Boeke, Ir. B. Stephan en de luitenant-vliegers C. J. Graaf Schimmelpenninck. A. N. J. Thomassen à Thuessink van der Hoop en H. van Weerden Poelman.

INHOUD.

Bladz.

Inleiding VII

Litteratuur XVIII

Hoofdstuk I. Functies der diepere sensibiliteit en van het vestibulair orgaan 1

Hoofdstuk II. Functies van het gezichtsorgaan. 54

Hoofdstuk III. Psychische functies op groote hoogte . . . 79

Hoofdstuk IV. Besluit. 116

Stellingen 119

INLEIDING.

De aviatiek heeft een nieuw arbeidsveld ook voor den medicus geopend. De door haar geschapen bijzondere bewegingsmogelijkheden en de door haar noodig geworden nieuwe „verrichtingen" van het menschelijk organisme voegen een nieuw hoofdstuk toe aan de algemeene physiologie, terwijl de schadelijkheden, waaraan de mensch tijdens het vliegen onder sommige omstandigheden is blootgesteld, in het kader der pathologische physiologie moeten worden ondergebracht.

Medisch gesproken zijn er twee vraagstukken, die dienen te worden bestudeerd; in de eerste plaats: aan welke bijzondere invloeden is het menschelijk organisme tijdens het vliegen blootgesteld? en in de tweede plaats: worden er *bijzondere* eischen gesteld aan de lichamelijke, zintuigelijke en psychische functies bij het besturen van een vliegtuig en welke zijn deze?

Geheel van elkaar te scheiden zijn deze twee vraagstukken, natuurlijk niet, daar de invloed op het organisme, b.v. bij het vliegen op groote hoogte, in direct en onscheidbaar verband staat met de bijzondere eischen, die aan de verschillende functies van den vlieger gesteld moeten worden doch terwille van de overzichtelijkheid doen wij toch goed bij de beschrijving deze scheiding zooveel mogelijk door te voeren.

Als bijzondere invloeden, die bij het vliegen op het menschelijk organisme inwerken, dienen genoemd te worden:

a. de wind (d.w.z. de luchtstroom opgewekt door de snelheid van het toestel);

b. de koude;

c. de luchtvochtigheidsgraad;

d. de hoogte met zijn *mechanische* (vermindering der atmospherische druk) en zijn *chemische* consequenties (verlaging der partiëele zuurstofspanning).

e. het door witte wolken teruggekaatste, veel ultraviolette stralen bevattende zonlicht;

f. het aanhoudende krachtige geluid van den motor en het gefluit door de strak gespannen draden;

g. de draaibewegingen van het toestel in de 3 vlakken der ruimte;

h. de verticale stijg- en daalbewegingen (bij remous).

i. de voortdurend gespannen aandacht;

j. de (meestal onbewuste) angst voor ongevalsmogelijkheden (brand, noodlanding, mist enz).

Enkele van deze invloeden werken op het menschelijke organisme in zijn geheel, zooals b.v. de *hoogte*, andere hebben bijzondere aangrijpingspunten, zooals de teruggekaatste zonnestralen, die op het oog, het geluid van den motor, dat op het oor inwerkt enz. enz.

De bestudeering dezer bijzondere invloeden kan op twee wijzen geschieden: in het vliegtuig zelve gedurende de vlucht en in een caisson, waarin onderdruk en lage temperatuur kan worden aangebracht. Bovendien door onderzoek van vliegers, die gedurende langen tijd aan de bedoelde invloeden zijn blootgesteld geweest (hierdoor is men b.v. op het spoor gekomen van de gevolgen van het onder *e* genoemde).

a. Voornamelijk van Italiaansche zijde (Aggazzotti, Galeotti) zijn een aantal onderzoekingen gedaan omtrent de invloed van wind op de respiratie en de hartswerking [1]). Zij vonden, dat een krachtige windstroom op gelaat en mond het ademhalingsrythme irregulair deed worden en er adempauzes van verscheiden←

---

[1]) Aggazzotti e Galeotti. Influenza del vento sulla funzione respiratoria e sul polso. Ricerche biologiche p. 107.

seconden gingen optreden; de verandering in de polsfrequentie was steeds duidelijk, doch niet altijd in denzelfden zin.

Doordat bijna alle vliegers voornamelijk door hun half geopende mond ademhalen, dringt er steeds een vrij krachtige en op groote hoogte zeer koude luchtstroom hun mond binnen, waardoor elk septisch proces in de mondholte (caries, gingivitis, tonsillitis) geactiveerd wordt. Dit door de ervaring bekend geworden feit brengt ons er toe, bij elken asp. vlieger er voor te zorgen, dat dergelijke sluimerende ontstekingshaarden genezen zijn, vóór er met vliegen begonnen wordt.

b. De temperatuursverlaging, die gelijke tred houdt met de hoogte (± 0,6° C. verlaging per 100 m.) bereikt bij het vliegen extreme en, voor Hollanders althans, ongekende graden, die tengevolge van de steeds aanwezige wind als hoogst onaangenaam ondervonden worden. Vooral bij lage grondtemperatuur in den winter zijn bevriezingen in 1e en 2e graad van ooren, neus, teenen enz. geen zeldzaamheid. Bovendien heeft de koude een ongunstigen invloed op de coördinatie en de fijne doseering der spiercontracties, waardoor het zuiver besturen van het vliegtuig bemoeilijkt wordt.

c. Omtrent den invloed der veranderde vochtigheidsgraad zijn, voor zoover mij bekend, geen onderzoekingen verricht.

d. De chemische consequenties der atmospherische druksverlaging maakten, reeds lang voor het begin der aviatiek, een punt van studie uit in de physiologie, vooral naar aanleiding van de zgn. „bergziekte" (Paul Bert, Mosso, Zuntz).

Bij het vliegen doen zich nog weer andere problemen voor dan bij het bergbestijgen en de vrije ballonvaarten, waarvan ik slechts noem het herhaaldelijk, dikwijls dagelijks, stijgen tot zeer groote hoogte (bóven 5000 m.) en de snelheid, waarmede deze hoogte bereikt wordt (deze stijgsnelheid van een doorsnee vliegtuig is ongeveer 20 minuten tot 5000 m). Het valt dan ook niet te verwonderen, dat er over dit onderdeel der aviatische physiologie een groot aantal nieuwe onderzoekingen zijn verricht, in het vliegtuig gedurende de vlucht (Georges Ferry, Manginelli) en direct erna, in de onderdrukcaisson (Koschel), met de door Henderson geconstrueerde „rebreather" en de „oxygen dilution method" van Dreyer.

Deze onderzoekingen hielden zich voornamelijk bezig met de wijzigingen in den bloedsdruk, de polsfrequentie, het respiratievolume en de ademhalingsfrequentie (Ferry, Galeotti, Cruchet, Moulinier, Flack, Etienne, Lamy, Maublanc, Ratié, Guglielminetti, Henderson, Dreyer, enz.), in de bloedssamenstelling (Soubies), in de nierfunctie (Ferry) en in de psychosensorische sfeer (psychomotorische reactietijden P. Garsaux).

De *mechanische* gevolgen van de druksverlaging werden niet zoo uitvoerig onderzocht, al kennen wij hierover van Italiaansche zijde (Gradenigo) en van de Franschen (Jacques, Lacroix) enkele publicaties. Het aangrijpingspunt dezer mechanische consequenties der luchtdruksverlaging ligt uitsluitend in de, met lucht gevulde, lichaamsholtes, hetzij dit een constante toestand is (de verschillende met lucht gevulde beenholtes met name het antrum Highmori, de sinus frontales, de cava tympani), hetzij een tijdelijke door bijzondere oorzaken (vnl. gistingsprocessen) in het leven geroepen omstandigheid (gassen in maag en ingewanden). Van praktisch belang is voornamelijk de druksverhouding in het middenoor (Henry Head) en in de sinus frontales.

e. Door onderzoek van vliegers bleek, dat bij hen, die veel boven de wolken vlogen, stoornissen in de peripherie van het gezichtveld optraden, met name ringvormige scotomen, die toegeschreven moeten worden aan de werking der, door witte wolken teruggekaatste, zonnestralen. Dergelijke scotomen werden waargenomen door Zade bij Duitsche vliegers en door ten Doeschate en mij bij enkele Hollandsche aviateurs.

f. A priori is te verwachten, dat door het zeer krachtige en voortdurende motorgeluid bij vliegers een zekere beroepsdoofheid moet gaan ontstaan, gelijk we die kennen bij ketelklinkers, terwijl ook de hooge fluittonen der strakgespannen draden een invloed moet uitoefenen op het gehoorsorgaan. Speciaal daarop gerichte onderzoekingen zijn echter, voor zoover mij bekend, nog niet geschied.

g. De draaibewegingen in de 3 dimensies der ruimte, die met een vliegtuig uit te voeren zijn (bochten, spiralen, tonneaux, loopings, vrilles) vormen een specifieke prikkel voor de semicir-

culaire kanalen. De *intensiteit* der prikkels beslist over hun al of niet nuttig effect: nuttig zouden zij — theoretisch althans — voor den vlieger kunnen zijn door hem in te lichten omtrent het begin, het einde en de richting der draaibeweging; schadelijk kunnen zij hem worden door het veroorzaken eener vertigo (duizeligheid, drehschwindel). Een aantal onderzoekingen zijn hieromtrent verricht in het vliegtuig zelve (niet met name genoemde Amerikanen c.f. Air Service Medical) en met behulp der draaistoel (postrotatoire nystagmus, valreactie, vingerwijsproef) met vliegers als proefpersonen (Hahn, Malan, Bilancioni, Romagna-Manoia, Gradenigo, Henry Head, Jones, André Broca, Brabant).

h. De bij ongunstig weer — waartoe aviatisch gesproken niet alleen sterke en onregelmatige wind gerekend wordt, doch tevens krachtige zonneschijn bij *gedeeltelijk* bewolkte hemel (vrnl. cumuli) — voorkomende plotselinge verticale daal- en stijgbewegingen van het toestel leveren een specifieke otolithen-prikkel op, die, evenals de stampende beweging van een schip op zee (Quix), leiden kan tot verschijnselen, die geheel met de zeeziekte overeenkomen. De intensiteit dezer prikkels is echter, blijkens de ervaring, niet groot genoeg om meer dan een zeer klein deel der luchtvaarders, zelfs bij langdurige vluchten en zeer ongunstig weer, „lucht"ziek te maken.

i en *j*. De onder deze letters genoemde invloeden behooren — bij de aviatiek in haar tegenwoordig stadium — tot de allerbelangrijkste en worden helaas nog maar al te zeer miskend: door de vliegers zelve, omdat zij zich deze invloeden niet tijdig bewust worden, ze verkeerd interpreteeren en ze dikwijls ook uit schaamte trachten te verdringen; door de medici, omdat zij, practisch althans, van de psychische inspanning bij het besturen van een vliegtuig te weinig op de hoogte zijn. Slechts van Engelsche zijde (Rippon: „The wear and tear of Flying" Rivers „Wind up" en Anderson „The psychology of flying") zijn hierover belangrijke studies verschenen: overigens ligt dit terrein nog geheel braak en ik meen dan ook, dat het de plicht van den vliegmedicus is, zijn aandacht aan dit, vrnl. op psychologisch gebied liggend, vraagstuk te wijden in meerdere mate

dan tot nu toe geschiedde. *Wanneer* er immers ziekte- of zwaktetoestanden bij den vlieger optreden zijn deze in verreweg de meeste gevallen toe te schrijven aan het „slijtageproces" tengevolge van de herhaalde, intermitteerende spanningtoestanden, waaraan hun nerveuse systeem is blootgesteld: *physisch* zijn de schadelijkheden bij het vliegen (met uitzondering van het hoogvliegen zonder zuurstof) onbeteekenend; op het *zenuwstelsel* werkt het besturen van een vliegtuig, wanneer het, onder alle omstandigheden, langdurig en ononderbroken wordt voortgezet, als een psychisch trauma en wij zien dan ook, dat de aviatiek in het tegenwoordig stadium, haar beoefenaar slechts enkele jaren behoudt. Vliegers, die langer dan eenige jaren de aviatiek (en voornamelijk de militaire vliegerij) in haar volle omvang intens beoefenen, zijn hooge uitzonderingen; overigens volkomen gezonde jonge menschen, die het vliegen beginnen met een weerstandskrachtig zenuwgestel, zien op den duur hun pliezier in het vliegen verminderen, hetgeen zij zelve aan allerlei uitwendige omstandigheden toeschrijven doch hetgeen, mijns inziens, in werkelijkheid te wijten is aan het feit, dat zij er *psychisch* niet meer tegen opgewassen zijn: de minder weerstandskrachtigen verlaten of de vliegerij reeds zeer spoedig of zij gaan allerlei nerveuse verschijnselen vertoonen, die Anderson samenvatte onder de term „aero-neurosis" doch welke zich, in wezen, van de bekende neurasthenische en psychasthenische bezwaren, niet dan door hun bijzondere genese onderscheiden.

Het tweede vraagstuk op medico-aviatisch gebied, n.l. welke bijzondere eischen aan de lichamelijke, zintuigelijke en psychische functies gesteld worden bij het besturen van een vliegtuig, kan slechts behoorlijk behandeld worden, wanneer wij volkomen op de hoogte zijn van alle „handelingen" — in het algemeen gezegd — welke vereischt worden om een vliegtuig naar behooren te besturen, dat wil zeggen, niet alleen het vliegen in engeren zin doch ook de opstijgmanoeuvre, het uitvoeren van z.g.n. kunstvluchten, (stunting, aerobatiek,) het vliegen in wolken, mist en duisternis, de oriëntatie, de motor- en instrumentencontrôle en het landen.

Door onderzoek van goede en slechte vliegers kunnen wij bovendien nog trachten uit te vinden, eenerzijds welke lichamelijke,

zintuigelijke en psychische eigenschappen gepaard gaan met goede vliegcapiciteiten en anderzijds, welke *afwijkingen* de grootste invloed hebben in het veroorzaken van een falen in de aviatiek. Met deze methode komen wij tot de kennis van eigenschappen, die gunstig en afwijkingen, die vereenigbaar zijn met de beoefening van het vliegen en van andere, die er ongunstig voor zijn en ermede onvereenigbaar: indirect vermeerdert dit dus onze kennis van de bijzondere eischen, die aan lichaam en geest van den vlieger gesteld worden.

Doordat de vlieger, dikwijls gedurende uren, in een zeer kleine ruimte en in ongemakkelijke houding in zijn vliegtuig zit, zonder zich noemenswaard te kunnen bewegen, worden er aan zijn *lichamelijk* weerstandsvermogen eischen gesteld, die wel niet geheel specifiek zijn voor de aviatiek, doch welke onder andere omstandigheden toch slechts hoogst zelden voorkomen. Tengevolge der voortdurende korte trillingen en misschien tevens door de constant gespannen aandacht (cf. i en j van pag. VIII) bestaat er gedurende de vlucht een verhoogde spierspanning, die zich niet beperkt tot de spieren van armen en beenen, welke bij het besturen van het vliegtuig benut worden, doch zich over de geheele musculatuur uitstrekt. (Subjectief wordt deze vermeerderde spierspanning door vele vliegers het sterkst gevoeld in de gezichtsmusculatuur met name in de kaakspieren). Slechts enkele vliegers slagen erin hun spieren willekeurig te ontspannen gedurende de vlucht en kunnen „als een zoutzak" in hun toestel zitten, waardoor zij zich veel onnutte spierarbeid besparen en langdurige vluchten beter verdragen; den meesten gelukt dit niet en in de praktijk bleek, dat vooral lieden, die veel athletiek beoefend hadden — de krachtige, gespierde individuen — de meeste hinder van deze vermeerderde spierspanning hadden, en door langdurige vluchten bovenmatig vermoeid werden.

Overigens worden aan het lichaam s.s. geen bijzondere eischen gesteld gedurende normale vluchten doch wel, wanneer op zeer groote hoogte gevlogen wordt: de verminderde partiëele zuurstofspanning eischt een krachtige hartswerking, een gezond vaatstelsel en een onbelemmerde longventilatie. Een geheel nieuwe methode van functionneel hart-, vaat- en longonderzoek

heeft zich hieruit ontwikkeld (Flack, Dreyer, Henderson) en wordt geregeld bij elke behoorlijke vliegerkeuring toegepast.

De speciale eischen, die aan de *zintuigen* worden gesteld, behandelen wij, voor wat betreft het gezichtsorgaan, de diepere sensibiliteit en het vestibulair orgaan in de hierna volgende hoofdstukken, waarbij wij tevens zullen nagaan in hoeverre deze zintuigen aan de hen gestelde eischen kunnen voldoen.

De functie van het gehoorsorgaan heeft voor den vliegers niets specifieks: wel moet hij verschillen kunnen hooren in het motorgeluid doch in dat opzicht verkeert hij in dezelfde omstandigheden als elke machinist, motorrijder, chauffeur enz. Hetzelfde geldt voor de reuk, waardoor hij een begin van brand of een lek in het benzinereservoir zou kunnen bemerken. Wat de oppervlakkige sensibiliteit betreft zullen wij in hoofdstuk I zien, dat hij daardoor in sommige omstandigheden (zijwind op de onbedekte gelaatshuid) te weten kan komen, dat het vliegtuig zich niet in een rechte lijn voortbeweegt (afglijdt of wegslipt).

Garten[1]) toonde aan, dat de oppervlakkige sensibiliteit geen noemenswaardige rol speelt bij de perceptie eener standsverandering onder omstandigheden, zooals die in het vliegtuig voorkomen.

Het behoeft wel geen betoog, dat aan de *psychische functies* der vliegers hooge en zeer bijzondere eischen worden gesteld doch, al kunnen wij in het algemeen zeggen, dat moed, besluitvaardigheid, doorzettingsvermogen, goede aandachtsconcentratie en -distributie, snel en juist reageeren onder emotioneerende omstandigheden enz. enz. onontbeerlijke eigenschappon in deze zijn, nergens bestaat zoozeer het gevaar dan op dit psychologisch terrein om, op grond van vooropgestelde meeningen en van theoretische, achter de schrijftafel uitgedachte overwegingen, tot volslagen foutieve opvattingen te geraken omtrent de, voor het vliegen vereischte psychische gesteldheid, zoodra het niet meer gaat om algemeenheden als moed of besluitvaardigheid doch om de waardeering van meer elementaire psychismen, die experimenteel psychologisch kunnen onderzocht worden.

---

[1]) S. Garten. Über die Grundlagen unserer Orientierung im Raume. Leipzig, 1920.

Het is hier, dat de medicus, die zelf vlieger is, met zeer groote terughoudendheid te werk gaat en zich slechts laat leiden door een nauwkeurige zelf-analyse en door de uitkomsten van een psychisch onderzoek van goede en minder goede vliegers, om niet te vervallen in de fouten van vele onderzoekers, die de aviatiek slechts onvoldoende kenden en a priori een bepaalde psychische constellatie construeerden, waaraan iemand voldoen moest om volgens hen een goed vlieger te kunnen worden.

Zoo *nam* men b.v. in Frankrijk en Italië *aan*, dat z.g.n. zenuwachtige individuen ongeschikt zouden zijn voor het vliegen, een meening, die overigens in de leekenwereld nog als een axioma heerscht („de aviatiek eischt stalen zenuwen") en men verstond in dit geval, medisch gesproken, onder „zenuwachtigheid" het, op emotieve prikkels, zeer sterk en langdurig reageeren met een versnelde hartswerking, een gewijzigde respiratiefrequentie, tremoren, vasomotorische veranderingen etc. Dit zou bewijzend zijn voor „nervous instability", „verminderde contrôle van de hoogere centra over de lagere" en dat alles zou iemand ongeschikt maken voor het beroep van vlieger. Het bleek echter, wanneer men het onderzoek meer natuurgetrouw verrichtte, dat juist deze „nerveuzen" — ondanks hun versnelde hartswerking, tremoren enz. — na een emotieve prikkel dikwijls zeer snel en juist bleven reageeren b.v. bij keuze-reacties en zich goed wisten te redden uit een moeilijke situatie, terwijl bovendien onder de beste vliegers een groot aantal z.g.n. nerveusen gevonden werden en slechte vliegers dikwijls op emotioneerende prikkels niet of slechts in geringe mate reageerden met de verschillende bovengenoemde somatische verschijnselen.

Het is de man met de z.g.n. *stalen zenuwen* — bij wiens oor men een kanon zou kunnen afschieten zonder dat hij er door schrikt — die *ongeschikt* is voor het vliegersvak: een goed vlieger *zal* en *mag* schrikken, als er in de lucht iets met zijn toestel gebeurt en het komt er niet op aan of zijn pols- en respiratiefrequentie grooter wordt, wanneer hij slechts juist en snel de noodige maatregelen weet te nemen. Of het waarschijnlijk is, dat hij *daartoe* in staat zal blijken, kunnen wij trachten te weten te komen door, bij een experimenteel psychologisch onderzoek, onze aandacht voornamelijk te wijden aan de vraag of hij, na een emotieve prikkel, een gegeven opdracht juist, regel-

matig en snel weet te *blijven* uitvoeren, of hij onwillekeurige bewegingen behoorlijk kan onderdrukken (inhibitie-vermogen) etc. doch meer dan een *indruk*, of hij aan de psychische eischen van het vliegen in alle omstandigheden zal weten te voldoen, kunnen we hiermede niet verkrijgen, daar we in het laboratorium met onze z.g.n. emotioneerende prikkels nooit de werkelijkheid — het dreigende levensgevaar — kunnen benaderen en ook de situaties in de lucht veel ingewikkelder zijn en meer overleg eischen, dan we ooit bij onze z.g.n. oordeelsreacties kunnen namaken. Wordt hij echter, *bij onze laboratorium proeven reeds*, door een schrik-emotie als het ware geparalyseerd, weet hij hierbij allerlei onwillekeurige bewegingen niet te onderdrukken of kan hij een eenvoudige opdracht niet meer juist en snel volvoeren, dan *weten* we, dat hij in dit opzicht overeenkomt met wat we bij slechte vliegers vinden en vermoeden wij, dat hij aan de specifieke psychische eischen, die het vliegen stelt, niet zal kunnen voldoen.

Ook bij het begrip „moed" zien wij iets dergelijks. Men kan allerminst in het algemeen zeggen, dat „moed" een vereischte voor den vlieger is, wanneer men er niet bij zegt, wat men onder moed verstaat, want er is een soort moed, die volkomen ongeschikt maakt voor de aviatiek: de z.g.n. „moed van den onwetenden", de moed van iemand, die zich geen rekenschap van de hem bedreigende gevaren geeft en handelt alsof zij niet bestonden. In het dagelijksch leven en volgens het gewone spraakgebruik worden dergelijke menschen, „die voor niets staan," „die alles durven", moedig genoemd, in de aviatiek zijn zij een gevaar voor zichzelven en hun passagiers. „Le courage ne consiste pas à n'avoir peur de rien mais bien plutôt à refréner sa terreur, à marcher malgré elle" [1]). Slechts iemand, die zich rekenschap geeft van de gevaren doch zijn vrees ervoor bewust overwonnen heeft, bezit de soort moed, die voor het vliegen vereischt wordt en wij zien dan ook, dat bijna alle vliegers erkennen angstgevoelens bij verschillende gelegenheden (dikwijls bij hun eerste vlucht alléén) gekend te hebben [2])

---

[1]) Paul Fiolle, La Marsouille p. 3.

[2]) Anderson („The medical and surgical aspects of aviation" p. 83) ondervroeg 100 goede vliegers: „None confessed to being without fear."

terwijl de zeer enkelen, die dit ontkennen òf bewust onwaarheid spreken òf behooren tot het bovengeschetste type.

De meening van de leekenwereld, dat de vlieger een soort desperado zou zijn, die uit levensmoeheid de aviatiek als vak kiest, is volslagen onjuist: in het begin der vliegerij zijn er dergelijke desperados stellig geweest doch zij vonden alle een spoedigen dood. Succes in de *tegenwoordige* aviatiek hebben slechts de voorzichtige, nadenkende, bedwongen nerveusen, die begiftigd zijn met de vasthoudenheid en het doorzettingsvermogen, zooals we die b.v. ook kennen bij den ontdekkingsreiziger.

In het bovenstaande stipte ik in het kort de belangrijke punten aan in het groote en interessante nieuwe gebied van studie, dat door de aviatiek voor den medicus geopend is. In de hier volgende hoofdstukken wordt op enkele dezer punten dieper ingegaan.

LITTERATUUROPGAVE.

Aggazzotti. La terapia del male degli aviatori. Giorn. di Med. militare. Roma 1918.

Air Force debate. Flight. February 28 1918.

Air Service information circular. Vol I No. 3. Air medical Service. Washington Government Printing Office. 1920.

Air Service information circular. Vol I No. 4. A. M. S. and the Flight Surgeon. 1920.

Air Service Medical. Washington. Government Printing office. 1919.

Anleitung für die Ärtzliche Beurteilung der Kriegsverwendungsfähigkeit zur Ausbildung als Flugzeugführer und Beobachter. Duitsche Generale staf.

H. Graeme Anderson. The medical and surgical aspects of aviation 1919.

H. Graeme Anderson. Aeroplane accidents. Journ. Roy. Nav. Med. Service 1918 IV.

Aviator's Sickness Med. Record N. Y. 1916 LXXXIX 1093.

Babcock. Some observations on the Barany tests as applied to aviators. Boston M. and S. journ. 1917 CIXXVII.

Bachman. The examination of aviators U. S. Nav. Med. bulletin 1918 XII.

Béhague. Moyens actuels d'apprécier les qualités physiologiques requises pour la conduite des avions. Monde médical No. 564. 1919. 47 Rue du Dr. Blanche Paris.

Bernard. Problèmes médicaux de l'aviation. Progrès médical 11 Mai 1918.

Berthier. Troubles cardiovasculaires pouvant expliquer les accidents d'aviation. Bull. Ac. de Méd. 1918 LXXX.

André Broca. Mesure du temps des réactions d'Equilibration, Bulletin offic. de la Direction des recherches scientifiques et

des Inventions. Imprimerie Lahure. 9 Rue de Fleurus. Paris.

Blauw. Visual requirements of military aviators. Journ. Amer. Med. assoc. 1917 LXVIII.

Binet. Le mal des aviateurs. Revue génér. des sciences pures et appliquées 15 Oct. '17. XXVIII.

Dr. V. G. Brabant. Nouvelles recherches sur le nystagmus et le sens de l'équilibre. Bruxelles, 1921.

Camus et Nepper. L'aptitude phys. des cand. à l'aviation, Aérophile '17, Réactions psychomotrices des cand. à l'aviation, Paris Méd. '16 VI.

A. Cantonnet. L'examen de l'appareil visuel chez les candidats aviateurs. La Presse médiçale 13 Febr. 1919.

Castex. Troubles auriculaires chez les aviateurs. Bull. Ac. de méd. 1918 LXXIX.

Convegno sanitario interalleato d'Aeronautica. Roma, Febbraio 1919. Giornale di medicina militare fasc. LX 1919.

Cruchet et Moulinier. Le mal des aviateurs 1919.

G. ten Doeschate. Over veranderingen, welke door licht in het gezichtsorgaan kunnen worden teweeggebracht. Mil. Geneesk. Tijdschrift, jaarg. XXII, 1 en 3.

Dreyer and Walker. The effect of altitude on blood volume. Lancet 25 Oct. '13.

Dudley. Active service flying Journ. R. N. M. S. 1918 IV.

The Examination (Medical) of civilian pilots, navigators and engineers. Jan. 1920. His Magesty's Stationary office.

The examination of aviation candidates for the Royal Air Force (provisional). Air Ministry Jan. '20.

Etienne et Lamy. Le coeur des aviateurs. Paris Médical 19 Oct. 1918.

Ewald. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden 1892.

Dr. Georges Ferry. L'apitude à l'aviation. Paris. J. B. Baillière et fils 1918.

Martin Flack. Health aspects of aeronautics. „Aeronautics" 12 June 1918.

Oberarzt E. Forster. Der gleichgewichtssinn des Fliegers. Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt. 26 Jan. 1918.

Fridenberg. Visual factors in equilibration especially aviation. Journ. Am. Med. Ass. 1918 LXX.

Paul Garsaux. Influence de la dépression atmosphérique sur les réflexes psychomoteurs. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie Tome LXXXII p. 643.

Siegfried Garten. Die Bedeutung unserer Sinne fur die Orientierung im Lufträume. Wilhelm Engelmann Leipzig 1917.

S. Garten. Uber die Grundlagen unserer Orientierung im Raume. Leipzig B. G. Teubner 1920.

Gemelli. Sulla composizione del sangue degli aviatori. Boll. del Istit. sieroter. milanese '17 I.

Der Kommandierende General der Luftstreitkräfte. Einflüsse des Fliegens auf den menschlichen Körper und ärztliche Ratschläge für Flieger. Januar 1918.

Gilchrist. An analysis of causes of breakdown in flying B. M. J. 12 Oct. 1918.

Dr. J. C. L. Godefroy. Onderzoekingen over de aandachtsbepaling bij gezonden en zielszieken. Proefschrift A'dam 1915.

Dr. J. C. L. Godefroy. Lightline registration of movement. Psych. en Neurol. bladen 1917 no. 6.

Dr. J. C. L. Godefroy. Dystaxia epileptica, Psych. en Neurol. bl. no. 1—2 1921.

Gradenigo. Sulla funzione del labirinto. Archivio italiano di otologia. Vol XXIX fasc. 2, 1918.

Gradenigo e Herlitzka. Ricordi psicofisiologiche sui candidati al pilotaggio. Giorn. d. med. militare. Roma 1918.

Greene. Some aero-medical observations. Mil. Surgeon. Wash. 1917 XII.

Georges Guillain. La conférence interalliée des médecins de l'Aéronautique. Rome 15—20 Février 1919. La Presse Médicale 17 Avril 1919.

Guggenheim. Aviation and otology. Interstate Med. Journ. 1917 XXIV.

G. Guglielminetti. Transports à haute altitude des Voyageurs en cabine aérienne. L'Aérophile. Juin 1919.

Hahn e Malan. Dell'esame del senso statico e del senso vestibolare nei candidati all'aviaz. Archivio di otologia Vol XXIX.

Hirschschlaff. Gibt es eine Fliegerkrankheit? Berl. klin. Wochenschr. 1918 I v.

Holloway. Aviators' Dazzling. Trans. Coll. Phys. Philadelphia '16 XXXVIII.

Herald E. Hurt. The perception of slight chances of equilibration. The journal of applied psychology. June 1918 p. 101 seq.

M. Jacques. L'Oreille chez les aviateurs. C. R. de la Societé de Médecine de Nancy 10 Nov. '15.

I. H. Jones. Equilibrium and Vertigo. J. B. Lippincott Cy London.

Josue. Aviators' Asthenia. Arch. de Med. et Pharm. mil. 1918 XIX.

Knott. Aviators' sickness. Med. press and circ. 1916 C I.

Oberstabsarzt Dr. Koschel. Ärzliche Beobachtungen bei einem Absprung mit dem Fallschirm. Medizinische klinik, Berlin 1917, no. 40.

Oberstabsarzt Dr. Koschel. Welche auforderungen müssen an die gesundheit der Fahrer von Luftfahrzeugen gestellt werden? Jahrb. der wiss. Ges. für Flugtechnik 1914 II.

Lacroix. Les réactions de l'oreille chez les aviateurs pendant le vol. C. R. de l'académie de médecine 16 Janvier 1916.

Maublanc et Ratié. Examen médical 1919.

Medical Research Committee. Reports of the Air-Medical-Investigation Committee:

No. 1. The oxygen needs of flying officers.

No. 2. Medical aspects of high flying — Testing the effects of oxygen wants — Observations on the cardiovascular and nervous systems of succesful pilots

No. 3. Flying stress.

No. 4. Temperament and Service flying.

No. 5. A study of the reaction of pilots and observers to diminished oxygen pressure.

No. 6. Respiratory tests for ability to stand high altitudes. The Sense of stability and balance in the air.

London, Published by his Majesty's Stationary office, Imperial House, Kingsway W. C. 2.

The medical problems of flying. London, His Majesty's Stationary office 1920.

W. Mulder. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. Utrecht P. den Boer, Utrecht 1908.

Murphy. Some medical points in connection with flying. Jour. R. N. M. S. July 1918 IV.

Murray. The vestibular appatus and its relations to flying. Journal-Lancet Minneapolis 1918 XXXVIII.

P. M. van Wulfften Palthe. De Geneeskundige dienst bij de aviatiek in Frankrijk.

id. De Geneeskundige dienst bij de aviatiek in Engeland. N. T. v. G. Jaarg. '20 Ie helft No. 23 en 22.

id. Medische vraagstukken op aviatisch gebied „Het Vliegkamp No. 1. 15 Nov. 1915.

id. De zoogenaamde Bergziekte „Het Vliegkamp" No. 4. 1916.

id. Vliegongevallen en hunne oorzaken. N. T. v. G. 11 Juni 1921.

Panter. Minor maladies in flying officiers J. R. N. M. S. 1918 IV.

Parsons and Segar. Barany chair tests and flying ability. J. Am. Med. Ass. 1918 LXX.

Ovington. The psychic factor in Aviation J. Am. Med. Ass. 1914 LXIII.

F. H. Quix. Het uitgangspunt der zeeziekte. Geneesk. bladen 16e reeks No. XI.

Ricerche biologiche sull'aviazone. Roma, Tipografia Nazionale Bertero. 27 Via Umbria 1919.

T. S. Rippon. Report on the essential characteristics of succesful and unsuccesful pilots. Lancet Sept. 28 1918.

Rippon. Medical Notes. The wear and tear of Flying. Flight. Jan. 23 1919.

A. van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen opgewekt vanuit de halfcirkelvormige kanalen. Proefschrift Utrecht 1907.

Robertson. Examination of men entering the aviation service. Journ. Am. Med. Ass. 1918 LXXI.

Schoppler. Uber den Fliegertod. Deutsche mil. ärtzl. Zeitschr. 195 X/IV.

Stamm. Medical aspects of Aviation. Lancet Febr. 8. 1919.

Schriften zur Psychologie der Berufseignung und des Wirtschaftsleben 1919.

Siebert. The effects of high altitude. Mil. surgeon. Wash. 1918 X/II.

Soubies. La physiologie de l'aéronaute.

H. von Schrötter. Hygiene der Aeronautik und Aviatik 1912.

W. Schuurmans Stekhoven. Royal Air Force Medical Service. N. T. voor G. 1918 IIe helft no. 25.

Small. The visual requirements of mil. aviators. Ann. of ophthalm. St. Louis '17 XXVI.

Sutherland. Observations on the medical examination of aviation candidates. Lancet, 1918. 14 Dec.

La Suisse Aérienne 10 Dec. '19. Dr. A. Stettbacher, Ist reiner Sauerstoff das beste Atemgas für Höhenflüge?

La Suisse Aérienne 25 Oct. '19. Dr. Guglielminetti. Les hautes altitudes et l'organisme humain.

La Suisse Aërienne 31 Mars '20. Dr. Stettbacher. Statik des Fliegenden Menschen.

Tracy. As to tobacco and aviation J. Am. Med. Ass. 1918/XX.

Het eerste geïnterall. geneeskundig-aéronautisch congres. Tijdschrift voor geneeskunde 1919 2e helft No. 15.

De Geneeskundige studiedienst voor de Luchtvaart in Nederland. idem 1919 2e helft No. 23.

Yertes. Psychology in relation to the war. Psychological review March 1918.

Wells. The Flying Service from a medical point of view. Journ. R. N. M. S. 1915 I.

Wells. Some aeroplane injuries and diseases J. R. N. M. S. '16 II.

Dr. N. Zuntz. Zur physiologie und hygiene der Luftfahrt 1912. Luftfahrt und Wissenschaft Heft 3.

Zade. Fliegerscotomen. Graefe's Archiv XCI. 1915.

HOOFDSTUK I.

FUNCTIES DER DIEPERE SENSIBILITEIT EN VAN HET VESTIBULAIR ORGAAN.

Het aandeel, dat de prikkels uitgaande van de diepere sensibiliteit (diepe druk-, spier- en gewrichtszin) hebben op de totstandkoming onzer gewaarwordingen omtrent positie en beweging van een vliegtuig in de ruimte, is in vele gevallen moeilijk te scheiden van de rol, welke het vestibulair orgaan (semicirculaire kanalen en otolithensysteem) in deze speelt. Vandaar dat in de titel van dit hoofdstuk, waarin de stands- en bewegingsveranderingen van een vliegtuig en de waarneming daarvan door den vlieger, behandeld zullen worden, gesproken wordt van de functies der diepere sensibiliteit en van het vestibulair orgaan, om niets te prejudiceeren omtrent het aandeel van één dezer zintuigelijke functies in de totaal gewaarwording. De moeilijke scheidbaarheid geldt niet zoozeer voor draaibewegingen om een as buiten het toestel gelegen (bochten, loopings, vrilles [1]) en tonneaux [2]), waarbij de semicirculaire kanalen en op een eenigszins eigenaardige wijze ook de otolithen, geprikkeld worden (in het midden gelaten of deze prikkels al dan niet waargenomen worden) als wel voor standsverandering van het vliegtuig [inclinatie om een sagittale as (rechts of links overhangen), inclinaties om een

[1]) Een „vrille" is een schroefvormige, verticaal dalende beweging van het toestel, waarbij dus de neus van het vliegtuig naar de aarde gericht is en de zeer snelle draaiingen uitgevoerd worden om een as evenwijdig aan de sagittale as van het toestel. De Franschen noemden het indertijd „une descente en tabouret de piano."

[2]) De „tonneau" is eigenlijk niets anders dan een „vrille" in het horizontale. De as van draaiing is weer evenwijdig aan de sagittale as van het toestel doch de beweging vindt nu niet plaats tijdens een verticale daling doch gedurende de horizontale vlucht. Het vliegtuig draait zich in beide gevallen zoo te zeggen „om zichzelf."

frontale as (dalen en stijgen) en verticale stijgingen of dalingen], waarbij wij niet kunnen nagaan, welk aandeel eenerzijds het labyrinth, anderzijds de diepere sensibiliteit heeft in het tot stand komen onzer gewaarwordingen omtrent positie en beweging van het vliegtuig in de ruimte.

Wij dienen een scherp onderscheid te maken tusschen de standsveranderingen van een vliegtuig, die gecombineerd zijn met draaibewegingen en die welke daarmede *niet* gepaard gaan, waarbij ik nog, misschien ten overvloede, opmerk, dat draaibewegingen zonder inclinatie, dus zooals we die kennen op een draaischijf of draaistoel, in de lucht niet zijn op te wekken. [1])

I. Draaibewegingen.

We zullen derhalve eerst de draaibewegingen van een vliegtuig bezien en nagaan of en in hoeverre het ons mogelijk is, de stands- en bewegingsveranderingen van een vliegtuig onder deze omstandigheden te percipieeren alleen met behulp van ons vestibulair orgaan, dus zonder dat andere zintuigelijke functies -- otolithenapparaat, oppervlakkige en diepere sensibiliteit, gezicht — ons hieromtrent gegevens kunnen verschaffen.

A. BOCHTEN.

Voor een dergelijk onderzoek leent zich het best het maken van bochten, het opwekken dus van draaibewegingen in een horizontaal vlak om een verticale as, die naar gelang de scherpte van de bocht min of meer ver buiten het vliegtuig gelegen is (bij een normale bocht is de straal der doorloopen cirkel ca. 150 M.). De andere draaibewegingen (looping, vrille, tonneau) leenen zich minder tot het verrichten van experimenten; zij worden hieronder nog in het kort besproken.

Voor ik overga tot de beschrijving der verrichte proeven dienen enkele vliegtechnische opmerkingen vooraf te gaan omtrent het maken van bochten met een vliegtuig.

Stellen wij ons voor, dat het vliegtuig met een luchtsnelheid [2])

---

[1]) Immers aangezien het vliegtuig geheel los in de lucht ligt, zal dit door een roeruitslag zonder inclinatie niet gaan draaien doch dwars door de lucht wegslippen.

[2]) In het vervolg wordt steeds wanneer van „snelheid" sprake is luchtsnelheid bedoeld dat wil dus zeggen snelheid ten opzichte van de omringende lucht en *niet* t. o. v. de aarde.

van 100 K.M. per uur zich horizontaal door de lucht beweegt en dat men b.v. een rechter bocht wil maken. De bestuurder geeft hiertoe met zijn voetstuur aan het verticale richtingsroer

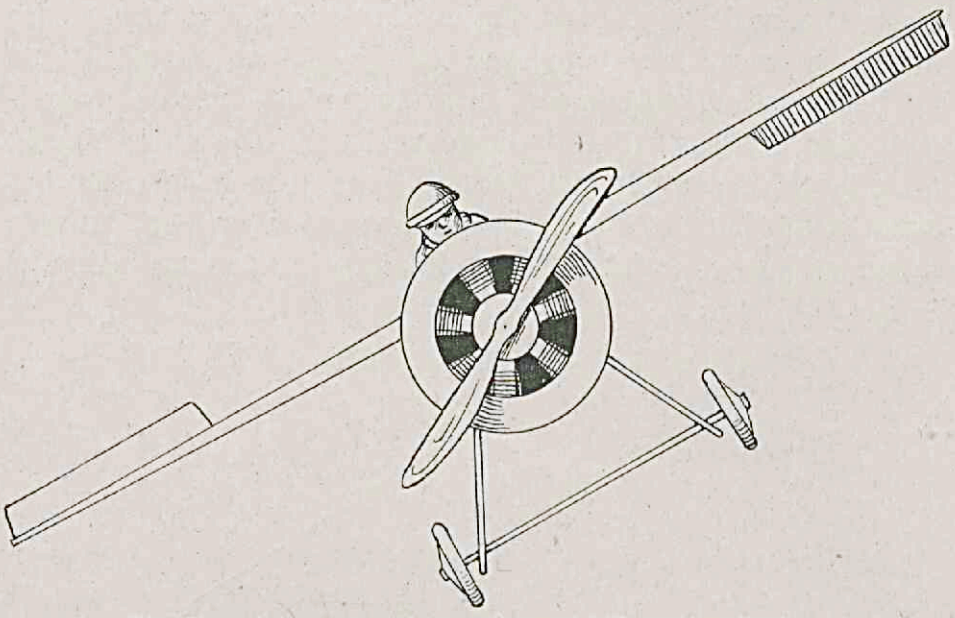


Fig. 1*a*. Aileronstand (overdreven) bij rechter bocht.

een uitslag naar rechts, tengevolge waarvan een zoodanigen luchtdruk op de staart van het vliegtuig wordt uitgeoefend,

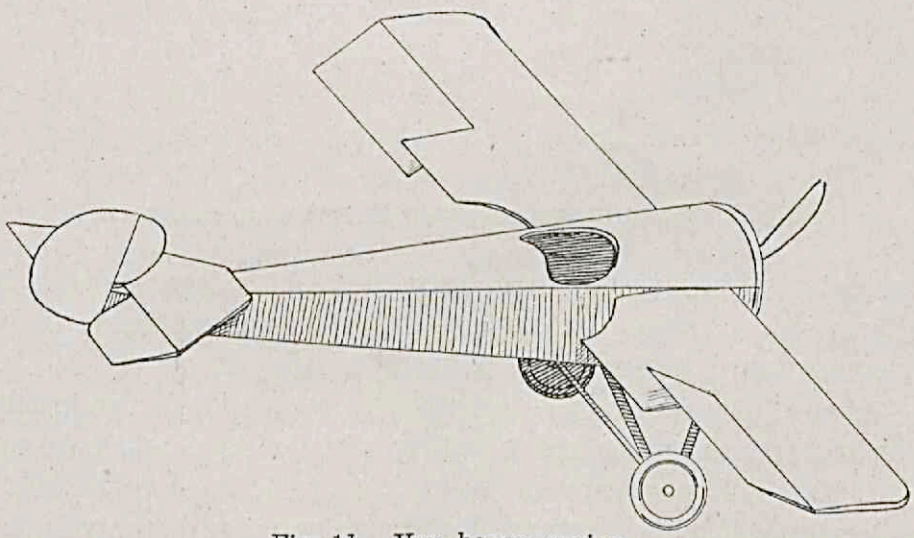


Fig. 1*b*. Van boven gezien.

dat deze naar links (alles van achteren gezien) afwijkt en het geheele toestel om een verticale as zal gaan draaien, waardoor de neus dus naar rechts gericht wordt. Tegelijkertijd echter zal

hij door middel van de ailerons het vliegtuig moeten inclineeren naar rechts (om de sagittale as van het toestel dus) teneinde een wegslippen ervan tegen te gaan. De graad der inclinatie moet evenredig zijn met den uitslag van het richtingsroer; wordt te veel „roer" gegeven bij te geringe inclinatie dan zal het vliegtuig wegslippen „naar buiten" — van het middelpunt der draaiing *af* — is er te veel inclinatie en te weinig roeruitslag dan glijdt het toestel naar binnen af (naar het draaïingsmiddelpunt t o e). Slechts wanneer er een zuivere samenwerking van richtingsroer (draaiing) en ailerons (inclinatie)

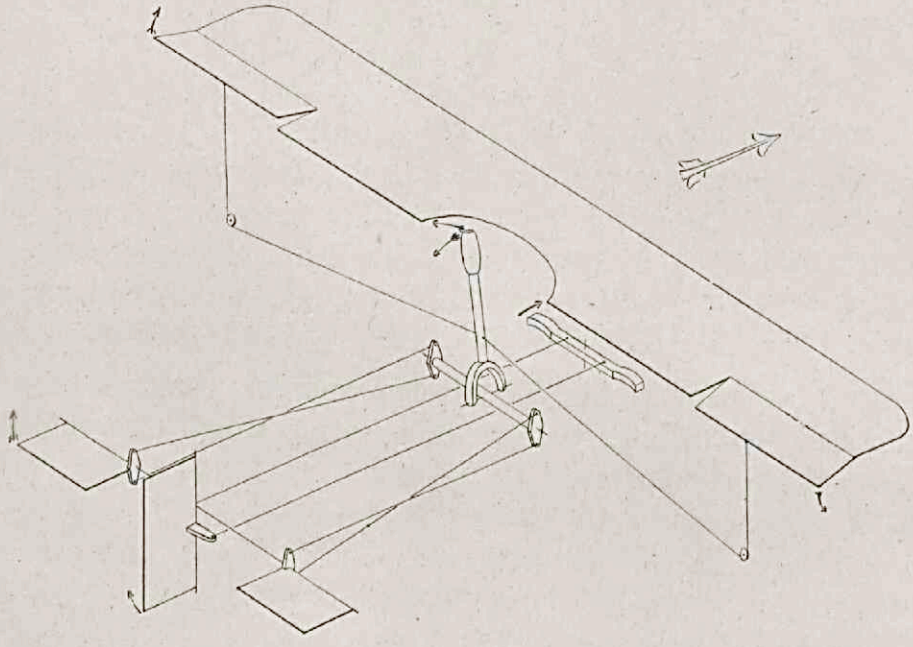


Fig. 2. Besturingsschema voor linkerbocht (zie fig. 4).

bestaat zal het toestel een zuivere bocht vliegen zonder te stijgen of te dalen en zonder dat zijn snelheid in de lucht noemenswaard veranderd. De krachten, die nu op het toestel — en op alles wat erin is — werken zijn: eenerzijds de trekkracht der schroef, waardoor het vliegtuig zijn luchtsnelheid behoudt (i. c. 100 K.M. per uur) en welke kracht steeds dezelfde blijft, anderzijds de luchtweerstand, de zwaartekracht en de centrifugale kracht tengevolge van de draaiing. Het hangt van het type vliegtuig af, hoe scherp men deze bochten kan uitvoeren, d.w.z. hoe klein men de straal van de te doorloopen cirkel maken kan, waarmede dus gelijk gezegd de graad van inclinatie evenredig

is. Met enkele typen kleine jachtvliegtuigen kan men cirkels beschrijven met een straal van ongeveer 75 M. waarbij het toestel volkomen verticaal komt te staan d.w.z. 90° geinclineerd om zijn lengte (sagittale) as en waarbij de 360° der cirkelomtrek in minder dan 15″ worden doorloopen.

Bij de toestellen, welke in aanmerking kwamen voor het verrichten van onze experimenten, bereikte ik als maximum een inclinatie van ca. 75°, waarbij de volledige cirkel werd doorloopen in 30″, dat wil dus zeggen een hoeksnelheid van 12° per seconde. De luchtsnelheid van het door mij gebruikte vliegtuig bedroeg 100 K.M. per uur, zoodat uit eenvoudige berekening blijkt, dat de straal der doorloopen cirkel 132 M. bedroeg.

$$2\,\pi\,R = \frac{100}{3600} \times 30$$

$$R = 0.132 \text{ K.M.}$$

Wordt een bocht correct gevlogen, dan verandert de luchtsnelheid van het toestel niet noemenswaard en verandert zijn hoogte evenmin d.w.z. het slipt noch van de as van draaiing af noch er naar toe. Zoodra er echter eenige onevenredigheid is tusschen roeruitslag en inclinatie voelt men tengevolge van bovenbedoeld wegslippen „zijwind" en wel zijwind van de convexe zijde der bocht, wanneer te veel roer en van de concave zijde wanneer te veel inclinatie wordt gegeven. Deze „zijwind" geeft door middel der oppervlakige huidsensibiliteit der onbedekte gelaatsdeelen (wangen, nek) direct aan dat er een niet-rotatorische bewegingsverandering van het vliegtuig plaats vindt en dient dus tot elken prijs vermeden te worden. Met eenige oefening gelukt het volkomen correcte bochten te vliegen zonder een spoor van zijwind, waardoor dus bij het verrichten der onder beschreven experimenten aan de voorwaarde voldaan wordt, dat de oppervlakkige sensibiliteit geen gegevens verschaft, waaruit de stands- en bewegingsveranderigen zouden af te leiden zijn.

Tengevolge van het feit, dat gedurende de draaiing op het toestel met alles wat erin aanwezig is — dus ook op de proefpersoon — een kracht werkt, die de resultante is van zwaartekracht en centrifugale, wordt bovendien uitgesloten, dat de diepere sensibiliteit — druk-, spier- en gewrichtszin —

juiste gegevens zou kunnen verstrekken omtrent stands- en bewegingsverandering van het toestel.

De richting immers van de kracht waarmee de proefpersoon op de onderlaag van zijn zitplaats gedrukt wordt, verandert niet, wanneer, in plaats van horizontaal, in een correcte bocht gevlogen wordt. Bij een horizontale vlucht nl. werkt op den proefpersoon de zwaartekracht, welke kracht loodrecht gericht is op het vlak, waarop hij gezeten is; maakt het toestel een correcte bocht, waarbij de draaiing evenredig is met de inclinatie dan werkt op het lichaam van den proef-

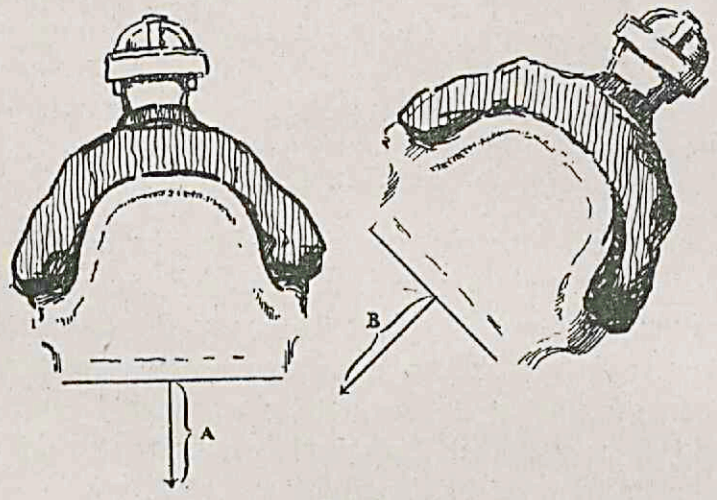


Fig. 3.
A = de gedurende een horizontale vlucht op den p.p. werkende zwaartekracht.
B = de gedurende een rechter bocht op den p.p. werkende resultante van zwaartekracht en centrifugale. B > A.

persoon de resultante van zwaartekracht en centrifugale, welke resultante loodrecht gericht blijft op den onderlaag. Dat wil dus zeggen, dat zoowel bij horizontale vlucht als bij het vliegen van bochten het lichaam van den proefpersoon loodrecht op zijn zitbankje gedrukt wordt en blijft. Het eenige verschil is dat bij het vliegen van bochten zijn lichaam krachtiger tegen den onderlaag gedrukt wordt dan bij een horizontale vlucht, (de resultante van zwaartekracht en centrifugale is immers grooter dan de zwaartekracht alleen) en wel al krachtiger naarmate de hoeksnelheid grooter, de draaiing dus scherper is. Dit kan hem echter nooit uitsluitsel geven

noch omtrent de richting der draaiing noch omtrent den stand van het toestel in de ruimte. Integendeel, het zal hem theoretisch althans de illusie moeten geven van een stijgen van het toestel in de vluchtrichting. [1])

Dit alles geldt evenzeer voor het otolithenapparaat; ook de otolithen zullen den proefpersoon geen gegevens kunnen verschaffen om de standsverandering van het hoofd in de ruimte juist te percipieeren, aangezien de kracht, die de otolithen op hun onderlaag drukken, niet van richting verandert, wanneer van een horizontale vlucht tot een correcte bocht wordt overgegaan, waarbij de luchtsnelheid van het toestel gelijk blijft en er dus geen noemenswaardige versnellingen of vertragingen plaats vinden. De grootte dezer kracht verandert natuurlijk wel: de otolithen zullen bij het maken van draaibewegingen krachtiger gedrukt worden op hun onderlaag, resp. krachtiger afgetrokken worden van de macula, waaraan zij hangen, doch hieruit zal men hoogstens weer de illusie kunnen krijgen van te „stijgen" doch nooit eruit kunnen opmaken welke stand het vliegtuig in de ruimte inneemt. Evenals de luchtbel van de waterpas in het toestel bij een juist uitgevoerde draaibeweging in het nulpunt blijft, evenzoo blijven de otolithen op hun plaats en trekken of drukken op hun onderlaag niet anders dan bij een normale horizontale vlucht.

Wij zien derhalve dat bij een correct uitgevoerde draaibeweging de oppervlakkige sensibiliteit (zijwind op de onbedekte huid) ons geen gegevens kan verschaffen omtrent bewegings- en standsveranderingen van het vliegtuig en dat de diepere sensibiliteit (druk-, spier- en gewrichtszin) en het otolithen apparaat dit evenmin kunnen en ons hoogstens foutieve inlichtingen vermogen te geven. Schakelen wij nu nog de gezichtsindrukken uit, door den proefpersoon een zwarte bril op te zetten, die geheel aansluit en dus geen zijdelingsche lichtstralen laat doordringen, dan blijven slechts de booggangen

---

[1]) Bij de hieronder te beschrijven experimenten trad deze illusie niet op, waarschijnlijk tengevolge van het feit, dat daarvoor de bochten niet scherp genoeg waren, het verschil tusschen zwaartekracht en resultante van zwaartekracht en centrifugale dus niet groot genoeg. Ik bemerkte bij mijzelve de illusie enkele malen gedurende draaiingen in zeer snelle toestellen waarbij de inclinatie tot ongeveer 90° werd opgevoerd.

over, die hem zouden kunnen inlichten omtrent de draaibewegingen van het vliegtuig[1]), en wel niet omtrent de draaiing zelve waarbij een constante hoeksnelheid heerscht, doch omtrent begin en einde der draaiing waarbij (hoek-)versnelling en vertraging optreedt.

Met behulp van een vliegtuig is het dus zooals wij zagen mogelijk de functie der booggangen geisoleerd te onderzoeken, hetgeen met een draaistoel of draaischijf allerminst het geval is, gezien het feit, dat hierbij nooit uitgesloten kan worden, dat gelijk met de booggangen ook de oppervlakkige en diepere sensibiliteit een rol speelt.

Ik achtte het nuttig de op deze basis te verrichten experimenten te doen plaats vinden met 4 verschillende soorten proefpersonen, om nl. na te gaan of oefening een rol in deze speelt.

Reeks A behandelt de experimenten met een proefpersoon zonder eenige vliegervaring, Reeks B die met een proefpersoon met zeer geringe en reeks C die met een proefpersoon met meer luchtervaring (leerling-vlieger), terwijl de uitkomsten van Reeks D verkregen werden met een proefpersoon welke zelf een ervaren vlieger is met ongeveer 800 vlieguren.

Bij het verrichten van al deze experimenten bestuurde ik zelf het vliegtuig om vooral ook te letten op event. houdingsveranderingen van den proefpersoon, die voor mij gezeten was. Ik zorgde ervoor de bochten uit te voeren zooals dit normaliter gedurende het vliegen geschiedt, d.w.z. zonder eenige brusque beweging, zoodat de draaiing geleidelijk begon en de hoekversnelling bij het begin en de vertraging bij het einde dus gering was. De constante hoeksnelheid van de draaiing werd bereikt ongeveer 5″ na den aanvang van de draaiing, terwijl eveneens ongeveer 5″ verliepen om het toestel uit de draaiing weer in de rechtlijnige vlucht te krijgen.

Samenvattende was derhalve het practisch doel der uit gevoerde experimenten: na te gaan of en in hoeverre het mogelijk is om, wanneer oogenhulp is uitgesloten (wolken

[1]) Dat hij den stand van het vliegtuig gedurende bochten zou waarnemen is theoretisch uitgesloten. Er is geen zintuig of combinatie van zintuigelijke indrukken, die hem dit mogelijk zou kunnen maken

en mist) de stand en de beweging van een normaal vliegend vliegtuig te percipieeren met behulp van andere zintuigelijke prikkels, terwijl wij theoretisch trachtten uit te maken of bij normale draaibewegingen van een vliegtuig de drempelwaarde der prikkels voor de semicirculaire kanalen bereikt werd, waardoor nog gewaarwordingen opgewekt worden.

VERSLAG DER PROEFNEMINGEN.

REEKS A. Proeven met een proefpersoon zonder eenige vliegervaring.

Vliegtuig: 2 Persoons Spijker lestoestel.

Proefpersoon: Prof. Dr. J. Boeke. Bestuurder: v. W. P.

(De proefpersoon droeg tijdens het verrichten der experimenten een zwarte bril, die elke gezichtsindruk volkomen uitsloot. Even vóór den aanvang van elke proefneming werd de proefpersoon gewaarschuwd, dat er een verandering in stand en beweging van het vliegtuig zou gaan plaats vinden).

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder).	Waarneming van den proefpersoon (onmiddellijk na afloop der vlucht in zijn eigen woorden opgeteekend).
I. Rechterbocht 2 × 360° hoeksnelheid ± 10° per sec., inclinatie 60°. Straal van den doorloopen cirkel 148 m.	I. „Niets van gemerkt."
II. Linkerbocht (2 × 360° hoeksnelheid ± 10° per sec., inclinatie 60°). Straal 148 m. daarna rechterbocht (2 × 360° hoeksnelheid ± 8° per sec., inclinatie 45°). Straal 190 m.	II. „meende iets naar links, 'k kan dit niet zeker zeggen. Omtrent graad en inclinatie geen enkele indruk."
III. Rechterbocht (3 × 360° hoeksnelheid ± 12° per sec., maximale inclinatie ca. 75°). Straal 132 m.	III. „wat je de tweede maal deed weet ik eigenlijk niet. Ik dacht zooiets naar *links*, maar zou er toch niets van durven zeggen."

REEKS B. Proefpersoon met zeer geringe vliegervaring (voorwaarden als bij Reeks A).

Waarnemingen op 29 Juni 1920.

Proefpersoon: Ir. B. Stephan. Bestuurder: v. W. P.

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder).	Waarnemingen van den proefpersoon.
I. één volledige R. bocht (360°) inclinatie ca. 60° hoeksnelheid 10° per sec. Straal 148 m.	I. R. — weer iets — R.
II. één volledige R. bocht inclinatie 60° daarna halve L. bocht inclinatie 60° hoeksnelheid 10° per sec. Straal 148 m.	II. R. — L. vlak — R.
III. één volledige rechterbocht inclinatie 60° hoeksnelheid 10° per sec. Straal 148 m.	III. R. — L.

Waarnemingen op 28 September 1920.

Proefpersoon: Ir. B. Stephan. Bestuurder: v. W. P.

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder).		Waarnemingen van den proefpersoon.
IV. R. bocht (360°) inclinatie ca. 45°	hoeksnelheid 8° per sec. Straal 186 m.	IV. „rechts *overhangen.*"
V. L. bocht (360°) inclinatie ca. 45°		V. „links bocht."
VI. R. bocht (360°) inclinatie ca. 45°		VI. „rechts scherp."
VII. R. bocht (360°) inclinatie ca. 45°		VII. *links iets, geloof overhangen, maar nu geloof ik weer bocht.*
VIII. L. bocht (360°) inclinatie ca. 45°		VIII. *„rechts, een rare geschiedenis."*
IX. R. bocht (360°) inclinatie ca. 45°		IX. *„rechts afglijden."*

REEKS C. Proefpersoon met eenige luchtervaring (toentertijd leerling-vlieger.)

Waarnemingen op 28 September 1920.

Proefpersoon: Lt. Th. à Th. van der Hoop. Bestuurder: v. W. P.

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder.)	Waarnemingen van den proefpersoon.
I. R. bocht (360°) hoeksnelheid 10° per sec. incl. ca. 60° straal 148 M.	I. „*linker bocht.*"
II. L. bocht (360°) incl. ca. 45° hoeksnelheid 8° per sec. straal 186 M.	II. „links, *toen weinig rechts.*"
III. R. bocht (360°) incl. 45° ca. hoeksnelheid 8° per sec. straal 186 M.	III. „dito omgekeerd" d.i. rechts, *toen weinig links.*

Waarnemingen op 20 October 1920.)

Proefpersoon: Lt. Th. à Th. van der Hoop. Bestuurder: v. W. P.

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder.)	Waarnemingen van den proefpersoon.
IV. R. bocht (360°) ca. 45°. incl. hoeksnelheid 8° per. sec. straal 186 M.	IV. „rechter bocht (flauw)" *daarna linker bocht (flauw)*"
V. R. bocht (360°) ca. 45° incl. hoeksnelheid 6° per sec. straal 254 M.	V. „?"
VI. L. bocht (360°) ca. 45° incl. hoeksnelheid 4° per sec. straal 398 M.	VI. „*rechter bocht?*"

REEKS D. Proefpersoon met groote luchtervaring (circa 800 vlieguren.)

Waarnemingen op 25 October 1920.

Proefpersoon: van Weerden Poelman (aantal vlieguren 800.)
Bestuurder: v. W. P.

Bewegingen en stand van het vliegtuig. (Handelingen van den bestuurder.)	Waarnemingen van den proefpersoon.
I. R. bocht (360° incl. ca. 45°) hoeksnelheid 8° per sec. straal 194 M.	I. „rechter bocht"
II. L. bocht (360° incl. ca. 45°) hoeksnelheid 6° per sec. straal 254 M.	II. „meen eerst linker en *toen naar rechts*"
III. R. bocht (360° incl. ca. 60°) hoeksnelheid 10° straal 148 M.	III. *„niet gemerkt"*
IV. R. bocht (360° incl. ca 45°) hoeksnelheid $8^1/_2$° straal 177 M.	IV. *„linker bocht"*
V. L. bocht (360° incl. ca. 45°) hoeksnelheid 8° straal 186 M.	V. „linker bocht"
VI. R. bocht (360° incl. ca. 45°) hoeksnelheid 8° straal 186 M.	VI. *„niet gemerkt"*.

BESCHOUWINGEN OMTRENT DE GEVONDEN UITKOMSTEN.

REEKS A 3 proeven hoeksnelheden 10°, 8°, 12° versnelling en vertraging resp, ca. 2°, 1.6° en 2.4°.

Geen enkele juiste waarneming.

REEKS B 3 proeven hoeksnelheid 10°, versnelling en vertraging ca. 2°;

3 juiste waarnemingen en nagewaarwordingen.

6 proeven hoeksnelh. 8°, versnelling en vertraging ca. 1.6°: 2 juiste, 2 twijfelachtige (rechtsch afglijden en rechtsch overhangen) en 2 volkomen onjuiste waarnemingen.

REEKS C 3 proeven hoeksnelh. 8°, versnelling en vertraging ca. 1.6°; 3 juiste waarnemingen met nagewaarwordingen.

3 proeven hoeksnelheden resp. 10°, 6°, 4°, versnelling en vertraging 2°, 1.2°, en 0.4° alle met onjuiste waarnemingen.

REEKS D 2 proeven hoeksnelheden 8°, versnelling en vertraging 1.6°: 2 juiste waarnemingen.

4 proeven hoeksnelheden resp. 10°, 8½°, 8°, en 6°, versnelling en vertraging resp. ca. 2°, 16°, 12°:

4 onjuiste waarnemingen.

Men bedenke, dat vóór het begin van elke proef de proefpersoon gewaarschuwd werd, dat hij dus wist dat er een rechter of linker bocht zou worden gemaakt. Bij eenvoudigweg raden bestond dus de kans dat bij de 24 proeven er 12 juiste uitkomsten zouden zijn.

Van eenige oefening blijkt niets. De proefpersoon van Reeks B met zeer geringe luchtervaring gaf verreweg de beste uitkomsten. Bij hem heeft het den schijn of de prikkeldrempel ligt bij een hoeksnelheid van 10° i.e. ongeveer 2° versnelling en vertraging, inwerkende gedurende 5″. Merkwaardig is dat zoo dikwijls nagewaarwordingen optraden, zooals wij die ook op de draaistoel kennen (bij stoppen der stoel gewaarwording van draaien in den tegengestelde richting).

Bovendien bleek, gelijk te verwachten was, dat de proefpersoon volkomen rechtop bleef zitten ook bij de uiterste inclinatie van het toestel, waarbij hij dus in plaats van verticaal ten opzichte van de aarde vrijwel horizontaal kwam te staan. Alle proefpersonen bleken een volkomen normaal reageerend vestibulair orgaan te bezitten. Het speciaal daarop gericht onderzoek wees uit:

	duur nystagmus (10 × draaien in 20″)
Proefpersoon van Reeks A:	R 28 sec. L 31 sec.
„ „ „ B:	R 26 „ „ 26 „
„ „ „ C:	R 31 „ „ 31 „
„ „ „ D:	R 16 „ „ 16 „

Theoretisch physiologisch zijn deze uitkomsten wel in overeenstemming te brengen met vroegere onderzoekingen op dit

gebied, waarbij wij moeten bedenken, dat het minimum perceptibile niet alleen afhangt van de hoekversnelling doch ook van den tijd, gedurende welken deze versnelling inwerkt. Mach vond een minimum gewaarwording bij 2°—3° hoekversnelling per seconde, wanneer deze versnelling gedurende 14—16 seconden werkte. Werkt de versnelling slechts zéér kort in (in casu $\frac{1}{45}$ seconde) dan vond van Rossem [1]) de gemiddelde waarde voor de minimum-versnelling minstens 80° per seconde. W. Mulder [2]) geeft als gemiddeld minimum van 3 proefpersonen een versnelling van 2° aan, inwerkende gedurende den reactietijd (0.8″).

Dat blijkens onze experimenten deze prikkeldrempel in de lucht hooger ligt was van te voren te verwachten; immers eenerzijds worden in een vliegtuig de semi-circulaire kanalen geïsoleerd geprikkeld en kunnen dus oppervlakkige en diepere sensibiliteit bij de totstandkoming van een gewaarwording geen rol spelen (hetgeen op een draaischijf m. i. wel het geval is), terwijl anderzijds doordat het vliegtuig geheel los in de lucht ligt, onafgebroken een groot aantal van de meest verschillende prikkels voornamelijk tengevolge van kleine verticale stijg- en daalbewegingen op den proefpersoon inwerken, die verwarrend moeten werken.

Practisch gesproken zijn de uitkomsten voor hen, die niet van nabij met de aviatiek bekend zijn, verbluffend; men kan zich maar heel moeilijk voorstellen, wanneer men een vliegtuig in de lucht, in plaats van horizontaal, vrijwel verticaal op zijn kant ziet staan en vrij snelle draaibewegingen ziet uitvoeren, dat de inzittenden hiervan niets bemerken, zoodra hun gezichtsvermogen hen er niet meer over kan inlichten. En toch zien wij, dat dit het geval is en dat bij geen der proefreeksen de proefpersonen meer juiste gewaarwordingen hadden omtrent stand en beweging van het vliegtuig, dan zij verkregen zouden hebben bij eenvoudig raden.

Practisch komt het er dus op neer, dat door speciaal daarop gerichte proefnemingen bewezen is (wat we ons op pagina 7 als

---

[1]) A. van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt vanuit de halfcirkelvormige kanalen. Proefschrift Utrecht 1907.

[2]) W. Mulder. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. Proefschrift Utrecht 1908.

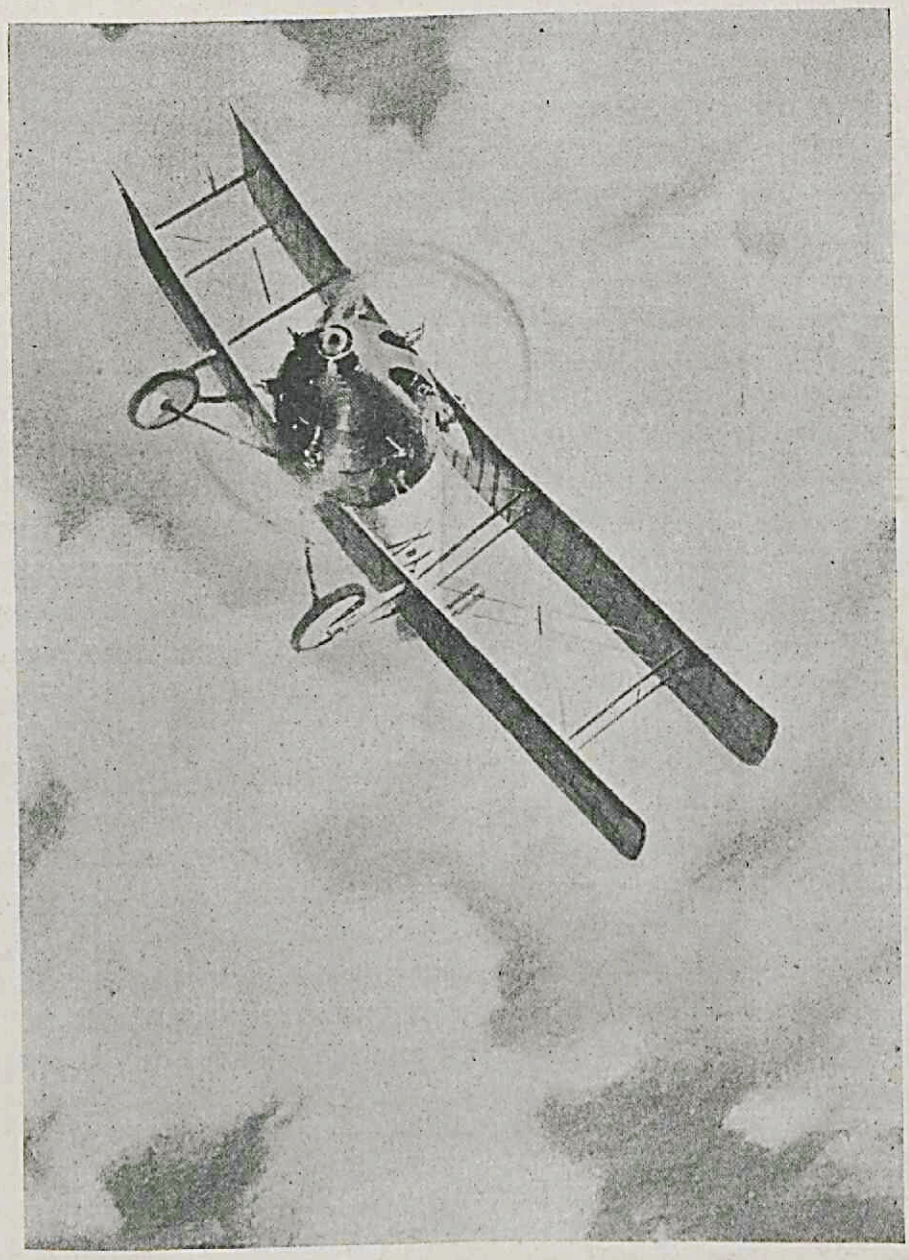


Fig. 4. Linkerbocht. Inclinatie ± 45°

doel stelden) dat het onmogelijk is, inclinaties, gepaard gaande met draaibewegingen (gelijk dit normaliter geschiedt) te percipieeren, wanneer oogenhulp is uitgesloten. Tevens zagen wij uit het voorgaande hoe dit feit physiologisch te verklaren is.

Ik zag er van af het aantal proefnemingen uit te breiden, aangezien er, om zoo te zeggen dagelijks, onopzettelijke experimenten verricht worden door vliegers, die in wolken en soms ook in mist vliegen. Zij allen weten, dat het onmogelijk is om anders dan op het gezicht een vliegtuig, wanneer het door een of andere oorzaak uit den horizontalen stand gebracht is (waarmee automatisch een draaibeweging gepaard gaat[1]) weer in de juiste positie terug te brengen.

Met de tegenwoordige toestellen, die een groote mate van automatische stabiliteit (inherent stability) bezitten gelukt het slechts met groote moeite en met aanwending van een bijzondere taktiek, die slechts een fijngevoelend en ervaren vlieger meester is, een korten tijd in de wolken recht uit te vliegen en dan nog alleen, wanneer er geen sterke of onregelmatige luchtbewegingen in die wolken plaats vindt, hetgeen slechts zelden het geval is.

Alleen door tot allen prijs te voorkomen, dat hij uit zijn horizontalen stand komt lukt het den vlieger soms eenigen tijd rechtuit te vliegen: komt hij echter door de een of andere oorzaak uit dien stand dan lukt het nimmer het toestel weer in de normale vluchtlijn te brengen. [2])

De te volgen taktiek moet déze zijn, dat de vlieger zorgt volkomen rechtliggend en met al zijn stuurorganen centraal gesteld de wolk in te gaan; hij houdt nu deze stuurorganen

---

[1]) en wel tengevolge van 3 verschillende oorzaken:

1°. doordat de lift-drift verhouding der lage vleugel ongunstiger is dan die der hooge, waardoor dus ruw gezegd de lage vleugel meer wordt „tegengehouden" dan de hooge;

2°. doordat het toestel naar de geïnclineerde kant toe gaat afglijden en er zoodoende op de verticale staartvlakken een druk wordt uitgeoefend, die de neus van het toestel doet afwijken in de richting der inclinatie;

3°. doordat de vlieger tengevolge van bovengenoemd afglijden, „zijwind" gaat voelen en nu zijn richtingsroer „uittrapt" naar de zijde vanwaar hij de zijwind voelt komen, dus naar rechts wanneer tengevolge van afglijden naar rechts de „zijwind" van die zijde komt.

[2]) Zie hieronder de aanteekening omtrent het gyroscopisch compas.

steeds op hun plaats en redresseert onmiddellijk de geringste inclinatie met zijn stuurstang (d.w.z. door middel van de ailerons) voordat deze inclinatie nog aanleiding heeft gegeven tot een draaibeweging. Het essentieele in deze is, dat hij zijn voetenstuur niet van stand laat veranderen (dus niet de klassieke regel toepast: „uittrappen naar de kant vanwaar de zijwind komt") en dat hij uiterst gevoelig moet zijn voor inclinaties (zonder draaiing) en daarop snel en in de juiste mate weet te reageeren: laat hij de inclinatie van het toestel een oogenblik te lang bestaan dan gaat het draaien (zie noot 1 blz. 16) en geen zintuig noch instrument[1]) is dan in staat hem omtrent zijn stand en beweging in de ruimte te oriënteeren. Het is duidelijk, dat een dergelijk snel en juist reageeren en een dergelijk fijn gevoel voor de verticale slechts bij enkele vliegers voorkomt, waardoor het hen bij stil weer mogelijk is het eenigen tijd in de wolken uit te houden; de meesten lukt dit niet en voor hen blijft een eenigszins langdurig verblijf (d.w.z. meer als enkele minuten) in wolken of mist een hachelijke zaak.

Oberartzt E. Forster, zelf een vlieger, komt de verdienste toe hierop reeds in 1918[2]) gewezen te hebben in een artikel, waarin hij ernstig waarschuwt tegen de toentertijd zoo in zwang zijnde overschatting van de functie van het vestibulair orgaan als zintuig, dat ons in de wolken het vliegen mogelijk zou maken. Hij grondde zijn opvatting op uitlatingen van vliegers waarvan ik er hier enkele overneem:

Oberleutnant Heydemarck[3]) een bekend Duitsche vlieger zegt: „In den Wolken fliegen — das ist das Grauenhafteste was ich mir denken kann. — Dieses Taumeln durch das Nichts. Nach kurzer Zeit schon geht das Gleichgewichtsgefühl fort. Verlasz ist nur, wenn sich das Auge an einen Punkt klammern kann und dadurch das Gefühl für das Gleichgewicht schafft".

Latham een der oudste en bekendste Fransche vliegers schrijft het volgende over een door hem verrichte wolkenvlucht:

---

[1]) Zie h.o. de aanteekening omtrent het gyroscopisch compas.

[2]) Der Gleichgewichtssinn des Fliegers. Zeitschrift für Flugtechnik 26 Januari 1918.

[3]) Doppeldecker C 666.

„Eine peinliche Angst ergriff mich, und ich bin sobald als möglich wieder heruntergegangen. Als ich auf dem Flugplatze anlangte war ich nach Aussage der Anwesenden totenbleich, und Blériot muszte mich auf dem Wege zum Büfett stützen, sonst wäre ich zusammengebrochen."

Hucks,[1]) een beroemd Engelsch vlieger, uit als volgt zijn meening over de oorzaak van verschillende vliegongevallen:

„Es ist leider noch nicht allgemein bekannt, dasz in den letzten Jahren eine grosze Zahl verhängnisvoller Unglücksfälle einzig und allein auf Wolkenflüge zurückzuführen sind. Alle Anstrengungen, die Maschine in den Wolken wieder in einen beständigen Geradeaus-Flug zu bringen, sind vergeblich — bis man schlieszlich fast Kopf nach unten oder in Spiralen aus den Wolken herauskommt. Es sind auch Fälle bekannt, wo die Flächen unter dem Druck beim Abfangen der Maschine aus vertikalem Sturzflug brachen. Vor einiger Zeit löste sich an der Südküste eine Maschine in den Wolken auf — die Haupttragflächen fielen etwa 800 M. von Rumpfgestell entfernt zu Boden. — Die zurzeit zur Verfügung stehenden Instrumente sind von geringerer Brauchbarkeit, wenn man erst einmal die Steuerkontrolle verloren hat. Ein Luftgeschwindigkeitsmesser, der z. B. 240 km Stunden anzeigt, orientiert nicht darüber, ob man in Korkenzieherspiralen heruntergeht oder im geradeaus gerichteten Sturzflug. — Wasserwagen werden von der Zentrifugalkraft irgend wie anders eingestellt."

Ik verrichtte gedurende mijn loopbaan als vlieger van 1914—1918 herhaaldelijk wolkenvluchten en kwam tot volkomen gelijksoortige conclusies; bij stil weer (in de wolken) gelukt het, met behulp der bovenbeschreven taktiek, waarbij alles aankomt op het voelen der verticale, om gedurende korteren of langeren tijd het toestel recht te houden; is het echter door een of andere oorzaak in eenigszins belangrijken graad uit den horizontalen stand gebracht, dan is het onmogelijk om het weder te redresseeren en dient men te trachten zoo spoedig mogelijk door snel te dalen uit de wolk te komen. Bij het verrichten dezer wolkenvluchten bemerkte ik het optreden van een hoogst eigenaardige illusie, welke ik nog nergens beschreven zag,

[1]) Flugsport No. 16. 1917.

doch die, naar ik uit gesprekken met andere vliegers vernam, ook bij hen meermalen was voorgekomen. Komt men nl., na eenigen tijd in een wolk gevlogen te hebben, eruit en geschiedt deze overgang plotseling, zooals voornamelijk bij cumuli (stapelwolken) het geval is, dan heeft men herhaaldelijk den indruk, alsof de aarde scheef staat, alsof de lijn van den horizon een scherpe hoek maakt met de lijn, die wij ons als juiste horizon denken. De verklaring hiervan is duidelijk: men gaat horizontaal de wolken in; het laatste wat men van de aarde ziet, is, dat het vlak dier aarde en de lijn van den horizon evenwijdig zijn aan de draagvlakken van het toestel. Zonder dat men het bemerkt komt nu door een of andere oorzaak het toestel scheef te liggen ten opzichte van de aarde en in deze positie verlaat men de wolk en krijgt plotseling de aarde weer te zien. Doordat men echter dezen scheeven stand niet heeft kunnen percipieeren (inclinatie plus draaiing!) is men nog steeds in de overtuiging dat het toestel recht (i. e. horizontaal) ligt, doch neemt tevens waar, dat de draagvlakken van het toestel een hoek maken met het vlak van de aarde en de lijn van den horizon. De overtuiging echter dat het toestel recht ligt (immers men heeft geen standsverandering waargenomen) is zóó sterk, dat het niet meer parallel zijn van toestel en aarde naar buiten geprojecteerd wordt en men den indruk krijgt, dat de áárde scheef is komen te staan. De eerste keeren, wanneer men zich nog niet in deze situatie ingedacht heeft en hare ontstaanswijze niet duidelijk is, kost het eenige moeite en nadenken zich den werkelijken toestand te realiseeren; men moet zich geweld aandoen om aan te nemen, dat de aarde wel niet van stand zal zijn veranderd en dat het wel aan ons en ons toestel zal liggen, dat het parallelisme ertusschen verbroken is. Neemt men dit dan ook aan en handelt men ernaar, dan ziet men duidelijk de aarde zich weer recht leggen!

Deze illusie treedt, gelijk gezegd, slechts de eerste keeren op, wanneer men uit een wolk komt en maakt bij meerdere ervaring plaats voor een vaag gevoel van gedesorienteerd zijn in de ruimte; bovendien zijn er meerdere vliegers, die dezen scheeven stand der aarde nooit hebben opgemerkt, waartegenover echter de zeer positieve uitingen staan van anderen,

voor wie deze illusie zeer duidelijk was en die nauwkeurig het geheele verloop ervan wisten te beschrijven.

Het optreden dezer illusie is een aardig bewijs a contrario voor de stelling, dat bij uitsluiting der oogen geen zintuig of combinatie van zintuigen in staat is ons in te lichten omtrent den stand van een vliegtuig in de ruimte: immers bemerkten we een standsverandering in een wolk wèl, en wisten wij dus, dat we scheef ten opzichte van de aarde waren komen te staan, dan zou een dergelijke illusie nooit kunnen optreden. Een soortgelijk bewijs uit het ongerijmde voor het feit, dat wij normale draaibewegingen van een vliegtuig slechts met onze oogen en nergens anders mee percipieeren, is het volgende: kijkt men bij het maken van een scherpe bocht langs de lage vleugel naar de aarde, dan krijgt men door den grooten afstand de gezichtsindruk van een zeer langzame draaiing, zoodat er, ook bij den beginneling, geen spoor van duizeligheid optreedt. Richt men echter tijdens een dergelijke draaiing de blik langs de hooge vleugel dan ziet men erlangs in de ruimte zonder een vast punt te kunnen fixeeren, waardoor men den gezichtsindruk krijgt, dat deze bovenvleugel met zeer groote snelheid een draaibeweging uitvoert langs het uitspansel: en nu treedt, bij beginnelingen althans, een sterke duizeligheid op en bij meer ervaren vliegers een uitgesproken gevoel van onbehagelijkheid, doordat er nu een disharmonie bestaat tusschen hetgeen men ziet en hetgeen men voelt: men ziet een snelle draaibeweging, men voelt die niet en dit geeft hetzelfde onbehagelijke gevoel van onzekerheid, van vage gedesorienteerdheid, dat wij ook kennen bij het analoge geval der z.g. „betooverde kamer", waar men, door draaiing der wanden den (gezichts) indruk wekt, dat een „looping" verricht wordt, terwijl in werkelijkheid de vloer slechts een lichte schommelbeweging maakt: ook deze disharmonie tusschen de gezichts- en de andere zintuigelijke indrukken veroorzaakt duizeligheid, soms in zoo hevige mate, dat het tot braken komt.

Dat het bovenstaande de juiste verklaring is voor dit optreden van duizeligheid bij het kijken naar de hooge vleugel gedurende een draaibeweging en dat dit phenomeen niets te maken heeft met een „Drehschwindel", versterkt door een abnormale hoofdhouding gelijk wel beweerd werd, wordt

bewezen door het onmiddellijk verdwijnen van dit onbehagelijke duizeligheidsgevoel bij het sluiten der oogen, zonder dat men iets aan de draaibeweging of aan den hoofdstand verandert.

De gevolgtrekking, die derhalve uit al deze opzettelijke en onopzettelijke experimenten, waarnemingen en indrukken (illusies) gemaakt kan worden, komt practisch gesproken hierop neer, dat de mensch met de tegenwoordig in gebruik zijnde vliegtuigen niet in staat is gedurende langeren tijd in wolken of mist te vliegen[1]), terwijl uit de analyse der proefnemingen blijkt, hoe dit ervaringsfeit physiologisch afdoende te verklaren is.

Kan de mensch met de hem ten dienste staande zintuigen derhalve een toestel in de wolken niet behoorlijk besturen, met behulp van zijn intellect is hij in staat gebleken ook dezen hinderpaal uit den weg te ruimen, al hebben dan ook de instrumenten, die tot dit doel vervaardigd werden nog niet dien graad van volmaking bereikt, dat hun volkomen bedrijfszekerheid gewaarborgd is. Het ligt hier niet op mijn weg de mechanische oplossingen van het probleem in details te bespreken, doch ik wil slechts in principe aangeven waarop het berust. Eenerzijds construeerde men zgn. servomoteurs die aan het toestel een automatische dwarsstabiliteit verleende, een oplossing echter waaraan vele nadeelen kleefden, anderzijds bracht men in het toestel gyroscopische compassen aan, die den vliegers omtrent de inclinatie van zijn toestel inlichten ook wanneer deze inclinatie met draaibewegingen gepaard gaat. Vooral met behulp dezer laatste instrumenten, waarvan een groot aantal verschillende types geconstrueerd werden (Giro-inclinomètre le Prieur, Drexler enz.) lukt het den vlieger, wanneer er tenminste geen te groote afwijkingen van den horizontalen stand voorkomen, dat wil dus zeggen bij niet al te ongunstig weer, gedurende onbepaalden tijd in wolken of mist te vliegen. Het behoeft wel geen verder betoog, dat alle andere instrumenten — schietlood, waterpas, magnetische compassen enz. — in deze geen rol kunnen spelen, doch integendeel verwarrend werken.

---

[1]) Nachtvluchten zijn zeer wel mogelijk, omdat zelfs bij de diepste duisternis de horizon zich als een ietwat lichtere lijn blijft afteekenen.

B. LOOPING — TONNEAU — VRILLE.

Behalve bochten d.w.z. draaibewegingen om een ten opzichte van het toestel verticale as kennen wij in de luchtvaart draaibewegingen om een horizontale as evenwijdig met de breedteas van het toestel (loopings), terwijl bovendien draaibewegingen mogelijk zijn om een horizontaal gestelde sagittale as (tonneaux) en om een verticaal gestelde sagittale as (vrilles), waarbij wij steeds bedenken moeten, dat de as, waarom deze draaibewegingen plaats vinden, gelegen is buiten het toestel

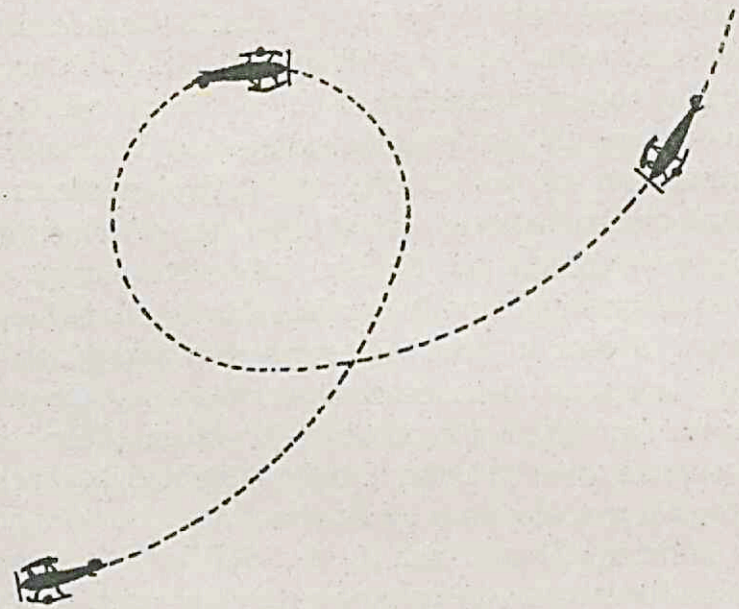


Fig. 5. Looping.

en wel min of meer ver, naarmate van de graad der inclinatie en de snelheid van draaiing.

1. Looping: (zie figuur 5.) Bij een goed uitgevoerde looping beschrijft het toestel nagenoeg een cirkel, waarbij de luchtsnelheid niet of niet noemenswaard behoort te veranderen. De hoeksnelheid en hoekversnelling blijkt onder de gewaarwordingsdrempel te blijven, terwijl de op het lichaam werkende krachten (resultante van zwaartekracht en centrifugale) slechts van grootte doch niet van richting, ten opzichte van de steunvlakken in het vliegtuig, veranderen. Otolithen-orgaan en alle sensibiliteitsqualiteiten zijn derhalve niet bij machte om ons uitsluitsel te geven omtrent stand en beweging

van het toestel, zoodat wij dan ook zien, dat een geblinddoekte proefpersoon bij een goed uitgevoerde looping niets van deze manoeuvre bemerkt, en slechts, wanneer hij een aviatisch goed geoefend waarnemingsvermogen bezit, een vage impressie van stijgen krijgt. Proefnemingen hieromtrent, zooals wij deze verrichtten bij bochten, zijn van geen practische beteekenis, aangezien bij wolkenvluchten het toestel niet „vanzelf" een looping-beweging gaat uitvoeren hetgeen, gelijk wij zagen, met bochten wel het geval is, en men bovendien met behulp van instrumenten (toerenteller, inclino- en snelheidsmeter) steeds in staat is het toestel op een zelfde niveau te houden, dus stijgingen in de vluchtrichting, waarmee een looping steeds begint, zonder eenige moeite ook in de wolken kan voorkomen.

Bovendien zijn looping-bewegingen onbruikbaar om gegevens te verzamelen ter uitbreiding onzer kennis aangaande de physiologie der semicirculaire (in casu de verticale) kanalen, aangezien het met de tegenwoordige toestellen onmogelijk is de draaisnelheid hoog genoeg op te voeren. Dat bij zeer snelle loopings de prikkel niet groot genoeg is om bij een geoefend vlieger vertigo te doen optreden, is het duidelijkst bewezen door het zgn. record van den Franschen vlieger Fronval, [1]) die in zoo kort mogelijken tijd een zoo groot mogelijk aantal loopings trachtte te maken en er in slaagde in 3 uur 52 minuten 10 sec., 962 dergelijke draaibewegingen te volvoeren zonder dat er bij hem de minste duizeling optrad. (De loopings werden hierbij gemiddeld uitgevoerd in 14.5″, dat wil dus zeggen met een hoeksnelheid van 25° per sec.). Hoewel gelijk gezegd door waarnemingen van vliegers en van passagiers in vliegtuigen gebleken is, dat een goed uitgevoerde looping (bij uitsluiting van het gezichtsorgaan) niet wordt gepercipieerd achtte ik toch enkele opzettelijke experimenten hieromtrent niet overbodig, om daarbij dan tevens de hoeksnelheid en de straal van den doorloopen cirkel te bepalen. Voor dit doel verrichtte ik enkele proeven met een Fokker verkennings-vliegtuig, bestuurd door den luitenant vlieger van Weerden Poelman, waarbij ik zelf als proefpersoon optrad en waarbij wij tot de volgende resultaten kwamen: de tijd noodig voor het be-

[1]) Bulletin de la Fédération Aeronautique Internationale n°. 2 1921.

schrijven van den volkomen cirkel bedroeg resp. $7^2/_5$, 7, 8 en 9 seconden (gemeten met een stopwatch) dat wil dus zeggen een hoeksnelheid tusschen 40° en 50° per sec. wanneer er alles op gezet werd de draaiing zoo snel mogelijk te volvoeren. De straal van den doorloopen cirkel valt te berekenen als we aannemen, dat de gemiddelde luchtsnelheid (afgelezen van de op het toestel aanwezige snelheidsmeter) 120 KM. per uur bedroeg: we komen dan tot de volgende berekening

$$2\pi R = \frac{120.000}{3600} \times 7^2/_5 \text{ (7, 8, 9.)}$$

$$R = \text{circa } 35 \text{ m. (40, 45 m.)}$$

Bij sluiten der oogen lukte het mij niet een looping juist waar te nemen, tweemaal meende ik dat de vlieger slechts een plotselinge sterke stijgbeweging (zoom) had uitgevoerd, terwijl toch inderdaad een volledige looping was verricht.

Zoowel bij open als gesloten oogen bestond er tijdens het begin der looping (dus gedurende het eerste stijgen) een sterke neiging om het hoofd voorover te buigen die mogelijkerwijs als een otolithen reflex beschouwd moet worden; bij geopende oogen kostte het tengevolge daarvan een zekere inspanning om met het hoofd de beweging van het toestel te volgen.

2. Tonneaux. (roll, sideways loop).

Een tonneau is een draaibeweging om een as evenwijdig aan de sagittale as van het toestel, welke as horizontaal gesteld is ten opzichte van de aarde. Eenvoudiger gezegd het toestel vliegt horizontaal, draait 360° om zichzelf en vervolgt zijn horizontale vlucht (zie fig. 6).

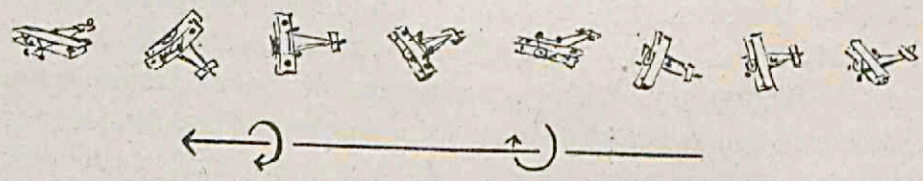


Fig. 6. Tonneau.

Tengevolge van het feit dat de as van draaiing buiten het toestel gelegen is treedt er ook hier weer een centrifugale kracht op, die maakt dat de grootte doch niet de richting (t. o. v. den

onderlaag) der op het lichaam werkende krachten verandert, zoodat sensibiliteit en otolithenorgaan mechanisch uitgesloten zijn van de rol een juiste perceptie te geven der uitgevoerde beweging. De draaisnelheid, dus ook de versnelling en vertraging bij begin en einde der manoeuvre is echter veel grooter dan b.v. bij een looping, waartegenover echter staat, dat het in het algemeen niet mogelijk is meer dan 2 tonneaux achtereen te maken, zoodat het mij, bij proefnemingen op mijzelven met gesloten oogen, niet gelukte de beweging juist te percipieeren en ik herhaaldelijk slechts den indruk kreeg van een sterke stijging, zonder iets van de draaibeweging te bemerken.

Bij de verrichtte proeven (vlieger en vliegtuig als bij de looping proeven) werd de tonneau verricht in 6″ dat wil dus zeggen met een hoeksnelheid van 60° per sec.

3. Vrille. (descente en tabouret de piano, spin, spinning nose dive).

De draaibeweging bij een vrille is identiek met die, welke wij bij de tonneaux beschreven: de neus der machine is nu echter naar de aarde gericht, zoodat de as, waarom de draaiing geschiedt (welke as evenwijdig is aan de sagittale as van het toestel) verticaal staat ten opzichte van de aarde. (zie fig. 7).



Fig 7. Vrille.

Van groot practisch belang is echter, dat een vrille eenigen tijd kan worden doorgezet en de draaisnelheid zeer groot is tengevolge waarvan vertigo kan optreden en ook werkelijk zoo nu en dan optreedt en tot ongelukken aanleiding geeft.

Het bleek niet mogelijk de draaisnelheid bij een vrille nauwkeurig te meten, aangezien het tellen der draaiingen zoo bezwaarlijk gaat. Eenmaal lukte het mij slechts met een stopwatch de tijd van ongeveer 5 op elkaar volgende draaiingen juist te meten. Deze bedroeg 15 seconden. Hieruit volgt een hoeksnelheid van 120° per sec.

Aangezien bij een vrille — evenals trouwens bij de looping en de tonneau — de regelmatige draaiing uitermate snel optreedt, werkt de hoekversnelling slechts een fractie van een secunde in en in deze

richting moet dan ook m. i. de verklaring gezocht worden van het niet percipieeren van al deze draaibewegingen bij gesloten oogen (zie p. 13 en van Rossem's proefschrift p. 128).

Ons rest nog na te gaan welk paar semicirculaire kanalen bij de verschillende boven besproken draaibewegingen in het bijzonder geprikkeld worden, in welk vlak deze draaiingen plaats vinden en in welk vlak eventueel optredende vertigo zich manifesteeren zal bij eindiging der draaibeweging.

Wij weten uit draaistoelexperimenten, dat vertigo in een horizontaal vlak, zooals wij die kunnen opwekken, door de horizontale kanalen te prikkelen d. w. z. door den proefpersoon rond te draaien met het hoofd 30° voorovergebogen, weinig hinderlijk is: men heeft bij het stilstaan van den stoel een tijdlang het gevoel in de tegenovergestelde richting gedraaid te worden, doch aanleiding tot een zgn. valreactie geeft het niet.

Geheel anders is dit, wanneer de vertigo gevoeld wordt in een verticaal vlak, hetzij dit frontaal of sagittaal ten opzichte van het hoofd van den proefpersoon gesteld is. Een dergelijke vertigo kan men met een draaistoel slechts op zeer gekunstelde wijze opwekken: draait men nl. den proefpersoon met het hoofd 120° voorover gebogen (practisch dus met het hoofd tusschen de knieën) dan prikkelt men de voorste verticale kanalen in een frontaal vlak. Zoolang hij nu zijn hoofd in deze positie houdt is dit frontale vlak, waarin de draaiing plaats vindt, horizontaal gesteld en geeft de bij stoppen van den stoel optredende vertigo geen aanleiding tot een bijzondere reactie. Richt hij zich echter, zoodra de stoel stilstaat, op, dan wordt het frontale vlak, waarin de vertigo optreedt in plaats van horizontaal, verticaal gesteld en hij vertoont nu een valreactie, doordat hij de nagewaarwording heeft in een frontaal verticaal gesteld vlak te draaien in een richting tegengesteld aan de oorspronkelijke draairichting. Was hij dus met voorovergebogen hoofd rechtsom gedraaid, dan krijgt hij bij oprichting een vertigo naar links en valt (of liever gooit zich) naar rechts om zich daar tegenin te zetten. Door den proefpersoon het hoofd op den schouder te laten leggen kan men op de draaistoel de verticale kanalen in het sagittale vlak prikkelen. Zoolang hij op die wijze zijn hoofd geinclineerd houdt vindt de vertigo bij stoppen van den stoel plaats in het

horizontale vlak. Richt hij echter het hoofd op dan komt het vlak der vertigo verticaal te staan en hij heeft nu de zeer krachtige en verwarrende nagewaarwording voorover of achterte vallen (vertigo in het verticaal gestelde sagittale vlak).

Samenvattende kunnen wij dus zeggen, dat vertigo in een horizontaal vlak minder hinderlijk en verwarrend werkt, dan vertigo in een der verticale vlakken (frontaal of sagittaal), terwijl wij door de hoofdhouding te veranderen (90° voorover of opzij gebogen) steeds in staat zijn een verticale vertigo in een horizontale te veranderen.

Passen wij dit nu toe op de bovenbeschreven draaibewegingen van een vliegtuig dan zien wij het volgende:

Bij scherpe bochten en spiralen worden de verticale kanalen geprikkeld en wel in een vrijwel horizontaal vlak, doordat het toestel sterk geinclineerd is en de inzittenden, gelijk wij zagen, niet van houding ten opzichte van het toestel veranderen.

Komt het toestel nu uit de bocht of spiraal, dan is tevens de inclinatie geeindigd, de vlieger komt rechtop te zitten en een eventueel optredende vertigo zou moeten plaats vinden in een verticaal gesteld sagittaal vlak m. a. w. hij zou bij het eindigen der draaiingen het gevoel kunnen krijgen, voorover of achterover te vallen en dus bij zijn pogen om daartegenin te gaan het toestel òf doen stijgen òf doen dalen. Hoewel wij zagen, dat zelfs zeer snelle draaiingen (hoeksnelheid 10 à 12°) de bedoelde kanalen niet boven de perceptiedrempel prikkelden en geen vertigo verwekten, is het toch allerminst uitgesloten, dat nog sneller draaibare toestellen geconstrueerd zullen worden en dat hiermede wel degelijk een vertigo (en wel te eerder wanneer het vestibulair apparaat van den vlieger hyperexcitabel is) kan worden opgewekt. Voor dat geval is het nuttig te bedenken, dat de vlieger bij het komen uit een scherpe bocht of spiraal de hinderlijke verticale vertigo kan wijzigen in een onschadelijke horizontale door het hoofd scherp naar den schouder toe te buigen, waardoor immers het sagittale verticale vlak horizontaal komt te staan. [1])

---

[1]) Ervaring omtrent de doeltreffendheid dezer maatregelen bestaat, waar het „bochten" betreft nog niet: wèl bestaat deze ervaring aangaande loopings en vrilles.

Bij een looping vindt de draaibeweging in een volkomen sagittaal vlak plaats. Bij bocht of spiraal is dit vlak van draaiing pas dán volkomen sagittaal t. o. v. het hoofd van den proefpersoon, wanneer de inclinatie tot 90 graden wordt doorgezet. De beide (voorste en achterste) verticale kanalen worden zoodoende geprikkeld en de eventueel optredende vertigo zou evenals bij bochten of spiralen plaats vinden in het sagittale vlak, verticaal gesteld. Opheffen dezer verticale vertigo kan dus weer geschieden door het hoofd op den schouder te leggen.

Bij de tonneau heeft de draaiing plaats in een frontaal verticaal gesteld vlak. Mogelijk optredende vertigo na het eindigen der draaibeweging heeft plaats in hetzelfde vlak, kan dus een valreactie naar rechts of links veroorzaken, doch door het hoofd 90 graden voorover te buigen kan de vlieger er een horizontale vertigo van maken.

De vrille of spinning nose drive is op dit oogenblik eigenlijk de eenigste aviatische manoeuvre, waarbij de op physiologischen grondslag berustende raadgevingen aan vliegers eenig practisch nut hebben, aangezien de draaisnelheid hierbij zoo hoog opgevoerd wordt, dat herhaadelijk een vertigo optreedt, die den vlieger noodlottig kan worden. De draaiing geschiedt bij een vrille in een frontaal vlak, horizontaal gesteld (dus zooals wij die in den draaistoel opwekken door den proefpersoon het hoofd op zijn knieën te laten leggen). Bij het eindigen richt het toestel zich op en het vlak der vertigo is nu frontaal, doch verticaal gesteld. Evenals wij dit op den draaistoel zien zal een valreactie nu plaats vinden en wel in de richting der voorafgegane draaiing. Komt een vlieger dus uit een rechter vrille, dan zal hij neiging hebben zich naar rechts te gooien (immers hij heeft de nagewaarwording in een frontaal vlak naar links te draaien en zet zich daar tegenin) en heeft groote kans met zijn stuurstang dezelfde beweging te maken en zijn toestel daardoor weer in een vrille of scherpe spiraal te brengen [1]).

Herhaaldelijk is dit waargenomen en menig vlieger heeft daarbij het leven verloren.

---

[1]) En wel naar dezelfde zijde als de voorafgegane vrille. De Amerikaansche opvatting hieromtrent (Air Service Medical p. 261) is onjuist.

Van groot practisch nut is het derhalve deze verticale vertigo hetzij geheel te voorkomen, hetzij te wijzigen in een horizontale.

Voorkómen kan men haar door tijdens de draaibeweging het hoofd 90 graden voorover te buigen (practisch dus naar den bodem van het toestel te kijken), waardoor men dus eigenlijk met het hoofd „onderste boven" kom te staan en gedurende de draaiing de horizontale kanalen dus geprikkeld worden. Bij het eindigen der vrille, waarbij het toestel dus van verticaal weer horizontaal komt, dient men direct weer rechtop te gaan zitten, waardoor de geprikkelde horizontale kanalen horizontaal blijven (90° door oprichten van het toestel + 90° door oprichten van het bovenlichaam) en de vertigo in dit vlak optreedt.

Blijft men gedurende de vrille rechtop zitten dan worden de verticale kanalen geprikkeld; immers de draaiing heeft plaats in een frontaal vlak en de neus van het toestel is loodrecht naar de aarde gericht. Richt men nu bij het eindigen der vrille het toestel op dan komt het vlak der vertigo[1]) verticaal te staan, wanneer men met het hoofd rechtop zou blijven zitten. Buigt men het echter 90 graden voorover dan wordt het vlak dier vertigo weer horizontaal en men heeft niet meer het gevoel in een frontaal vlak gedraaid te worden, waardoor dus de valreactie (de neiging om zich naar rechts of links te werpen) vermeden wordt. Op deze twee manieren, die volgens mijn ervaring zeer gemakkelijk toe te passen zijn, kan men dus elke vrille volkomen ongevaarlijk maken.

Het spreekt vanzelf, dat men door oefening het hinderlijke en verwarrende van een opgetreden vertigo in zekere mate kan leeren overwinnen, men léért het gevoel van draaien in de tegengestelde richting bij ophouden der oorspronkelijke draaibeweging als een illusie opvatten en men slaagt erin de neiging om op deze illusie met een beweging te reageeren te onderdrukken, gelijk wij dat b.v. bij dansers zien. Men adapteert zich dan immers aan de nieuwe omstandigheden en is niet langer slachtoffer van ongecoördineerde zintuigelijke impressies. Deze door ervaring verworven capaciteit, waardoor hoogere centra de primaire, van zintuigen uitgaande, hinderlijke

---

[1]) Vlak waarin de nagewaarwording van draaiing plaats vindt.

prikkels weten te onderdrukken, heeft echter neiging te regredieeren onder invloed van ziekten of andere voor de geestelijke functie schadelijke omstandigheden en wij zien dan, dat een ervaren vlieger, die ontelbare malen vrilles uitvoerde zonder meer van eenige duizeligheid last te hebben, een gegeven dag na bv. nog niet geheel hersteld te zijn van een ernstige influenza, bij het komen uit een dergelijke draaibeweging een zóó ernstige vertigo krijgt, dat hij zijn toestel onmiddellijk weer in een nieuwe vrille werpt, waar hij niet meer uit kan komen en die tot een zeer ernstig ongeval leiden kan. Ik nam van nabij een dergelijk geval waar, waarbij met zeer groote waarschijnlijkheid de bovenbeschreven genese in het spel was en ik ben overtuigd, dat indien deze uiterst bekwame vlieger toen hij zijn vertigo bemerkte het hoofd voorover had gebogen, hij met groote waarschijnlijkheid dit ongeval zou hebben weten te voorkomen.

Henry Head[1]) beschrijft een groot aantal dezer gevallen en laat zich omtrent de oorzaak als volgt uit: „Anything which diminishes the power of concentration tends to lessen control over the reactions of the lower centres to sensory stimulation. An attack of influenza, "a crash", domestic worry or fear, all act in the same direction. A pilot who was giddy when he first went into the air but recovered completely, may fall back to his original mode of reaction and be unable to carry out any aerobatic evolution. Such persons are no longer normal, not because the response is a pathological one, but because for a time at any rate they have been reduced to a lower level of functional effiency".

Ook hier zien wij dus weer, dat eenerzijds toepassing der physiologie voor den vlieger van groot nut kan zijn en anderzijds dat een geregelde medische contrôle, steunende op de bovenontwikkelde principes, levensreddend kan werken.

II. Inclinaties.

Wij hebben thans nog te bespreken de standsveranderingen van het vliegtuig, die niet met draaibewegingen gepaard gaan: inclinaties voorover en achterover (daal- en stijgstand) en

[1]) The sense of stability and balance in the air. Medical Research Committee Special reports Series No. 28 1919, p. 18.

inclinaties naar rechts of links, welke laatste echter slechts tot een geringen graad plaats vinden en spontaan in draaibewegingen overgaan (zie pag. 16).

De perceptie dezer standsveranderingen van het vliegtuig komt normaliter voornamelijk met behulp van het gezichtsorgaan tot stand.

Is deze oogenhulp om de een of andere reden uitgesloten (in wolken of mist) dan is de vlieger aangewezen op zijn vestibulair orgaan en zijn diepere sensibiliteit, doch tevens — en dit is van groot practisch belang — geven hem zeer eenvoudige instrumenten (schietlood, waterpas, snelheidsmeter), aanvankelijk en met groote juistheid, uitsluitsel omtrent deze standsafwijkingen en kan hij met behulp daarvan het toestel horizontaal blijven houden, (d. w. z. zoolang het toestel nog niet in een draaibeweging geraakt is).

Theoretisch leek het mij echter wel van belang na te gaan welke graad van afwijking — bij uitsluiting van het gezichtsorgaan — nog „gevoeld" werd en anderzijds welk zintuig — vestibulair orgaan of diepe sensibiliteit — bij de totstandkoming dezer gewaarwordingen de grootste rol speelt.

Ongeacht de vraag omtrent de meer of mindere belangrijkheid dezer beide genoemde zintuigelijke functies verrichtte ik eerst, ter bepaling van het minimum perceptibile voor deze standsveranderingen een aantal proefnemingen met geblinddoekte proefpersonen (dezelfde van Reeks A, B en C) waarvan het verslag hieronder volgt:

REEKS A. Proefpersoon: Prof. Dr. J. Boeke. Bestuurder: v. W.P.

Toestel: Spijker.

Standsveranderingen van het vliegtuig.	Gewaarwordingen proefpersoon.
I. Voorover 5° (daalstand)	I. *„niets gemerkt"*
II. „ 5° daarna achterover 10°, daarna horizontaal	II. „Stijgen gevoeld, *daarna indruk van dalen"*
III. voorover 10°, achterover 10° (3 × achtereen)	III. alle standsveranderingen worden correct waargenomen

IV.	overhellen naar rechts 10°	IV. „*iets naar links*, daarna rechts, daarna horizontaal, duidelijk gevoeld"
V.	id.	V. „naar rechts, *naar links*, daarna horizontaal"
VI.	id.	VI. „naar rechts"
VII.	overhellen rechts 15°	VII. *geen duidelijke afwijking* gevoeld, vermoed *naar links*"
VIII.	overhellen naar rechts 20°	VIII. „naar rechts"
IX.	overhellen naar rechts 30°	IX. „duidelijk naar rechts"

Wij zien uit deze proeven derhalve, dat bij een proefpersoon zonder vliegervaring het minimum perceptibile voor inclinaties om de breedteas (voorover, achterover) ligt bij 10° en voor inclinaties om de lengteas (overhellen) bij 20°.

Soortgelijke proeven, waarvan ik het verslag niet geheel overneem, wezen uit, dat de minimum afwijking die nog werd gepercipieerd bij den proefpersoon van Reeks B (Ir. Stephan) met geringe luchtervaring, resp. lag bij 5° en 10° en dat deze zelfde getallen bij den proefpersoon van Reeks C (Lt. Th. à Th. van der Hoop) gevonden werden.

Amerikaansche onderzoekingen[1]) kwamen op soortgelijke wijze tot de volgende uitkomsten:

normalen zonder vliegervaring:
- daalminimum 9°.
- stijgminimum 17°.
- overhellen ca. 35° (banking).

Beroepsvliegers:
- daalminimum 4°.
- stijgminimum 6°.
- overhellen (banking) wisselend tusschen 5° en 9°.

---

[1]) Air Service Medical p. 251.

Deze uitkomsten komen dus in groote trekken met de onze overeen. Dat het minimum perceptibile zelfs bij geoefende vliegers zooveel hooger ligt dan wij dit op den grond, in de equilibratie-stoel [1]) vinden, behoeft ons niet te verwonderen, daar wij weten, dat de verticale stijg- en daalbewegingen, die ook bij stil weer steeds in het vliegtuig plaats vinden, de waarnemingen zeer bemoeilijken.

Deze proeven bewijzen niets omtrent het aandeel van het vestibulair apparaat eenerzijds, de diepe sensibiliteit anderzijds bij het totstandkomen dezer gewaarwordingen.

Om tot deze kennis te geraken zouden wij proeven moeten nemen in het vliegtuig met geblinddoekte proefpersonen zonder een spoor van vestibulairfunctie (enkele soorten doofstommen), bij wie wij dus de diepe sensibiliteitsfunctie geïsoleerd kunnen onderzoeken, en aan den anderen kant met geblinddoekte proefpersonen zonder diepe sensibiliteit (te benaderen misschien met voortgeschreden tabetici, liefst van het dorso-lumbo-sacrale type) bij wie alles aan moet komen op de werking van het vestibulair orgaan. Op deze wijze zouden wij hieromtrent tenminste approximatief een oordeel kunnen verkrijgen, al dienen wij ook scherp in het oog te houden, dat we bij soortgelijke experimenten steeds met abnormale personen te maken hebben wier geheele lichamelijke en geestelijke gesteldheid zóózeer afwijkt van die van personen met de volledige beschikking over al hun zintuigen, dat de uitkomsten dezer proeven slechts onder groote reserve toepasselijk te verklaren zijn op normalen, waarom het ons ten slotte toch te doen is.

Amerikaansche onderzoekers [2]) hebben nu inderdaad proeven verricht zoowel in de lift als in het vliegtuig met doofstommen zonder spoor van vestibulaire reactie; in liften om hun perceptievermogen voor liniaire op- en neerwaartsche bewegingen na te gaan, in vliegtuigen om te onderzoeken in hoeverre zij in staat

[1]) Ik vond bij onderzoek van normalen, en bij herkeuringen van vliegers in de equilibratiestoel de volgende uitkomsten:

normale niet-vliegers { minimum voorover 3 à 4°
id. achterover 4°
minimum overhellen R. en L. 5°

vliegers { minimum voor- en achterover $1^1/_2$°
minimum overhellen R. en L. ca. $1^1/_2$°

[2]) Air Service Medical p. 227.

waren standsveranderingen van het toestel in de ruimte waar te nemen [1]).

In de lift bleek dat de „dead vestibule deaf-mutes" beter in staat waren versnellingen, vertragingen en eindigen eener beweging waar te nemen dan normalen, en dat zij niet, gelijk de normalen geregeld, onderhevig waren aan de illusie van een omkeering der beweging bij snelheidsveranderingen en stoppen der lift; gelijkmatige op- en neerwaartsche beweging werd door hen, evenmin als door de normalen, juist waargenomen. Het niet optreden bij deze doofstommen van de „illusion of reversal of motion by alteration in the speed of the car" meen ik in tegenstelling met de Amerikaansche opvatting, die spreekt van een vermeerderde functie der diepere sensibiliteit, te moeten toeschrijven aan het wegvallen van otolithen-prikkels, die bij normalen, bij het stoppen b.v. eener verticale opwaartsche beweging, door de traagheidsfactor aanleiding geven tot de gewaarwording (in casu: illusie) van een beweging in tegengestelde richting. Wat lineare dalingen en stijgingen betreft, zien wij uit deze Amerikaansche onderzoekingen dus duidelijk, dat in dat opzicht doofstommen zonder vestibulair functie in het voordeel zijn boven normalen: zij nemen het werkelijk gebeuren in deze beter waar. Tabetici bleken zoowel versnellingen als vertragingen en stoppen zeer slecht waar te nemen en in hoogen graad onderworpen te zijn aan bovenbeschreven „illusies".

Wat betreft de proeven met doofstommen in het vliegtuig, zooals die van Amerikaansche zijde verricht werden, dienen wij op te merken, dat deze slechts waarde hebben voorzoover zij betrekking hadden op daal- of stijgstand-perceptie (dus draaiing om de breedte-as). Het perceptievermogen voor inclinaties om de sagittale as (rechts of links overhangen) — dat gelijk wij boven zagen van zooveel grooter practisch belang is, — werd door hen niet lege artis onderzocht. Het blijkt uit hun beschrijving n.l. overduidelijk, dat te gelijk met deze inclinatie een draaiing werd uitgevoerd (o. a. al uit hun gezegde op p. 119-1 dat de „angle of banking" tot 85° werd opgevoerd

[1]) en wel daal- of stijgstand d.w.z. inclinaties om de breedteas, daar hun experimenten omtrent zijdelingsche inclinaties al hun waarde verliezen, omdat hierbij tevens draaibewegingen werden uitgevoerd, die gelijk wij aantoonden zelfs volkomen normalen niet percipieeren kunnen.

hetgeen vliegtechnisch volkomen onmogelijk is, zonder tegelijkertijd te draaien) en dat dan de zaak geheel anders wordt door de interferentie der centrifugale toonden wij boven aan.

Er blijven dus over de proeven, waarbij nagegaan werd het perceptievermogen van doofstommen zonder vestibulair functie voor stijg- en daalbewegingen in de vluchtrichting, dus inclinaties om de breedteas van het toestel, die echter ook niet geheel zuiver werden uitgevoerd, daar de standsveranderingen zeer brusque werden te weeg gebracht (sudden zoom upward, almost vertical dive downward p. 248) waardoor behalve standsveranderingen uiterste snelheidsverschillen werden opgewekt. Waar nu bleek, dat bij „markedly quick movements of the plane" doofstommen slechter percipieerden dan de normalen (70° bij stijgen, 40° bij dalen tegenover resp. 17° en 9° bij normalen) kan daaruit niet de door hen [1]) geuite conclusie getrokken worden:

> The striking differences between these deafmutes and the normal candidates and the still more striking lack of improvement in all their subsequent flights seem to be fairly convincing that for purposes of appreciating changes of position in space a properly functionating vestibular apparatus is of great importance and further, but little can be expected from deep sensibility when it alone senses motion.

Uit de experimenten, waaruit deze conclusie werd afgeleid, blijkt m. i. slechts, dat normale proefpersonen standsveranderingen, gepaard gaande met aanzienlijke lineaire vertragingen en versnellingen, beter percipieeren dan doofstommen zonder spoor van vestibulair functie. Of normale proefpersonen echter standsveranderingen, die *niet* of slechts in geringe mate gepaard gaan met snelheidswijzigingen, zooals dat bij een normaal vliegend toestel voorkomt, beter percipieeren dan doofstommen, die alleen op hun diepere sensibiliteit zijn aangewezen, is niet aangetoond.

Het is toch heel goed mogelijk, dat bij deze gekunstelde vliegmanoeuvre het overwicht der normalen niet ligt in hun betere perceptie van standsveranderingen doch in hun juistere

---

[1]) Air Service Medical p. 252.

waarneming van lineaire versnellingen en vertragingen en als dit, naar ik waarschijnlijk acht, het geval is, dan bewijzen deze Amerikaansche proeven niets omtrent het aandeel, eenerzijds der diepere sensibiliteit, anderzijds van het vestibulair orgaan, bij de totstandkoming onzer gewaarwordingen omtrent den *stand* van het toestel in de ruimte. En daar komt het nu juist op aan, want bij "the feel of the airship" hebben wij te doen met het nauwkeurig percipieeren van den stand en de standswijzigingen van een toestel, waarmee wij horizontaal trachten te vliegen en waarbij dus géén noemenswaardige versnellingen of vertragingen optreden.

Bewezen is door deze Amerikaansche experimenten, dat doofstommen snelheids- plus standsveranderingen slechter percipieeren dan normalen, doch daar men met twee uitersten werkte, is niet aangetoond of en in hoeverre er een correlatie bestaat tusschen *verminderde* stands- plus snelheidsperceptie en *verminderde* vestibulair gevoeligheid, zoodat ik met het oog op al deze bovenstaande bedenkingen allerminst kan meegaan met de conclusie: "The feel of the airship" which is the sense-complex that makes for a firstclass pilot requires normal vestibular motion sensing", voornamelijk omdat "the feel of the airship" niet afhangt van een "motion sensing" doch van een perceptie van standswijziging, zonder belangrijke snelheidsverandering, terwijl bovendien niets bekend is omtrent bovengenoemde correlatie, daar hun proeven niet verricht werden bij personen met "normal" en "abnormal vestibular sense", doch slechts met normaal en absoluut niet reageerende vestibulair organen.

Om het vraagstuk der relatieve belangrijkheid van de diepere sensibiliteit en het vestibulair orgaan voor de perceptie der standsveranderingen, dat door de Amerikaansche onderzoekingen niet tot een oplossing is gebracht, nader te bestudeeren, kunnen wij nu nog twee andere wegen inslaan. Wij kunnen eenerzijds alle andere zintuigelijke functies, behalve de labyrinthaire, zoo goed mogelijk trachten uit te sluiten, gelijk S. Garten [1]) bij een reeks proeven deed, waardoor we dus de

[1]) S. Garten. Uber die Grundlagen unserer Orientierung im Raume. Band XXXVI Abhand. der math. phys. Klasse der Sächsischen Akademie der Wissenschaften No. IV 1920.

vestibulair functie geïsoleerd onderzoeken, anderzijds kunnen wij meer empirisch en indirect te werk gaan door een aantal goede vliegers, waarvan dus practisch bewezen is, dat zij een goed perceptievermogen in deze bezitten, te onderzoeken op hun diepere sensibiliteits- en vestibulair functie om te zien of een vermindering in gevoeligheid in de eene of de andere sfeer — en in welke — nog gepaard kan gaan met een fijn perceptievermogen voor standsveranderingen. Zouden wij b.v. zien, dat bij verminderde vestibulairgevoeligheid vliegers nog een scherp waarnemingsvermogen voor standsverandering van het vliegtuig bezaten, dan zou dit sterk pleiten voor de veronderstelling, dat de diepere sensibiliteit in deze een overwegende rol speelt, terwijl bij het omgekeerde — wanneer er dus een correlatie zou blijken te bestaan tusschen hypoeccitabel vestibulair orgaan en verminderde vliegcapaciteit — aan een bijzondere functie van het labyrinth bij het besturen van een vliegtuig moeilijk meer te twijfelen zou zijn.

Bezien wij nu eerst de experimenten, waarbij getracht werd de vestibulair functie geïsoleerd te onderzoeken, dan bemerken wij dat Garten [1]) dit trachtte te bereiken op de volgende wijze:

> „Es wurde ein Neigungsstuhl für die Neigung nach vorn und hinten in einen groszen, mit Zink ausgeschlagenen Kasten eingebaut, so dasz die ganze Versuchsperson auf diesen Neigungsstuhl sitzend, bezw. festgeschnallt, bis über den leicht gebeugten Kopf in Wasser von 35 Grad eintauchen konnte. Bei Verwendung eines geeigneten Atmungsapparates war es bei den, an die Versuchsbedingungen gewöhnten Personen möglich, ohne jede Störung ihres Befindens über eine halbe Stunde und länger unter Wasser zu verweilen. Dabei konnte man den Versuch machen die Verringerung der Schwerkraftswirkung dadurch wieder auszugleichen, dasz man in einer besondren Versuchsreihe den Brustkorb in geeigneter Weise stärker belastete und dadurch neue Voraussetzungen für die Funktionen des Muskel- und Drucksinnes schuf. Diese Versuche hatten besonders den Zweck zu zeigen, dasz das Untertauchen an sich mit der ungewohnten künstlichen Atmung nicht

[1]) l. c.

die Hauptursache für eine mangelnde Orientierung darstellt. Im entgegengesetzten Sinne sollte folgende Anordnung wirken. Es wurde in einer besondren Versuchsreihe durch einen geeigneten, vom beweglichen Sitz aus an dem Brustkorb der Versuchsperson angreifenden Federzug die Wirkung des Auftriebes des Brustkorbes durch die starke elastische Gegenkraft so weit überkompensiert dasz geringe Veränderungen im Auftrieb, wie sie eine veränderte Sitzlage geben muszte, kaum zur Wahrnehmung kommen konnten."

Het bleek nu dat bij deze zoo ver mogelijk gaande opheffing der werking van de zwaartekracht een zóó groote onzekerheid in standsperceptie ging optreden, dat herhaaldelijk van een bijna volkomen desorientatie gesproken kan worden. („So wenn A, bei einer Neigung von — 8° (i.e. achterover) „Neigung nach vorn" angibt oder G sogar bei einer Neigung von — 18° die gleiche Angabe machte!") Hierdoor werd dus bewezen, dat, wanneer bij normale personen een verzwakking der oppervlakkige en diepere sensibiliteit werd te weeg gebracht, er een uiterst belangrijke vermindering van het perceptievermogen voor standsveranderingen plaats vond.

Om de tegenwerping te voorkomen, dat de oppervlakkige sensibiliteit ondanks de verminderde zwaartekrachtswerking in deze toch nog een rol zou kunnen spelen werd door afkoeling en anaestheseering (door novocaine injectie) van het geheele zitvlak en omgeving getracht een nog vollediger opheffing dezer funktie te verkrijgen en nu bleek: „dasz selbst dieser Eingriff keine Verschlechterung der Einstellung auf dem Neigungsstuhle ergab" [1]).

Garten komt op grond van deze experimenten en gelijksoortige proeven met labyrinthlooze doofstommen [2]) tot de volgende eindconclusie:

„Man kann demnach per exclusionem mit groszer Wahrscheinlichkeit annehmen, dasz der Muskelsinn einschlieszlich der Druckempfindlickkeit der tieferen Teile für den von mir untersuchten Fall der Orientierung fast allein maszgebend ist".

[1]) l. c. p. 508.

[2]) Es ergab sich dasz die Aufhebung der Otolithenfunction in keinem der untersuchten Fälle, die der Bogengänge nur bei einigen Kindern in auffällender Weise die Genauigkeit der Bestimmungen herabsetzte" p. 508.

Ik zelve sloeg op practische gronden en met gebruikmaking van het mij ter beschikking staande materiaal den bovengenoemden anderen weg in en trachtte uit te maken of er een correlatie bestond tusschen vliegcapaciteit en hoedanigheid van vestibulair functie, meer in het bijzonder of een verminderde vestibulairfunctie (beoordeeld naar postrotatoire nystagmus, valreactie en voorbijwijzen) al of niet gepaard ging met een slechter besturen van een vliegtuig.

Voorop zij gesteld, dat alle proefpersonen ook op de equilibratiestoel werden onderzocht en hierop allen vrijwel gelijke uitkomsten gaven (ongeveer 1 à 1½ graad gemiddelde afwijking), zoodat zij in dit opzicht als aan elkander gelijk kunnen worden beschouwd (geheel in het midden gelaten hoe deze standsperceptie teweeg gebracht wordt.)

Men zou mij kunnen tegenwerpen, dat de mogelijkheid bestaat, dat personen met verminderde vestibulaire functie hun eventueel verminderde vliegcapaciteit zouden kunnen compenseeren door een, juist daardoor bevorderde, betere „Ausnützung" van de gegevens, hun door het gezichtsorgaan verschaft. Een grond van waarheid bevat deze tegenwerping zeker, doch iedere vlieger weet, dat hij herhaaldelijk voor korten tijd van de hulp zijner oogen verstoken is wat betreft zijn standsbeoordeeling o.a. bij kaartlezen, controleeren zijner instrumenten, bediening der mitrailleur enz. en onder die omstandigheden zou dan in elk geval de eventueel verminderde vliegcapaciteit van iemand met een hypoeccitabel vestibulair orgaan tot uiting moeten komen, indien werkelijk dit zintuig hier een bijzondere rol zou spelen.

Bovendien is het een moeilijkheid om uit te maken wat men onder een goed vlieger verstaat: ik nam dit aan, wanneer hij gedurende minstens één jaar geen enkele bijzonderheid in vliegen vertoonde, geen ongeluk had veroorzaakt, dat ook maar in verwijderd verband met slechte standsperceptie te maken had en geen afwijking onder bovengenoemde omstandigheden (kaartlezen, instrumentencontrôle en mitrailleurbediening) manifesteerde, terwijl ik mij bij het oordeel omtrent een matig of slecht vlieger geheel liet leiden door de afwijking, die de vlieginstructeur constateerde omtrent slechte standsperceptie („scheef in de lucht hangen" „laat het toestel door-

stijgen zonder het te bemerken" enz. enz."). Gelijk gezegd waren allen op de equilibratiestoel aan elkaar gelijk.

Bij het onderzoek naar hunne vestibulaire prikkelbaarheid werd als volgt te werk gegaan:

a. 10 × draaien in 20″ met gesloten oogen, hoofd 30° voorover gebogen, eenmaal rechts, eenmaal linksom. Bij stoppen van den draaistoel worden de oogen geopend en de duur van den nystagmus gemeten.

b. 5 × draaien in 10″ met het hoofd op de knieën (90° voorover gebogen). Bij stoppen werd het hoofd en lichaam opgericht en de aard en kracht der valreactie geschat (afwezig, zwak, sterk, excessief.)

c. Bovendien werd aanteekening gehouden van de overige bij het eindigen der draaiing optredende objectieve en subjectieve verschijnselen (bleekheid, zweeten, nausea, braken, enz.) De vingerwijsproef werd in deze buiten beschouwing gelaten, aangezien dit m.i. niet een zuiveren maatstaf geeft voor de vestibulair prikkelbaarheid doch aangeeft hoe de proefpersoon bewust en met een gecoördineerde beweging reageert na een labyrinthprikkel; het resultaat dezer vingerwijsproef hangt normaliter af van 2 factoren, die niet van elkaar te scheiden zijn: een bewustzijnproces (in het algemeen gezegd) en een vestibulair reflex, is door oefening sterk beïnvloedbaar en leert ons i.c. dus niets omtrent de mate der booggangprikkelbaarheid.

Men ziet dus dat de onderzoekmethode geheel overeenkomt met de Amerikaansche werkwijze beschreven in Jones[1]) „Equilibrium and Vertigo" en in de Air Service Medical[2]) (waarbij als gemiddelde duur van den postrotatoiren nystagmus bij normalen (die voor de vliegdienst werden aangenomen) gevonden werd 23.1 sec. na draaiing rechtsom en 23.1 na draaiing linksom), zoodat wij hun resultaten in groote trekken met de onze mogen vergelijken.

Ik onderzocht nu voor dit doel 63 vliegers op de aangegeven wijze waarvan de onderstaande tabel de uitkomsten weergeeft.

---

[1]) I. Jones, Equilibrium and Vertigo I. B. Lippincott Philadelphia and Londen 1918.

[2]) l.c.

	Duurnystagmus gem. van rechts- en linksom	Valreactie		Duurnystagmus gem. van rechts- en linksom	Valreactie
1[1])	23	normaal	33	25	normaal
(2)[2])	18	id.	34	20½	
(3)	19½		35	27	
4	32		36	24½	
5	13½		37	17	
(6)	24		38	19	
(7)	17		*39*	26	
8	15½		*40*	20	
9	21		*41*	21	
10	22		42	21	
(11)	25		43	24	
12	19		(44)	19½	
13	24		45	18	
14	19		46	21	
15	33	id.	47	33	
16	20½	excessief	*48*	37	
(17)	16	(zweeten, bleekheid, nausea)	(49)	21½	
(18)	20½		(50)	31	
19	13½	normaal	(51)	17½	id.
20	15½		52	21	id.
21	17		53	19	
22	17	id.	(54)	17	
23	36½	excessief	55	22	
24	17½	normaal	56	14	
25	19		57	28½	
26	18		58	25	
27	22		59	27½	
28	25		60	17½	
29	23		61	18	
30	18		62	12½	
31	18		(63)	27	id.
32	16½				

[1]) cursief: subnormalen.
[2]) ( ): zeer goeden.

Gemiddelde duur der portrotatoire nystagmus is 21,6 sec. Verdeelen wij deze 63 vliegers nu in „zeer goeden" (instructeurs en stunt vliegers) „normalen" en „subnormalen". De nummers 2, 3, 6, 7, 11, 17, 18, 44, 49, 50, 51, 54, 63 geven voor de „zeer goeden" de volgende nystagmusduur 18″, 19½″, 24″, 17″, 25″, 16′, 20½″, 19½″, 21½″, 31″, 17,5″, 17″ en 27″, dat wil dus zeggen 9 blijven er onder het gemiddelde (zoowel onder het door mij bepaalde (21,6″) als onder het door de Amerikanen met dezelfde techniek verkregene (23″), loopende over eenige duizenden gevallen), 4 komen er boven. Het gemiddelde voor de zeer goede vliegers is 21 seconden.

Van de „normale" vliegers (nos. 5, 8, 12, 13, 14, 20, 21, 22 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62) blijven 24 onder het gemiddelde, 13 komen er boven.

Het gemiddelde voor de normale vliegers is 20,4 sec.

Van de „subnormalen" (nos. 1, 4, 9, 10, 15, 16, 19, 23, 26, 39, 40, 41 en 48) blijven 6 onder het gemiddelde, 7 komen er boven.

Het gemiddelde der subnormalen is 24,9 sec. De slechts tweemaal geconstateerde excessieve valreactie kwam bij deze subnormalen voor.

Wij zien uit deze getallen dat de gemiddelde nystagmusduur van de „zeer goeden" (21″) ongeveer gelijk is aan die der normalen (20,4″), doch dat er een stijging tot 24,9″ valt waar te nemen bij de „subnormalen" (min of meer slechte) vliegers en al wil ik ook uit deze betrekkelijk kleine getallen geen vergaande besluiten trekken, er blijkt toch wel uit, dat er geen sprake is van een gelijk opgaan van verminderde vestibulair prikkelbaarheid en geringe vliegcapaciteiten. In het algemeen kan men uit dit onderzoek opmaken, dat, bij de Hollandsche vliegers in elk geval, de kortste nystagmusduur gevonden werd bij de besten, de langste bij de minder goeden [1]).

Op grond van de zoo nauwkeurige experimenten van Garten

---

[1]) Anderson vond bij een onderzoek van meer dan 100 Engelsche vliegers hetzelfde: "having treated by rotation over a hundred pupils and skilled pilots the author cannot come to any definite conclusion with regard to the value of duration or degree of nystagmus, except that perhaps, if any, the most experienced give a shorter duration".

op de „Wasserstuhl" en de uitkomsten van mijn onderzoek van goede en minder goede vliegers meen ik derhalve gerechtigd te zijn tot de uitspraak, dat voor de beoordeeling zonder oogenhulp van standsveranderingen van het vliegtuig (inclinaties), die niet met draaibewegingen noch met noemenswaarde snelheidswijzigingen gepaard gaan, de diepere sensibiliteit de grootste rol speelt, en dat de meer of mindere gevoeligheid van het vestibulair orgaan (zooals die klinisch bepaald wordt) van geen aantoonbare beteekenis is. Hiermede zijn allerminst in tegenspraak de Amerikaansche uitkomsten, verkregen bij personen met een in het geheel niet functioneerend vestibulair orgaan [1]), daar wij uit de onderzoekingen van Ewald den grooten invloed van het labyrinth op de spiertonus kennen en het bekend is, dat enkele soorten doofstommen behalve hun gemis aan labyrinthfunctie een reeks andere stoornissen vertoonen met name een verlaagden spiertonus, zoodat hun verminderde standsperceptie evengoed indirect afhankelijk zou kunnen zijn van een ongunstige beïnvloeding hunner diepere sensibiliteit door dezen verminderden spiertonus als direct van den volledigen uitval hunner labyrinthaire functies. Een aanwijzing te meer, dat de diepere sensibiliteit een zoo belangrijke factor is voor het recht in de lucht houden van een vliegtuig, leverde een onderzoek op van 3 leerling-vliegers, die mij door hun instructeur werden toegezonden met de mededeeling, dat hij hen niet kon leeren het toestel zuiver horizontaal te vliegen. Alle drie bleken zij volkomen normaal reageerende vestibulaire organen te bezitten, doch het onderzoek op de equilibratiestoel (hetgeen m. i. op grond van Garten's onderzoekingen met zekerheid als functieproef der diepere sensibiliteit is te beschouwen) leverde verrassende resultaten: alle drie vertoonden daarop afwijkingen, aanzienlijk grooter dan wij gemiddeld bij de andere leerlingen vonden. Deze afwijkingen waren bij allen steeds naar dezelfde

---

[1]) Op welke proeven overigens zeer veel is af te dingen aangezien zij genomen werden met doofstommen tijdens hun éérste vlucht en de Air Service Medical zeer terecht zelf opmerkt: „The injection of so many extraneous influences such as apprehension, fear, excitement, inability to focus attention vitiates to a considerable extent the value of the findings". p. 258.

kant — twee hingen steeds rechtsover, de derde steeds aanzienlijk links — en bij navraag deelde hun instructeur mede, dat de afwijkingen in de lucht daarmee identiek waren. Zij hadden allen bij gesloten oogen een „gefällschte verticale" en, al waag ik mij niet aan een verklaring hiervoor, ik wil toch niet nalaten mede te deelen, wat één van hen, die steeds zoo aanzienlijk links overhelde, mij spontaan vertelde: „Sedert zijn 14e jaar had hij (waaróm weet hij niet aan te geven), de gewoonte gehad om bij staan steeds uitsluitend op zijn rechterbeen te steunen en zijn linker zooveel mogelijk te ontlasten, waarbij het bovenlijf ter verplaatsing van het zwaartepunt tevens naar rechts gebogen werd. Uit vrees, dat deze eenzijdige belasting een verkorting van het been zou geven, had hij den laatsten tijd zich actief daar tegenin gezet en trachtte nu zooveel mogelijk op zijn beide beenen te steunen, hetgeen hem echter moeite kostte en waarbij hij steeds zijn attentie noodig had." Het lijkt mij niet uitgesloten, dat zijn foutief voelen der verticale hierdoor is veroorzaakt, in welke opvatting ik nog gesterkt wordt door het feit, dat hij — evenals trouwens de beide anderen — na voortgezette oefening op den equilibratiestoel de verticale juist is gaan leeren voelen en ook in de lucht deze afwijking niet meer vertoonde. [1])

---

[1]) Het is hier de plaats er met nadruk op te wijzen dat wanneer wij in dit verband gesproken hebben van verminderde diepe sensibiliteit we niet bedoelen een verminderde gevoeligheid voor prikkels uitgaande van spieren, gewrichten enz., doch van een onjuist interpreteeren van en reageeren op dergelijke prikkels. Het blijkt toch en H. Head in zijn werk „the sense of stability in the air" wijst hierop herhaaldelijk, dat personen, die zoogenaamd verschijnselen vertoonen van verminderde diepe sensibiliteit, zich uitende in de onmogelijkheid voor hen om b.v. met gesloten oogen op één been staande hun evenwicht te bewaren of om een staaf op een plankje te balanceeren (keuringsproeven voor vliegers) niet in het minst afweken van hen, die daartoe wèl in staat bleken, wat betreft hun perceptie van passieve bewegingen in de verschillende gewrichten. „Amongst the pilots and pupils, who were unable to stand on one foot with the eyes closed I didn't find a single one, who could not appreciate 1° of passive movement at all the joints of the lower extremity. It is obvious therefor that in the class of young man with whom we have to deal inability to carry out this test has nothing to do with defective „muscle sense" but is due to lack of motor control or want of resolution (l. c. p. 6).

Beschouwen we nu nog eens de beide onderdeelen van dit hoofdstuk, dus de inclinaties plus draaibewegingen en de inclinaties zonder deze, dan zien wij uit mijn experimenten onder A beschreven, dat bij draaiingen het vestibulair orgaan geen bijzondere rol speelt (met name dat het ons geen uitsluitsel geeft omtrent den stand en beweging van het vliegtuig): bij bochten (I) waarschijnlijk omdat de hoeksnelheid te gering is, bij loopings, tonneaux en vrilles (II) om nog onbekende redenen (geïsoleerde booggangprikkeling zonder verandering in richting van den otolithendruk of-trek?, te korte inwerking?).

Uit de Amerikaansche proeven blijkt, dat volkomen opgeheven vestibulair functie leidt tot aanzienlijke vermindering van het perceptievermogen voor inclinaties om de breedte-as (dalen en stijgen), wanneer deze gepaard gaan met groote snelheidswijzigingen.

Garten's experimenten met de „Wasserstuhl" geven het recht om aan te nemen, dat de perceptie van standsveranderingen (zonder draaiing en zonder snelheidswijzigingen) voornamelijk door middel der diepe sensibiliteit tot stand komt.

Door mijn onderzoek van goede en minder goede vliegers is komen vast te staan, dat er geen correlatie bestaat tusschen verminderde vliegcapaciteit en hypoeccitabel vestibulair orgaan doch dat integendeel de beste vliegers lagere waarden vertoonen voor de prikkelbaarheid van hun labyrinth dan de minder goede. [1]) Afwijkingen in de interpretatie van, en de reactie op prikkels, uitgaande van de diepe sensibiliteit, ging in enkele gevallen wèl gepaard met verminderde vliegcapaciteit.

Met het oog op dit alles acht ik het bewezen, dat het vestibulair orgaan geen bijzondere rol speelt voor den vlieger — dat het met name niet in staat is hem het besturen van een vliegtuig in wolken of mist mogelijk te maken — doch dat

---

[1]) De Amerikaansche uitspraak: „One who shows good responses in the turning chair shows good detection of movement in the air, one who shows poor responses in the turning chair shows poor detection of movement in the air. There is this relation between the chair and the air and the air and the chair" is, hoe schilderachtig gezegd ook, volkomen onwaar en steunt op geen enkel experimenteel gegeven.

daarentegen een juist en snel reageeren op prikkels, uitgaande van de diepere sensibiliteit, voor hem van eminent belang is.

Het spreekt natuurlijk vanzelf, dat hiermede niet gezegd wil zijn, dat het vestibulair orgaan voor den vlieger v a n g e e n b e l a n g i s: het is voor hem even belangrijk als voor den mensch op den grond, doch quantitatief noch qualitatief speelt het labyrinth bij den vlieger e e n b ij z o n d e r e rol met één uitzondering en wel, wanneer het om een of andere reden overprikkelbaar is en aanleiding geeft tot vertigo, die voor den vlieger, eerder dan voor den man op den grond, noodlottig kan worden. Wannéér het labyrinth derhalve een voor den vlieger b ij z o n d e r e rol speelt is dit een ongunstige, een verwarrende en een gevaarlijke.

In de allereerste plaats leert ons dus het bovenstaande voor de praktijk, — waar ik hier mee zeggen wil, de keuring van candidaat-vliegers, — dat een zgn. hypoeccitabel vestibulair orgaan op zich zelf nooit een reden tot ongeschiktverklaring mag zijn. De Engelsche [1]) en Italiaansche [2]) onderzoekers zijn het hiermede eens: de Amerikanen echter stelden een benedengrens vast (minstens 16″ postrotatoire nystagmus) die slechts op een puur theoretische basis en op geen enkel experimenteel gegeven berustte[3]) en keurden n i e t m i n d e r d a n 2 % v a n a l h u n c a n d i d a t e n op dien grond af, waarna zij zich nog verwonderden, dat verschillende der door hen afgekeurden in het Engelsché of Fransche vliegcorps werden aangenomen en uitstekende vliegers werden[4]).

---

[1]) Henry Head The sense of stability in the air p. 14.

[2]) „— Mancano elementi per decidere se l'ipoeccitibilità labirinthica sia o no incompatibile col pilotaggio." Raoul Hahn. Ricerche biologiche l. c. p. 158.

[3]) It was decided to reject applicants, whose vestibular apparatus gave evidence of motion-sensing acuity below a certain degree, albeit it was fully recognised in establishing this limit that it in no way represented a line of demarcation between acuities of this perception compatible with and imcompatible with flying."

[4]) Bij het Hollandsche vliegcorps zou ik de twee allerbeste vliegers hebben moeten afkeuren volgens de Amerikaansche zienswijze.

Bovendien bleek, vooral uit Italiaansche onderzoekingen, die zich over een 3000 vliegers uitstrekten, dat een korte duur van den postrotatoiren nystagmus geen absoluut bewijs is voor de verminderde vestibulair prikkelbaarheid; de nystagmus kan totaal ontbreken of van zéér geringe duur zijn, terwijl toch na draaiing heftige vertigo en andere duidelijke symptomen van labyrinthprikkeling (vallen, braken, zweeten, enz. enz.) optreden.

Sterke *hypereccitabiliteit* moet op grond van mijn onderzoek van goede en minder goede vliegers en in verband met wat we bij de analyse der luchtacrobatiek zagen tot voorzichtigheid manen. Toch zou ik op dien grond alleen een candidaat niet willen afkeuren, te minder waar mij bleek, dat de eenigste candidaat (op ± 100 keuringen) welke een zeer langdurige, postrotatoire nystagmus vertoonde (41″) en een excessieve valreactie, gedurende een onderzoek in de lucht tijdens en na loopings, vrilles enz. geen enkel verschijnsel i.c. geen vertigo vertoonde en ook na zijn aanneming steeds naar behooren zijn dienst verrichtte.

Tengevolge van soortgelijke waarnemingen lieten de Italianen dan ook hun bovengrens van 50″ vallen („in molti soggetti abbiamo notato che il nystagmo si prolunga per 50″—80″ talora 110—120″ senza che questo fatto abbia significato patologico" G. Bilancioni, Ricerche biologiche l.c. p. 165). Het Amerikaansche keuringsreglement laat, op welken grond is mij niet duidelijk geworden, geen candidaten toe met meer dan 36″ postrotatoire nystagmus.

Wèl wenschelijk lijkt het mij echter om alle candidaten, die een nystagmusduur grooter dan 50″ of andere afwijkende vestibulairsymptomen (excessive valreactie, braken, zweeten enz.) na draaiing vertoonen, mee in de lucht te nemen en hun reactie te bestudeeren tijdens en na draaibewegingen van het vliegtuig.

Het draaistoelonderzoek heeft dan ook m. i. niets anders dan exploratieve en stellig geen definitieve waarde, terwijl bovendien de algemeene reactie van den candidaat op draaibewegingen van veel meer belang is dan de duur van zijnen postrotatoiren nystagmus. Aan den anderen kant geeft het onderzoek naar de mate, waarin iemand gebruik weet te maken van de gegevens, hem door de diepere sensibiliteit verschaft en de wijze hoe hij daarop met een gecoördineerde beweging

reageert, een zeker inzicht in zijn te verwachten vliegcapaciteiten. Ik acht dan ook de hierop gerichte proeven (equilibratie-stoel, balanceeren van een staaf op een plankje, geblinddoekt staan op één been, een rechte lijn geblinddoekt loopen enz.) van zeer groot belang voor vliegerkeuringen, waarbij we niet vergeten moeten ook steeds een onderzoek in te stellen naar de reactie-snelheid op standsveranderingen, aangezien we bij onze beschouwingen omtrent het vliegen in wolken of mist, zagen hoe hierbij alles aankomt op een zoo snel mogelijke perceptie van elke inclinatie, vóórdat deze nog overgaat in een draaibeweging [1]).

Tot nu hebben wij in onze beschouwingen omtrent de functies der diepe sensibiliteit en het vestibulair orgaan in verband met de aviatiek, stilzwijgend aangenomen dat noch deze diepe sensibiliteit noch het vestibulair orgaan *ziekelijk* gestoord waren en dat verschillen in prikkelbaarheid en verminderde reactie of adaptatie niet te wijten waren aan een pathologischen toestand doch aan individueele eigenaardigheden.

Voor de practijk, vooral wat betreft de vliegerkeuring en — contrôle, is het echter tevens van belang na te gaan welke ziekten en welke schadelijke prikkels de diepere sensibiliteitsfunctie, direct of indirect ongunstig beïnfluenceeren en hoe op die wijze het labyrinth kan worden beïnvloed.

Een meer directe aandoening der diepe sensibiliteit, zooals wij die bij enkele cerebrale en medullaire ziekten en dan wel in de eerste plaats bij de tabes kennen, komt bij de klasse van menschen, waaruit tot nu toe de vliegers gerecruteerd worden wel uitermate zeldzaam voor, een indirecte beïnvloeding echter, zich uitende in een verminderde motorische precisie, een geringe ataxie, een slechte coördinatie bij verschillende bewegingen, kennen wij als een symptoom van latente epilepsie en van enkele vormen der luetische infectie, een feit, waarop Godefroy [2]) nog onlangs de aandacht vestigde.

---

[1]) We verrichten deze meting der reactietijden op standsveranderingen met de zgn. „fauteuil Broca" ook bij de Fransche medico aviatische dienst in gebruik en beschreven in het „Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques" imprimerie Lahure Paris Novembre 1919.

[2]) Dr. J. C. L. Godefroy, Dystaxia epileptica, Psych. en neur. bladen n°. 1—2 1921.

Dat het gevaar personen met een dergelijke aandoening tot de vliegdienst toegelaten te zien niet denkbeeldig is, bewijst wel het feit, dat, vóór er bij de Hollandsche aviatiek een aparte keuringsdienst bestond, 2 candidaten voor den vliegdienst werden aangenomen, waarvan naderhand nog juist bijtijds bleek dat de één vroeger aan epileptische toevallen had geleden en de ander, eenige maanden vóór zijn aanneming als leerling, een epileptiform insult op luetischen bodem had vertoond. Ook H. Head[1]) deelt een geval van „minor epilepsy" bij een vlieger mede, die eenige ernstige ongevallen had veroorzaakt. Het spreekt vanzelf, dat een behoorlijk geoutilleerde medico-aviatische dienst in staat moet zijn dergelijke candidaten verre van den vliegdienst te houden, waarbij het geheel op goede onderzoekmethodes aankomt, daar wij in dit speciale geval de anamnese nooit vertrouwen mogen.

De verschillende bovenopgesomde onderzoekmethodes voor de diepe sensibiliteit (equilibratie-stoel enz.) dienen daarom bij een vliegerkeuring nog gecompleteerd te worden met een onderzoek naar de z.g.n. bewegingsprecisie, waarvoor de „lightline registration of movement" [2]), zooals Godefroy die beschreef [2]), zich bij uitstek leent, terwijl tevens de mate van aandachtsconcentratie met de stippelbladen van Wiersma—Godefroy en de psychomotorische reactietijden met een Hippsche of andere chronoscoop bepaald dienen te worden (ter opsporing van latente epilepsie).

Slechts op deze wijze kunnen wij met zeer groote waarschijnlijkheid voorkomen, dat latente epileptici of personen met cerebrospinale aandoeningen al of niet op luetischen bodem tot den vliegdienst worden toegelaten.

Ziekelijke aandoeningen van het labyrinth komen bij de klasse van menschen, waaruit onze vliegers gerecruteerd worden zeer zelden voor: van practisch belang is slechts het feit, waarop Amerikaansche schrijvers [3]) o.a. met nadruk wijzen, dat de

---

[1]) l.c. p. 29.

[2]) l.c. en psych. en neur. bladen 1917, n°. 6.

[3]) Jones l.c. p. 47. „It has been known for years that the syphilitic toxin shows a marked affinity for the VIII nerve. Actual impairment of hearing or even deafness has been observed in many cases very early in the disease.

syphilis herhaaldelijk een voorkeur schijnt te hebben voor den nervus vestibularis, hetgeen klinisch kan blijken uit een verminderde gehoorscherpte en abnormale reactie op draaibewegingen. Vinden wij derhalve een zeer korte duur der postrotatoire nystagmus dan zijn maatregelen op hun plaats om nog eens in het bijzonder na te gaan of een luetische infectie heeft plaats gehad.

Het Ménière's symptomencomplex, hoe ook veroorzaakt, gaat, wannéér het al bij jonge menschen voorkomt, wel steeds gepaard met een voor hun leeftijd abnormale gehoorscherpte en daar we om andere redenen reeds van den candidaat-vlieger een voldoend gehoor eischen [1]) loopen wij geen kans een Ménière lijder voor den vliegdienst aan te nemen.

Indirect zien wij abnormale labyrinthaire reacties optreden bij de onder vliegers nog al veelvuldig voorkomende nerveuse uitputting: m. i. berusten deze abnormale reacties niet zoozeer op een vergroote vestibulair prikkelbaarheid als wel op een verminderd weerstandsvermogen voor de van het labyrinth uitgaande prikkels, waardoor de vlieger spoediger dan anders bij draaibewegingen en aerobatiek onderhevig is aan vertigo. Op zich zelf is het labyrinth niet aangedaan doch tegelijk met een vermindering van het algemeene weerstandsvermogen (niet alleen tengevolge van nerveuse uitputting maar soms ook na ziektes of therapeutische ingrepen [2]) heeft de vlieger ook de capaciteit verloren om op vestibulaire prikkels behoorlijk te reageeren. H. Head geeft in zijn meer aangehaald werk „The sense of balance in the air" hiervan een aantal sprekende voorbeelden (p. 17 seq.) terwijl ook in de Ricerche biologiche (p. 147 seqq.) een aantal van dergelijke gevallen zijn beschreven. Het is hier, dat ons het vestibulair onderzoek groote diensten kan

---

[1]) Bij vliegerkeuringen behoort m.i. de gehoorscherpte niet enkel met de betrekkelijk zoo grove en individueel zoo verschillende fluisterstem bepaald te worden doch tevens met een instrument, dat objectieve en onderling vergelijkbare gegevens verstrekt (bovengrens en benedengrensbepaling).

[2]) Ik meen een mij ter oore gekomen doodelijk ongeval met groote waarschijnlijkheid te moeten toeschrijven aan een in de lucht opgetreden vertigo na een intraveneuse salvarsaaninjectie eenige uren te voren.

bewijzen ter opsporing dezer „regressie", want het geldt hier vliegers, die wij bij hun intree in de aviatiek hebben onderzocht, waarvan wij dus de vestibulaire reacties, toen zij in goede conditie waren, hebben vastgelegd. Wij zagen van hoe weinig belang de absolute waarde der valreactie, der vingerwijsproef en der duur van den postrotatoire nystagmus is doch in deze gevallen hebben wij niet met absolute waarden maar slechts met relatieve te doen. Vinden wij n.l. bij een bepaalden vlieger (wiens vestibulaire reacties bekend zijn) bij herkeuring, na een of andere ziekte of bij vage nerveus genoemde klachten, een langere duur der nystagmus, een sterke valreactie of belangrijke afwijking in de vingerwijsproef dan weten wij dat er gevaar dreigt en kunnen hem het vliegen verbieden en niet eerder weer toestaan, voordat de genoemde reacties weer gelijk zijn aan de voor hem normale waarde.

Tenslotte behooren wij nog een enkel woord te zeggen aangaande een directe labyrinthprikkeling, die bij vliegers mechanisch kan optreden tengevolge van snelle dalingen en stijgingen en wel in bepaalde hieronder te bespreken omstandigheden.

Wij weten, dat de luchtdruk bij stijgen geregeld afneemt en op 5500 M. ongeveer de helft is van die op de grond. De luchtdruk in het middenoor blijft normaliter op de verschillende niveaus aan de buitendruk gelijk, voornamelijk doordat bij slikbewegingen de tubae Eustachii geopend worden en er zóo, gedurende een kort doch voldoend oogenblik, een communicatie is tusschen het cavum tympani en den nasopharynx: bij het stijgen, dat gewoonlijk langzamer dan dalen gaat, zal bovendien de resorptie der lucht een geringe rol spelen en kan de overdruk in het middenoor, ook tusschen twee slikbewegingen in, maken, dat lucht door de tubae naar buiten ontwijkt; bij het *dalen* zijn we echter voor deze drukgelijkmaking alleen aangewezen op slik- (of gaap)bewegingen, aangezien de anatomische bouw der tubae het binnendringen van lucht in de cava tympani belet.

Er bestaan echter omstandigheden, waaronder het onmogelijk is een communicatie tusschen middenoor en buitenlucht tot stand te brengen en wel wanneer om een of andere reden —

en dit is dan practisch gesproken wel steeds een verkoudheid — het tuba slijmvlies gezwollen is en de tubae nu zelfs bij herhaalde slik- of gaapbewegingen niet opengaan.

Bij het *stijgen* zal het drukverschil nu niet zoo groot worden; door de langere duur zal lucht geresorbeerd worden en mechanisch zal er door de tubae ondanks de slijmvlieszwelling lucht ontwijken, doch bij het snel *dalen* wordt dit anders. Na een min of meer langdurig verblijf op b.v. 5500 m. zal de druk in het middenoor ½ atmospheer geworden zijn (gelijk aan de op die hoogte heerschende druk); daalt de vlieger nu dan zal na eenige minuten, wanneer hij b.v. op 100 m. gekomen is, de druk in het cavum tympani nog steeds ½ atmospheer zijn en de buitendruk 1 atmospheer en heerscht er derhalve een overdruk van een ½ atmospheer op het trommelvlies, welke druk naar binnen gericht is. Deze druk is voor den vlieger zóó onaangenaam (en ook gevaarlijk doordat zijn gehoorscherpte er aanzienlijk door vermindert), dat hij alle moeite doet door slikken en persen met gesloten neus en mond (Valsalva) zijn tubae te openen, hetgeen hem op een gegeven oogenblik ook wel steeds gelukt. De buitenlucht dringt nu met groote kracht en groote snelheid het middenoor binnen en de overdruk op het trommelvlies, dat naar binnen gekromd stond, wordt plotseling opgeheven. Afgescheiden nog van het gevaar eener infectie van het middenoor door de plotselinge aanzuiging van het met microörganismen bezwangerde nasopharyngeaal slijm, spreekt het wel vanzelf, dat deze plotseling veranderde druksverhoudingen in het cavum tympani en de gewijzigde spanningstoestand van het trommelvlies (met hamer, aambeeld en stapes) tot labyrinthprikkeling aanleiding geven en nog wel te eerder, wanneer dit proces, zooals dikwijls het geval is, zich eenzijdig afspeelt. We zien dan ook, dat onder die omstandigheden intense duizeligheid, gepaard met heftige stekende pijnen in het oor (soms met bloedingen in het trommelvlies) optreedt, soms met fatale gevolgen voor den vlieger, die onder die omstandigheden niet meer in staat is zijn vliegtuig behoorlijk te landen.

Nog onlangs speelde zich een dergelijk geval af op een onzer Hollandsche vliegvelden, waar de vliegers niet onder medische contrôle staan; één van hen, onbekend met het

gevaarlijke van hoogvliegen tijdens verkoudheid, daalde snel van 4000 m. en slaagde er pas op 1000 m. in zijn linker tuba te openen met het gevolg, dat hij op die hoogte een allerheftigste pijn in zijn oor („alsof ze er met messen doorheen staken") en een bloeding in zijn trommelvlies kreeg, terwijl het slechts aan zijn groote geoefendheid in het vliegen te danken was, dat hij er nog in slaagde het toestel veilig op de grond te krijgen.

Ik wil dit hoofdstuk dan ook eindigen met de ernstige waarschuwing aan v l i e g e r s om zoolang zij verkouden zijn liefst in het geheel niet, doch in géén geval hoog te vliegen of snel te dalen.

HOOFDSTUK II.

FUNCTIES VAN HET GEZICHTSORGAAN.

Tengevolge van twee factoren worden bij het vliegen aan ons gezichts-orgaan bijzondere eischen gesteld, te weten de snelheid, waarmede opgestegen en geland wordt, de snelheid dus, die een toestel moet bereiken om zich van den grond in de lucht te verheffen en die het moet behouden om veilig van de lucht weer op de aarde te kunnen terugkeeren;[1]) en ten tweede de omstandigheid, dat wij ons tijdens het vliegen vrij in de 3 dimensionale ruimte bewegen en we dus behalve ons eigen vliegtuig geen punten van vergelijking hebben, die ons het schatten van afstanden (relatieve zoowel als absolute) gemakkelijk maken.

Wat het eerste betreft zal elke brekingsafwijking, elke accomodatiestoornis en elke vermindering der netvliesgevoeligheid de geschiktheid van een vlieger voor zijn vak verminderen, terwijl, wat het tweede aangaat, de aviatiek aan ons gezichtsvermogen zoodanige eischen stelt, dat wij daarvoor over een volkomen samenwerking onzer beide oogen moeten kunnen beschikken en elke afwijking in het binoculaire zien (strabisme, heterophorie, oogspierverlamming), die zijn invloed doet gelden op de fijnheid van afstandschatten, ongunstig is en noodlottig kan worden.

I. Monoculaire functies.

Wij dienen in het oog te vatten, dat de vlieger bij het opstijgen (waarbij het toestel dus van stilstaande geleidelijk

[1]) De landings- en opstijgingssnelheden van een gemiddeld toestel zijn resp. ongeveer 75 en 80 KM per uur. De uiterste snelheden in de lucht, die heden ten dage bereikt zijn, bedragen als minimum ± 80 KM (zware verkeerstoestellen) en als maximum 313 KM per uur (uiterst lichte jachttoestellen); de hier ongeveer mee overeenkomende opstijg- en landingssnelheden bedragen resp. 70 en 200 KM per uur.

aan een snelheid van ongeveer 70 K.M. per uur over den grond rollend krijgt vóór het zich in de lucht kan verheffen) zoowel voor zich uit, in de verte, als ook telkens in zijn toestel moet kijken, naar zijn instrumenten (toerenteller, snelheidsmeter enz.) die zich in zijn onmiddellijke nabijheid bevinden. Bij het landen (komende van een zekere hoogte, waarbij zijn oogen dus op oneindig zijn ingesteld) nadert hij zeer snel de

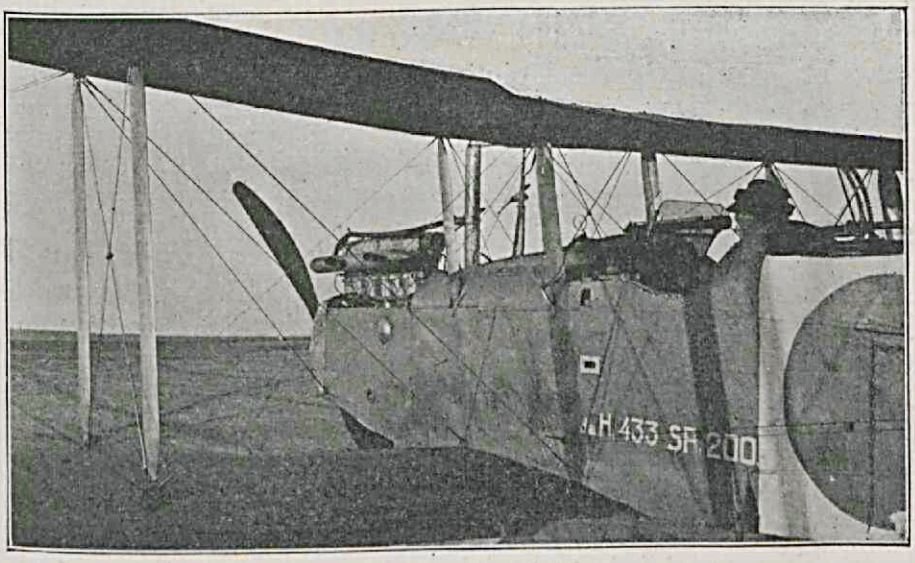


Fig. 8. Stand van een vliegtuig bij opstijgen en landen, (men ziet het landingsterrein en de instrumenten, waaraan de vlieger zijn aandacht wijden moet).

aarde tot op ongeveer een Meter of 6, op welke hoogte hij zijn toestel redresseert d. w. z. in een minder stijl dalende positie brengt om nu met een snelheid van ongeveer 70 K.M. per uur den grond te bereiken, die dan ± twee en een halve Meter van zijn oogen verwijderd is. Zoowel bij het opstijgen als bij het landen zien we dus, dat de vlieger telkens zijn oogen moet instellen op voorwerpen, die zéér dichtbij en zeer ver af (practisch oneindig ver) zijn. Bij het opstijgen zal dit afwisselend zijn van een ½ Meter tot practisch oneindig en bij het dalen zeer snel [1]) van oneindig tot pl.m. 2½ Meter.

[1]) De tijd die verloopt tusschen het oogenblik dat een toestel ± 12 Meter van de grond verwijderd is en het moment dat de wielen de grond raken en deze dus ongev. 2½ M. van den vlieger verwijderd is, bedraagt eenige seconden.

Het blijkt dus, dat de vlieger bij het opstijgen en landen (en ook wel tijdens de vlucht wanneer hij op zijn instrumenten wil kijken) steeds zijn accommodatie in- en ontspannen moet en dat het niet alleen voor hem van belang is, dat zijn „accommodatie-breedte" normaal is, doch tevens, dat de snelheid, waarmee hij zijn accommodatie in- en ontspannen kan, een zeer belangrijke rol speelt. Edwin B. Goodall in zijn artikel „The speed of accommodation" [1]) komt na een uitgebreid onderzoek hieromtrent bij vliegers en niet-vliegers tot de volgende conclusie:

„After carefully questioning each man examined and after discussing the subject with several flight surgeons I am fully convinced that accommodation enters in many ways into the act of flying a ship especially in landing and in pursuit work when very rapid changes of focus from far to near and vice versa are required".

Het is in dit verband merkwaardig te zien dat de inwendige oogspieren bij vogels dwarsgestreepte spieren zijn, die veel sneller dan gladde spiervezels werken en het zoodoende mogelijk maken, dat het vogeloog zich met zeer groote snelheid — ruksgewijs — scherp kan instellen, wat natuurlijk van het allergrootste belang is bij het vliegen vlak langs de grond, tusschen boomtakken en bij het vervolgen van een prooi. De gladde spiervezels, die de accomodatie van het menschenoog verzorgen, werken stellig langzamer, al zijn de cijfers, die S. Garten in zijn werk „Die Bedeutung unsrer Sinne für die Orientierung im Luftraume. [2]) „schätzungweise" geeft, ongetwijfeld onjuist (volgens hem zou de tijd noodig voor de contractie der inwendige oogspieren voor de dichtbij instelling 1.6 sec. bedragen, terwijl voor de instelling in de verte de relaxatie dezer spieren 0.8 sec. zou duren). Edw. Goodall [3]) komt quantitatief en qualitatief tot geheel andere uitkomsten: hij vond de tijd voor accommodatie inspanning 0,584 sec. als gemiddelde bij 73 aviateurs (10 opnamen van elk) en voor accommodatie ontspanning 0,815 seconden.

---

[1]) Air Service Medical Vol. 1 No. 3 pag. 69 1920 Washington. Government printing Office.

[2]) Verlag von Wilhelm Engelmann Leipzig 1917; zie ook Hermann Lehrbuch der Physiologie 13 Auflage 1915 Seite 393.

[3]) l. c.

Bij 10 niet-vliegers (die corrigeerende glazen droegen: laboratoriumwerkers en officieren) voor accommodatie inspanning 0,547 en voor ontspanning 1,055. Deze uitkomsten werden verkregen met een goede tachistoscoop en na zorgvuldige proefnemingen en leveren zooals gezegd een geheel andere uitkomst op als die, welke door Garten en Hermann (l. c.) aangegeven werden. Dat de door hen genoemde tijd van 1,6 seconde voor de accommodatie-inspanning (dus aanzienlijk meer dan voor de accommodatie-*ontspanning*, waar Goodall juist het omgekeerde vond) onjuist is, valt zeer gemakkelijk aan te toonen met een eenvoudig aftikhorloge (stopwatch) dat 5den van secunden aangeeft. [1])

Bij de analyse van de eischen, die aan het gezichtsorgaan van den vlieger gesteld worden, zoowel bij het opstijgen van den grond als bij het landen, blijkt dus, dat aan zijn accommodatie-snelheid zoowel wat in- als ontspanning betreft, hooge eischen worden gesteld en dat elke factor, die deze accommodatiemogelijkheid zoowel in wezen als in snelheid ongunstig beinvloedt, den vlieger minder geschikt maakt voor zijn vak.

Hypermetropie. Latente hypermetropie dienen wij in dit verband het allereerst te beschouwen, aangezien dit een afwijking is, die bij een oppervlakkig gezichtscherpte-onderzoek onopgemerkt kan blijven. De jeugdige hypermetroop zal, wanneer zijn vérziendheid geen al te hooge graad bereikt heeft, dikwijls tijdens het onderzoek in staat blijken om met

---

[1]) Men kan de proef bij zich zelve en bij anderen op de volgende wijze doen. Men ontspant de accommodatie (vooropgezet een emmetroop oog met visus 6/6) door op 6 Meter afstand de letters te lezen van regel "6". Te gelijkertijd wordt een stopwatch op 20 cM. afstand iets schuins links of rechts (om het zien naar het letterbord niet te hinderen) van de oogen gehouden. Op een gegeven teeken nu wordt de wijzer aan het loopen gebracht en op dit zelfde teeken tracht de proefpersoon de eerste zeer kleine letters te lezen van de woorden die op de wijzerplaat van de stopwatch staan. Zoodra hij deze scherp ziet (benoemt) wordt de wijzer wederom gestopt. De uitkomst geeft dan „schattenderwijs" den tijd noodig voor de accommodatie-inspanning. Herhaalde proeven bij mij zelf en anderen gaven steeds uitkomsten van 3/5 en 4/5 sec. (waarvan dan nog de reactietijd van den proefnemer dient te worden afgetrokken). Eén sec. als tijd voor accommodatie-inspanning werd bij deze proef nooit gevonden.

een krachtige inspanning zijner accommodatie een volle en zelfs hypernormale gezichtscherpte te bereiken en zoodoende, wanneer het onderzoek op vlieggeschiktheid zich zou beperken tot een bepaling der gezichtscherpte, goedgekeurd kunnen worden voor den vliegdienst.

Wij hebben uit het voorgaande gezien hoe noodig het is, dat een vlieger bij het landen en opstijgen afwisselend zijn oogen scherp weet in te stellen voor dichtbij en veraf en dat hij, ook tijdens het vliegen, telkens zijn accommodatie moet inspannen om de instrumenten af te lezen, die op ongeveer een halve Meter voor hem in het toestel aangebracht zijn. Deze afwisselende in- en ontspanning der accommodatie zal den hypermetroop — ook al manifesteert bij onderzoek zijn hypermetropie zich niet en blijft zij geheel latent — veel moeilijker vallen dan den emmetroop en zoodra er een zekere mate van vermoeidheid gaat ontstaan — bij lange vluchten of op groote hoogte (zuurstofgebrek) — zal steeds meer van zijn hypermetropie manifest worden en lukt het hem, ook met inspanning van al zijn krachten, niet meer scherp in te stellen op korte afstand. In de lucht zal hem dit moeilijkheden geven met het aflezen van de instrumenten op het „dashboard", doch noodlottig zal hem deze onmogelijkheid om dichtbij scherp te zien, worden zoodra hij de landingsmanoeuvre — de moeilijkste van het geheele vliegen — moet gaan verrichten. En juist bij deze landingsmanoeuvre na lange of hooge vluchten zal de kans het grootst zijn, dat hij tengevolge van vermoeidheid zijn hypermetropie niet meer zal kunnen overwinnen. Bovendien spreekt het wel van zelf dat de snelheid van accommodatie inspanning bij hypermetropie en vooral bij den vermoeiden hypermetroop geringer zal zijn dan bij emmetropen, zoodat ook uit dien hoofde vérzienden, ook al is hun hypermetropie latent, ongeschikt voor het vliegervak zijn en een gevaar opleveren voor zich zelf en hun passagiers. Bij het onderzoek van candidaat-vliegers is het derhalve noodzakelijk om ook bij normalen visus steeds na te gaan of er latente hypermetropie bestaat.

De bovenbesproken bezwaren zouden ondervangen kunnen worden door het dragen van corrigeerende glazen, hetgeen echter bij den tegenwoordigen stand der aviatiek om verschil-

lende redenen geen aanbeveling verdient. Het Nederlandsche keuringsreglement voor vliegers en waarnemers geeft dan ook met betrekking tot het bovenstaande het volgende aan: „Ook al voldoet de gezichtsscherpte aan het onder j. bepaalde (i. e. 1 en ¾) dan moet toch steeds naar de aanwezigheid van oververziendheid een onderzoek worden ingesteld."

Myopie. Het spreekt van zelf, dat de myoop van eenigzins belangrijken graad, die zonder glazen op afstand onmogelijk scherp kan zien, voor het vliegervak in zijn tegenwoordigen vorm ten eenen male ongeschikt is.

De kans, dat deze afwijking bij het oog-onderzoek over het hoofd zal worden gezien, bestaat echter in tegenstelling met wat we zagen bij de latente hypermetropie, die gepaard kan gaan met een volle gezichtscherpte op afstand, practisch gesproken niet.

Astigmatisme. Dat ook Astigmatisme in eenigzins belangrijke graad een contraindicatie voor het besturen van een vliegtuig is behoeft geen betoog. De asthenopische klachten, die zoo veelvuldig bij astigmaten voorkomen, zelfs bij hen die nog een visus van $^6/_6$ hebben, zullen zich na lange of hooge vluchten, waarbij een groote inspanning van het gezichtsorgaan onder ongunstige omstandigheden (zuurstofgebrek) geeischt wordt, ernstig doen gelden, terwijl bij landingen en vooral bij noodlandingen op vreemd terrein scherp gezien moet kunnen worden in alle meridianen, een eisch waaraan astigmate oogen nooit kunnen voldoen. Het dragen van corrigeerende cylindrische glazen brengt nog meer gevaar mede dan het gebruik van spherische; beperken zich bij deze laatsten de nadeelen tot beslaan op critieke momenten, cylindrische glazen verliezen bovendien hun corrigeerend effect bij elke hoofdneiging (om sagittale as). Voor een vlieger is het ieder moment, bij het zoeken naar een landingplaats, het vermijden van terreinhindernissen enz. enz., noodig zijn hoofd buiten de rand van zijn toestel te buigen, waarbij een raddraaiing der oogen optreedt. Het is zonder meer duidelijk dat in die omstandigheden het dragen van corrigeerende cylindrische glazen zijn visus zeer ongunstig zal beinvloeden.

De eisch derhalve dat bij aspirant-vliegers steeds een onderzoek worde ingesteld naar eventueel aanwezig astigmatisme, is dan ook volkomen gerechtvaardigd.

Kleurenblindheid. Op het eerste gezicht lijkt het wat vreemd, dat vliegen opzichzelf eischen zou stellen aan ons kleuronderscheidingsvermogen, doch wanneer wij bedenken, dat het vliegen uit 3 elementen bestaat: 1° het opstijgen, 2° het besturen van het toestel in de lucht en 3° het landen, dan zal ieder, die het aardoppervlak vanuit de lucht gezien heeft, beseffen, dat bij 2° en 3° ons kleuronderscheidingsvermogen een groote rol speelt. Om zijn weg te vinden is de vlieger herhaaldelijk alleen aangewezen op zijn kaart en de vergelijking van het onderliggend terrein daarmede, aangezien het gebruik van een compas geen voldoende gegevens verschaft, doordat men de windrichting en -kracht op een gegeven hoogte niet kent en zoodoende de eventueele afdrijving niet in rekening kan brengen. Op eenigzins aanzienlijke hoogte kan dit „vliegen op de kaart" niet geschieden door minutieus terreinvoorwerpen met de kaart te vergelijken, doch dient men, vooral als het over groote afstanden gaat, globaal een indruk te krijgen van het onderliggende land: de vorm, de grootte, de afteekening tegen elkaar van bosschen, groote heidevelden, weilanden, omgeploegd land enz., dat zijn de teekenen die ons de orientatie mogelijk maken. Géén eigenschap nu van deze verschillende terreinsoorten helpt ons op groote hoogte bij het herkennen en het vergelijken ermede op de kaart zoozeer, als hun verschillende kleur: dáaraan weten wij op die hoogte of we boven heide zijn of boven omgeploegd land, boven weiland of boven een uitgestrekt bosch. De kleurenblinde en zelfs de kleurenzwakke zal deze steun bij het herkennen van het onderliggende terrein voor een groot deel missen en dit zal hem, vooral ook dàn, noodlottig kunnen worden, wanneer hij om een of andere reden een noodlanding moet maken, waarvoor hij een daartoe geschikt terrein dient uit te zoeken.

Bij dit uitzoeken van een noodlandingsterrein behoort hij immers reeds op groote hoogte te decideeren op welk stuk terrein hij het best zal trachten te landen, aangezien uit den aard der zaak een dergelijke noodlanding wel steeds in glijvlucht (wegens motor-defect) geschiedt, waardoor hij dus niet met de beslissing kan wachten tot hij zoo laag gekomen is, dat de détails van het onderliggende land zich duidelijk af-

teekenen en hem de keuze makkelijk maken. Natuurlijk zal het niet steeds het geval zijn, dat een vlieger goeddeels op de *kleur* van het onderliggende terrein moet afgaan om een behoorlijke noodlanding te maken; herhaaldelijk zullen hem ook nog wel andere gegevens ten dienste staan, doch dat neemt niet weg, dat er omstandigheden te over zijn, zoowel bij de orienteering over groote afstand als bij het maken van landingen, dat een kleurenblinde of -zwakke in het nadeel is ten opzichte van iemand met een normaal kleuronderscheidingsvermogen. Zoodra bovendien het vliegen bij nacht ter sprake komt spreekt het wel van zelf dat men van elken vlieger, evenals van elken machinist en zeevaarder, eischen moet dat hij zonder aarzelen de verschillende gekleurde seinlampen uit elkaar weet te houden.

Waar nachtvliegen bij de militaire aviatiek een groote rol speelt is ook om deze reden de eisch in het keuringsreglement gesteld, dat elke aspirant vlieger een normaal kleuronderscheidingsvermogen dient te bezitten.

Netvliesgevoeligheid. Ook wanneer wij afzien van speciale nachtvluchten, die behalve in het militaire, voorloopig nog wel tot de uitzonderingen zullen blijven behooren, zal het toch herhaaldelijk voorkomen, dat een vlieger om een andere reden een vlucht, die hij bij daglicht begonnen is, moet voortzetten en beëindigen in de duisternis: verkeerde tijdsberekening, onverwachte tegenwind enz. enz. zullen vele malen aanleiding kunnen worden tot ongewilde nachtvluchten en een verminderde netvliesgevoeligheid voor zwakke lichtprikkels zal hem in een dergelijk geval noodlottig kunnen worden. Het behoorlijk besturen in de lucht van een vliegtuig is ook in de donkerste nacht nog zeer wel mogelijk, omdat de steeds zichtbare ietwat lichtere lijn aan de horizon voldoende is voor onze orientatie, voor het rechthouden dus van het toestel in de ruimte; doch bij de landing zijn we geheel aangewezen op de zeer zwakke lichtprikkels, die onze oogen dan nog treffen. Elke verminderde netvliesgevoeligheid voor deze prikkels maakt ons in die omstandigheid geheel hulpeloos.

Helaas komt het nog herhaaldelijk voor, dat ook vliegers met volkomen normale netvliesgevoeligheid ernstige ongevallen maken bij nachtlandingen; de gewone fout is dan, dat het

toestel te laat afgevangen wordt en zoodoende onder een te scherpe hoek op de aarde komt en daarbij capoteert. Ik meen, dat op een eenvoudige wijze deze ongevallen voor een groot deel althans zouden kunnen vermeden worden en wel door toepassing van een gegeven, dat de zintuigphysiologie ons verschaft heeft. Wij weten immers uit verschillende onderzoekingen, [1]) dat de retina-*peripherie* gevoeliger is voor zeer zwakke lichtprikkels dan de fovea centralis en dat derhalve bij diepe duisternis een voorwerp bij poging tot nauwkeurige fixatie geheel verdwijnt om bij indirect zien weer vrij duidelijk te voorschijn te komen. Van vliegers kunnen wij niet verwachten, dat zij van alle physiologische gegevens op de hoogte zijn en deze in de practijk weten te gebruiken en het is dus onze plicht hen hiervan op de hoogte te brengen, voorzoover deze gegevens voor hen van nut kunnen zijn. Ik hoop, dat deze bladzijde hen leeren zal om bij landingen in de duisternis het landingsterrein niet te fixeeren, doch links of rechts langs het toestel heen te kijken om zoodoende het landingsterrein met hun periphere gezichtsveld waar te nemen. Nachtlandingen op een niet zeer goed verlicht terrein zullen wel steeds précair blijven, doch met toepassing van bovenbedoelde kunstgreep heeft de vlieger in elk geval een kans ongevallen te voorkomen, vooropgezet althans dat zijn netvliesgevoeligheid normaal is. In dit verband behoeft het verder geen betoog, dat personen lijdende aan hemeralopie, ook zelfs in zeer lichten graad, voor het vliegervak ongeschikt zijn.

Gezichtsveldbeperkingen. Volledigheidshalve zij hier nog vermeld, dat een normale uitbreiding van het gezichtsveld voor den vlieger vereischt wordt. Concentrische beperking en periphere scotomen zouden hem bij landingen noodlottig kunnen worden.

II. Binoculaire functies.

Het feit dat wij ons tijdens het vliegen vrij in de 3 dimen-

[1]) Piper. Zur messender Untersuchung und zur theorie der Helldunkeladaptation. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde Bd. 45, 1917.
Ditller und Hoike. Uber die Adaptationsfähigkeit der Fovea centralis. Zeitschrift für Sinnesphysiologie. Bd. 46. 1912.

sionale ruimte bewegen en wij dus behalve ons eigen vliegtuig geen punten van vergelijking hebben die ons het schatten van afstanden (relatieve zoowel als absolute) gemakkelijk maken is de tweede van de op blz. 54 genoemde factoren tengevolge waarvan het vliegen bijzondere eischen stelt aan ons gezichtsorgaan. In I (p. 54 et seqq.) bespraken wij de functies van het monoculaire zien en de afwijkingen daarin, die voor de aviatiek van belang zijn: hier dienen wij na te gaan in hoeverre het behoorlijk samenwerken der beide oogen een rol speelt bij het besturen (opstijgen, vliegen en landen) van een vliegtuig.

Volledigheidshalve zij hier vooreerst aangestipt, dat het binoculaire gezichts- en blikveld een normale uitbreiding moeten hebben, waarbij wij echter niet verder behoeven stil te staan.

Het schatten van afstanden en het stereoscopisch zien is afhankelijk van verschillende factoren: enkele van deze factoren zijn zoowel monoculaire als binoculaire functies, sommige echter werken slechts, wanneer een behoorlijke binoculaire visus aanwezig is, met andere woorden: binoculair zien heeft voor het afstandsschatten alle eigenschappen van het monoculaire zien, doch heeft er bovendien nog twee andere bij n.l. de convergentie en de binoculaire parallax.

Zien wij nu welke de bovengenoemde factoren zijn dan vinden wij het volgende:

I. Factoren, die gemeen zijn zoowel aan den binoculairen als aan den monoculairen visus.

a. De relatieve grootte der voorwerpen (grootte van het retinabeeld).
b. Accommodatie.
c. Bewegingsparallax.
d. Lineair perspectief, lichtreflexen en schaduw.
e. Verschillen in kleur, helderheid; contrast en „overlapping".

II. Factoren die slechts werken bij binoculair enkelzien.

a. Binoculaire parallax.
b. Convergentie.

Enkele van deze factoren, die voor den mensch op den grond voor het stereoscopisch zien en het afstandschatten van groote waarde zijn verliezen voor den vlieger, die zich hoog in de lucht bevindt, veel van hun waarde.

Ia. De relatieve grootte der voorwerpen, die hij op den grond

na langere jaren ondervinding heeft leeren schatten, geeft hem tijdens het vliegen, waar hij op groote en telkens wisselende hoogtes is, onvoldoende gegevens omtrent hun onderlinge afstanden. Eerst na zeer lange ervaring *in de lucht* zal hij er iets aan kunnen hebben en dan nog slechts alleen wanneer hij boven bekend terrein vliegt (een Hollander, die slechts boven zijn land gevlogen heeft, zal zich, wanneer hij alleen af moest gaan op de relatieve grootte der onder hem liggende voorwerpen, in een bergachtige streek bij het berekenen van zijn landing den eersten tijd herhaaldelijk vergissen).

Ib. Accommodatie is slechts een hulpmiddel voor korte afstanden, practisch gesproken niet grooter dan 6 Meter. In de lucht zal een vlieger er voor dit doel niets aan hebben en bij het landen slechts wanneer het te laat is.

Ic. Bewegingsparallax geeft op groote hoogtes weinig gegevens, wanneer het gaat om de beoordeeling van zeer kleine onderlinge afstanden en wannéér men al deze bewegingsparallax door hoofdbewegingen weet op te wekken, kost de interpretatie van de hiermede verkregen gegevens tijd en nadenken.

De gegevens van d en e berusten evenals die van a op ervaring en ondervinding op den grond verkregen, zijn dus voor den niet reeds zeer geroutineerden vlieger van weinig nut en zouden voor den onervarene eerder misleidend kunnen werken.

IIb. Voor de convergentie geldt hetzelfde als voor de accommodatie; ook hieraan zal de vlieger niets hebben voor het schatten van onderlinge afstanden, zoodra hij zich op eenige hoogte boven de grond bevindt.

Wij zien derhalve, dat op één na alle factoren, die ons op den grond het schatten van onderlinge afstanden mogelijk maken, in de lucht veel, zoo niet alles, van hun waarde verliezen en het spreekt dus wel van zelf, dat die eenig over gebleven factor — de binoculaire parallax, de disparatie der beelden op de beide retinae — buitengewoon in waarde vermeerdert voor den vliegenden mensch. Het juist schatten van onderlinge afstanden is voornamelijk bij het landen een absolute noodzakelijkheid en iedere fout daarin moet om zoo te zeggen leiden tot min of meer ernstige ongelukken: de binoculaire parallax is het, die de vlieger deze afstandschatting mogelijk

maakt en wij kunnen er dan ook m. i. niet genoeg den nadruk op leggen, hoezeer een volkomen normaal samenwerken der beide oogen, waardoor het immers alleen mogelijk is deze binoculaire parallax te gebruiken, voor den vlieger een levenskwestie is. Elke afwijking, die het binoculaire enkel-zien bemoeilijkt — gebrekkig evenwicht der oogspieren (heterophorie), scheel zien in elken vorm en in elken graad, oogspierverlammingen — is m. i. dan ook een absolute contra-indicatie tegen het vliegen.

Men zou tegen het toekennen van een zoo overwegende rol aan de binoculaire parallax voor het schatten van afstanden door den vlieger en de daarmede samenhangende depreciatie der overige factoren twee bedenkingen kunnen opperen.

In de eerste plaats zou men kunnen wijzen op de zeer enkele vliegers, die tijdens hun vliegerloopbaan, een oog verloren en naderhand toch in staat bleven een vliegtuig naar behooren te besturen en te landen: mij is persoonlijk een Engelsch vlieger bekend, wien in de oorlog een oog werd uitgeschoten en die, na genezing der wond, zijn vliegervak, dat hij reeds jaren uitoefende, voortzette en die ook nu nog een uitstekende lander is. Het is derhalve een niet te weerspreken feit, dat het ook van de lucht uit m o g e l ij k is onderlinge afstanden te schatten zonder behulp van de binoculaire parallax, doch men moet niet vergeten, dat het hier e r v a r e n vliegers geldt, die vele jaren reeds vlogen en die dus, gelijk boven ook al gezegd werd, in de relatieve grootte der voorwerpen op het landingsterrein een hulpmiddel hebben, dat het hen, maar ook h e n alleen, mogelijk maakt een behoorlijke landingsmanoeuvre uit te voeren.

Bovendien zal oefening in het gebruik maken der gegevens, die de bewegingsparallax en het onder I d en e genoemde hun verschaffen, een zekere rol spelen om het gemis der binoculaire parallax te compenseeren.

Voor menschen echter, die de wereld, zooals die van uit een vliegtuig gezien wordt, niet grondig kennen, die niet gewend zijn de aarde van uit een zekere hoogte te beschouwen, voor leerling-vliegers dus en voor vliegers met nog slechts geringe ervaring, is het onmogelijk een juist gebruik te maken van gegevens, die slechts van waarde zijn, wanneer ze gezien

worden in hun associatief verband – door vergelijking met herinneringsbeelden; voor hen is de binoculaire parallax, die ook zonder luchtervaring en zonder associaties benut kan worden, de eenige vaste steun bij het schatten van onderlinge afstanden en ik geloof zelfs, dat ook de ervaren éénoogige vlieger, wanneer hij op volkomen vreemd terrein zou moeten landen, waar de boomen b.v. 2 maal zoo hoog zouden zijn als die op de hem bekende terreinen, de huizen veel lager enz. enz., in het kort, waar alle onderliggende voorwerpen een andere afmeting hadden dan waaraan hij gewend was, dat dan zelfs die ervaren éénoogige vlieger bij een landing op een dergelijk terrein een groote kans heeft zijn landing verkeerd te berekenen en een min of meer ernstig ongeluk te veroorzaken.

In dit verband is het belangrijk kennis te nemen van de ervaringen, welke Amerikaansche vliegmedici, die met vele duizende vliegers in aanraking kwamen en wier taak het was jonge vliegers tijdens hun leerperiode te observeeren, opdeden tijdens hun functie bij de opkomende Amerikaansche aviatiek gedurende de oorlog.

Harvey. J. Howard, Captain Medical Corps[1]) in zijn artikel „A test for the judgement of distance'' uit hieromtrent als volgt zijn meening:

„On the ground that there are flyers now in service with „faulty binoculair vision and a few with only monoculair „vision, some examiners have questioned the absolute necessity „of binoculair single vision as a preliminary requirement.

„Upon sober reflection however one must conclude that the „knowledge that a number of men with faulty binoculair vision „have been admetted to flying service and are still living „does not constitute a proof that even a larger number have „not met an unnecessary death on account of having wrongly „been permitted to fly. It is error in judgement of „distance in landing a plane that has caused the „great majority of deaths among cadet aviators."

Het is mij niet bekend, dat er éénoogigen geweest zijn of personen met een gebrekkige binoculaire visus, die vliegen geleerd hebben. In Holland is dat stellig het geval niet en

---

[1]) Air Service Medical pag. 99.

in Engeland of Frankrijk, waar ik dit probleem herhaaldelijk met ervaren vliegmedici besprak, evenmin. Aan den anderen kant deed ik hier te lande in korten tijd en bij een betrekkelijk gering aantal vliegers reeds de ervaring op, dat de reden waarom vele leerlingen steeds moeilijkheden hadden met het landen, herhaalde malen te wijten was aan zeer geringe afwijkingen in hun binoculairen visus.

In de tweede plaats zou men mij in dit verband kunnen tegenwerpen, dat het bij het landen niet gaat om onderlinge

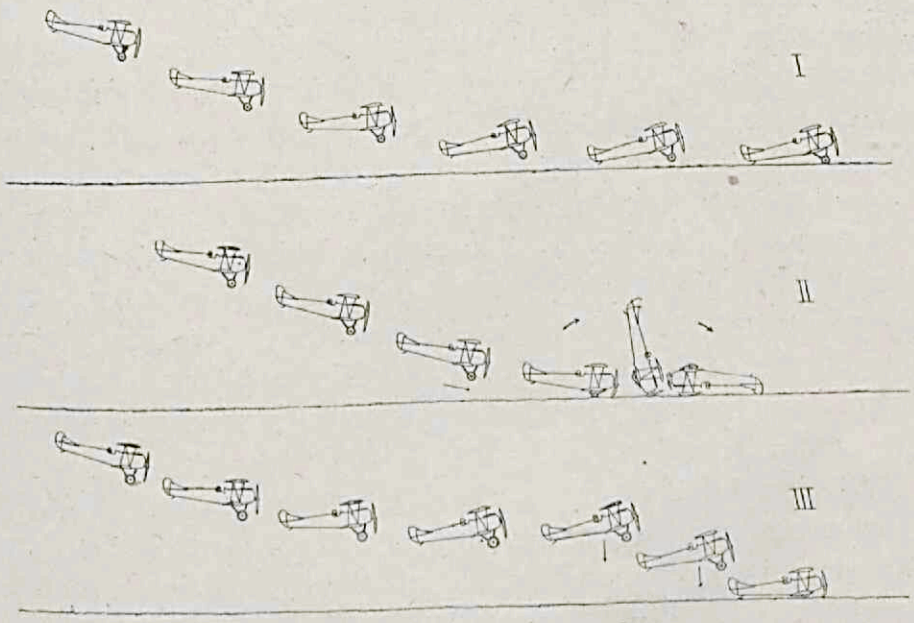


Fig. 8*a*. I. Normale landing.
II. Te laat afgevangen (capotage).
III. Te hoog afgevangen (pancake).

afstanden doch om den absoluten afstand van het vliegtuig tot den grond op een gegeven oogenblik. Een juiste beoordeeling echter van absoluten afstand kan slechts geschieden door een summatie van een opeenvolgende serie van schattingen van onderlinge afstanden. Wanneer we al dalende schuin naar voren uit ons vliegtuig naar den grond kijken, beschouwen wij — zij het instinctief en veelal onbewust — de steeds wisselende (tengevolge van onze eigen, dalende en voorwaartsche, beweging) onderlinge afstanden van de in ons gezichtsveld liggende terreinvoorwerpen en met behulp dáárvan kunnen we na eenige oefening (de leerperiode van

den jongen vlieger) de absolute afstand van ons vliegtuig tot den grond met groote nauwkeurigheid afleiden.

Schatting van absolute afstanden is volkomen onmogelijk, zoowel voor den één- als den tweeoogige, wanneer niet in het tusschenstuk, dus in casu tusschen onze oogen en den grond, voorwerpen aanwezig zijn, wier onderlingen afstand wij op een of andere wijze te weten kunnen komen. Bij het landen („amerrir") van een watervliegtuig op een absoluut kalme zee, op volkomen vlak water dus, hebben vele vliegers en ik zelf ook eenige malen deze volkomen onmogelijkheid ondervonden. De eenige wijze, om in een dergelijk geval het vliegtuig veilig op het water neer te zetten en er niet onder een scherpe hoek onverwachts in te schieten is het zoo genaamd „op de kim landen" waarbij men het toestel redresseert zoodra men, door vooruit te zien, den indruk krijgt op gelijke hoogte te zijn met de als een horizontale lijn geziene „kim". Teekent deze kimlijn zich niet duidelijk af bij mist of duisternis b.v., dan dienen er relatieve afstanden gemaakt te worden, hetzij door op een of andere wijze het water in kabbeling te brengen, hetzij door er een voorwerp in te werpen, waarnaast men dan landen kan.

Wij zien derhalve dat wij bij het landen van een vliegtuig aangewezen zijn op het schatten van relatieve afstanden (om dan daaruit, door ervaring, de absolute distantie te concludeeren) en dat, van de lucht uit beschouwd, de binoculaire parallax in deze een groote en van toevallige bijomstandigheden vrijwel geheel onafhankelijke rol speelt. Uit het voorgaande blijkt m. i. wel voldoende van hoeveel belang het is om bij aspirant-vliegers na te gaan in hoeverre zij van de binoculaire parallax weten gebruik te maken voor het schatten van relatieve afstanden.

Een voor dit doel bruikbaar instrument dient aan de voorwaarde te voldoen, dat het objectieve, in cijfers uitdrukbare gegevens verschaft en bovendien dat het — behalve de binoculaire parallax — alle andere factoren uitsluit, die gebruikt zouden kunnen worden bij de bedoelde schattingen. Verschillende onderzoekmethodes vallen derhalve uit hetzij omdat zij subjectieve gegevens verschaffen, hetzij omdat, behalve de binoculaire parallax, meerdere andere factoren erbij in het spel zijn

(staafjes van Maddox, handstereoscoop, toestel van Howard[1]).

Ik liet derhalve bij de luchtvaartafdeeling te Soesterberg een toestel construeeren, dat in principe overeenkomt met een instrument, bij den Engelschen militair geneeskundigen dienst in gebruik, doch waarin ik enkele wijzigingen aanbracht,

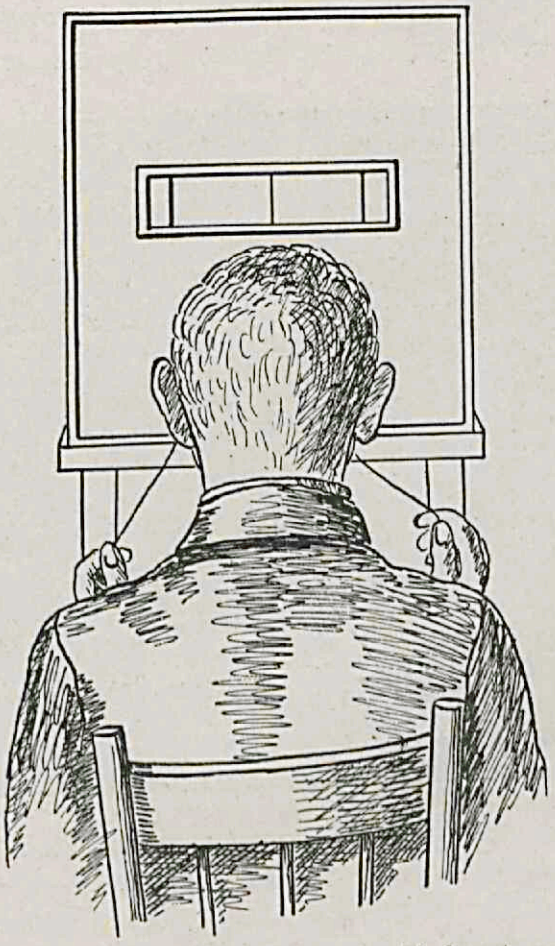


Fig. 8*b*. Drie staafjesapparaat (aan den stoel behoort een hoofdsteun).

waardoor het werkelijk aan de twee bovengenoemde voorwaarden voldoet.

Het toestel bestaat uit een plank lang 2 Meter 50 en breed 50 c.M. op schragen geplaatst van 80 c.M. hoog. Aan de achterste korte zijde staat een rechtopstaande mat glazen plaat (60 c.M. hoog) die verlicht wordt door een daarachter

[1]) Air Service medical p. 99.

opgestelde electrische lamp; de voorste korte zijde wordt afgesloten door een houten plaat eveneens 60 c.M. hoog, waarin een spleet van 30 c.M. lang en 6 c.M. wijd. Deze spleet is ongeveer 110 c.M. van den grond, dus ongeveer op de hoogte van de oogen van een zittend persoon. Op het midden van de plank zijn in een frontaal vlak 3 lange breipennen aangebracht van verschillende dikte; de beide uitersten zijn vast op den plank bevestigd, de middelste is op een wagentje aange-

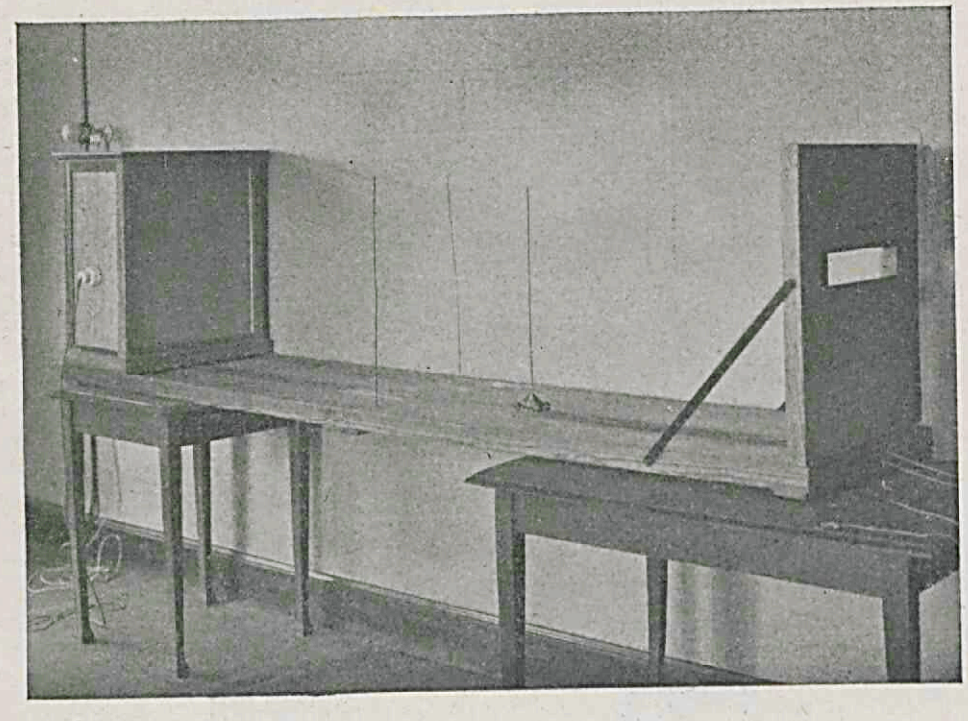


Fig. 9. Drie staafjesapparaat (zonder het zwarte doek).

bracht, dat zich langs een rail over de geheele lengte der plank kan bewegen. Een maatlatje met millimeterverdeeling is op de plank bevestigd langs de rail, met het nulpunt in de lijn, welke de basis der beide vaststaande staafjes verbindt. De breipen op het wagentje kan over de geheele lengte der plank voortbewogen worden door te trekken aan een koord zonder einde. Staat dit staafje tusschen de beide vaststaanden in, dus met hen in één vlak, dat frontaal gesteld is ten opzichte van de proefpersoon, dan wijst een, aan het wagentje bevestigde wijzer, het nulpunt aan. Het geheel is bedekt met zwart doek, dat elk licht van buiten uitsluit, zoodat de proef-

persoon, die zittende op 6 meter afstand (vanaf de vaststaande staafjes gerekend) door de spleet kijkt, niets anders ziet dan het middelste 3e deel der 3 staafjes tegen een verlichte achtergrond (de zoo even genoemde matglazen plaat).

Aan de stoel, waarop de proefpersoon zit, is een hoofdsteun aangebracht die hem elke hoofdbeweging belet.

Met behulp van het koord zonder eind kan hij het middelste staafje op elke gewenschte plaats brengen.

Beschouwen we nu nog eens de verschillende op blz. 63 genoemde factoren die een rol spelen bij het schatten van afstanden dan zien wij:

1. dat de relatieve grootte geen rol kan spelen, daar de staafjes van verschillende dikte zijn. (Ia)
2. dat er van accomodatie of convergentie geen sprake is doordat de afstand tusschen de oogen en de staafjes grooter is dan 6 Meter (Ib en IIb)
3. dat de aan de stoel bevestigde hoofdsteun het opwekken van een bewegingsparallax belet (Ic)
4. dat, aangezien de verticaal geplaatste gladde zwart geschilderde staafjes (waarvan noch de toppen noch de bases zichtbaar zijn) zich afteekenen tegen een egaal verlichte matglazen plaat en elk licht van buiten uitgesloten is, de onder Id en Ie genoemde factoren geen rol kunnen spelen. Verschillen in kleur, helderheid en contrast treden evenmin op als perspectief, lichtreflexen of schaduwen.

Alleen de binoculaire parallax kan het ons derhalve mogelijk maken het middelste staafje op gelijken afstand van ons oog te plaatsen als de beide anderen en in deze constructie hebben wij zoodoende een instrument, dat ons in staat stelt deze binoculaire parallax g e i s o l e e r d aan een onderzoek te onderwerpen en te zien in hoeverre een proefpersoon in staat is van deze binoculaire parallax gebruik te maken voor het schatten van relatieve afstanden. Elke afwijking daarin kunnen wij zoodoende in maat en getal uitdrukken, waarbij een ervoor plaatsen negatief genoemd wordt en een er achter plaatsen positief.

Ik gebruikte het bovenbeschreven instrument geregeld bij elke vlieger- en waarnemerskeuring en beschikte einde December 1920 over de uitkomsten van 64 keuringen. Elke proefpersoon trachtte 10 maal achtereen het middelste staafje tusschen de

beide andere te plaatsen, de uitkomsten werden afzonderlijk opgeteekend en het gemiddelde berekend. Tijdens de proeven bleek, hetgeen a priori te verwachten was, dat éénoogigen en strabeerenden in de volkomen onmogelijkheid verkeerden om ook maar het nulpunt te benaderen.[1])

De uitkomsten volgen hieronder:

Aantal onderzochte personen 64, te weten:

Vliegers	38,
Asp. vliegers	15,
Waarnemers	11,

Gemiddelde afwijking	17.4 mm.
Grootste afwijking (gemiddelde van 10 waarn.)	277 mm. [1])
Kleinste afwijking (idem.)	2.5 „

Verdeelen wij nu de 64 gedane waarnemingen in 2 groepen n.l. in die der geroutineerde vliegers (38) en die der aspirant-vliegers en waarnemers (26) dan vinden wij het volgende:

GROEP I. Vliegers.

Aantal waarnemingen	38,
Gemiddelde afwijking	10.6 mm.
Grootste afwijking (gem. v. 10 waarnemingen)	38.1 mm.
Kleinste afwijking (idem.)	2.5 „

10 vliegers komen boven het gemiddelde van 10.6 mm.; 28 blijven er onder. Hieronder (blz. 73) volgen bijzonderheden omtrent de eerstgenoemde 10.

GROEP II. Waarnemers en Asp. vliegers.
(Personen derhalve die nog nooit een vliegtuig bestuurden.)

Aantal waarnemingen	26,
Gemiddelde afwijking	27.6 mm.
Grootste afwijking	277 mm.
Kleinste afwijking	5 mm.

We zien derhalve uit deze tabellen, dat de gemiddelde afwijking bij geroutineerde vliegers (10.6 mm.) aanzienlijk geringer is dan bij niet-vliegers (27.6 mm.).

---

[1]) Een asp. vlieger met strabismus concomitans divergens gaf de volgende uitkomsten (in mm. uitgedrukt:)
— 500 + 200 + 400 + 100 + 300 + 300 + 120 + 300 + 250 — 300 gemiddeld 277 mm.

Eenerzijds zal dit waarschijnlijk te danken zijn aan het feit, dat vliegers tijdens hun leerperiode door ervaring en oefening een beter gebruik hebben leeren maken van de gegevens, die hen de binoculaire parallax verschaft, anderzijds heeft stellig de „selectie door de praktijk" een rol gespeeld: in hooge mate waarschijnlijk is het n.l., dat vele vliegers met gebrekkigen binoculairen visus, die tengevolge van het ontbreken (tot Aug. 1919) van een behoorlijke keuring tot den vliegdienst waren toegelaten, op de een of andere wijze geëlimineerd zijn, hetzij tengevolge van ernstige of doodelijke ongevallen, hetzij tengevolge van het feit, dat zij den vliegdienst gedwongen of vrijwillig verlieten, daar zij, uithoofde van hun gebrekkig stereoscopisch zien, niet behoorlijk konden leeren vliegen.

In dit verband dienen wij de uitkomsten der 38 vliegers (groep I) nog aan een nadere beschouwing te onderwerpen aangezien deze uitkomsten het meeste belang hebben, daar wij ze kunnen toetsen aan de praktijk. Van al deze 38 vliegers zijn n. l. de vliegcapaciteiten (met name ook het landen) nauwkeurig bekend. Mochten wij derhalve zien, dat er een correlatie bestaat tusschen slechte uitkomsten op het 3 staafjesapparaat en geringe vlieg- (landings-) capaciteiten, dan zou daarmee de waarde van dit apparaat voor vliegkeuringen en periodieke contrôle bewezen zijn. Opgemerkt dient nog te worden dat géén der 38 vliegers een behoorlijke keuring voor hun indiensttreding bij de Luchtvaartafdeeling heeft ondergaan.

De 10 vliegers, die, zooals uit de tabel van Groep I blijkt boven het gemiddelde van 10.6 mm. kwamen, gaven de volgende uitkomsten:

A	11.2	mM.
B	12.4	„
C	12.6	„
D	16	„
E	16.4	„
F	18.2	„
G	18.6	„
H	19	„
I	23.6	„
K	38.1	„

Van hen is vlieg-technisch het volgende bekend:

D is volgens zijn instructeur een ruw vlieger; hij (de instructeur) heeft reeds herhaaldelijk voorgesteld hem uit den vliegdienst te verwijderen, daar hij geen kans ziet hem ooit behoorlijk op te leiden.

E Mededeeling van zijn instructeur: „fouten bij den stijl zijner landingen (althans constante fouten) merkte ik nooit".

F heeft een periode van zoogenaamde vliegmoeheid doorgemaakt, die zich het eerst manifesteerde door zeer slechte landingen, waarbij herhaaldelijk toestellen ernstig beschadigd werden. Na een verlof, dat hem op mijn advies gegeven werd, verbeterde hij in zooverre, dat zijn landingen nu wel ongeveer normaal te noemen zijn.

G is volgens zijn instructeur een onvoldoend vlieger, wiens landingen steeds slecht waren (te vroeg afvangen).

H is een zeer matig vlieger en lander, die waarschijnlijk wel spoedig den vliegdienst verlaten zal. Wegens nerveuze bezwaren (vliegangst) werd ook hem reeds eenige malen ziekenverlof verleend. [1])

I heeft een zeer langdurige en bewogen leerperiode achter den rug en is er nog niet in geslaagd behoorlijk te leeren landen. Zijn instructeur verklaart, dat hij steeds het toestel te vroeg afvangt (redresseert) en zoodoende herhaaldelijk harde landingen maakt, waarbij enkele malen het toestel ernstig werd beschadigd. Ondanks de zeer lang doorgevoerde instructie achtte zijn leermeester hem niet in staat een toestel zelfstandig te vliegen en werd hij naar mij verwezen voor een geneeskundig onderzoek. Behalve zijn slechte uitkomsten op het 3 staafjes apparaat werden geen andere afwijkingen gevonden.

K had in den beginne zeer veel moeite om goed te leeren landen, heeft het echter door langdurige oefening tenslotte geleerd. Hij verklaarde mij echter spontaan, dat, hoewel hij

[1]) Heeft intusschen den vliegdienst verlaten.

op het vliegveld, waar hij thuis hoorde, goed landen kon, hij steeds moeilijkheden had, zoodra hij dalen moest op een vreemd terrein. Hij was zich van deze moeilijkheid zoo zeer bewust, dat hij op een vreemd terrein nooit ineens naar beneden kwam, doch steeds eerst eenige rondes op zeer geringe hoogte erboven maakte om zich te „oriënteeren".

Onder de 28 andere vliegers, die beneden het gemiddelde van 10.6 m.m. bleven en onder de 3 (A, B en C) die er slechts enkele millimeters (resp. 0.6, 1.8 en 2) boven kwamen, is er geen enkele, waar iets op aan te merken valt, wat hun landingen betreft. Er bestaan natuurlijk geringe individueele verschillen doch deze 31 zijn alle in hun landingen positief beter dan de boven beschreven 7 met uitzondering van E (gem. 16.4), waarvan de instructeur verklaart, dat hij bij hem geen constante landingsfouten opmerkte (zie boven).

Ik meen derhalve gerechtigd te zijn het 3 staafjes apparaat, zooals dit hier geconstrueerd werd, te beschouwen als een hulpmiddel van groote waarde, om na te gaan of iemand in staat is een behoorlijk gebruik te maken van de binoculaire parallax voor het schatten van onderlinge afstanden. De bovenbedoelde correlatie tusschen slechte uitkomsten op het 3 staafjes-apparaat en geringe vlieg- (landings-) capaciteiten bestaat inderdaad en bij elke vliegerkeuring dient m. i. dan ook dit instrument gebruikt te worden.

Tenslotte zij hier nog aan toegevoegd, dat de binoculaire parallax bij het schatten van onderlinge afstanden slechts een rol kan spelen, wanneer het gaat om lijnen, die ten opzichte van onze oogen verticaal loopen. Bij ten opzichte van onze oogen horizontaal verloopende lijnen, d. w. z. lijnen, die parallel loopen met de verbindingslijn der oogmiddelpunten, treedt geen binoculaire parallax, geen disparatie der beelden op de beide netvliezen op. Dit theoretisch reeds lang bekende feit speelt in de praktijk van het vliegen soms een zekere rol.

Wil men n.l. een landing maken op een terrein, waarlangs telegraafdraden loopen, of, hetgeen bij de meeste groote vliegvelden het geval is, de antennes van de draadlooze mast, dan behoort ieder vlieger te weten, dat het onmogelijk is om de absolute en onderlinge afstand dier draden te beoordeelen,

wanneer hij om de een of andere reden de palen niet kan zien, waartusschen deze draden gespannen zijn.

Het is in Amerika voorgekomen, [1]) dat een vlieger bij een demonstratie op een bundel telegraafdraden toevloog met de bedoeling, om wanneer hij er vlak bij was, het toestel over die draden heen te trekken. Het resultaat van dit pogen was, dat hij er midden in vloog, waarbij hij zelf den dood vond en meerdere toeschouwers ernstig verwondde!

Deze moeilijkheid om den afstand te schatten van horizontaal verloopende draden kan in de buurt van vliegterreinen, waar het nu eenmaal onvermijdelijk is telegraafdraden en antennes te hebben, ondervangen worden door aan de draden op zekere afstanden van elkaar witte lapjes, vlaggetjes of iets dergelijks te bevestigen, waardoor verticale lijnen verkregen worden, die ons onmiddellijk in staat stellen onze binoculaire parallax te gebruiken en daarmede de onderlinge afstand der draden te beoordeelen. Moet men echter een noodlanding maken op een onvoorbereid terrein, waaromheen telegraafdraden loopen, dan heeft men natuurlijk dit hulpmiddel niet en ik herinner mij, eenige jaren geleden om die reden eens bijna een ernstig ongeluk veroorzaakt te hebben. Tengevolge van een motordefect moest ik een noodlanding maken op een zeer klein weilandje, aan alle 4 zijden omgeven door een aantal telegraafdraden. Om een niet te groote uitloop te hebben diende ik derhalve vlak over deze draden in het terrein te komen. Hoewel de draden zeer goed ziende en al mijn best doende

---

[1]) A recent aeroplane accident serves as a practical illustration of this inability to judge horizontal objects especially when they are suspended in the air with no linear parallax and other terrestrial association factors to help. During the Fifth Liberty Loan campaign an aviator was flying a captured Fokker as a member of the United States flying circus. He attempted to make a landing in a field in Cincinnati. His approach was at right angles to and over two sets of telegraph and telephone wires. He flew close to the ground intending to zoom over the wires and then drop down into the field. What actually happened was that he tore down both sets of wires, broke down a large pole and crashed. If the flyer had realized the difficulty of accurately projecting or judging the distance of horizontal wires with only the sky as a background, he probably would not have attempted the feat.

Air Service Medical Vol I no 3, pag 104.

hun onderlinge afstand juist te beoordeelen, lukte mij dit toch niet en schatte ik de bovenste draden abusievelijk dichter bij dan de onderste, hetgeen ik pas bemerkte toen mijn wielen in aanraking kwamen met deze onderste draden. Het gelukkig toeval, dat deze draden onmiddellijk afknapten (wat ze in den regel niet doen) voorkwam een ernstig ongeluk. Dit voorval deed mij nadenken over een mogelijkheid om ook zonder vlaggetjes of dergelijke hulpmiddelen een wijze te vinden, waarop de onderlinge afstand van horizontale draden te weten te komen ware, en wel zoodanig, dat dit middel zonder eenige voorbereiding aan te wenden is in de vliegpractijk.

Ik heb tenslotte in het vliegtuig dit middel gevonden en wel door van alle horizontale lijnen *relatief* verticale te maken. Laat men n.l. het hoofd op den schouder rusten en buigt men daarbij de geheele romp wat naar dezelfde zijde dan komt de verbindingslijn der oogmiddelpunten verticaal te staan en alle horizontale lijnen loopen nu niet meer parallel met deze verbindingslijn, doch staan er loodrecht op. Ten opzichte van onze oogen zijn nu alle horizontale lijnen verticaal geworden en nu is het onmiddellijk mogelijk om hun afstand met behulp der binoculaire parallax te schatten. Komt men bij het vliegen in de noodzakelijkheid telegraafdraden of antennes te vermijden dan buige men slechts hoofd en romp naar rechts of links en een bundel draden, waarin eerst niet het minste perspectief was te bekennen, wordt dan onmiddellijk stereoscopisch gezien. Een enkele blik is dan ook voldoende om een behoorlijke afstandsschatting te verkrijgen en ik heb meerdere malen in het vliegtuig, voornamelijk bij noodlandingen, van dit zoo eenvoudige middel met voordeel gebruik gemaakt en getracht het ook onder de vliegers zooveel mogelijk bekend te maken.

Wij hebben in dit hoofdstuk gezien van hoeveel belang de binoculaire parallax voor de vliegers is en wij kunnen dus à priori verwachten, dat alle factoren, die nadeelig werken op de behoorlijke samenwerking der beide oogen ook ongunstig zijn voor iemands vliegcapaciteiten. Dit geeft een verklaring voor het feit, dat alle deskundigen, medici zoowel als vliegers, ervan overtuigd zijn, dat verschillende beroepen de vliegcapaciteiten ongunstig beïnvloeden, andere echter een uit-

stekende leerschool er voor zijn. Veel schijfschieten, [1]) veel microscopiseeren, kantoorwerk enz. in de anamnese van een aspirant-vlieger is een bedenkelijk teeken, al zou ik niet zoo ver willen gaan als de Engelsche vliegmedici, die een candidaat daarop alleen reeds niet tot den militairen vliegdienst toelieten; paardrijden daarentegen (en vooral hindernis rijden), tennissen, schermen, zeilen zijn takken van sport, die een uitstekende voorbereiding vormen voor het vliegen en ik geloof, dat dit voor een deel te danken is aan het feit, dat deze sporten hooge eischen aan het gezichtsorgaan en wel voornamelijk aan de samenwerking van beide oogen stellen, terwijl bij schijfschieten en microscopiseeren de monoculaire functie op den voorgrond treedt en elk „dichtbij" werk de oogen eer bederft dan oefent.

---

[1]) Bijna alle beroemde jachtvliegers tijdens den oorlog waren slechte landers!

HOOFDSTUK III.

PSYCHISCHE FUNCTIES TIJDENS HET VLIEGEN OP GROOTE HOOGTE.

Inleiding.

Met opzet werd in de titel van dit hoofdstuk niet gesproken van den invloed van O_2 gebrek op de psychische functies doch van de beïnfluenceering dier functies door het „vliegen op groote hoogte". Immers het moge waar zijn, dat O_2-gebrek de voornaamste factor is bij het veroorzaken der hieronder te bespreken verschijnselen, andere factoren spelen toch ook wel degelijk hierbij een rol. Niet alleen immers neemt de partieële O_2-spanning af naar mate men stijgt, doch tevens is dit het geval met de algemeene atmospherische spanning [1]: het verblijf op groote hoogte brengt niet slechts chemische consequenties met zich mede, doch tevens mechanische, tengevolge van de luchtverdunning. Deze luchtverdunning, deze verminderde atmospherische druk maakt n.l. dat alle in gesloten lichaamsholten aanwezige lucht zich gaat uitzetten, naarmate men stijgt en zoodoende druk gaat uitoefenen op de omgeving. Deze volumevermeerdering der in het lichaam aanwezige gassen vindt voornamelijk plaats in gesloten beenholtes, zooals de sinus frontales en de cava tympani en bovendien in maag en ingewanden. Wij zullen hieronder zien op welke wijze hierdoor invloed wordt uitgeoefend op de lichamelijke en psychische functies. Bovendien is de temperatuursverlaging een factor waarmede rekening gehouden moet worden. Deze verlaging, die ongeveer 0.6° Celsius per 100 M. bedraagt en

[1]) Op 6000 M. is deze ongeveer 360 mm. kwik.

op 6000 M., dus reeds het aanzienlijke bedrag van 36° beneden de grondtemperatuur bereikt heeft, oefent op het lichaam van den vlieger, hoe warm dit ook gekleed is, een zekeren invloed uit. Het moge waar zijn, dat deze invloed voornamelijk lichamelijk is (krachtige contractie der huidcapillaren, verminderde zweetsecretie enz, enz.) geheel te verwaarloozen is de beïnfluenceering der geestelijke functies door deze koude toch niet, evenmin als dit het geval is met een anderen factor die geregeld bij elk vliegen, op welke hoogte ook, optreedt, namelijk de wind. De vliegtuigen welke ik voor experimenteele doeleinden gebruikte, hadden ongeveer een snelheid van 150 K.M. per uur en hoewel eenigszins beschut zittende, was de relatieve windsnelheid op gelaat en lichaam nog zeer aanzienlijk. Voornamelijk door Italiaansche onderzoekingen [1]) weten wij welk een groote invloed reeds geringe luchtstroomingen o.a. op het ademhalingstype en dus indirect op de zuurstofvoorziening van het bloed en de voeding der hersencellen hebben. Uit het bovenstaande blijkt dunkt mij voldoende, dat men, om den invloed van het vliegen op groote hoogte op het menschelijk organisme na te gaan, zoo eenigszins moglijk experimenteeren moet *in* het vliegtuig, werkelijk tijdens het vliegen op groote hoogte en niet in een caisson, waarin met een bepaalde snelheid een druksvermindering wordt aangebracht. Onderzoekingen in een dergelijk caisson hebben stellig hun nut en een dergelijke inrichting is b.v. onontbeerlijk om een behoorlijke *vliegerkeuring* te verrichten, doch wanneer men de functies van den menschelijken geest wil te weten komen tijdens een vlucht op zeer groote hoogte, kan men niet volstaan met deze functies te bestudeeren in een caisson, waarin een met die hoogte overeenkomende drukverlaging is gemaakt, om daaruit bij analogie te concludeeren, hoe deze geestelijke functies in werkelijkheid op die hoogte zijn. Voor zoover mij bekend zijn dergelijke onderzoekingen in het vliegtuig zelve nog nergens geschiedt. Wél werden herhaaldelijk in een vliegtuig experimenten op lichamelijk gebied (bloedsamenstelling, bloedsdruk, ademhaling- en polsfre-

---

[1]) Ricerche biologiche sull'aviazone, pag. 107. Roma, Tipographia nazionale Bertero 1919.

quentie enz. enz.) uitgevoerd [1]) doch experimenteel psychologisch ligt dit terrein nog geheel braak [2]). En toch van welk een belang is het te weten, hoe de geest werkt van den vlieger, die op groote hoogte zijn toestel moet kunnen blijven besturen, zijn volle aandacht steeds bij zijn werk moet hebben en op alle eventualiteiten bedacht moet zijn om daarna de moeilijkste manoeuvre van het vliegen, het landen, nog naar behooren te kunnen uitvoeren! Bepalingen omtrent bloedssamenstelling, ademhalingsfrequentie, bloedsdruk en hartswerking hebben ongetwijfeld een zeer groote theoretische waarde en zullen ons stellig helpen om, op den duur, een verklaring te vinden voor de optredende geestelijke verschijnselen, doch in laatste instantie vliegen wij, om het maar eens ruw uit te drukken, niet met ons hart of met onze ademhalingsfrequentie, doch met onze hersenen [3]) en helaas zijn wij tot nu toe niet in staat om uit de gegevens, die ons het onderzoek van de genoemde lichamelijke veranderingen verschaft, op te maken, welke geestelijke verschijnselen daarvan het gevolg zullen moeten zijn. Al weten wij nauwkeurig hoeveel m.M. kwik b.v. de systolische bloedsdruk op 6000 Meter hooger is dan op den grond of welke vermeerdering van respiratie-frequentie op die hoogte optreedt, wij zijn allerminst in staat om hieruit ook maar approximatief te concludeeren, welke veranderingen in de psychische functies hiermede gepaard zullen gaan. Om gegevens dienaangaande te verkrijgen moeten wij meer direct te werk gaan en de verschillende elementaire psychische functies, tijdens het vliegen,

---

[1]) Georges Ferry, L'Aptitude à l'aviation. Paris, Bailière 1918.

[2]) Oberstabsarzt Dr. Koschel deelde op een lezing in Febr. '20 te Utrecht iets mede omtrent zijn schrijfproeven in de caisson bij een atmospherische spanning ongeveer overeenkomende met 8000 Meter. Het is mij niet bekend of deze mededeelingen reeds zijn gepubliceerd.

[3]) Hoewel het eenvoudigweg rechtuitvliegen bij geoefende vliegers, het horizontaal in de lucht houden van een toestel dus, geen bewuste handeling meer is, doch een samenstel van reflexen is geworden, komen er bij het besturen van een vliegtuig nog zooveel andere dingen kijken, waarbij bewuste psychismen (aandacht-, wilsprocessen enz.) een overwegende rol spelen, dat men bij den tegenwoordigen stand der vliegtechniek nog met recht kan zeggen, dat zelfs een geoefend vlieger niet met zijn ruggemerg, doch voornamelijk met zijn hersenen vliegt.

op groote hoogten, rechtstreeks aan een nauwgezet onderzoek onderwerpen, temeer daar gebleken is uit de experimenten van Dr. Koschel in de caisson en mijn onderzoek in het vliegtuig, dat de, op groote hoogte optredende psychische stoornissen niet tot bewustzijn komen en, wanneer ze niet tot vrijwel volkomen bewusteloosheid leiden (met al de gevolgen van dien), geheel onopgemerkt zouden blijven, wanneer niet een speciaal daarop gericht experimenteel-psychologisch onderzoek ze aan het licht brengt.

Men zou mij kunnen tegenwerpen, dat het practisch belang dezer experimenten gering is, aangezien door herhaalde proefnemingen, vooral tijdens den oorlog, gebleken is, dat kunstmatige zuurstoftoediening vele zoo niet alle verschijnselen tot een minimum kon terugvoeren. Afgescheiden van het feit, dat het mij voornamelijk te doen was om wetenschappelijke gegevens te verzamelen omtrent den invloed van het „hoogvliegen" op de psychische functies, aangezien ik meen, dat dit een bijdrage zou kunnen leveren voor de bestudeering der menschelijke physiologie in het algemeen, ben ik toch ook van oordeel, dat wel degelijk met het doen van deze proeven een practisch belang gediend is, ook al is men er van overtuigd, dat zuurstoftoevoer de meeste der op bedoelde hoogten optredende bezwaren kan ondervangen. Vliegen op zeer groote hoogte zal, in oorlogstijd in elk geval, steeds noodzakelijk blijven; een zuurstofapparaat heeft met alle toestellen, die men in een vliegtuig meeneemt, gemeen, dat ze dikwijls defect zullen raken. Men is immers bij de belasting van een vliegtuig steeds aan een zeker maximumgewicht gebonden en voorloopig zal dit nog wel het geval blijven, zoodat de constructie van accessoires, zooals zuurstofapparaten, vooral op lichtheid moet berekend zijn: deze lichte constructie beïnvloedt de bedrijfszekerheid in hooge mate, terwijl evenmin de hoeveelheid zuurstof, die meegenomen kan worden, onbeperkt is en reserve zuurstofapparaten, met het oog op de noodzakelijkheid van gewichtsbesparing, op het kritieke oogenblik niet ter beschikking zullen staan. De meest moderne en beste zuurstofapparaten, zoowel die, welke werken met vloeibare lucht (95 % O_2) als met het gecomprimeerde gas zijn nog steeds niet berekend op een gebruik van meer dan 2 uur ongeveer, terwijl stoornissen in de functionneering ervan bij

allen nog steeds behooren tot de niet zeldzame gebeurtenissen. We zien dus, dat het herhaaldelijk kan voorkomen en herhaaldelijk voorgekomen is [1]), dat de vlieger op groote hoogte plotseling bemerkt al zijn zuurstof gebruikt te hebben of geen zuurstof meer krijgt, omdat er iets hapert aan zijn toestel. Van groot belang is het dan te weten of hij, in aanmerking genomen de hoogte waarop hij vliegt en moet blijven vliegen [2]), zijn opdracht ook zonder zuurstof-toevoer alsnog kan trachten uit te voeren, — hoe lang hij derhalve nog op die hoogte kan blijven — of dat elk pogen daartoe toch nutteloos is en slechts leiden kan tot noodlottige gevolgen voor hem en voor zijn waarnemer, zonder nut op te leveren voor de legerleiding. Weet hij b.v. — en dit heb ik getracht bij deze proefnemingen uit te maken — dat, wanneer hij op 5500 Meter geen zuurstof meer krijgt, er hoogstens een uur zonder bezwaar doorgevlogen kan worden, dan kan hij misschien nog juist een zeer belangrijke opdracht uitvoeren, die hij anders misschien niet meer zou durven doorzetten uit angst voor de mogelijke gevolgen. Laat hem in een ander geval de zuurstoftoevoer boven 7000 Meter in den steek dan zal hij, zoo hij bekend is met de uitkomsten onzer experimenten, zelfs niet trachten aan zijn opdracht te voldoen en zijn en zijn waarnemer's leven niet wagen door langer dan strikt noodig is op die hoogte zonder zuurstof te blijven. De bedoeling der verrichte experimenten was derhalve na te gaan op welke hoogte veranderingen in psychische of somatisch-nerveuze functies zich beginnen te manifesteeren (bij een ononderbroken zoo snel mogelijke stijging) en in hoeverre de tijd van het verblijf op een bepaalde groote hoogte invloed had op het verergeren der afwijkingen.

Dat experimenteel psychologisch onderzoek in een vliegmachine buitengewoon bezwaarlijk is en dat slechts enkele methoden van onderzoek practisch uitvoerbaar zijn spreekt van zelf.

---

[1]) Zie Statements Schröder p.

[2]) Immers het uitvoeren van een opdracht in oorlogstijd is in vele gevallen slechts mogelijk, wanneer men zeer hoog kan vliegen om zoodoende buiten bereik van het afweergeschut te blijven. Deze hoogte was in den laatsten oorlog boven de 5000 Meter.

Ik ben uit vliegerervaring van oordeel, dat de *aandachtsfunctie* van alle psychismen voor het navigeeren van een vliegtuig van het grootste belang is, vooropgesteld natuurlijk, dat we te doen hebben met een goed opgeleiden vlieger, bij wien alle bewegingen noodig tot het eenvoudigweg horizontaal in de lucht houden van een vliegtuig reflectorisch zijn geworden, zoodat ik voorloopig afzag o. a. van onderzoekingen omtrent de snelheid van reageeren op verschillende prikkels (optische, tactile en acustische) aangezien de technische moeilijkheden om deze proeven in het vliegtuig uit te voeren niet opwegen tegen het betrekkelijk geringe belang, dat de uitkomsten ervan zouden opleveren. Bij alle medico-aviatische onderzoekingen dienen wij, voorloopig althans, zoo natuurgetrouw en zoo eenvoudig mogelijk te werk te gaan en behooren wij m. i. te beginnen met gegevens te verzamelen omtrent de, voor het besturen van een vliegtuig in den ruimsten zin (dus opstijgen, landen, oriënteeren, contrôle van den motor enz.) belangrijke psychismen, die zonder veel technische moeilijkheden, *tijdens het vliegen*, ongecompliceerd bestudeerd kunnen worden.

Bij de hieronder te beschrijven proeven werd derhalve getracht een indruk te krijgen van de mate, waarin een normale vlieger of waarnemer zijn aandacht weet te b l i j v e n concentreeren op het vervullen van een eenvoudige taak gedurende het verblijf in een vliegtuig op groote en zeer groote hoogtes, terwijl tevens door middel van schrijfproeven nagegaan werd, welke invloed dit niveauverschil had op de fijnere coördinatie der vingerbewegingen. [1]) De wijze van besturen van het toestel op de verschillende hoogten verschafte tevens belangrijke gegevens omtrent het weerstandsvermogen van den bestuurder tegen zuurstofgebrek en de invloed van dit zuurstofgebrek

---

[1]) De emotie van het vliegen op zichzelf zou bij deze experimenten storend kunnen werken bij proefpersonen, die niet volkomen met de luchtvaart vertrouwd waren. Waar ik zelf echter na ca. 7 jaar vliegpractijk in deze als proefpersoon optrad en in een volkomen betrouwbaar toestel, bestuurd door een uitstekend vlieger boven het vliegveld, de bedoelde experimenten verrichtte, meen ik, dat in dit geval de emotioneerende factor wel van zeer geringe beteekenis is geweest en dat de invloed, die deze factor dan nog gehad heeft, een volkomen natuurgetrouwe en noodzakelijke was.

op de lichamelijke en geestelijke processen, die bij het besturen van een vliegtuig een rol spelen. Eventueel optredende ataxiën moeten zich manifesteeren in de besturingsprecisie, hetgeen zij dan ook (bv. in proef VI) inderdaad deden.

Dat het verrichten van dergelijke experimenten een zeker gevaar met zich brengt, dat, wanneer men ze naar behooren wil uitvoeren, ook niet met zuurstofapparaten te ondervangen is, behoeft geen betoog [1]) en ik gevoel mij dan ook op dezen plaats verplicht mijn grooten dank te betuigen aan den Sergeant Bakkenes, die, dit alles zeer wel beseffende, steeds met groot enthousiasme met mij deze proeven verrichtte, waarbij wij herhaaldelijk (tijdens en erna) met vrij aanzienlijke subjectieve bezwaren te kampen hadden. Op grond van het bovenstaande is het dan ook zonder meer duidelijk, dat ik zelf alleen bij de te verrichten experimenten als proefpersoon kon optreden. Dat hiervan eenige onzuiverheid in de uitkomsten der proeven het gevolg was, spreekt vanzelf, doch ik vond geen vrijheid in deze anders te handelen. Een uitzondering hierop maken proef VII en VIII waarbij de Luitenant-Vlieger Th. à Th. van der Hoop en de Luitenant-Vlieger C. I. Graaf Schimmelpenninck, die zich voor deze experimenten zeer interesseerden, op hun uitdrukkelijk verzoek als proefpersonen fungeerden. Ik ben hun voor deze bereidwilligheid ten zeerste erkentelijk.

Wijze van uitvoering. Als aandachtsbepalingsproef gebruikte ik de aanstreepbladen van Wiersma-Godefroy [2]), die zich voor het gebruik in een vliegtuig zeer goed leenen. Deze bladen werden voor dit doel met punaises stevig op een kartonnen onderlaag bevestigd. Aangezien het niet mogelijk was met meer dan één passagier tot de vereischte hoogte te stijgen

---

[1]) In de praktijk is echter meermalen gebleken, dat, wanneer de bewustzijnsstoornis leidt tot de onmogelijkheid het toestel verder te besturen en het tengevolge daarvan valt, de vlieger na een daling van slechts enkele honderden meters weer in zooverre herstelt, dat hij in staat is de machine weer in normale positie te brengen en behoorlijk te landen. Ook hieruit blijkt weer dat de grenslijn vrij scherp getrokken kan worden.

[2]) Onderzoekingen over aandachtsbepaling bij gezonden en zielszieken. Proefschrift J. C. L. Godefroy Amsterdam 1917.

moest derhalve, wegens technische moeilijkheden, afgezien worden van het meten van den tijdsduur, welke over elke regel afzonderlijk gedaan werd. De al of niet nomaliteit der dispersie kon derhalve niet in een curve vastgelegd worden en evenmin de invloed der vermoeidheid op den tijd noodig voor elken regel. Opgenomen werd de totale tijd voor het afwerken van het geheele blad en het aantal daarbij gemaakte fouten en weglatingen, waardoor eenigszins belangrijke afwijkingen in de aandachtsfunctie aan den dag konden komen en een globaal, doch voor het doel zeer voldoend inzicht werd verkregen in de optredende stoornissen.

Om twee redenen werden de verschillende proeven met groote tusschenpoozen verricht. In de eerste plaats treedt er bij de aanstreepproef een zekere mate van oefening op, die bij herhaling met korte tusschenpoozen, de resultaten zou kunnen flatteeren, terwijl in de tweede plaats het vliegen op zoo groote hoogte een dusdanigen invloed op het menschelijk organisme heeft, dat vele kort op elkaar volgende vluchten voor de gezondheid schadelijk zouden kunnen worden, terwijl bovendien de subjectieve bezwaren nà dergelijke vluchten zoodanig zijn, dat men er niet gemakkelijk toe komt ze spoedig te herhalen. Aan de voorwaarden, die Godefroy in zijn proefschrift stelde, luidende: „De visus en het motorisch apparaat moeten goed functionneeren" „Hij moet volkomen gewillig zijn de proef te doen" „Hij moet psychisch zoo rustig mogelijk [1]) en niet vermoeid zijn" „Hij moet zijn best doen zoo snel mogelijk te werken" werd voldaan. Alle proeven geschieden in hetzelfde toestel, een twee-persoons Fokker Verkenner met een 187 P.K. B.M.W. boven het vliegveld te SOESTERBERG.

---

[1]) Zie de opmerking omtrent de emotioneele factor in de noot op pagina 83.

TABEL DER DRUKSVERMINDERING OP DE VERSCHILLENDE HOOGTES

Hoogte in Meters	Druk in mm. (bij een temperatuur van 0°).
0	760
1000	670
3000	522
4000	460
5000	406
5500	380
5800	370
6000	360
6200	350
6800	320

VERSLAG DER PROEFNEMINGEN.

Proef I en II.

14 Juli. 3 uur n.m.—4 uur 45 min.
Toestel: Fokker.
Bestuurder: Sergeant Bakkenes.
Experimentator: v. W. P.
Weersgesteldheid: Wolkendek tusschen 1500 en 2000 M.
Duur der vlucht: 1 uur 45 minuten.

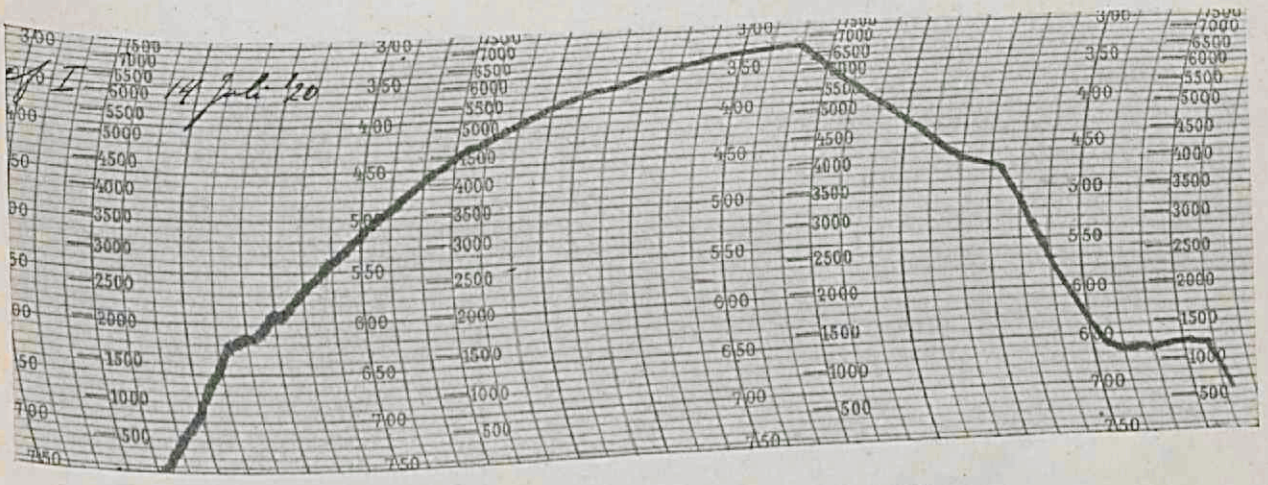


Fig. 10. Barogram der vlucht op 14 Juli '20.

Tijdens de vlucht werden op verschillende hoogten aanteekeningen gemaakt. Het handschrift op 4500 Meter is normaal; op 5000 Meter is het duidelijk atactisch. Op 6800 Meter is deze ataxtie zoo groot, dat het schrift bijna onleesbaar is.

Subjectieve verschijnselen: van 4000-6000 Meter en van 6000 Meter tot den grond: hoofdpijn, vooral boven de oogen (knellende band om het hoofd) en een weëig gevoel in de maagstreek. Bovendien krachtige urinedrang beginnende op ca. 4000 Meter en een sterk gevoel van malaise en apathie, zoodat slechts met groote moeite en aanwending van alle energie het blad afgewerkt kon worden. Na afwerking ervan was mijn subjectief oordeel, dat er misschien iets langer dan normaal over gedaan was, doch tevens, dat het aantal weglatingen wel zeer gering zou zijn (in werkelijkheid kwamen er 42 weglatingen voor). Alle bewegingen vielen moeilijk en de geringe

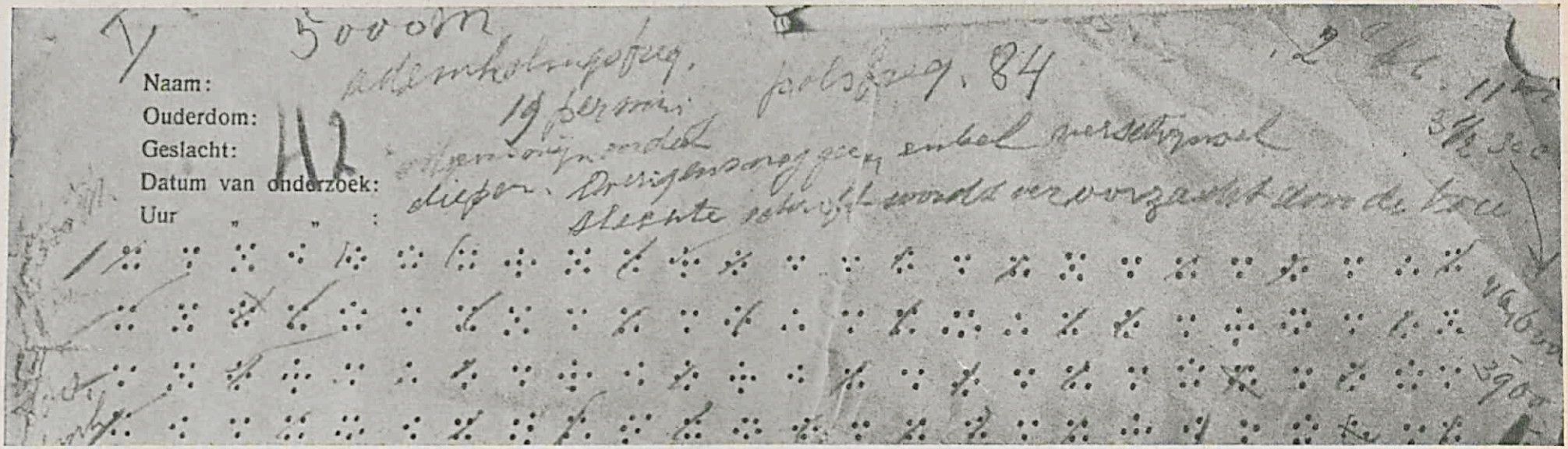


Fig. 11. Proef II op 6800 M.

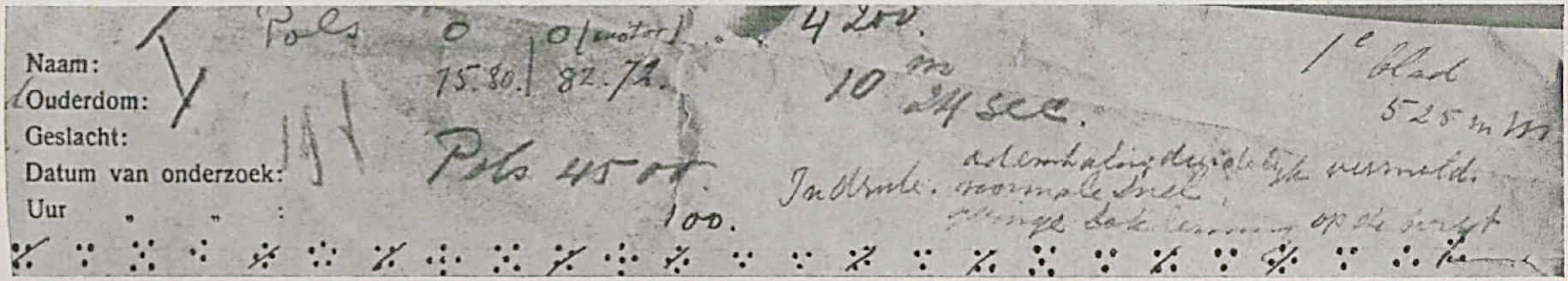


Fig. 12. Proef I op 3000 M.

spierarbeid van het aanstreepen gaf een groote vermoeidheid in de rechterarm.

Geringe vermeerdering der ademhalingfrequentie. *Geen dyspnoe.*

Op het eerste blad (3000 Meter afgewerkt in 10 minuten 24 seconden) staat aangeteekend:

„Pols 4500 Meter. 100 Indruk, ademhaling duidelijk versneld"

„Normale snel (?), geringe beklemming op de borst".

Op het tweede blad begonnen op 6800 Meter (11′3½″ en 42 weglatingen) staat:

„5000 Meter ademhalingsfrequentie 19 per minuut volgens „mijn oordeel dieper. Polsfrequentie 84: Overigens nog „geen enkel verschijnsel. Slecht schrift wordt veroorzaakt „door de kou. Naderen 5500 Meter, pols 5500 : 84. 5800 Meter „ademhaling 20 Pols 96 (?) Geluid motor minder onpliezig (moet „zijn: onpleizierig). Gevoel in maag minder (?)

Na afloop een sterk gevoel van afmatting, dat den geheelen verderen dag en avond niet week. Groote slaapneiging.

Resultaat Proef I en II.

3000 Meter : 10′24″ en 19 weglatingen.

6800 Meter : 11′3½″ en 42 weglatingen.

(Zie wat betreft het afwerken van 2 aanstreepbladen gedurende deze eene vlucht de opmerking op pagina 86).

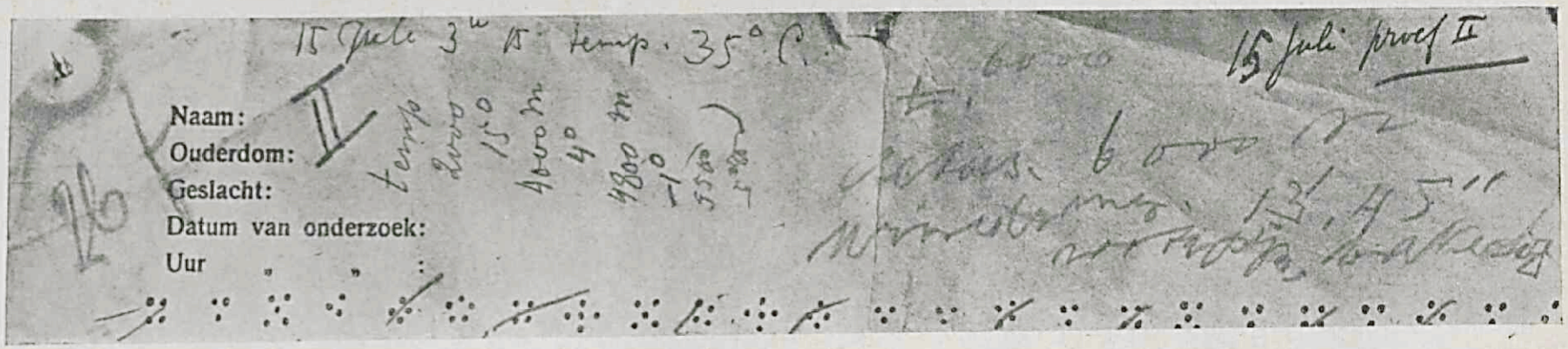


Fig. 13. Proef III op 5800 M. Men lette op de aanteekeningen omtrent de temperatuur op de verschillende hoogten.

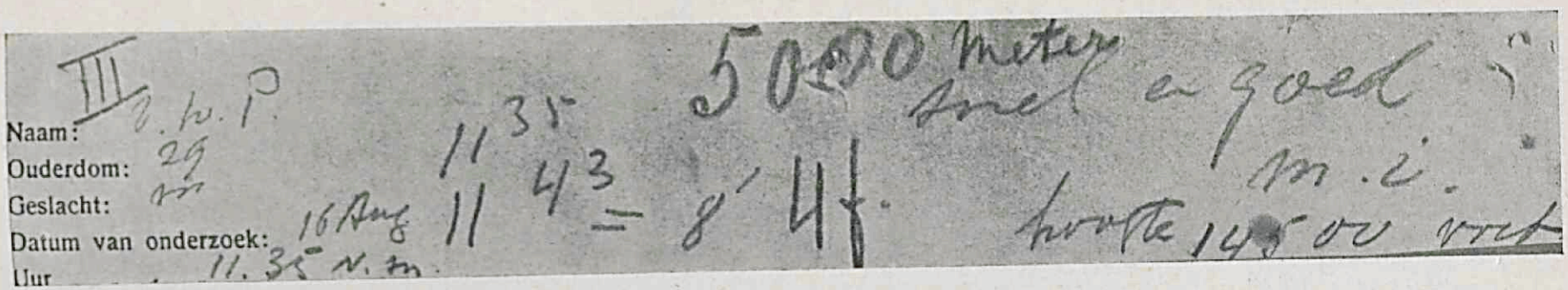


Fig. 14. Proef IV op 5000 M.

Proef III.

15 Juli 1920 3 uur tot 5 uur 10 n.m.
Grondtemperatuur 35°, 4500 Meter 0°, 6000 M — 10°.
Grootste hoogte 6000 Meter.
Toestel en bestuurder als in I en II.
Weergesteldheid: onweersachtig, veel remous, bewolkt.
Duur der vlucht 2 uur 10 minuten.

Subjectieve gevoelens als in proef I en II. De hoofdpijn was nog heviger, terwijl ik tijdens het dalen groote moeite had mijn linker tuba te openen. De malaise en apathie, die mij tegen de geringste handelingen deden opzien begonnen op ca. 5000 Meter. *Niet de geringste dyspnoe.*

Aanstreepblad op 5800 Meter: totale tijd 13′ 45″, weglatingen 26.

Op 6000 Meter werden de volgende aanteekeningen gemaakt, wederom in hetzelfde atactische schrift: „6000 M. flatus, urinedrang, hoofdpijn, bakerig (i. e. brakerig)."

De opeenvolgende aanteekeningen omtrent de temperatuur (fig. 13) bewijzen, dat de ataxie in het schrift aan de bereikte hoogte en niet aan de lage temperatuur te wijten was.

Op 5500 Meter (waar de temperatuur slechts 4° minder bedraagt dan op 4800 Meter) vangt de ataxie in het schrijven aan en wordt nog duidelijker in de schrijfproef op 6000 Meter, waar deze ataxie een extremen graad bereikt.

Proef IV.

16 Augustus 1920, 11.15 voormiddag tot 12 uur.
Grootste hoogte 5000 Meter.
Toestel: Bristol R. R.
Bestuurder: Lt. Versteegh.
Experimentator: v. W. P.
Weersgesteldheid: goed, wolkendek (cumuli) van 1500—2000 M.
Duur der vlucht 45 minuten.

Geen enkele onaangename gewaarwording, geen sprake van malaise of apathie, eerder een opgewekt gevoel met lust tot snel werken (op aanstreepblad werd na beëindiging van het aanstrepen, dus op 5000 M. aangeteekend: „Snel en goed m. i.") Bij den bestuurder, Lt. Versteegh, bestond ook nog na afloop der vlucht sterke urinedrang.

Resultaat aanstreepblad 5000 Meter: 8 min. en 4 weglatingen.

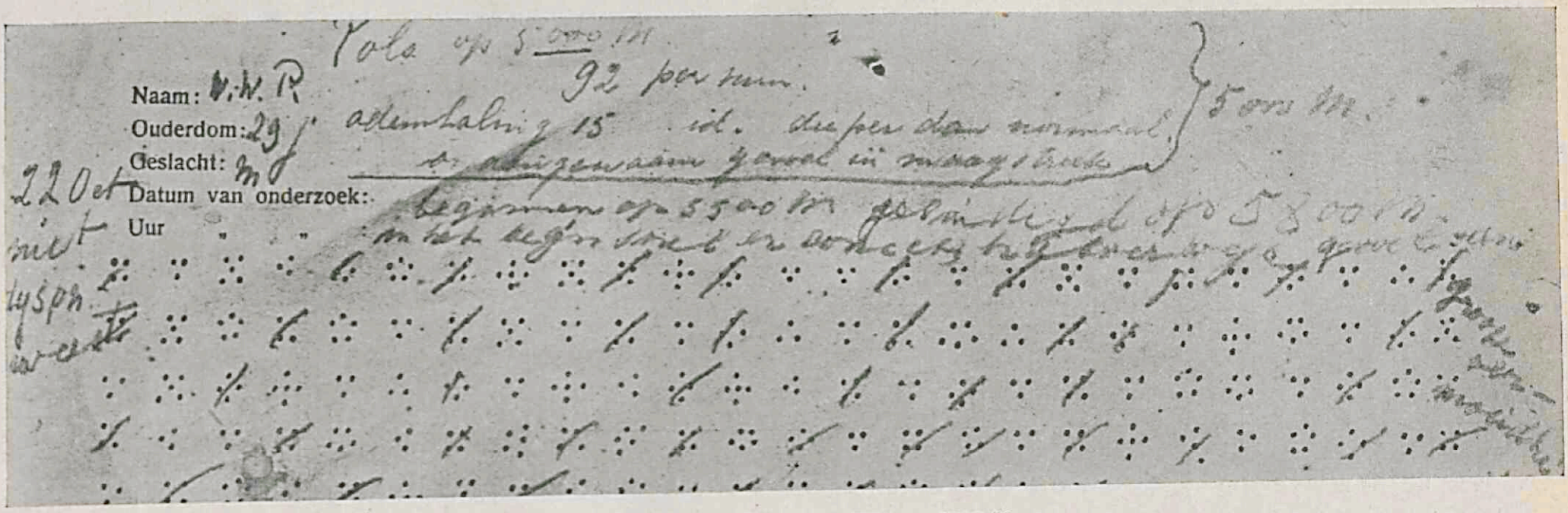


Fig. 15. Proef V tusschen 5500 en 5800 M.

Proef V.

22 October 1920 3.30 uur namiddag.
Bestuurder: Sergeant Bakkenes.
Experimentator: v. W. P.
Toestel: Fokker Verkenner, zonder zuurstof.
Weersgesteldheid: rustig, onbewolkt.

Het toestel steeg niet snel, zoodat met het oog op de duisternis niet hooger gevlogen kon worden dan 5800 Meter (370 mm. kwik).

Het aanstreepen werd begonnen op 5500 Meter en geëindigd op 5800 Meter.

Duur der vlucht 1 uur 30 minuten.
Aanstreepblad: totale tijd 11'50", weglatingen 4.
Op het blad staat aangeteekend:
„Pols op 5000 Meter 92 per minuut.
„Ademhaling 15 „ „ dieper dan normaal.
„Onaangenaam gevoel in maagstreek
Verder:
„Begonnen op 5500 Meter geëindigd op 5800 Meter, in het „begin snel en correct, halverwege gevoel van groote ver„moeidheid, tijd 11'50", *niet dyspnoëisch geweest.*

Het onaangename weëe gevoel in de maag was weer duidelijk. Slaperigheid en lusteloosheid waren minder uitgesproken dan bij vorige proefnemingen. Subjectief gevoel van volkomen psychische volwaardigheid, voelde mij in alle opzichten in staat een toestel correct te vliegen. Sergeant Bakkenes verklaarde geen enkel bezwaar te hebben gehad en bestuurde het toestel zonder eenige afwijking. Na afloop der vlucht den geheelen avond wat suf met weinig lust tot geestelijke arbeid.

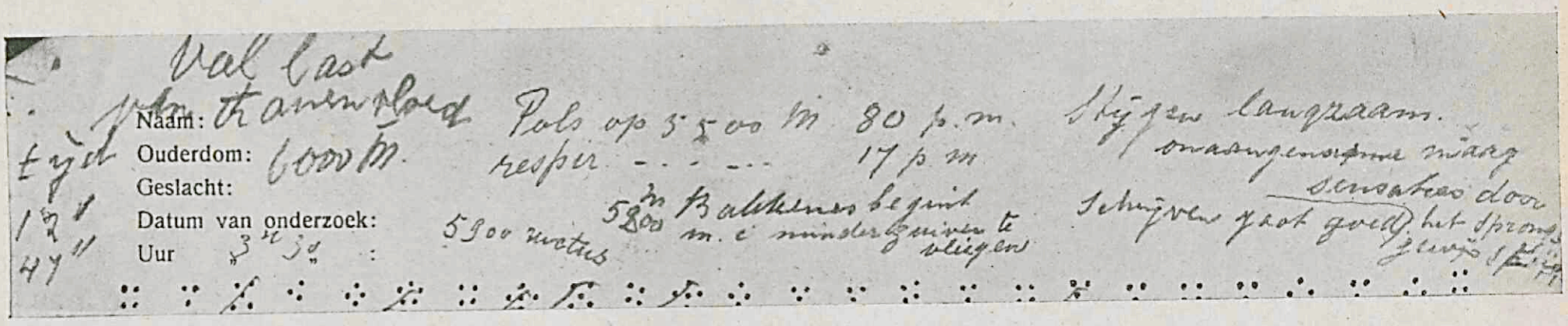


Fig. 16. Proef VI 6200 meter.

Proef VI.

27 October 1920 2.45 – 4.45 namiddag.

Bestuurder Sergeant Bakkenes.

Experimentator: v. W. P.

Toestel: FOKKER, Verkenner.

Weergesteldheid: helder, koud, temperatuur 2000 M. 0° C.

Grootste hoogte 6200 Meter. Duur der vlucht 2 uur, waarvan 1 uur en 30 minuten boven de 5000 Meter. Het toestel steeg zeer moeilijk, zoodat het pl.m. 1 uur duurde om van 5800 tot ~~2600~~ 6200 M. te stijgen.

Het toestel bevond zich tijdens het verrichten van de aanstreepproef tusschen 6000 en 6200 Meter.

Totale tijd aanstreepblad: 12 minuten 47 seconden, aantal weglatingen 9.

Op het blad staat aangeteekend:

„Pols op 5500 Meter 80 per minuut."

„Respiratie 5500 „ 17 „ „ "

„5900 ructus".

„5800 Meter, Bakkenes begint m.i. minder zuiver te vliegen".

„Stijgen langzaam".

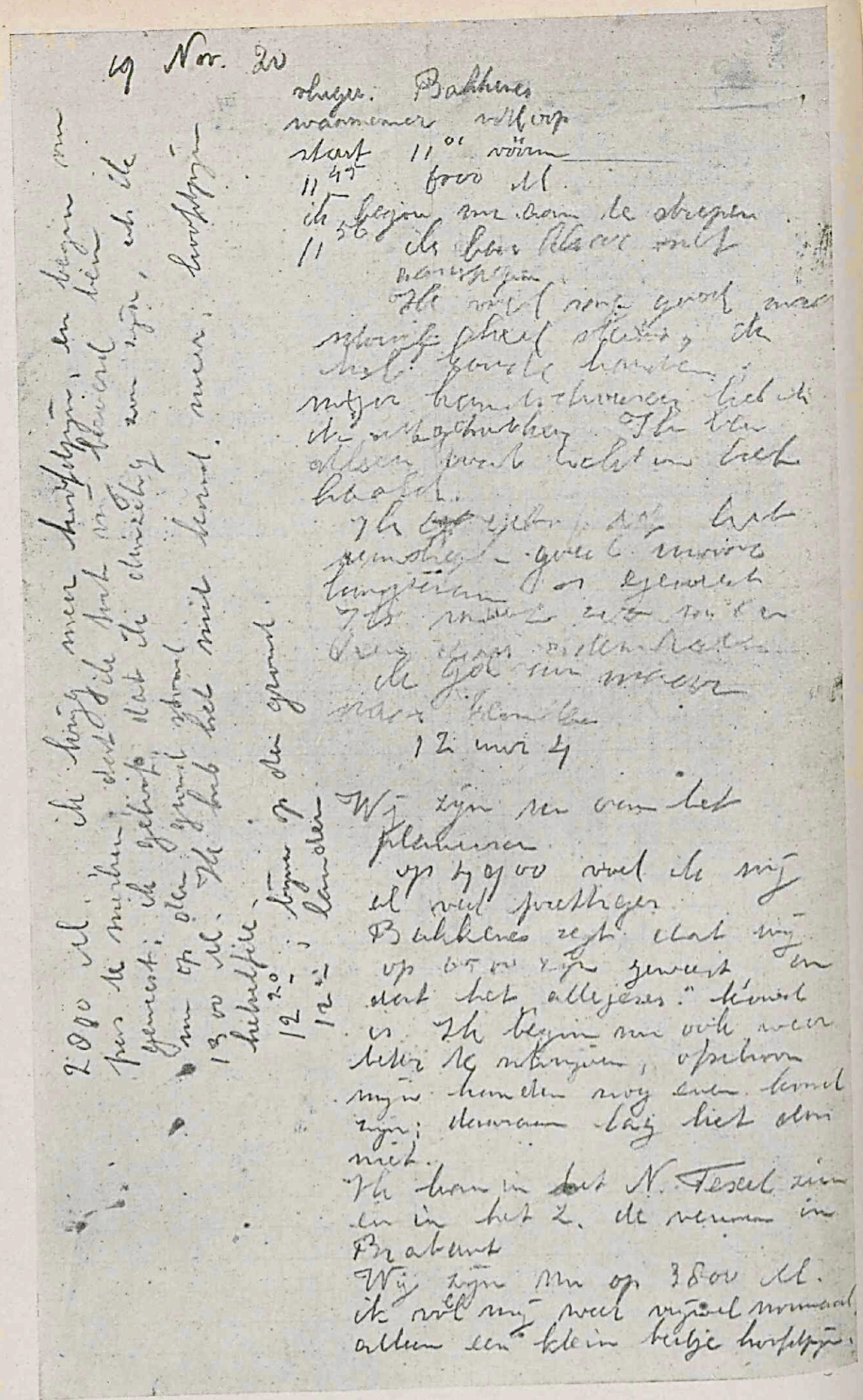
„Onaangename maagsensaties door het sprongsgewijze stijgen".

„Schrijven gaat goed".

Op de achterzijde:

„Voelde me tijdens proef en direct erna allerbedonderdst (sic!)

„Krijg op 5000 weer plezier in het leven en belangstelling „voor het uitzicht." (Op 5000 Meter boven Soesterberg was tengevolge van het heldere weer bijna geheel Nederland te overzien. Naar het Noorden zag men de geheele omtrek van de Zuiderzee tot voorbij Wieringen, in het Westen was de Noordzee duidelijk te zien, in het Oosten werd Arnhem herkend, terwijl naar het Zuiden de groote rivieren zich duidelijk afteekenden en de Schelde werd gezien).



Proef VII.

19 November 1920.
Bestuurder: Sergeant Bakkenes.
Proefpersonen: Lt. Thomassen à Thuessink van der Hoop.
Duur der vlucht: 1 uur 21 minuten.
19 minuten boven 6000 M.
Hoogte waarop de aanstreepproef verricht werd: 6500 Meter. (Ik had voor het begin der vlucht den bestuurder uit begrijpelijke gronden verzocht niet hooger dan 6000 Meter te gaan; hij liet echter, zonder het zelf recht te bemerken, toen hij eenmaal op die hoogte was, het toestel uit zichzelve doorstijgen tot 6500 M.).
Totale tijd 8′33″ (na correctie voor overgeslagen regels 9′43″).
Aantal weglatingen 66.
De subjectieve gevoelens op de verschillende hoogten blijken duidelijk uit de aanteekeningen van de schrijfproef.
Op het blad staat aangeteekend:
„Vlieger: Bakkenes.
„Waarnemer: van der Hoop.
„Start: 11.01 voormiddag.
„11.45 6000 Meter.
„Ik begin nu aan te streepen.
„*11.56 Ik ben klaar met aanstreepen. Ik voel mij goed, maar*
„*schrijf heel slecht, ik heb koude handen, mijn handschoenen heb*
„*ik uitgetrokken. Ik ben alleen wat licht in het hoo d. Ik geloof,*
„*dat het aanstreepen goed maar langzaam is geweest. Ik moet*
„*zoo nu en dan diep ademhalen, ik ga nu maar weer naar*
„*beneden 12 uur 4.*[1])

„Wij zijn nu aan het planeeren. Op 4900 voel ik mij al
„veel prettiger. Bakkenes zegt, dat wij op 6500 zijn geweest.
„en dat het „allejesis" koud is. Ik begin nu ook weer beter
„te schrijven, ofschoon mijn handen nog even koud zijn: daar-
„aan lag het dus niet. Ik kan in het Noorden Texel zien en
„in het Zuiden de vennen in N. Brabant. Wij zijn nu op
„3800 Meter. Ik voel mij weer vrijwel normaal alleen een
„klein beetje hoofdpijn.
„2800 Meter, ik krijg weer hoofdpijn en begin nu pas te
„merken, dat ik toch vrij beroerd ben geweest: ik geloof, dat
„ik duizelig zou zijn, als ik nu op den grond stond.
„1300 Meter, ik heb het niet koud meer, hoofdpijn hetzelfde.
„12.20 Bijna op de grond.
„12.22 (?) landen.
Deze aanteekeningen spreken voor zichzelf en behoeven geen commentaar. Uit figuur 17 blijkt wel zeer duidelijk de extreme graad van ataxie in het schrift op 6500 Meter Deze afwijking is acuut vrijwel geheel verdwenen reeds op 4900 Meter en is stellig niet veroorzaakt door de kou: immers de handen zullen op 4900 Meter allicht nog kouder zijn geweest dan op 6500 Meter aangezien zij op 4900 Meter langer aan den invloed van de lage temperatuur zijn blootgesteld geweest dan op 6500 Meter.

[1]) Het cursief gedrukte werd aangeteekend op 6500 M en vertoond de sterkste ataxie.

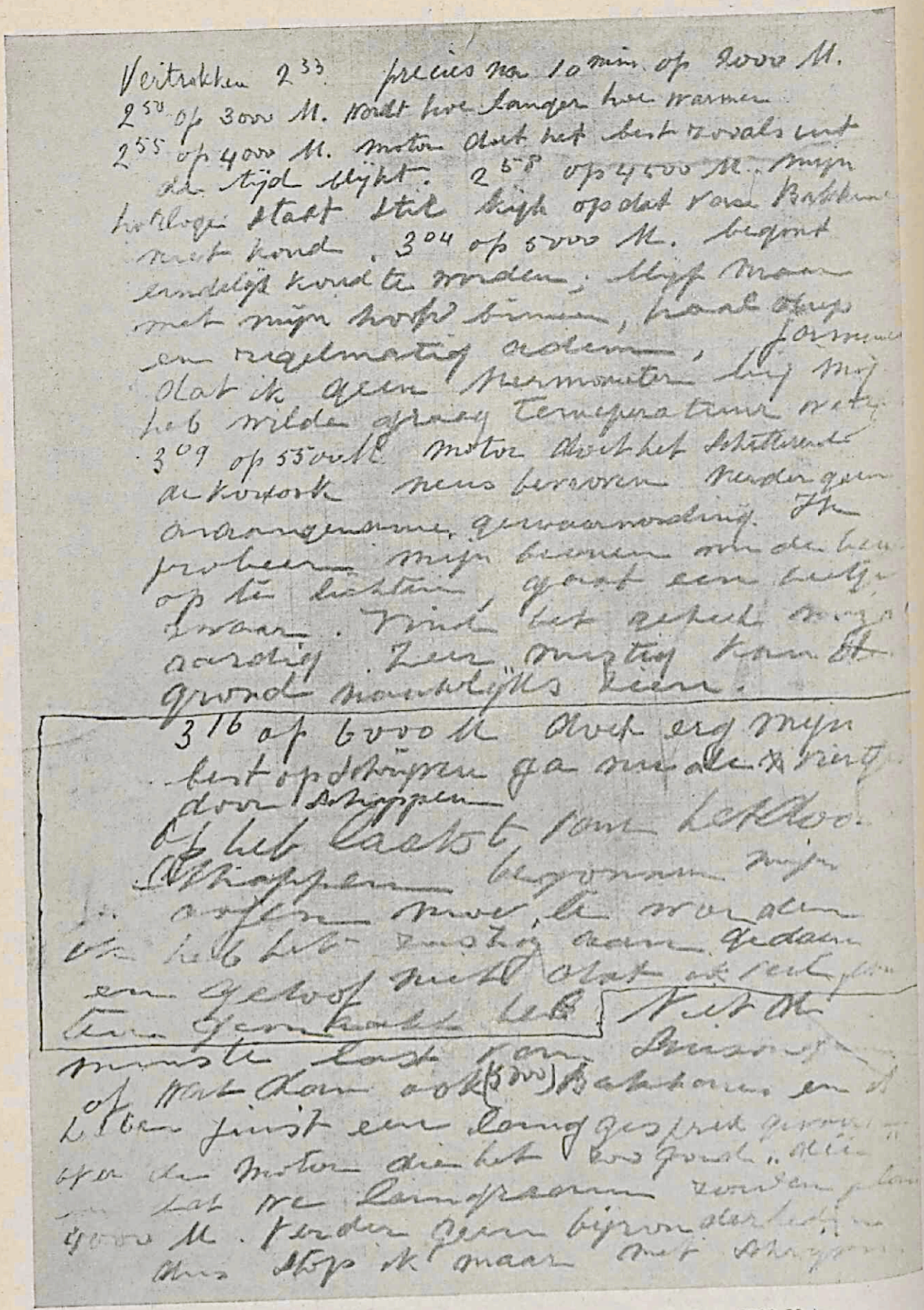


Fig. 18. Proef VIII. Schrijfproef van Lt. Schimmelpenninck op 6000 Meter.
Het omraamde werd op 6000 M. geschreven.

Proef VIII.

26 November 1920.
Bestuurder: Sergeant Bakkenes.
Proefpersoon: Lt.-Vlieger C. I. Graaf Schimmelpenninck.
Duur der vlucht 1 uur 30 minuten.
15 Minuten boven 6000 Meter.
Hoogte waarop de aanstreepproef verricht werd: 6000 M.
Totale tijd 10'37".
Aantal weglatingen: 27 in 41 regels. [1])

Na afloop verklaarde de proefpersoon, dat de vlucht een groote „deceptie" voor hem geweest was: hij had verwacht allerlei hoogteverschijnselen bij zichzelf te zullen waarnemen, doch had hiervan niets bespeurd en zich volkomen normaal gevoeld. Uit de aanteekeningen blijkt dan ook, dat er geen enkele subjectief onaangename gewaarwording aanwezig geweest was. De proefpersoon verklaarde geen oogenblik koude handen gehad te hebben. Zeer duidelijk is op de afbeelding van de schrijfproef te zien het verschil in schrift op de verschillende hoogtes. Het omraamde is op 6000 Meter geschreven en bij vergelijking van het schrift op geringere hoogten blijkt ook hier weer de zoo karakteristieke ataxie.

Op het blad staat aangeteekend:
„Vertrokken 2.33 precies na 10 min. op 2000 M.
„2.50 op 3000 M. wordt hoe langer hoe warmer.
„2.55 op 4000 M. motor doet het best zooals uit de tijd blijkt.
„2.58 op 4500 M. mijn horloge staat stil kijk op dat van „Bakkenes, niet koud.
„3.04 op 5000 M. begint eindelijk koud te worden, blijf „maar met mijn hoofd binnen, haal diep en regelmatig adem, „jammer dat ik geen thermometer bij mij heb wilde graag „temperatuur weten. [2])
„3.09 5500 M. motor doet het schitterend de kou ook, neus „bevroren. Verder geen onaangename gewaarwording. Ik probeer „mijn beenen om de beurt op te lichten gaat een beetje zwaar.

---

[1]) Door een ongelukkig toeval scheurde het bovenste deel van het blad (de eerste 9 regels) in de lucht af en woei weg.

[2]) Deze was op 6000 Meter —25° C.

„Vind het geheel nogal aardig, zeer mistig kan de grond „nauwelijks zien.

„3.16 op 6000 M. doet erg mijn best op schrijven. Ga nu „de viertjes doorschrappen. Op het laatst van het door- „schrappen begonnen mijn oogen moe te worden. *Ik heb het „rustig aan gedaan en geloof niet dat ik veel fouten gemaakt heb.*

„Niet de minste last van suizingen of wat dan ook.

„(5000) Bakkenes en ik hebben juist een lang gesprek „gevoerd over de motor die het zoo goed „dee" en dat wij „langzaam zouden planeeren.

„4000 M. Verder geen bijzonderheden dus stop ik maar „met schrijven.

Proef IX, X, en XI.

Als contrôle werden 3 proeven verricht in het vliegtuig op zeer geringe hoogte. De uitkomsten waren de volgende:

IX v. W. P.: totale tijd 9′10″ weglatingen 4,

X Lt. Th. à Th. van der Hoop totale tijd 8′53″ weglatingen 6.

IX Lt. C. I. Graaf Schimmelpenninck totale tijd 8′31″ weglatingen 9.

Proef XII.

Om na te gaan of werkelijk de waargenomen verschijnselen, direct of indirect, te wijten waren aan zuurstofgebrek en in hoeverre zij door zuurstoftoevoer werden beinvloed, werd nog een proef verricht op zeer groote hoogte, waarbij nu echter van 5000 M. af zuurstof werd toegevoerd.

24 Februari 1921.

Bestuurder: Sergeant Bakkenes.

Proefpersoon: v. W. P.

Duur der vlucht; 1 uur 15 minuten.

Zuurstofapparaat (Siebe Gorman) zoowel voor bestuurder als voor proefpersoon.

Begin zuurstoftoevoer 5000 M.

Hoogte waarop aanstreepproef verricht werd: 6800 M.

Temperatuur op 6800 M: —29° Celsius.

Resultaat: totale tijd 9′59″, aantal weglatingen 6.

Subjectief was de invloed der toegevoerde zuurstof zeer duidelijk merkbaar, zoowel bij den bestuurder als bij mij zelven. Geen hoofdpijn, geen braakneiging, geen vermoeidheidsverschijnselen. Slechts het bevriezen der tranen, waarbij zich aan de oogharen vrij groote stukken ijs vormden, die eraf getrokken moesten worden om behoorlijk te kunnen blijven doorwerken, was hinderlijk, terwijl de groote koude den bestuurder een bevriezing (1e graad) van zijn linker oor bezorgde. Ook objectief bleek een zeer duidelijke invloed van de zuurstoftoediening op de resultaten der aanstreepproef. De polsfrequentie kwam niet boven de 74 per minuut (zonder O_2 was deze op 5800 M. reeds 96).

Na afloop totale afwezigheid van de anders zoo karakteristieke vermoeidheidsverschijnselen, hoofdpijn en slaapneiging.

KRITIEK DER VERRICHTE EXPERIMENTEN.

Ongewoonte en oefening.

Het spreekt vanzelf, dat ongewoonte om in een vliegtuig te experimenteeren een zekere rol heeft gespeeld, zoowel in proef I — waar ik zelf voor het eerst een aanstreepblad op 3000 M. afwerkte — als in proef VII en VIII, waar dit het geval was bij de twee andere proefpersonen. Het betrekkelijk slechte resultaat kan mogelijk ten deele hieraan toe te schrijven zijn, doch waar alle 3 proefpersonen ervaren vliegers waren, voor wie het in lucht zijn, dagelijksch werk is en die zich in een vliegtuig (vooral boven het vliegveld) geheel thuis en op hun gemak gevoelen, hecht ik toch aan deze factor slechts zeer geringe waarde.

Gelijk gezegd op pag. 85, treedt er een zekere mate van oefening op, die de resultaten onzuiver maakt, wanneer het afwerken der aanstreepbladen te kort op elkaar volgt. De tusschenruimten werden derhalve zeer ruim genomen — ongeveer een maand — met uitzondering van Proef II en III, die resp. denzelfden dag en den dag na proef I verricht werden: de resultaten van proef II (ongeveer een uur na proef I) en proef III (24 uur na proef II) zijn derhalve door oefening onzuiver geworden. De uitkomsten (proef II op 6800 M.: 42 weglatingen, tot. tijd 12′1″ en proef III op 5800 Meter: 26 weglatingen, tot. tijd 13′45″) zijn derhalve *geflatteerd*.

Individueele verschillen.

Men kan omtrent de waarde der verkregen uitkomsten bij de bovenbeschreven proefnemingen een tegenwerping maken, die stellig een kern van waarheid bevat.

Het spreekt n.l. vanzelf, dat de invloed, die het vliegen op groote hoogten op de psychische functies heeft individueel zeer verschillend zal zijn.

Vroegere onderzoekers omtrent de bergziekte [1]) en in luchtballons laten nooit na hierop te wijzen. Deze stellig in vele gevallen bestaande individueele verschillen echter maken m.i. de waarde der gedane experimenten niet illusoir, immers deze proefnemingen waren in de eerste plaats bestemd om gegevens te verzamelen ten behoeve *van een bepaald soort menschen* n.l. jonge militaire vliegers, die op een gegeven moment geroepen zullen worden om langdurige hoogtevluchten te maken. Voor deze selecte groep van jonge mannen, die immers een zeer strenge lichamelijke en geestelijke keuring hebben ondergaan vóór zij tot het vliegcorps worden toegelaten, zullen de individueele verschillen m.i. betrekkelijk gering zijn, zoodat de gevonden uitkomsten, in groote trekken althans, op hen van toepassing zullen zijn. Ik heb in Soesterberg dan ook de gelegenheid gehad op te merken, dat in elk geval één van mijn uitkomsten n.l., dat beneden 5000 Meter zoo goed als niets van een stoornis te merken is, geldt voor alle daar aanwezige vliegers; geen enkele van hen vertoonde tot die hoogte ooit eenige storing, ook niet wanneer vluchten tot dergelijke hoogte elkaar met korte tusschenpoozen opvolgden. [2])

---

[1]) Zunz-Loewy-Müller-Caspari *Das Höhenklima.* Deutsches Verlaghaus Bong Cie 1906.

J. Barcroft. The Respiratory function of the blood. University Press Cambridge 1914 Chapter XVII en XVIII.

[2]) De Sergeant Bakkenes b.v. maakte in één maand 27 hoogtevluchten tot 5000 Meter voor het verzamelen van meteorologische gegevens zonder daar van eenige hinder te ondervinden. De Duitsche „Seewarte", waar eveneens deze dagelijksche hoogtevluchten verricht werden, geeft in haar verslag van 15 November 1920 hieromtrent het volgende aan:

„Die Höhenflüge sind bisher, selbst wenn sie in noch gröszere Höhen, wie in der Regel im Felde, ausgeführt wurden, nicht so anstrengend, da

Aan te brengen correcties.

Bij 2 proeven dienen wij er rekening mede te houden, dat bij het afwerken van het aanstreepblad geheele regels eenvoudig overgeslagen zijn: dat dit op zich zelf den tijd verkort is duidelijk. Bij proef II werden 4 regels in hun geheel overgeslagen; de overige 46 werden afgewerkt in 11′35″ i. e. 663.5 sec. De gemiddelde tijd per regel is derhalve $\frac{663.5}{46} = 14{,}4$ sec. Bij den totalen tijd dient dus gevoegd te worden 4 × 14.4 sec. is 57.6 sec. Na deze correctie wordt de totale tijd derhalve 12 minuten 1 seconde.

---

es sich meist nur um einen kurzen Aufenthalt des Einsitzers auf der Gipfelhöhe handelte.

Die bisher, selbst bis zur Höhe von 8000 m ausgeführten Flüge wurden ohne künstliche Atmung ausgeführt, ein gutes Zeichen für den Willen der Flugzeugführer die gestellte Aufgabe durchzuführen.

Die Erfahrungen, die von Dr. Koschel über geistliche Leistungen beim Aufenthalt in verdünnter Luft gemacht wurden, fanden auch hier wieder ihre volle Bestätigung. In groszen Höhen stelt sich ein gewisses Gleichgültigkeits-und Mattigkeitsgefühl ein, die geistige Leistungsfähigkeit ist nicht auf ihrer normalen Höhe, Schläfrigkeit tritt ein, man sieht z.B. das Zifferblatt des 3 m. entfernten Geschwindigkeitsmessers meist unscharf. Wenn man sich energisch zusammenreiszt verschwindet dieser Zustand wieder.

Das Nachlassen des Erinnerungsvermögens zeigte sich auch in sofern, als der Flugzeugführer nach der Landung nicht immer in der Lage war, die genaue nach dem Höhenmesser erreichte Gipfelhöhe anzugeben, sondern sich ihrer erst später erinnerte, abgesehen davon das sie an den Schreibinstrumenten abgelesen wurde.

Die Flugzeugführer halten sämtlich einer Tafel im Flugzeug für Wetternotizen während des Fluges erforderlich. Sie waren nach dem Fluge, obwohl sie es sich vorher fest vorgenommen hatten, nicht in der Lage sicher anzugeben, wie hoch sie die einzelnen Höhen erreicht hatten.

Ein gewisses Nachlassen der geistigen Leistungen trat z. B. in die Erscheinung als bei einem Höhenfluge unerwartet der Haupttank leer wurde, und der Führer sofort Notbenzin einschaltete. Unter normalen Verhältnissen hätte der Führer an der Benzinuhr rechtzeitig das Leerwerden des Tankes bemerkt und in der richtigen Weise die Benzinschaltungen augenblicklich bedient. Das Flugzeug muszte mit stehendem Propeller aus 7500 m. Höhe im steilen Gleitflug notlanden, wobei, auszer einem gewissen Ohrensausen, die schnelle Änderung des Luftdrucks keinen Einflusz auf das Befinden ausübte.

Volgens dezelfde berekening moet de totale tijd van proef VII van 8′33″ gebracht worden op 9′43″.

Bij proef VIII scheurde door een ongelukkig toeval het bovenste deel van het aanstreepblad (9 regels) in de lucht af en woei weg. De 27 weglatingen vonden derhalve niet in 50, doch slechts in 41 regels plaats.

BESCHOUWINGEN OMTRENT DE GEVONDEN UITKOMSTEN.

Bezien wij in de eerste plaats de objectieve gegevens, die we met de aanstreepblad-methode verzamelden en welke in nevenstaande tabel zijn vastgelegd dan geven deze aanleiding tot de volgende opmerkingen.



——— = totale tijd.
..... = aantal weglatingen.

Fig. 19. Verloop van den totalen tijd en van het aantal weglatingen op de verschillende hoogtes.
horizontaal: hoogte in meters.
verticaal : tijd en aantal weglatingen.

Samenvatting der uitkomsten.

Hoogte in Meters.	200	3000	4500	5000	5500	—	5800	6000[2])	6200	6500	6800	6800 met zuurstof.
Aanstreepblad weglatingen	6 *9* 4	19	—	4	—	4	26	[1]) *27*	9	*66*	42	6
Totale tijd	9′10″ *8′31″* *8′53″*	10′24″		8′		11′50″	13′45″	*10′37″*	12′47″	*8′33″* (*9′43″*	11′35″ na correctie)	9′59″
Polsfrequentie . . .	75		100	92.84	80.84		96			na correctie)	12′1″	74
Ademhaling-frequentie	14			15.19	17		20					

[1]) d.w.z. 27 weglatingen in 41 regels.

[2]) De cursief gedrukte cijfers hebben betrekking op de proeven van de Lts. v. d. Hoop en Schimmelpenninck.

Hoogte in Meters.	200	3000[1])	5000	5700[2])	5800	6000	6200	6500	6800[1])	6800 met O_2.
Kwikdruk in mm. .	760	522	406	370	365	360	350	335	320	320
Proef	IX,X,XI,	I	IV	V	III	VIII	VI	VII	II	XII
Weglatingen . . .	6 *9* 4	19	4	4	26	*27*	9	*66*	42	6
Tijd	9′10″ *8′31″* 8′53″	10′24″	8′	11′50″	13′45″	*10′37*	12′47″	*9′43″*	12′1″	9′59″

[1]) Zie de opmerkingen omtrent deze proeven op pag. 103.

[2]) d.w.z. tusschen 5500 en 5800 meter.

Uit de curve en de tabellen blijkt zeer duidelijk in cijfers uitgedrukt hoezeer de *aandachtsfunctie* bij twee vliegofficieren en mijzelve leed gedurende vluchten boven 5000 Meter.

Beneden en op 5000 Meter werden nog uitstekende uitkomsten verkregen, waarbij oefening geen noemenswaarde rol gespeeld kan hebben (proef IV werd een maand na proef III verricht), daarna komen afwijkingen, hetzij in het aantal fouten hetzij in den totalen tijd, of in beide. Het extreme foutental op 6500 en 6800 Meter bewijst wel, hoezeer de voor het vliegen zoo belangrijke functie der aandacht geleden heeft, terwijl slechts de speciale hierop gerichte proefnemingen, deze psychische minderwaardigheid aan het licht brachten. Deze afwijkingen zouden geheel over het hoofd gezien worden, wanneer alleen afgegaan werd op het subjectieve oordeel van den luchtvaarder [1]) waardoor dan ook te verklaren is, dat zoo dikwijls, nu en

---

[1]) Air Service Medical.

„If one asks a number of pilots who have been regularly flying at 15000, 18000 or even 20000 feet, how they are feeling, the usual reply will be „fine" „perfectly all right" „no unpleasant effect". Though this is their personal impression, we know that they are all affected on flights at these heights, more particularly, if they remain long at high altitudes or fly repeatedly day after day. A person at an altitude of 15000 or 22000 feet may feel perfectly fit and well, but he is in no way as efficient as when he is near the ground. All his reactions become slower; that is to say, he uses longer time to judge distance, to aim his gun, to fire, to control his ship, to manoover etc. although he is not conscious of his impairment.

The most pronounced symptoms of oxygen shortage are in connection with the central nervous system and generally occur after flights at an altitude of over 15000 or 16000 feet. Perhaps the most frequently noted symptom is head-ache accompanied sometimes by nausea. This may last some hours after the want of oxygen has been removed.

Excessive fatigue, a complete collapse of energy far beyond the natural weariness induced by flying, also reveals oxygen starvation.

Another common evidence of „thin air" is vertigo, a symptom fraught with potential calamity. Disaster lurks at its heels for the man with swaying senses is no longer the captain of the ship.

The flier who is suffering from want of oxygen is far from normal. *He may be exhilarated*, he may be simply dull and sleepy or, if he is in a position of danger, he may fail to take the measures necessary for the safety of himself and those with him, even when he is well aware of the danger. *This extraordinary impairment of judgment is extremely characte-*

vroeger, vliegers en ballonvaarders aangaven geen enkel verschijnsel bespeurd te hebben, ook niet op extreme hoogte.

Ik wil bij dit punt nog even stilstaan, omdat het van zoo eminent practisch belang is voor de beoordeeling tot welke hoogte de mensch nog veilig vliegen kan. Ik zeide zoo juist, dat de gevonden psychische afwijkingen door de betrokkenen niet werden opgemerkt, niet tot hun bewustzijn kwamen, ik kan zelfs nog verder gaan en op grond van uitlatingen van vliegers [1]) en van

---

ristic, the person himself being totally unaware of it and quite confident that his mind is absolutely clear.

Often, too, the perception is affected. One sees things without being able to understand them properly. It is hard to reard an instrument and positions of objects are misjudged. Pain itself loses something of its poignance.

These symptoms, some trivial, some marked, are the signposts to flying fatigue within whose habitat one loses the energy, the will and the ability to fly.

[1]) Statement of an officer of an testing squadron regarding altitude record which was established September 18 1918.

„In order to take an aeroplane to a higher altitude than any other pilot in the world, I found that it would require more than one or two attemps. I made three attemps. The first one took me to 24000 feet the second to 27000 feet and the last one to 28000 feet, but now I feel certain that I can get at least 30000 feet.

The following experiences and sensations I noticed during my flight were due mostly to lack of oxygen:

I took off at 1.45 p. m. Wednesday, September 18, and made a steady circular climb, passing through clouds at 8000 feet, 12000 feet and 16000 feet At 20000 feet, while, still climbing in large circles, my goggles became frosted, making it very difficult for me to watch my instruments. When I reached 25000 feet I noticed the sun growing very dim, I could hardly hear my motor run, and I felt very hungry. The trend of my thoughts was that it must be getting late, that evening must be coming on; but I was still climbing, so thought I might as well stick to it a little longer, for I knew I could reach my ceiling pretty soon, then I should go down and even though it were dark, I could land allright, for I had made night landings many times before and so I went on talking to myself and this I felt was a good sign to begin taking oxygen, and I did. I was then over 15000 feet and as soon as I started to inhale the oxygen the sun grew bright again, my motor began to exhaust so loud that it seemed something must be wrong with it. I was no longer hungry and the day seemed to be a most beautiful one. I felt like singing with sheer joy as I gazed about through a small portion of my

de uitkomsten van mijn hierboven vermelde experimenten vaststellen, dat integendeel onder deze omstandigheden (gewoonlijk boven 5000 à 6000 Meter) een verhoogd gevoel van geestelijk welzijn, een overdreven idee van psychische capaciteit, gepaard aan een volledig gebrek aan zelfcritiek gaat optreden, verschijnselen derhalve, zooals wij die kennen bij een beginnende alcoholintoxicatie. Deze disharmonie tusschen de inderdaad bestaande psychische minderwaardigheid (gebrekkige toestandsbeoordeeling, bemoeilijkte aandachtsconcentratie enz.) en het subjectieve gevoel eener verhoogde geestelijke capaciteit maakt dan ook, dat wij zouden kunnen spreken van een *„hoogte-dronkenschap"*

---

goggles which had no frost, due to a drop of oil which had splashed on them from the motor.

It was wonderful to see the very clear blue sky with the clouds thousand of feet below. The frost on my goggles bothered me very much. At times I had to remove my glove in order to put the warm palm of my hand on the glass to thaw the frost, I did this about every ten minutes, so that I could take the proper readings of the instruments, which I marked down on my data pad.

I believe that if my goggles had been better ventilated they would not have frosted. When I was about 27000 feet I had to remove my goggles, as I was unable to keep a steady climb. My hands bij this time were numb and worried me considerably. The cold air made my eyes water, and I was compelled to fly with my head well down inside the cockpit.

„I kept at it until my oxygen gave out, and at that point I noticed my aneroid indicated very nearly 27000. The thermometer showed 32° below zero and the R.P.M. had dropped from 1.600 to 1.560. This is considered very good.

But the lack af oxygen was affecting me, I was only 29000 feet after climbing for so long a time. I remember that the horizon seemed to be very much out of place, *but I felt that I was flying correctly and that I was right and the horizon was wrong.*

About this time the motor quit. I was out of gasoline, so I descended in a long spiral. When I descended to about 20000 feet I began to feel much better and realized that the lack of oxygen had affected me. I passed down through the clouds at 16000 feet and as I remember it was snowing from these clouds upon the next layer some 4000 feet below. I am not positive of this, as I may have been affected by the lack of oxygen I noticed as I descended that the air seemed to be very thick and stuffy, but very nice and warm. I did not see the ground from the time I went up through the clouds above DAYTON (Ohio) until I came down through them again at 4000 feet above Canton (Ohio) over 200 miles from where I started."

en dit nog wel met te meer recht, aangezien ook verschillende, op die hoogte optredende, lichamelijke verschijnselen zeer sterk doen denken aan de lichamelijke manifestaties van een alcohol-intoxicatie, met name de door verschillende onderzoekers (Amerikanen, Koschel, v. W. P.) duidelijk geconstateerde ataxiën, zoowel in de grovere als in de fijnere bewegingen (schrift). Dit atactisch schrift is te zien op verschillende hier afgedrukte schrijfproeven en dat deze ataxie niet alleen te wijten is aan de koude wordt duidelijk bewezen o.a. door proef III, waar het geheele proces te volgen is: het schrift blijft volkomen normaal tot 4800 Meter waar toch reeds de temperatuur tot -1^0 Celsius gedaald is: op 5500 Meter, bij een temperatuur slechts 4 graden lager, treedt een duidelijke ataxie op, die m.i. onmogelijk verklaard kan worden door de zoo geringe temperatuursverlaging. Ook de minder zuivere besturing van het vliegtuig, zooals die optrad op 6200 M. gedurende proef VI van 28 October bij een zoo geoefend en zuiver vliegende bestuurder als Sergeant Bakkenes, meen ik te moeten opvatten als een ataxie, die toe te schrijven is aan den invloed van zuurstofgebrek op het centrale zenuwstelsel.

Alles bijeengenomen zien wij dus, dat, wanneer de invloed van de hoogte niet tot vrijwel volkomen bewusteloosheid leidt, zij niet wordt waargenomen en tot welke tragische gevolgen dit aanleiding kan geven bewijst wel de dood van Crocé Spinelli en Sivel tijdens hun ballontocht tot 9000 Meter.

Behalve de aandachtsfunctie lijden ook andere psychismen sterk onder den invloed der groote hoogte. Een teekenend voorbeeld daarvan zien wij in proef VII waar de apperceptie sterk gestoord blijkt te zijn. [1]) De proefpersoon (Lt. van der Hoop) verklaarde na de terugkeer, dat hij moeilijkheden gehad had

---

[1]) Een jong vlieger, die onlangs zijn hoogteproef deed ter verkrijging van het militair vliegbrevet, deelde mij mede, dat hij op *5200 M* de toerenteller (die *1400* aanwees) aanzag voor de hoogtemeter, zich maar niet begrijpen kon nog zoo laag te zijn en er slechts met moeite in slaagde zich de ware stand van zaken te realiseeren. Dit is temeer merkwaardig, omdat een toerenteller, die de functie van den motor aangeeft, een instrument van vitaal belang is, terwijl de barometer dit in casu eveneens was, daar de vlucht met het uitsluitend doel verricht werd om een bepaalde hoogte in den kortst mogelijken tijd te bereiken.

met de aflezing van de stopwatch, die hij na afloop van het aanstreepen stilgezet had (en in dien toestand mee naar de grond heeft genomen, zoodat wij daar de aflezing konden controleeren). Hij had geruimen tijd naar de wijzerplaat zitten staren zonder precies te begrijpen, hoe hij er mee aan moest en welke wijzer de minuten, welke wijzer de seconden aangaf. Inderdaad vergiste hij zich dan ook eerst door de groote wijzer als die, welke de minuten markeert, op te vatten en teekende hij onderaan het aanstreepblad als totale tijd op: 33 $^2/_5$ min. Dit cijfer werd daarna weer doorgestreept en door het getal 8′33 $^2/_5$″ vervangen, hetgeen bij de contrôle-aflezing op den grond inderdaad het juiste bleek.

Dit verschijnsel is een aardige illustratie van hetgeen in de „Air Service Medical" als een der symptomen der hoogteziekte genoemd wordt: „Often, too, the perception is affected. One sees things without being able to understand them properly. It is hard to read an instrument and positions of objects are misjudged."

Op één punt dient bovendien nog de nadruk gelegd te worden, aangezien het van zoo groot practisch belang is, n.l. op het feit, dat alle verschijnselen zoozeer verergeren, naarmate men langer boven de kritieke hoogte blijft. Zeer duidelijk blijkt dit uit proef VI waarbij wij gedurende 1$^1/_2$ uur boven de 5800 Meter waren. Deze betrekkelijk lange tijd maakte, dat gedurende dit experiment, de verschijnselen bij den vlieger en mij zooveel duidelijker waren. Op 5800 Meter teekende ik aan: „B. begint m. i. minder zuiver te vliegen" (na afloop verklaarde hij op die hoogte, gedurende verschillende oogenblikken, het toestel maar zijn gang te hebben laten gaan en herhaaldelijk een gevoel gehad te hebben, alsof zijn oogen zouden dichtvallen). Bovendien bestond na afloop groote lusteloosheid en vermoeidheid. Wat mijzelve betreft had ik, hoewel me nog volkomen in staat achtend een toestel te besturen, toch meer last van de groote hoogte dan anders. Bij het sprongsgewijs stijgen gedurende meer dan een half uur om van 5900 Meter tot 6200 Meter te komen verergerde het bekende weeë gevoel in de maagstreek tot braakneigingen, zonder dat het evenwel tot vomeeren kwam. Ik had den indruk, dat deze braakneigingen centraal veroorzaakt werden (vermeerderde prikkel-

baarheid van het labyrinth voor verticale (stijg-) bewegingen?), aangezien zij het sterkst waren tijdens en vlak na het sprongsgewijs omhoog gaan (liftgevoel) en gunstig beinvloed werden door veranderingen in den stand van het hoofd. (Volgens mijn ervaring is het het beste steeds met het hoofd nauwkeurig de bewegingen van het toestel te volgen). In dit verband merk ik nog op, dat zich gedurende mijn geheele vliegerloopbaan, i. e. van 1913 tot heden, nog nooit dergelijke verschijnselen, die aan zeeziekte doen denken, hebben voorgedaan, ook niet bij zeer ongunstig weer (remous) of tijdens zgn. kunstvluchten (aerobatics), loopings, vrilles, tonneaux en dergelijke, zoodat met zeer groote waarschijnlijkheid mag aangenomen worden een vergrootte prikkelbaarheid van het vestibulair orgaan of een verminderd weerstandsvermogen tegen, van het labyrinth uitgaande, prikkels op groote hoogte, vooral wanneer het verblijf op die hoogte (5900—6200 meter) eenigen tijd, i. c. ca. $1^1/_2$ uur, duurt.

Herhaaldelijk leest men nog de raadgeving, ook in aviatische handboeken, dat men bij hoogtevluchten goed doet langzaam te stijgen om zoodoende door een soort „acclimatisatie" de nadeelige verschijnselen zooveel mogelijk te vermijden. Dit „acclimatisatie"-idee stamt af van de studiën omtrent de bergziekte en wordt nog door velen klakkeloos van toepassing verklaard op de aviatiek, waarbij men totaal over het hoofd zag, dat het gewennen aan een zekere hoogte bij het bergbestijgen e e n i g e d a g e n moest duren, wilde het succes hebben. Trachten te acclimatiseeren, zooals velen aanraden, door bij hoogtevluchten langzaam te stijgen, dat wil dus bv. zeggen over het bereiken van een bepaalde hoogte 2 uur inplaats van één te doen, is gebleken onmogelijk te zijn, hetgeen a priori ook wel te verwachten was [1]); integendeel, wanneer men om

---

[1]) The experience in aviation indicates, that the changes in altitudes during flying, are made so rapidly that the compensating mechanism for low oxygen are overworked to a greater or less degree and as a consequence, instead of securing acclimatization to low oxygen, a weakening of the adjusting mechanisme occur, which renders the flier more liable to an attack of altitude sickness.

Air Service Medical p. 162.

de een of andere reden zonder zuurstof een groote hoogte wil bereiken, doet men het best zoo snel mogelijk tot het maximum te stijgen en ook zoo snel mogelijk weer te dalen om zoodoende een minimum tijd boven de kritieke hoogte te zijn.

Wat nu de verschillende aanteekeningen en schrijfproeven betreft blijkt het, dat een duidelijke ataxie in het schrift gaat ontstaan en bovendien, dat herhaaldelijk lettergrepen eenvoudig weggelaten worden (onpliezig voor onpleizierig, bakerig voor brakerig enz.).

Dat de koude niet alleen voor het slechte atactische schrift aansprakelijk is te stellen blijkt duidelijk uit proef III (zie Fig. 13.)

Het feit, dat de bewoordingen van de verschillende aanteekeningen, waarvan ik toch wist, dat ze voor publicatie bestemd waren, dikwijls zoo weinig duidelijk waren en eenmaal zelfs (proef VI) geheel uit den toon vielen, bewijst wel de mate van onverschilligheid, die onder die omstandigheden gaat optreden. Zonder er veel bij na te denken werden, aus einem Gusz, uitdrukkingen neergeschreven, die wel gehéél en al mijn stemming op dat oogenblik weergaven, doch bij wat nadenken en zelfkritiek, evengoed door andere, meer publikationsfähige, hadden kunnen vervangen worden.

Het gevoel van psychische volwaardigheid op hoogten, waar blijkens den uitslag der proeven, reeds een duidelijke vermindering der geestelijke capaciteiten bestond, is eveneens een bewijs voor de gebrekkige toestandsbeoordeeling, de zelfoverschatting en het vrijwel totale gemis aan zelfkritiek.

Uit de uitkomsten der genomen proeven zouden wij derhalve de volgende conclusies kunnen trekken, waarbij ik echter nogmaals nadrukkelijk erop wijs, dat deze gevolgtrekkingen slechts gelden voor een bepaalde categorie menschen d.w.z. voor hen, die in lichamelijk en geestelijk opzicht overeenkomen met jonge, behoorlijk gekeurde, vliegers.

I. Vluchten tot en met 5000 Meter kunnen zonder zuurstofapparaten verricht worden (de dagelijksche ervaring te SOESTERBERG heeft deze conclusie reeds lang gewettigd).

Bij eenigszins langdurige vluchten op die hoogte verdient het medenemen van O_2 apparaten evenwel aanbeveling.

II. Bij vluchten boven 5000 Meter moeten steeds zuurstof-

apparaten gebruikt worden. De O_2 toevoer moet als vaste regel op 5000 Meter begonnen worden en in geen geval uitgesteld worden op grond van de overweging, dat er nog geen onaangename verschijnselen bespeurd worden.

III. Raakt een zuurstofapparaat onklaar of uitgewerkt tusschen 5 en 6000 Meter dan kan in noodgeval nog hoogstens 1 à 2 uur doorgevlogen worden. Is dit het geval op 6800 Meter of daarboven dan dient onmiddellijk tot beneden 5000 Meter gedaald te worden.

IV. Bij hoogtevluchten zonder O_2 is het aangewezen zoo snel mogelijk te stijgen en zoo kort mogelijk te blijven boven 5000 Meter.

V. Bij het maken van hoogtevluchten, ook met O_2 apparaten, is het gewenscht zorg te dragen, dat zoo weinig mogelijk gassen in maag of darmen aanwezig zijn. Men vermijde, eenige uren van te voren, het drinken van koolzuurhoudende dranken en het eten van spijzen, die tot gistingsprocessen en dus tot gasvorming aanleiding geven; men ledige vàn tevoren de blaas.

VI. Men kan de zuurstofvoorziening van het bloed bevorderen door te blijven letten op de ademhaling en deze zoo regelmatig en diep mogelijk te doen zijn. Snelle en oppervlakkige respiratie is ongunstig (invloed der z.g. „schadelijke ruimte" op het zuurstofpercentage van elke ademtocht).

Het dragen van niet goed aansluitende maskers over neus en mond, ter bestrijding van de koude, is nadeelig, aangezien de z.g.n. „schadelijke ruimte" daardoor aanzienlijk vergroot wordt.

BESLUIT.

Bij de bestudeering der zintuigelijke en psychische functies, die voor het vliegen van belang zijn, zagen wij, dat, wat de zintuigen betreft, het *gezichtsorgaan* bij het besturen van een vliegtuig de belangrijkste rol speelt. Bij het opstijgen en landen is de hulp der oogen volstrekt onontbeerlijk, terwijl het ook, gedurende de vlucht, slechts door middel van het gezichtsorgaan mogelijk is, een toestel recht te houden en men alleen met behulp van bijzondere instrumenten (gyroscopisch compas) — die tenslotte ook weer met onze oogen moeten worden waargenomen — in staat is in wolken of mist te vliegen.

Als *bijzondere* eischen, die speciaal de aviatiek aan ons gezichtsorgaan stelt, dienen wij in de eerste plaats te noemen het behoorlijk samenwerken der beide oogen, waardoor het ons mogelijk wordt afstanden te schatten met behulp der binoculaire parallax en in de tweede plaats, het snel kunnen in- en ontspannen der accommodatie, waardoor wij, bij het opstijgen en het landen, in staat gesteld worden afwisselend — in snelle opeenvolging — scherp te zien op afstand (opstijg- en landingsterrein) en dichtbij (instrumentenbord).

Bij onderzoek van vliegers bleek, dat slechte „landers" in bijna alle gevallen een gebrekkig oogspierevenwicht vertoonden en niet in staat waren, met eenige nauwkeurigheid, relatieve afstanden te schatten, wanneer ze daartoe — met uitsluiting van alle andere hulpmiddelen — slechts gebruik konden maken van de binoculaire parallax.

De oppervlakkige sensibiliteit speelt soms een rol, die den vlieger nuttig kan zijn. Bij het niet zuiver rechtuit vliegen en het maken van incorrecte bochten, geeft „zijwind" op de onbedekte gelaatshuid aan, naar welke zijde het toestel weg-

slipt en maakt het den vlieger zoodoende mogelijk de noodige correcties met voetenstuur of ailerons aan te brengen.

In hooge mate waarschijnlijk is het, dat de *diepe sensibiliteit* van het allergrootste belang is voor de perceptie van standsveranderingen van het vliegtuig, die *niet* met draaibewegingen gepaard gaan.

„The feel of the airship", dat is het zuiver voelen van (en onmiddelijk reageeren op) uiterst geringe afwijkingen van den normalen vliegstand, is een functie der diepere sensibiliteit (druk- spier- en gewrichtszin) hetgeen voornamelijk bleek uit het feit, dat personen, die in de lucht een verminderde capaciteit vertoonden in het juist en snel percipieeren van deze standsafwijkingen van het vliegtuig, bij onderzoek (equilibratiestoel, balanceerstok, staan op één been enz.) naar hun vermogen om een juist gebruik te maken van de gegevens, hun verschaft door de diepe sensibiliteit, hierin ten achter stonden bij goede vliegers, d.w.z. bij hen, die deze capaciteit („feel of the airship") wèl bezaten.

Wat de functies van het *vestibulair apparaat* betreft, bleek uit de verrichtte experimenten, dat, bij draaibewegingen van het vliegtuig (bochten, loopings, tonneaux, vrilles), de booggangen den vlieger *geen* uitsluitsel geven omtrent begin, einde of richting der draaiing, waarschijnlijk, doordat de hoekversnelling en vertraging daarvoor te gering is en de prikkel te kort inwerkt: een functie der otolithen is slechts denkbaar bij verticale daal- of stijgbewegingen (remous) doch is bij inclinaties, *gepaard gaande met draaibewegingen*, mechanisch uitgesloten doordat, tengevolge der centrifugale, de *richting* (t. o. v. de maculae) der op hen werkende kracht onveranderd blijft.

Alles bijeen genomen speelt het vestibulair apparaat voor den vlieger geen *bijzondere* rol en stelt het hem met name niet in staat een vliegtuig in wolken of mist naar behooren te besturen. Hiermede is in overeenstemming het feit, dat er *geen* correlatie bestaat tusschen verminderde vestibulair prikkelbaarheid en geringe vliegcapaciteit: bij een onderzoek van 63 Hollandsche vliegers bleek immers, dat de kortste nystagmusduur werd gevonden bij de besten, de langste bij de minder goede.

Nadeelig en gevaarlijk kan het vestibulair apparaat voor den vlieger worden door het veroorzaken van „luchtziekte", bij

verticale daal- en stijgbewegingen (otolithen), en van vertigo na snelle draaiingen (semicirculaire kanalen), zoodat bij hyperexcitabel vestibulair orgaan groote voorzichtigheid geboden is.

Bij het vliegen op zeer groote hoogte bleek, dat het daarbij optredende zuurstofgebrek de eenvoudige zintuigelijke functies zóó weinig beïnvloedde, dat het correct besturen van een vliegtuig nog zeer wel mogelijk bleef: een vermindering der gezichts- of gehoorsscherpte b.v. werd nooit geconstateerd doch de *verwerking* der, door de zintuigen, verstrekte gegevens, de apperceptie dus, bleek sterk gestoord, terwijl bovendien de meer samengestelde *psychische functies* een hoogst nadeelige invloed ondervonden van de, op die hoogten heerschende, verminderde partiëele zuurstofspanning. Deze nadeelige beïnvloeding der hoogere psychismen, waarvan we met name de aandachtsconcentratie onderzochten, werd in geen enkel geval bewust ondervonden doch ging steeds gepaard met een verhoogd gevoel van geestelijke capaciteit.

STELLINGEN.

I.

Het afwezig zijn van „voorbij wijzen" (past pointing) na rotatie is geen bewijs van opgeheven of verminderde vestibulair prikkelbaarheid.

II.

De z.g.n. endocarditis lenta is geen zelfstandige ziekte.

III.

Bij normaal uitziend trommelvlies en normale gehoorscherpte is men zonder meer gerechtigd aan te nemen, dat de tubae Eustachii behoorlijk doorgankelijk zijn.

IV.

Het aantal uitzonderingen op de wet van Bastian is zoo groot, dat men deze uitspraak van Bastian geen wet kan noemen.

V.

De, bij vliegers geconstateerde ringvormige scotomen worden veroorzaakt door ultraviolette stralen.

VI.

Bestrijding van drankmisbruik verdient, behalve om andere redenen, aanbeveling om het nadeel eener algeheele „droog-legging" te voorkomen.

VII.

De z.g.n. „sensation du déjà vu," berust op een verlangzaamde apperceptie.

VIII.

Bij talus fractuur met belangrijke dislocatie der breukstukken geeft totale extirpatie dier breukstukken het beste functionneele resultaat.

IX.

Bij verminderde labyrinthaire prikkelbaarheid denke men in de eerste plaats aan lues.

X.

De musculi intercostales zijn ademhalingsspieren; hun functie is niet in de eerste plaats: weerstand te bieden aan den extrathoracalen overdruk.

XI.

Het afwezig zijn van dyspnoe op groote hoogte is te verklaren uit het feit, dat het, onder deze omstandigheden, bestaande zuurstofgebrek *niet* samengaat met koolzuurovermaat.

XII.

De naam „pseudoleukaemie" behoort uit de geneeskundige terminologie te verdwijnen.