

INTERNE UITGAVE

TECHNISCHE HOGESCHOOL
VLIEGTUIGBOUWKUNDE
Kanaalstraat 10 - DELFT

Rapport VTH-76.

Pracj: halp aerodynamica

Album: 23-5-57

prjz:

paraaf:



**TECHNISCHE HOGESCHOOL
VLIEGTUIGBOUWKUNDE**

Rapport VTH-76

Verslag van windtunnelmetingen verricht aan het model van de

Fokker T-5

door

Ir A. de Gelder

Delft - Nederland

april 1957

Verslag van windtunnelmetingen
verricht aan het model van de Fokker T-5.

Rapport VTH-76

opgesteld door Ir. A. de Gelder.

Samenvatting.

In dit rapport worden de resultaten gegeven van enige windtunnelmetingen verricht aan een model van het vliegtuigtype Fokker T-5, ter voorbereiding van een serie instructie-practicumproeven.

Hierbij werd nagegaan of de invloed op de aerodynamische eigenschappen van verschillende wijzigingen aan het model duidelijk kon worden gedemonstreerd.

De navolgende wijzigingen werden onderzocht:

- a. het aanbrengen van vloeistukken.
- b. het aanbrengen van lekgaatjes in de vleugel.
- c. het aanbrengen van windschermen.
- d. het weglaten der motorgondels.
- e. het wijzigen van de vorm der motorgondels.
- f. het uitslaan van koelkieuwen.
- g. het openen van wielbergplaatsen.
- h. het openen van wielbergplaatsen gecombineerd met het aanbrengen van geleideplaten.
- i. het uitslaan van slijtkleppen.
- j. het uitslaan van slijtkleppen in combinatie met het openen van wielbergplaatsen en het aanbrengen van geleideplaten.

Voor alle modeltoestanden werd de draagkracht, de weerstand en het duikmoment gemeten als functie van de invalshoek. Voor enkele modeltoestanden werd tevens de ligging en de breedte van het zog en de stuwdrukverdeling in het zog bepaald en werd een stromingsonderzoek verricht aan de bovenzijde van de vleugel en het horizontale staartvlak en op de motorgondels.

De resultaten van de metingen worden vergeleken met wind-tunnelmetingen en vliegproeven, verricht door de Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart en het N.L.L.

De metingen, gegeven in dit verslag, werden verricht door C.M. van de Kreeke en Ir. J. Boeker.

Afgesloten: 23 januari 1957.

Gez.: C.L.S.

Inhoud:

	blz.
1. Notaties.	4
2. Inleiding.	6
3. Beschrijving van het model, de ophanging in de tunnel en de gebruikte apparatuur.	7
4. Beschrijving van de metingen.	8
5. Uitwerking van de metingen.	8
5.1. Correcties.	8
5.2. Herleiding der waarnemingen.	9
6. Resultaten.	10
6.1. Normale toestand (O).	10
6.2. Invloed van vloeistukken (F).	12
6.3. Invloed van lekgaatjes (L).	12
6.4. Invloed van windschermen (S).	12
6.5. Invloed van motorgondels (G_0).	13
6.6. Invloed van wijziging der motorgondels ($G_{1,2}$).	14
6.7. Invloed van uitgeslagen koelkieuwen (M).	14
6.8. Invloed van geopende wielbergplaatsen (W).	14
6.9. Invloed van klepuitslag (K).	15
6.10. Invloed van geopende wielbergplaatsen gecombineerd met klepuitslag (KW).	16
6.11. Vergelijking met andere windtunnelmetingen.	16
6.12. Vergelijking met vliegproeven.	17
7. Conclusies.	18
8. Literatuur.	19
Aanhangsel.	20
Tabellen.	21-33
Figuren.	

1. Notaties.

A	vleugelslankheid.
A_t	oppervlak van de dwarsdoorsnede van de meetsectie
b	vleugelspanwijdte
C_L	draagkrachtscoëfficiënt
$C_{L_{max}}$	maximale draagkrachtscoëfficiënt
C'_L	waarde van de draagkrachtscoëfficiënt, niet gecorrigeerd voor het lifteffect van de tunnelwandinvloed
C_D	weerstandscöëfficiënt
ΔC_D	correctie op de weerstandscöëfficiënt voor het lifteffect van de tunnelwandinvloed
C_m	coëfficiënt van het duikmoment
C_{L_α}	$\frac{\partial C_L}{\partial \alpha}$
C_{m_α}	$\frac{\partial C_m}{\partial \alpha}$
\bar{c}	gemiddelde aerodynamische koorde van de vleugel
$D_{o,r}$	weerstand van de ophangdelen met ronde staartsteun
$D_{o,s}$	weerstand van de ophangdelen met stroomlijnvormige staartsteun
i_h	instelhoek van het horizontale staartvlak, gemeten tussen wortelkooorde en X_m -as
i_w	instelhoek van de vleugel, gemeten tussen wortelkooorde en X_m -as
$M_{o,r}$	duikmoment van de ophangdelen met ronde staartsteun
$M_{o,s}$	duikmoment van de ophangdelen met stroomlijnvormige staartsteun
q	stuwdruk
q_r	regeldruk
q_{zog}	stuwdruk in het zog
R	getal van Reynolds betrokken op de g.a.k.
S	vleugeloppervlak
S_h	oppervlak van het horizontale staartvlak
V	tunnelsnelheid
x,y,z	coördinaten van het meetassenstelsel $O_m X_m Y_m Z_m$, zie figuur 3
$x_{c.g.}$	x-coördinaat van het vliegtuigzwaartepunt

x_m	x-coördinaat van het momentenpunt
x_n	x-coördinaat van het neutrale punt
x'_0	afstand van de voorkant van de g.a.k. tot de voorkant van de wortelkooorde, gemeten evenwijdig aan de wortelkooorde
z_m	z-coördinaat van het momentenpunt
z'_0	afstand van de g.a.k. boven de wortelkooorde, gemeten loodrecht op de wortelkooorde
α	invalshoek van het model, gemeten ten opzichte van de X_m -as
δ	tunnelinterferentiefactor voor het lifteffect
λ	tapsheid
ϵ	neerstromingshoek

2. Inleiding.

Ter voorbereiding van een serie instructieve practicumproeven werden enige windtunnelmetingen verricht aan een vliegtuigmodel om na te gaan of de invloed op de aerodynamische eigenschappen van verschillende wijzigingen in de vorm van het model duidelijk kon worden gedemontreerd.

De navolgende wijzigingen werden onderzocht:

- a. het aanbrengen van vloeistukken
- b. het aanbrengen van lekgaatjes in de vleugel
- c. het aanbrengen van windschermen
- d. het weglaten der motorgondels
- e. het wijzigen van de vorm der motorgondels
- f. het uitslaan van koelkieuwen
- g. het openen van wielbergplaatsen
- h. het openen van wielbergplaatsen gecombineerd met het aanbrengen van geleideplaten
- i. het uitslaan van slijtkleppen
- j. het uitslaan van slijtkleppen in combinatie met het openen van wielbergplaatsen en het aanbrengen van geleideplaten.

Voor alle modeltoestanden werd de draagkracht, de weerstand en het duikmoment gemeten als functie van de invalshoek. Voor enkele modeltoestanden werd tevens de ligging en de breedte van het zog en de stuwdrukverdeling in het zog bepaald en werd een stromingsonderzoek verricht aan de bovenzijde van de vleugel en het horizontale staartvlak en op de motorgondels.

Een uitgebreid overzicht van de onderzochte modeltoestanden is gegeven in tabel 1. Tevens is hierin vermeld welke metingen voor elke modeltoestand werden verricht.

Het onderzoek werd uitgevoerd aan een model van het vliegtuigtype Fokker T-5 (schaal 1:20). Een eerste serie metingen vond plaats in juli 1955. Enige aanvullende metingen werden verricht in het voorjaar van 1956. Voor de aanvullende metingen was een reparatie uitgevoerd aan de vleugelachterrand en het model van een nieuwe laklaag voorzien.

De verrichte proeven boden tevens de gelegenheid na te gaan of de bereikte nauwkeurigheid van het weegsysteem voor dergelijke metingen voldoende moet worden geacht.

3. Beschrijving van het model, de ophanging in de tunnel en de gebruikte apparatuur.

Het onderzochte model is een houten model, schaal 1:20, van het vliegtuigtype Fokker T-5. Een maatschets van het model is gegeven in figuur 2. De voornaamste gegevens van het model zijn vermeld in tabel 2.

Bij een eerste serie metingen in juli 1955 was de laklaag van het model op verschillende plaatsen beschadigd. Evenzo was de achterlijst van de bakboordbuitenvleugel ter plaatse van de overgang op het vleugelmiddeldeel enigszins verbogen. Deze onregelmatigheden werden zoveel mogelijk bijgewerkt met plasticine. Bij de aanvullende metingen in 1956 was de beschadiging aan de vleugelachterrand gerepareerd en het model van een nieuwe laklaag voorzien.

Het model was op de gebruikelijke wijze opgehangen aan twee ophangpoten en een staartsteun. De plaats van de ophangpunten is gegeven in figuur 3 en tabel 2. Bij de eerste serie metingen in 1955 werd een ronde staartsteun gebruikt. Nadat was gebleken dat de weerstand van deze staartsteun zeer groot was, werd bij de aanvullende metingen in 1956 een stroomlijnvormige staartsteun toegepast.

Het model werd onderzocht in inzetstuk no. 2 van de lage turbulentietunnel van de subafdeling Vliegtuigbouwkunde. Voor een beschrijving van deze tunnel wordt verwezen naar lit. 5. Gedurende de metingen bevonden zich alle gazen (0 t/m 7) in de stroming.

De regeldruk q_r werd ingesteld met behulp van de drukklok VTH 8-008. Bij alle componentenmetingen, uitgezonderd voor de modeltoestand L_1 , was de drukklok aangesloten op de energiedruk- en statische drukopening van de vaste pitotbuis VTH 24-002. Voor de modeltoestand L_1 (4 lekgaatjes) was de drukklok aangesloten op de energiedrukopening van de vaste pitotbuis en de statische drukopeningen in de zijwanden van de meetsectie ter plaatse van het model. Deze wijze van meten werd toegepast bij het studenten practicum in 1956, waaraan de resultaten voor de modeltoestand L_1 werden ontleend.

Voor de bepaling van de ligging en de breedte van het zog en de stuwdrukverdeling in het zog werd gebruik gemaakt van het zogharkje VTH 28-009. Dit harkje was gemonteerd op het horizontale staartvlak van het model aan bakboordzijde, zie de figuren 1 en 11. De stuwbuisjes van het harkje waren aangesloten op de alcoholmanometer VTH 20.002. Dit was eveneens het geval voor de energiedruk- en de statische drukopening van de pitotbuis.

Het stromingsonderzoek werd verricht met behulp van windvaantjes geplakt op het model. Bij het onderzoek werden alleen visuele waarnemingen gedaan.

De richtingen waarin de diverse grootheden in dit rapport positief worden gerekend zijn aangegeven in figuur 3.

4. Beschrijving van de metingen.

Een volledig overzicht van de onderzochte modeltoestanden is gegeven in tabel 1. Hierin zijn tevens de nummers van de figuren aangegeven, waarin de modeltoestanden en wijzigingen nader zijn vastgelegd.

De voor elke modeltoestand uitgevoerde metingen zijn eveneens vermeld in tabel 1. Alle metingen werden verricht bij een sliphoek van nul graden.

Een eerste serie metingen in juli 1955 werd uitgevoerd bij een regeldruk q_r van 200 kg/m^2 . De aanvullende metingen in 1956 werden uitgevoerd bij een regeldruk q_r van 400 kg/m^2 .

Ter bepaling van de correctie voor de ophangdelen werden ook de luchtkrachten op de ophangdelen gemeten als functie van de invalshoek, zonder aanwezigheid van het model, bij regeldrukken q_r van 200 en 400 kg/m^2 , resp. voor de ronde- en de stroomlijnvormige staartsteun.

De waarden van de tunnelsnelheid en het getal van Reynolds, welke gedurende de metingen overeenkwamen met de gebruikte stuw-drukken zijn vermeld in tabel 2.

Daar verwacht mag worden dat de aerodynamische eigenschappen van het model zullen veranderen door het opplakken van windvaantjes werden de weegproeven eerst uitgevoerd.

De volgorde van de metingen werd zo gekozen dat de veranderingen in de modeltoestand tussen elke twee opeenvolgende metingen zo beperkt mogelijk waren.

5. Uitwerking van de metingen.

5.1. Correcties.

Daar het doel van deze metingen voornamelijk het vergelijken van diverse modeltoestanden was, werden slechts de navolgende correcties toegepast:

1. Correctie voor de weerstand en het duikmoment van de ophangdelen.

De grootte van deze correctie, voor de ophanging met de ronde en de stroomlijnvormige staartsteun, voor q_r gelijk aan 200 resp. 400 kg/m² is gegeven in figuur 12.

2. Correctie op de regel24-5-56druk q_r voor de instrumentale fout van het drukklokje. Hierbij werd gebruik gemaakt v/d resultaten v/d ijking verricht op 6-2-55 en

3. Correctie voor het blokkerings24-5-56effect. Op de componenten-metingen, waarbij de stuw24-5-56druk werd bepaald uit het verschil tussen de totale druk en het gemiddelde van de statische drukken op de zijwanden van de tunnel ter plaatse van het model, werd geen correctie toegepast. Op de componenten-metingen, waarbij de stuw24-5-56druk werd bepaald met behulp van de pitotbuis, werd behalve correctie 2 een correctie toegepast voor het blokkerings24-5-56effect. De grootte van deze correctie werd berekend uit metingen waarbij het verband werd bepaald tussen de wanddrukken en de statische druk van de pitotbuis. De grootte van deze correctie is gegeven in figuur 13.

4. Correctie voor het lifteffect van de tunnelwand op de geïnduceerde weerstand. De grootte van deze correctie werd bepaald met:

$$\Delta C_D = \delta \cdot \frac{S}{A_t} \cdot (C_L)^2.$$

waarin: $\delta = 0,109$

$S = \text{vleugeloppervlak} = 0,1655 \text{ m}^2$

$A_t = \text{oppervlak van de dwarsdoorsnede van de meetsectie} = 2,08 \text{ m}^2$

$C_L = \text{draagkrachtscoëfficiënt}$

5.2. Herleiding der waarnemingen.

De gemeten krachten en momenten werden allereerst gecorrigeerd voor de weerstand en het duikmoment van de ophangdelen. Vervolgens werden de draagkracht en de weerstand dimensieloos gemaakt door deling door qS en het moment door deling door $qS\bar{c}$. Hierin is q de gecorrigeerde stuw24-5-56druk en \bar{c} de gemiddelde aerodynamische koorde van de vleugel. Voor de bepaling van de grootte van de g.a.k. wordt verwezen naar het aanhangsel.

Van de aldus berekende coëfficiënten werd de weerstand24-5-56coëfficiënt gecorrigeerd voor het lifteffect.

De berekende coëfficiënten C_L , C_D en C_m zijn als functie van α voor verschillende modeltoestanden gegeven in de tabellen 3 t/m 22 en grafisch uitgezet in de figuren 14 t/m 26. In elke figuur zijn eveneens de resultaten voor de modeltoestand 0 (normale toestand) of K (splitskleppen uitgeslagen) gegeven, zodat duidelijk de in-

vloed van modelwijziging op C_L , C_D en C_m kan worden nagegaan.

Voor de modeltoestanden O en K werd uit de metingen de verhouding C_L/C_D als functie van α berekend, zie de tabellen 1, 3 en 19. De resultaten zijn gegeven in figuur 27.

Bij de zogmetingen werd uit de hoogten der vloeistofkolommen, afgelezen op de manometer, voor elk stuwbuiscje van het zogharkje de waarde van q_{zog}/q bepaald voor de verschillende invalshoeken. De waarden van q_{zog}/q zijn gegeven in de tabellen 23 t/m 26. De ligging van het zog is in de figuren 28 en 29 uitgezet ten opzichte van het horizontale staartvlak. Eveneens is de plaats van de vleugelachterrand en het vleugelophangpunt aangegeven. Alle afstanden zijn gemeten loodrecht op de richting van de ongestoorde stroming. De grootte van de afstanden is voor verschillende invalshoeken gegeven in figuur 11.

Bij het stromingsonderzoek werden geen foto's gemaakt. De visuele waarnemingen zijn samengevat in tabel 27 en de figuren 30 en 31.

6. Resultaten.

In het navolgende zullen de resultaten der metingen achtereenvolgens voor de verschillende modeltoestanden in het kort worden besproken.

Bij de bespreking zullen de modeltoestanden steeds worden vergeleken met de modeltoestand O of K, zodat duidelijk de invloed van modelwijziging kan worden nagegaan.

De waarden van verschillende kenmerkende grootheden, bepaald uit de metingen, zijn samengevat in tabel 28.

6.1. Modeltoestand O.

Metingen 1955.

Uit figuur 14 blijkt dat de C_L - α lijn lineair verloopt met de invalshoek tot een invalshoek van ongeveer 5° . Voor invalshoeken groter dan 11° neemt C_L niet meer toe. Bij een invalshoek van ongeveer $11,6^\circ$ overtrekt de vleugel plotseling waarbij de gemeten waarde van C_L daalt van 1,01 tot 0,84.

Het voorgaande is in overeenstemming met de resultaten van het stromingsonderzoek, zie figuur 30. Het afbuigen van de C_L - α lijn bij $\alpha = 6^\circ$ hangt samen met de loslating op het vleugelmiddendeel.

Bij grotere invalshoeken blijkt de loslating over het gedeelte van de vleugel tussen romp en gondels zich verder naar voren uit te breiden. Bij $\alpha = 11,85^\circ$ werd een belangrijke vergroting van het overtrokken oppervlak van de vleugel waargenomen.

Uit het verloop van de C_D - α lijn volgt dat C_D sterk toeneemt in het gebied van overtrekken ($\alpha > 10^\circ$). Dit is in overeenstemming met de resultaten van de zogmetingen, zie figuur 28. De breedte van het zog neemt sterk toe boven $\alpha = 10^\circ$. Ook blijkt bij toenemende invalshoek de stuwdrukafneming in het zog groter te worden.

Uit het verloop van de C_m - α lijn blijkt dat het vliegtuig statisch stabiel is in de evenwichtstoestand. De verandering van de helling in de C_m - α lijn bij $\alpha = 2^\circ$ komt niet overeen met een overeenkomstige verandering in C_L en C_D . Bij invalshoeken boven 10° treedt een sterk koplastig moment op. Waarschijnlijk is dit o.a. een gevolg van de vermindering van de neerstroming ter plaatse van het stabilo door het overtrekken van de vleugel bij $\alpha = 10^\circ$, zie de figuren 28 en 30.

Uit de zogmetingen blijkt verder dat het zog zich met toenemende invalshoek ten opzichte van het staartvlak naar boven en ten opzichte van de stroming (het ophangpunt) naar beneden verplaatst. Dit duidt erop, dat $0 < \frac{d\epsilon}{d\alpha} < 1$.

In tabel 28 zijn de waarden gegeven van de voornaamste aerodynamische grootheden.

Metingen 1956.

Uit figuur 14 blijkt dat het gerevideerde model bij een bepaalde invalshoek hogere waarden van C_L en C_D heeft dan het niet gerevideerde. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een verschil in de invalshoek waarbij gemeten werd. Vergelijking van de C_L - α krommen duidt erop dat dit verschil ongeveer $1/2$ graad zou kunnen zijn.

Worden de C_L - α en C_D - α krommen van het gerevideerde model over deze hoek verschoven dan blijkt dat het gerevideerde model toch nog een grotere C_D heeft dan het niet-gerevideerde model en wel vooral bij invalshoeken van -4° tot $+4^\circ$. Ook blijkt de waarde van $C_{L_{max}}$ voor het gerevideerde model hoger te liggen.

Uit de momentenlijn blijkt dat de waarde van C_{m_α} voor het gerevideerde model voor alle invalshoeken in absolute waarde veel kleiner is. Het is niet te verwachten, dat dit alleen het gevolg zou zijn van de revisie van het model.

6.2. Modeltoestand F.

Het verband tussen C_L en α wordt weinig beïnvloed door het aanbrengen van vloeistukken, zie figuur 15. Wel blijkt de C_L max voor de modeltoestand met vloeistukken hoger te liggen dan voor de modeltoestand zonder vloeistukken.

Uit de C_D - α lijn volgt dat bij invalshoeken tot 10° een verhoging van de weerstand ontstaat ten gevolge van de vloeistukken en daarboven een verlaging.

Het voorgaande is in overeenstemming met de resultaten van de zogmetingen, zowel wat betreft de breedte en de stuwdrukafneming (C_D) als de ligging (C_L), zie de figuren 28 en 29. Hierbij moet echter worden bedacht, dat het zogharkje op enige afstand buiten de romp was bevestigd en dus niet direct in de stroming achter de vloeistukken was gelegen.

Uit de C_m - α lijn blijkt dat de vloeistukken voor invalshoeken tot 10° een extra koplastig moment geven. De helling van de C_m - α lijn wordt echter niet beïnvloed door de vloeistukken voor invalshoeken tot 8° .

6.3. Modeltoestanden L_1 , L_2 en L_3 .

Uit de figuren 16 en 17 volgt dat C_L max wordt verlaagd door lekgaatjes; de invloed op $C_{L\alpha}$ is voor de modeltoestanden L_1 , L_2 en L_3 niet dezelfde, zie tabel 28.

De C_D - α lijn blijkt door het aanbrengen van 12 lekgaatjes in het vleugelmiddeldeel geen verandering te ondergaan, daarentegen bij 4 lekgaatjes wel. Hierbij wordt opgemerkt dat de metingen op verschillende tijdstippen werden verricht, nl. in 1955 en 1956.

Uit de C_m - α lijn volgt dat de lekgaatjes in het vleugelmiddeldeel een extra staartlastig moment geven voor invalshoeken tot 10° . De lekgaatjes in de buitenvleugel blijken de momentenlijnen niet te beïnvloeden.

6.4. Modeltoestanden S_1 en S_2 .

Een windscherm op de rompbovenzijde (S_1) blijkt de C_L - α lijn weinig te beïnvloeden, zie figuur 18. Wel wordt een hogere waarde van C_L max gevonden en zijn de waarden van C_L voorbij het overtrekken ($\alpha > 12^\circ$) eveneens hoger dan voor de modeltoestand 0. Dit laatste is ook het geval voor de modeltoestand S_2 ; de C_L max wordt hier echter verlaagd.

Tengevolge van de windschermen treedt een belangrijke weerstands-

vergroting op voor invalshoeken tot 11° , zie o.a. tabel 28. Daarboven treedt een weerstandsvermindering op in vergelijking met de modeltoestand 0.

Het verloop van C_m met α is voor de modeltoestanden S_1 en S_2 enigszins onregelmatig. De modeltoestand S_2 geeft in vergelijking met de modeltoestand S_1 een extra koplendig moment voor invalshoeken tot 10° .

6.5. Modeltoestand G_0 .

De waarden van C_L voor het model met gondels liggen voor invalshoeken tot 10° ongeveer 0,05 lager dan voor het model zonder gondels, zie figuur 19. Dit is in overeenstemming met de resultaten der zogmetingen. Het zog voor de modeltoestand met gondels blijkt namelijk steeds hoger te liggen ten opzichte van het vliegtuig dan voor de modeltoestand zonder gondels, zie figuur 28 en 29.

Ook de waarde van $C_{L \max}$ wordt verlaagd door gondels, zie figuur 19 en tabel 28; eveneens is dit enigszins het geval voor de helling van de C_L - α lijn. Verder zijn voorbij het overtrekken de waarden van C_L voor het model met gondels lager dan voor het model zonder gondels.

Uit de C_D - α lijnen blijkt dat de gondels een belangrijke weerstandstoename geven (ongeveer 40%), zie tabel 28. Dit is in overeenstemming met de resultaten der zogmetingen; bij alle positieve invalshoeken is de breedte van het zog en de stuwdrukvermindering voor het model met gondels belangrijk groter dan voor het model zonder gondels, zie de figuren 28 en 29 en tabel 28.

Uit de C_m - α lijnen volgt dat de helling van deze lijn voor het model met gondels kleiner is dan voor het model zonder gondels voor invalshoeken van -2° tot $+8^\circ$, zie figuur 19.

Uit tabel 28 volgt:

$$\Delta \left(\frac{\partial C_m}{\partial \alpha} \right) \text{ t.g.v. 2 gondels} = 1,69 / \text{rad.}$$

De gondels werken dus ontstabiliserend.

Uit de zogmetingen blijkt verder dat het staartvlak bij het model zonder gondels voor alle invalshoeken buiten het zog blijft in tegenstelling tot het model met gondels waarbij het staartvlak voor invalshoeken boven 8° in het zog ligt.

6.6. Modeltoestanden G_1 en G_2 .

Uit de C_L - α lijn, zie figuur 20, volgt dat de waarden van C_L voor het model met verlengde motorgondels hoger zijn dan die voor het model met normale motorgondels. De waarde van C_L max voor het model met verlengde motorgondels is echter lager.

Uit de C_D - α lijn blijkt dat verlenging van de motorgondels een verlaging van C_D geeft voor invalshoeken tot 4° ; daarboven een verhoging van C_D .

De verhoging van C_L en de verlaging van C_D door verlenging van de motorgondels bij kleine invalshoeken was in overeenstemming met de resultaten van een uitgevoerd stromingsonderzoek. Bij dit onderzoek bleek namelijk dat de stroming in de omgeving van de gondels en om de gondels aanzienlijk werd verbeterd door de verlenging en wel vooral bij kleine invalshoeken.

Uit de C_m - α lijn volgt dat de verlenging van de motorgondels een extra positief (staartlastig) moment geeft.

Verder blijkt uit figuur 20 dat wijziging van de voorzijde der motorgondels, gecombineerd met bovengenoemde verlenging (G_2), bijna over het gehele gebied van invalshoeken een weerstandsvermindering geeft ten opzichte van de modeltoestand 0. De waarde van C_L max blijkt voor de modeltoestand G_2 hoger te zijn.

6.7. Modeltoestanden M_1 en M_2 .

Uit figuur 21 blijkt dat door het uitslaan van koelkieuwen de waarden van C_L , C_L max en $C_{L\alpha}$ worden verlaagd, zie ook tabel 28.

Uit deze tabel en figuur 21 volgt ook dat de koelkieuwen een belangrijke weerstandsverhoging geven.

Uit de C_m - α lijnen blijkt dat door het uitslaan van koelkieuwen een extra negatief (koplastig) moment ontstaat.

De bovengenoemde effecten worden vergroot naarmate de koelkieuwen verder worden uitgeslagen.

6.8. Modeltoestanden W_1 , W_2 en W_3 .

Uit figuur 22 blijkt dat het openen der wielbergplaatsen bij dit model een kleine verhoging van C_L geeft en een verhoging van C_D voor invalshoeken tot 10° , zie ook tabel 28.

Verder blijkt de waarde van $C_{m\alpha}$ voor het model met geopende wielbergplaatsen ongeveer gelijk aan nul te zijn voor invalshoeken tot 10° .

De aangebrachte geleideplaten (modeltoestanden W_2 en W_3) hebben

tot doel de uitstroming van lucht uit de wielruimte te verminderen en een scheiding tot stand te brengen tussen de lucht in de wielruimte en de langs de gondel stromende lucht.

Uit de C_D - α lijnen (zie figuur 23) blijkt dat de weerstand voor de modeltoestanden W_2 en W_3 voor invalshoeken tot $\alpha_{C_L \max}$ lager is dan voor de modeltoestand W_1 . De waarden van $C_{D \min}$ zijn voor de modeltoestanden W_1 , W_2 en W_3 gegeven in tabel 28. Uit deze tabel blijkt dat de weerstandstoename ΔC_D tengevolge van het openen der wielbergplaatsen voor de modeltoestanden W_1 , W_2 en W_3 respectievelijk 22,0; 15,6; en 10,6% van $(C_{D \min})_{\text{modeltoestand 0}}$ bedraagt.

Uit een vergelijking van figuur 22 met figuur 23 volgt dat de momentenlijnen voor de modeltoestanden W_2 en W_3 hetzelfde verloop hebben als voor de modeltoestand 0.

De stroming om de motorgondels is nagegaan voor de modeltoestanden 0, W_1 en W_3 . De visuele waarnemingen zijn gegeven in tabel 27. Voor de aanduiding van de loslatingsgebieden wordt verwezen naar figuur 31.

Uit de waarnemingen, zie tabel 27, mag met enige reserve de conclusie worden getrokken dat de stroming over het achtereinde van de gondels door het aanbrengen van de geleideplaten beter is geworden. Welke van de twee platen hierop de meeste invloed heeft is moeilijk te zeggen.

Verder is gebleken dat bij het model met gesloten wielbergplaatsen loslating optreedt aan het achteruiteinde van de gondel. Alleen bij grote invalshoeken ligt de stroming daar ter plaatse aan. De sterk gekromde vorm van het gondeluiteinde zal hiervan waarschijnlijk de oorzaak zijn.

6.9. Modeltoestand K.

Uit figuur 24 blijkt dat door klepuitslag de draagkracht en de weerstand aanzienlijk worden verhoogd, zie ook tabel 28. Bovendien wordt $C_{L\alpha}$ door klepuitslag verhoogd.

Het overtrekken vindt meer geleidelijk plaats en treedt op bij een kleinere invalshoek dan voor het model met gesloten kleppen.

Het voorgaande is in overeenstemming met de resultaten der zogmetingen. Voor het model met klepuitslag ligt het zog namelijk veel lager ten opzichte van het vliegtuig en zijn de breedte en de stuw-drukafneming veel groter dan voor het model met gesloten kleppen, zie figuur 28 en tabel 28.

Uit figuur 27 blijkt dat de C_L/C_D verhouding door klepuitslag aanzienlijk wordt verlaagd, zie ook tabel 28. De maximale waarde van C_L/C_D wordt voor het model met klepuitslag bereikt bij een lagere waarde van de invalshoek dan voor het model met gesloten kleppen.

Uit de $C_m-\alpha$ lijn, zie figuur 24, volgt dat klepuitslag een extra positief (staartlastig) moment geeft. De waarde van $C_{m\alpha}$ is voor het model met klepuitslag voor invalshoeken tot 6° ongeveer gelijk aan nul. Daarboven buigt de momentenlijn af en neemt het moment sterk toe in negatieve zin (meer koplastig).

Verder blijkt uit de zogmetingen dat het staartvlak voor het gehele gebied van invalshoeken niet in het zog ligt, zie figuur 28.

6.10. Modeltoestanden KW_1 , KW_2 en KW_3 .

Uit de $C_L-\alpha$ lijnen, zie de figuren 25 en 26, volgt dat de waarden van C_L voor de modeltoestanden KW_1 , KW_2 en KW_3 voor invalshoeken boven $\alpha_{C_L \max}$ hoger liggen dan voor de modeltoestand K.

Uit een vergelijking van de figuren 25 en 26 met de figuren 22 en 23 blijkt dat het openen van de wielbergplaatsen voor het model met klepuitslag een kleinere weerstandstoename geeft dan voor het model met gesloten kleppen. Het voorgaande is waarschijnlijk een gevolg van het feit dat de wielbergplaatsen bij klepuitslag in een gebied met veel kleinere snelheid liggen.

Verder volgt uit figuur 25 dat door het openen van wielbergplaatsen bij klepuitslag voor invalshoeken van $8 - 11^\circ$ zelfs een weerstandsverlaging optreedt.

6.11. Vergelijking met windtunnelmetingen verricht door de Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart (R.S.L.) in 1937 en het N.L.L. in 1942 en 1943 en ontleend aan lit. 1, 3 en 4.

In de figuren 32, 33 en 34 zijn de resultaten gegeven van windtunnelmetingen aan het model van de Fokker T-5, verricht door de Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart in 1937 voor de modeltoestanden O, K en M_2 en door het N.L.L. in 1942 en 1943 voor de modeltoestand O. Ter vergelijking zijn tevens de resultaten uitgezet van de metingen welke in 1955 en 1956 in de VTH-lageturbulentietunnel (VTH-LTT) aan dit model werden verricht.

Uit de figuren 32 en 33 volgt dat bij grote invalshoeken de waarden van C_D voor een bepaalde waarde van C_L , gemeten door de R.S.L. (en het N.L.L.), voor de modeltoestanden O, K en M_2 veel hoger

liggen dan die gemeten in de VTH-LTT. Dit geldt in mindere mate voor de NLL-metingen verricht in 1942 voor de modeltoestand O. Verder blijkt dat voor de RSL (en NLL)-metingen C_D sterker toeneemt met C_L dan bij de metingen verricht in de VTH-LTT.

Uit figuur 34 blijkt dat, uitgezonderd de VTH-metingen voor de modeltoestand O in 1955, de helling van de C_m - C_L lijnen gemeten door de RSL in 1937 goed overeenkomt met die gemeten in de VTH-LTT voor de modeltoestanden O, K en M_2 . Wel treden verschillen op in de absolute waarden van C_m vooral voor de modeltoestand K.

De gevonden verschillen in C_L , C_D en C_m kunnen een gevolg zijn van:

1e. schaafeffect; het getal van Reynolds bedraagt voor de VTH-metingen $0,65 \times 10^6$, de RSL-metingen $0,31 \times 10^6$, de NLL-metingen in 1942 $0,675 \times 10^6$ en de NLL-metingen in 1943 $0,48 \times 10^6$.

2e. blokkeringseffect; voor het blokkeringseffect werd bij de VTH-metingen wel en bij de RSL- en NLL-metingen niet gecorrigeerd.

6.12. Vergelijking met vliegproeven verricht door het N.L.L. in 1938 en ontleend aan lit. 2.

In figuur 35 zijn de resultaten gegeven van vliegproeven met het le serie-vliegtuig van het type Fokker T-5, verricht door het NLL in 1938. Ter vergelijking zijn tevens de resultaten gegeven van de metingen welke in de VTH-LTT in 1955 en/of 1956 aan dit model werden verricht voor de modeltoestanden O, M_1 en M_2 .

Uit figuur 35 (bovenste figuur) volgt dat de waarden van C_D voor de modeltoestand O en bepaald uit tunnelmetingen bij $C_L = 0,4$ de waarde van C_D bepaald uit vliegproeven goed benaderen. Wel blijkt dat bij de vliegproeven C_D sterker toeneemt met C_L dan bij de metingen verricht in de VTH-LTT.

Uit figuur 35 (onderste figuur) blijkt verder dat de waarde van C_D voor de modeltoestand M_1 (geopende koelkieuwen over de gehele gondelomtrek; uitslag 15°), bepaald uit tunnelmetingen, bij $C_L = 0,4$ gelijk is aan de waarde van C_D bepaald uit vliegproeven, waarbij de koelkieuwen over ongeveer $3/4$ gedeelte van de gondelomtrek 30° zijn uitgeslagen. Ook hier blijkt weer dat voor de vliegproeven C_D sterker toeneemt met C_L dan bij de metingen verricht in de VTH-LTT.

Voor vergelijking is tevens de C_L - C_D kromme gegeven voor de modeltoestand M_2 (geopende koelkieuwen over de gehele gondelomtrek; uitslag 30°), bepaald uit tunnelmetingen in de VTH-LTT.

Uit een vergelijking van de figuren 32 en 35 volgt dat de resultaten van de vliegproeven beter overeenkomen met de tunnelmetingen verricht door het NLL dan met die verricht in de VTH-LTT.

7. Conclusies.

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de invloed der aangebrachte wijzigingen in de modeltoestand op de waarden van C_L , C_D , C_m , de breedte, de ligging van het zog en de stuwdrukvermindering in het zog duidelijk konden worden gedemonstreerd. Voor verschillende modeltoestanden kon de oorzaak van deze invloed door middel van stromingsmetingen met windvaantjes worden nagegaan en geanalyseerd.

De op het tijdstip van de metingen bereikte nauwkeurigheid van het weegsysteem kan als voldoende worden beschouwd voor deze metingen.

Geen verklaring kan worden gevonden voor het grote verschil in het verloop van de C_m - α lijnen voor de metingen verricht in 1955 en 1956. Het verdient aanbeveling om bij een volgende serie practicumproeven enige aanvullende metingen te verrichten van het duikmoment teneinde de betrouwbaarheid van de momentenmetingen nog eens te controleren.

Uit een vergelijking van de resultaten van windtunnelmetingen verricht door de Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart in 1937 en het NLL in 1942 en 1943 enerzijds en de VTH-metingen van 1956 anderzijds blijkt dat tussen de helling van de C_m - C_L lijnen een redelijke overeenkomst bestaat. De overeenkomst in de C_L - C_D krommen is echter minder goed. Dit laatste is eveneens het geval voor de overeenkomst van de VTH-windtunnelmetingen met de vliegproeven

8. Literatuur.

1. Anonymus : Onderzoek van een model van het T-5 vliegtuig voor de N.V. Ned. Vliegtuigenfabriek, deel I, R.S.L. Rapport A 641, 1937.
2. Anonymus: Nacalculatie van het Fokkervliegtuig T-5, No. 851, voorzien van 2 Bristol Pegasus XXVI motoren met 3-bladige "De Havilland" reguleerschroeven van 3,20 m diameter, N.L.L. Rapport V 1138, 1940.
3. Anonymus: Lift en weerstandsmetingen met een model van het Fokker T-5 vliegtuig bij verschillende windsnelheden in tunnel no. 3a, N.L.L. Rapport A 835, 1942.
4. Anonymus: Lift en weerstandsmetingen met een model van het Fokker T-5 vliegtuig bij verschillende windsnelheden in tunnel no. 4b, N.L.L. Rapport A 887, 1943.
5. Dobbinga, E., Ghesel Grothe, J.A. van: "De lage-snelheidswind-tunnel van de sub-afdeling Vliegtuigbouwkunde der Technische Hogeschool", De Ingenieur no. 38, 1955.

Aanhangsel.

De bepaling van de grootte en ligging van de gemiddelde aerodynamische koorde van de vleugel van het model van de Fokker T-5.

De halve vleugel, waarvan de afmetingen in onderstaande figuur zijn gegeven, wordt in drie delen verdeeld en de tip door een trapezium met hetzelfde oppervlak benaderd.

Voor elk der drie delen wordt de grootte en ligging van de g.a.k. bepaald met behulp van de formules (zie volgno. 302-7 en 9 van het college vliegeigenschappen):

$$\bar{c} = \frac{2}{3} c_r \cdot \frac{1+\lambda+\lambda^2}{1+\lambda}; \quad x'_0 = \frac{1}{3} a \frac{1+2\lambda}{1+\lambda}; \quad z'_0 = \frac{1}{3} h \frac{1+2\lambda}{1+\lambda}$$

De g.a.k. wordt evenwijdig aan de koorde van het wortelprofiel gekozen.

Voor de grootte der oppervlakken en de waarden van \bar{c} , x'_0 en z'_0 wordt gevonden:

$S_I = 305,0 \text{ cm}^2$	$\bar{c}_I = 20,00 \text{ cm}$	$x'_{0I} = 0$	$z'_{0I} = 0$
$S_{II} = 486,7 \text{ cm}^2$	$\bar{c}_{II} = 15,55 \text{ cm}$	$x'_{0II} = 2,80 \text{ cm}$	$z'_{0II} = 1,51 \text{ cm}$
$S_{III} = 36,0 \text{ cm}^2$	$\bar{c}_{III} = 7,77 \text{ cm}$	$x'_{0III} = 7,10 \text{ cm}$	$z'_{0III} = 1,73 \text{ cm}$

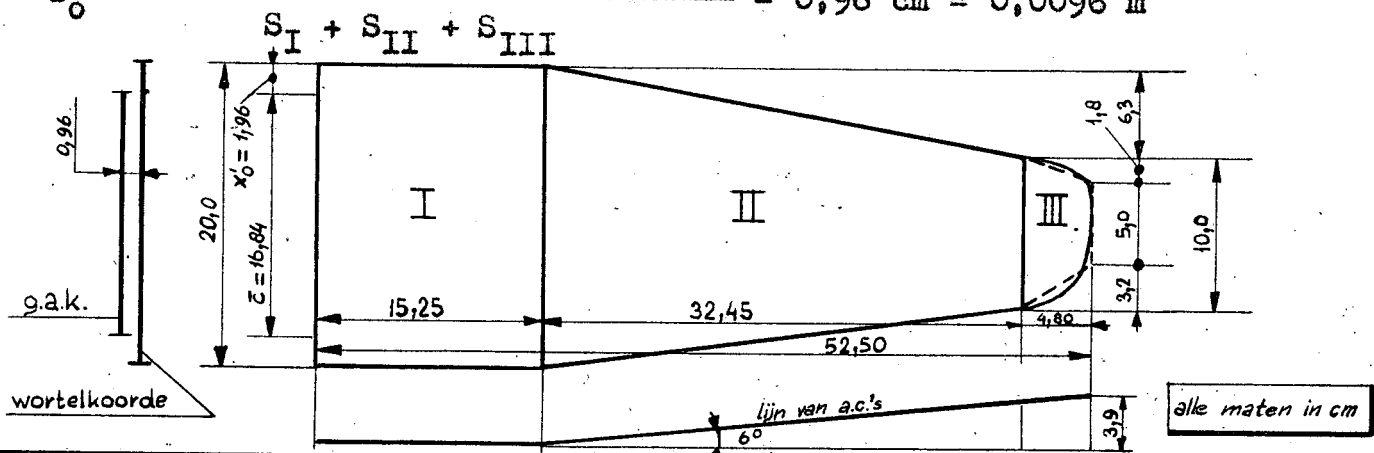
$$\frac{S}{2} = S_I + S_{II} + S_{III} = 827,7 \text{ cm}^2; \quad S = 0,1655 \text{ m}^2$$

Met behulp van onderstaande formules volgt dan voor de g.a.k. van de gehele vleugel:

$$\bar{c} = \frac{\bar{c}_I \cdot S_I + \bar{c}_{II} \cdot S_{II} + \bar{c}_{III} \cdot S_{III}}{S_I + S_{II} + S_{III}} = 16,84 \text{ cm} = 0,168 \text{ m.}$$

$$x'_0 = \frac{x'_{0I} \cdot S_I + x'_{0II} \cdot S_{II} + x'_{0III} \cdot S_{III}}{S_I + S_{II} + S_{III}} = 1,96 \text{ cm} = 0,0196 \text{ m}$$

$$z'_0 = \frac{z'_{0I} \cdot S_I + z'_{0II} \cdot S_{II} + z'_{0III} \cdot S_{III}}{S_I + S_{II} + S_{III}} = 0,96 \text{ cm} = 0,0096 \text{ m}$$



Tabel 1. Overzicht van de onderzochte modeltoestanden en de gemeten en berekende grootheden.

Modeltoestanden		Metingen			Resultaten		
Aan- duiding	Omschrijving	Fig.	jaar	$q_p, \text{kg/m}^2$		Tab.	Fig.
0	Normale toestand (roeren in de mid- denstand, splijtkleppen gesloten, wielbergplaatsen gesloten)	2	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	3	14
			1956	400	C_L/C_D als $f(\alpha)$	3	27
			1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	4	14
			1955	200	Zogmetingen	23	28a,b,c
			1955	200	Stromingsonderzoek op vleugel, romp, gondels en hor. staartvlakken	27	30,31
F	Met vloeistukken t.p.v. de overgang van vleugel naar romp	4	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	5	15
L ₁	lekgaatjes 1 tem 4 (vleugelmiddendeel)	5	1955	200	Zogmetingen	24	29a,b,c
L ₂	lekgaatjes 13 tem 18 (buitenvl.) geo- pend.	5	1956	400	C_L en C_D als functie van α	6	16
L ₃	lekgaatjes 1 tem 12 (vleugelmiddendeel) gepend.	5	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	7	16
S ₁	met windscherm op rombovenzijde (i.v. m. mitrailleuropstelling)	6a	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	8	17
S ₂	met een windscherm op rombovenzijde en een windscherm aan iedere romp- zijde (i.v.m. mitrailleuropstelling)	6a,b	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	9	18
G ₀	zonder motorgondels	-	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	10	18
G ₁	met verlengde motorgondels	L, D en M als functie van α	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	11	19
G ₂	met motorgondels voor en achter gewijzigd.	Zogmetingen	1955	200	Zogmetingen	25	29a,b,c
M ₁	motorgondels met uitgeslagen koel- kieuwen (150°).	L, D en M als functie van α	1956	400	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	12	20
M ₂	motorgondels met uitgeslagen koel- kieuwen (300°).	L, D en M als functie van α	1956	400	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	13	20
W ₁	geopende wielbergplaatsen.	L, D en M als functie van α	1956	400	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	14	21
W ₂	geopende wielbergplaatsen met achter- ste geleideplaten.	L, D en M als functie van α	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	15	21
W ₃	geopende wielbergplaatsen met voorste en achterste geleideplaten.	L, D en M als functie van α	1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	16	22,23
K	splijtkleppen 60° uitgeslagen.	L, D en M als functie van α	1955	200	Visuele waarnemingen	17	31
KW ₁	splijtkleppen 60° omlaag en geopende wielbergplaatsen.	L, D en M als functie van α	1955	200	Visuele waarnemingen	18	23
KW ₂	splijtkleppen 60° omlaag en geopende wielbergplaatsen met achterste geleideplaten.	L, D en M als functie van α	1955	200	Visuele waarnemingen	27	31
KW ₃	splijtkleppen 60° omlaag en geopende wielbergplaatsen met voorste en achterste geleideplaten.	L, D en M als functie van α	1955	200	Visuele waarnemingen	19	24
			1955	200	C_L/C_D als functie van α	19	27
			1955	200	Zogmetingen	26	28a,b,c
			1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	20	25,26
			1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	21	26
			1955	200	C_L, C_D en C_m als $f(\alpha)$	22	26

1) Ligging en breedte van het zog en stuwdrukkervermindering in het zog ter plaatse van het horizontale staartvlak als functie van α .

Tabel 2. Voornaamste gegevens.

Tunnel.

q	V	R
kg/m ²	m/sec.	
205	58,0	6,43 x 10 ⁵
414	82,5	9,15 x 10 ⁵

Model.

spanwijdte b		1,050 m
romplengte		0,808 m
vleugeloppervlak S		0,1655 m ²
oppervlak horizontaal staartvlak S _h		0,0296 m ²
gemiddelde aerodynamische koorde \bar{c}		0,168 m
slankheid A		6,66
instelhoek van de vleugel i _w		2°
instelhoek van het horizontale staartvlak i _h		0°
plaats ophangpunt $\left. \begin{array}{l} \frac{x_m}{\bar{c}} \\ \frac{z_m}{\bar{c}} \end{array} \right\}$	zie fig: 3	0,440
		0,063

¹⁾ Het ophangpunt ligt op een afstand 0,321 \bar{c} achter de voorkant van de g.a.k. gemeten evenwijdig aan de g.a.k. en op een afstand 0,021 \bar{c} boven de g.a.k. gemeten loodrecht op de g.a.k.

Tabel 3, Modeltoestand 0

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m	C_L/C_D
-4	-0,150	0,0392	0,319	-3,81
-2	+0,013	0,0315	0,242	0,41
0	0,187	0,0282	0,201	6,63
2	0,362	0,0286	0,145	12,64
4	0,539	0,0357	-0,006	15,10
6	0,703	0,0454	-0,072	15,49
8	0,854	0,0596	-0,119	14,33
10	0,999	0,0812	-0,172	12,30
11	1,005	0,1085	-0,437	9,26
12	0,834	0,1664	-0,821	5,01
13	0,864	0,1907	-0,647	4,52
14	0,842	0,2161	-0,920	3,89
15	0,860	0,2342	-0,932	3,67

Tabel 4, Modeltoestand 0

$q = 414 \text{ kg/m}^2$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m	C_L/C_D
-4	-0,125	0,0430	0,114	-2,91
-2	+0,049	0,0351	0,103	+1,39
0	0,222	0,0323	0,095	6,89
2	0,403	0,0340	0,084	11,85
4	0,583	0,0400	0,076	14,58
6	0,756	0,0511	0,068	14,79
8	0,914	0,0666	0,061	13,72
10	1,049	0,0936	0,051	11,21
11	0,938	0,1436	0,038	6,53
12	0,862	0,1921	-0,039	4,48

Tabel 5, Modeltoestand F

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,152	0,0417	0,151
-2	+0,016	0,0333	0,103
0	0,185	0,0300	0,072
2	0,360	0,0314	-0,054
4	0,533	0,0373	-0,133
6	0,703	0,0481	-0,222
8	0,855	0,0615	-0,257
10	0,987	0,0804	-0,225
11	1,027	0,0948	-0,186
12	0,871	0,1595	-0,470
13	0,842	0,1898	-0,785
14	0,829	0,2134	-0,973
15	0,831	0,2322	-0,984

Tabel 6, Modeltoestand L₁

$q = 400 \text{ kg/m}^2$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,124	0,0409	
-2	+0,048	0,0336	
0	0,214	0,0311	
2	0,393	0,0322	
4	0,559	0,0383	
6	0,725	0,0487	
8	0,880	0,0640	
10	1,012	0,1014	
11	0,938	0,1359	
12	0,821	0,1687	

Tabel 7, Modeltoestand L_2

$$q = 414 \text{ kg/m}^2$$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,128	0,0432	0,114
-2	+0,049	0,0357	0,101
0	0,219	0,0329	0,094
2	0,401	0,0344	0,084
4	0,578	0,0404	0,078
6	0,750	0,0517	0,068
8	0,920	0,0687	0,058
10	1,006	0,1074	0,057
11	0,909	0,1519	0,041
12	0,882	0,1925	-0,014

Tabel 8, Modeltoestand L_3

$$q = 205 \text{ kg/m}^2$$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,147	0,0388	0,396
-2	+0,021	0,0320	0,327
0	0,189	0,0288	0,254
2	0,364	0,0298	0,202
4	0,530	0,0356	0,079
6	0,696	0,0459	-0,037
8	0,853	0,0606	-0,084
10	0,978	0,0801	-0,091
11	0,974	0,1128	-0,384
12	0,839	0,1661	-0,515
13	0,842	0,1908	-0,632
14	0,819	0,2193	-1,067
15	0,847	0,2353	-0,860

Tabel 9, Modeltoestand S_1

$$q = 205 \text{ kg/m}^2$$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,145	0,0440	0,255
-2	+0,015	0,0371	0,233
0	0,187	0,0335	0,229
2	0,361	0,0360	0,075
4	0,537	0,0415	0,079
6	0,697	0,0511	0,054
8	0,857	0,0673	-0,094
10	0,981	0,0864	-0,084
11	1,029	0,1115	-0,451
12	0,915	0,1634	-0,447
13	0,931	0,1807	-0,527
14	0,903	0,2101	-1,025
15	0,927	0,2318	-1,244

Tabel 10, Modeltoestand S_2

$$q = 205 \text{ kg/m}^2$$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,145	0,0476	0,204
-2	+0,018	0,0389	0,189
0	0,190	0,0376	0,072
2	0,359	0,0379	-0,012
4	0,536	0,0440	-0,023
6	0,696	0,0539	-0,139
8	0,854	0,0689	-0,186
10	0,980	0,0877	-0,206
11	0,989	0,1181	-0,959
12	0,924	0,1683	-0,610
13	0,945	0,1854	-0,613
14	0,905	0,2137	-1,170
15	0,944	0,2365	-1,303

Tabel 11, Modeltoestand G_0 $q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,122	0,0296	0,308
-2	+0,052	0,0216	0,376
0	0,229	0,0202	0,250
2	0,410	0,0223	0,137
4	0,589	0,0283	0,065
6	0,760	0,0379	-0,083
8	0,911	0,0498	-0,338
10	1,051	0,0675	-0,331
11	1,092	0,0827	-0,367
12	0,913	0,1408	-0,605
13	0,931	0,1600	-0,792
14	0,895	0,1854	-0,840
15	0,927	0,2064	-0,930

Tabel 12, Modeltoestand G_1 $q = 414 \text{ kg/m}^2$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,119	0,0404	0,121
-2	+0,058	0,0331	0,112
0	0,238	0,0307	0,106
2	0,419	0,0328	0,098
4	0,604	0,0400	0,091
6	0,775	0,0531	0,083
8	0,940	0,0683	0,075
10	1,027	0,1089	0,073
11	0,912	0,1582	0,052
12	0,859	0,2004	-0,011

Tabel 13, Modeltoestand G_2 $q = 414 \text{ kg/m}^2$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	0,119	0,0396	0,120
-2	0,057	0,0323	0,109
0	0,239	0,0297	0,103
2	0,425	0,0314	0,094
4	0,607	0,0373	0,087
6	0,784	0,0475	0,079
8	0,942	0,0615	0,067
10	1,067	0,0884	0,034
11	0,906	0,1679	-0,042
12	0,890	0,1904	-0,027

Tabel 14, Modeltoestand M_1 $q = 414 \text{ kg/m}^2$

datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,135	0,0479	0,113
-2	+0,034	0,0399	0,098
0	0,203	0,0367	0,087
2	0,379	0,0380	0,073
4	0,558	0,0439	0,065
6	0,732	0,0546	0,057
8	0,893	0,0697	0,047
10	0,980	0,1057	0,019
11	0,995	0,1302	0,005
12	0,927	0,1783	-0,020
14	0,993	0,2166	-0,038

Tabel 15, Modeltoestand M_2
 $q = 414 \text{ kg/m}^2$
 datum: voorjaar 1956.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,137	0,0571	0,108
-2	+0,029	0,0493	0,089
0	0,197	0,0465	0,073
2	0,364	0,0486	0,051
4	0,529	0,0554	0,035
6	0,680	0,0661	0,024
8	0,837	0,0796	0,025
10	0,978	0,1023	0,031
11	0,899	0,1583	-0,007
12	0,901	0,1874	-0,045
14	0,933	0,2219	-0,063

Tabel 16, Modeltoestand W_1
 $q = 205 \text{ kg/m}^2$
 datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,138	0,0434	0,336
-2	+0,026	0,0373	0,258
0	0,208	0,0374	0,072
2	0,380	0,0358	0,123
4	0,555	0,0413	0,095
6	0,717	0,0513	0,003
8	0,867	0,0658	0,094
10	1,005	0,0864	0,090
11	1,014	0,1167	-0,351
12	0,925	0,1641	-0,484
13	0,948	0,1806	-0,429
14	0,933	0,2172	-0,932
15	0,952	0,2351	-1,089

Tabel 17, Modeltoestand W_2
 $q = 205 \text{ kg/m}^2$
 datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,147	0,0437	0,299
-2	+0,020	0,0359	0,261
0	0,196	0,0326	0,204
2	0,369	0,0345	0,075
4	0,542	0,0395	0,012
6	0,710	0,0497	-0,044
8	0,858	0,0643	-0,147
10	0,996	0,0839	-0,120
11	1,003	0,1143	-0,358
12	0,920	0,1654	-0,605
13	0,931	0,1946	-1,087
14	0,927	0,2156	-1,086
15	0,948	0,2335	-1,193

Tabel 18, Modeltoestand W_3
 $q = 205 \text{ kg/m}^2$
 datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	-0,150	0,0413	0,402
-2	+0,016	0,0349	0,318
0	0,190	0,0312	0,248
2	0,367	0,0323	0,160
4	0,537	0,0377	0,053
6	0,700	0,0481	-0,046
8	0,852	0,0629	-0,135
10	0,990	0,0818	-0,038
11	0,991	0,1122	-0,263
12	0,926	0,1621	-0,452
13	0,897	0,1880	-0,700
14	0,914	0,2093	-0,892
15	0,941	0,2288	-0,947

Tabel 19, Modeltoestand K

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m	C_L/C_D
-4	0,418	0,1072	0,638	3,89
-2	0,607	0,1118	0,617	5,43
0	0,792	0,1180	0,663	6,71
2	0,966	0,1283	0,626	7,53
4	1,153	0,1391	0,551	8,28
6	1,326	0,1680	0,620	7,89
8	1,476	0,1935	0,464	7,62
10	1,426	0,2962	-0,047	4,84
11	1,367	0,3214	0,167	4,25
12	1,380	0,3566	-0,032	3,86
13	1,314	0,4020	-0,497	3,26
14	1,288	0,4286	-0,465	3,00
15	1,299	0,4500	-1,042	2,88

Tabel 20, Modeltoestand KW_1

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	0,420	0,1036	0,964
-2	0,615	0,1136	0,684
0	0,803	0,1212	0,733
2	0,973	0,1322	0,591
4	1,154	0,1497	0,599
6	1,301	0,1663	0,467
8	1,480	0,1942	0,535
10	1,506	0,2732	0,414
11	1,499	0,3219	-0,142
12	1,426	0,3578	-0,842
13	1,364	0,3902	-1,169
14	1,371	0,4280	-0,969
15	1,359	0,4499	-0,633

Tabel 21, Modeltoestand KW_2

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	0,417	0,1081	0,648
-2	0,606	0,1143	0,564
0	0,796	0,1213	0,560
2	0,972	0,1316	0,639
4	1,144	0,1484	0,562
6	1,306	0,1657	0,595
8	1,474	0,1935	0,499
10	1,490	0,2726	0,263
11	1,503	0,3202	-0,221
12	1,420	0,3596	-0,874
13	1,365	0,3934	-0,967
14	1,353	0,4253	-1,117
15	1,331	0,4507	-1,139

Tabel 22, Modeltoestand KW_3

$q = 205 \text{ kg/m}^2$

datum: juli 1955.

α	C_L	C_D	C_m
-4	0,408	0,1058	0,692
-2	0,602	0,1104	0,737
0	0,792	0,1201	0,675
2	0,964	0,1286	0,737
4	1,133	0,1450	0,622
6	1,317	0,1669	0,669
8	1,473	0,1925	0,582
10	1,536	0,2572	0,455
11	1,496	0,2981	-0,123
12	1,415	0,3471	-1,097
13	1,360	0,4027	-1,108
14	1,352	0,4294	-1,339
15	1,316	0,4497	-1,289

Tabel 23, q zog/q van de verschillende buisjes voor Modeltoestand O.
 Voor de nummers der buisjes, zie figuur 11. q = 205 kg/m² datum: juli 1955.

buis no. α	12	11	10	9	8	7	6	5	4
-4	0,996	0,943	0,996	0,996	1	1	1	1	1
-2	0,953	0,940	0,996	0,996	0,996	0,996	1	1	1
0	0,808	0,915	0,979	0,979	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
2	0,835	0,706	0,853	0,970	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
4	0,978	0,833	0,754	0,724	0,947	0,996	0,996	0,996	0,996
6	0,996	0,873	0,789	0,649	0,741	0,943	0,996	0,996	0,996
8	0,996	0,900	0,808	0,681	0,616	0,668	0,878	0,978	0,987
10	0,996	0,925	0,890	0,731	0,608	0,559	0,626	0,784	0,903
11	0,987	0,904	0,925	0,838	0,746	0,684	0,623	0,557	0,526
12	0,982	0,904	0,925	0,838	0,737	0,675	0,601	0,539	0,504

Tabel 24, q zog/ q van de verschillende buisjes voor Modeltoestand F.
 Voor de nummers der buisjes, zie figuur 11. $q = 205 \text{ kg/m}^2$ datum: juli 1955.

$\frac{\text{buis no.}}{\alpha}$	12	11	10	9	8	7	6	5	4
-4	0,987	0,934	0,987	0,987	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
-2	0,948	0,930	0,983	0,983	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
0	0,812	0,921	0,987	0,987	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
2	0,838	0,711	0,877	0,982	0,991	0,996	0,996	0,996	0,996
4	0,974	0,842	0,754	0,724	0,947	0,991	0,991	0,996	0,996
6	0,996	0,894	0,784	0,648	0,758	0,956	1	1	1
8	0,996	0,900	0,804	0,678	0,626	0,730	0,904	0,978	0,987
10	0,996	0,921	0,869	0,721	0,607	0,572	0,659	0,825	0,926
11	1	0,934	0,917	0,754	0,627	0,548	0,548	0,662	0,803
12	1	0,930	0,912	0,785	0,623	0,531	0,531	0,636	0,768

Tabel 25, q zog/ q van de verschillende buisjes voor Modeltoestand G₀.
 Voor de nummers der buisjes, zie figuur 11. $q = 205 \text{ kg/m}^2$ datum: juli 1955.

$\frac{\text{buis no.}}{\alpha}$	15	14	13	12	11	10	9	8	7
-4	0,914	0,935	0,806	0,970	0,996	0,970	0,996	0,996	0,996
-2	0,918	0,935	0,888	0,875	0,987	0,970	0,987	0,987	0,987
0	0,926	0,935	0,965	0,792	0,987	0,974	0,991	0,991	0,991
2	0,939	0,935	0,991	0,809	0,948	0,978	0,991	0,991	0,991
4	0,947	0,939	1	0,912	0,833	0,996	1	1	1
6	0,961	0,939	0,996	0,974	0,771	0,935	0,991	0,991	0,991
8	0,965	0,935	0,987	0,987	0,866	0,788	0,965	0,987	0,987
10	0,974	0,935	0,991	0,991	0,944	0,796	0,796	0,944	0,987
11	0,978	0,935	0,991	0,991	0,957	0,861	0,761	0,813	0,896
12	0,978	0,930	0,991	0,991	0,944	0,839	0,744	0,783	0,874

Tabel 26, q zog/q van de verschillende buisjes voor Modeltoestand K.
 Voor de nummers der buisjes, zie figuur 11. q = 205 kg/m² datum: juli 1955.

buis no. α	15	14	13	12	11	10	9	8	7
-4	0,835	0,857	0,961	0,987	0,987	0,974	0,987	0,987	0,987
-2	0,796	0,822	0,930	0,974	0,987	0,978	0,991	0,991	0,991
0	0,772	0,807	0,921	0,969	0,987	0,987	0,996	0,996	0,996
2	0,719	0,772	0,899	0,965	0,987	0,987	0,996	0,996	0,996
4	0,652	0,700	0,833	0,925	0,969	0,982	0,991	0,991	0,991
6	0,546	0,595	0,736	0,855	0,943	0,974	0,991	0,991	0,991
8	0,405	0,414	0,511	0,643	0,806	0,934	0,982	0,987	0,987
10	0,385	0,355	0,403	0,489	0,632	0,831	0,952	0,987	0,987
11	0,386	0,348	0,369	0,421	0,528	0,717	0,880	0,987	0,996
12	0,384	0,323	0,323	0,332	0,371	0,520	0,673	0,887	0,974

Tabel 27, Waargenomen stromingsverschijnselen met windvaantjes op gondels, romp en staartvlakken.
datum: juli 1955.

Invalshoek α gr.	Stromingsverschijnselen bij Modeltoestand 0			Invalshoek α gr.	Stromingsverschijnselen bij Modeltoestand W ₁	
	Over gondels	Over romp	Over staartvlakken		Over gondels	Over gondels
-4	loslating over D ')	-	-	-4	loslating over C en D	loslating over C en D
-2	loslating over D ')	-	-	-2	stroming langs de rand (over B) onrustig. ')	maar iets minder dan voor modeltoestand W ₁
0	idem	-	-	0	loslating over C en D, stroming over B wordt beter ')	idem
6	loslating over A en D ')	-	-	4	idem	loslating over D ')
8	idem	stroming langs de romprijkant onrustig t.g.v. het loslatingsgebied bij de vleugelwortel (zie fig. 29)	-	6	hevige werveling over C en D ')	idem
9	stroming over D ligt weer aan loslating over A ')	-	-	9	hevige werveling over C en D, over H onrustig ')	loslating over D, stroming over voorste geleideplaat onrustig ')
10	idem	loslating over de rompbovenzijde, de romprijkanthen en het rompachterreinde.	loslating over het middengedeelte van het horizontaal staartvlak.	10	idem	idem
12,5	-	-	begin van loslating over de uiteinden van het hor. staartvlak	11	idem	idem, ook over B onrustig ')
14	-	-	stroming onrustig over het horizontale staartvlak.	12	idem	idem
17°	-	-	begin van loslating aan de achterzijde van het hor. staartvlak	13	idem	idem
20°	-	-	hor. staartvlak geheel overtrokken.	19	loslating over C en D ')	de stroming ligt aan over de achterzijde van gondel (C en D) ')

Opmerking: achter de N.A.C.A.-kap in de gebieden E, F en G is de stroming voor alle invalshoeken onrustig. ')

') De letters A t.e.m. H duiden op de gebieden op de gondels, die nader zijn aangegeven in figuur 31.

Tabel 28, De voornaamste aerodynamische grootheden voor de verschillende modeltoestanden.

	Metingen 1955, R = 6,43 x 10 ⁵ .										Metingen 1956, R = 9,15 x 10 ⁵									
	0	F	L ₃	S ₁	S ₂	G ₀	W ₁	W ₂	W ₃	K	KW ₁	KW ₂	KW ₃	0	L ₁	L ₂	G ₁	G ₂	M ₁	M ₂
C _L max	1,01	1,03	0,98	1,03	0,99	1,10	1,02	1,00	0,99	1,50	1,51	1,49	1,54	1,06	1,02	1,01	1,03	1,07	0,99	1,00
C _{Lα} per rad	4,93		4,87			5,10	4,94	4,93	4,93	5,27				5,04	4,89	5,06	5,18	5,20	4,96	4,77
(C _D) _{α=0}	0,0282	0,0300	0,0288	0,0335	0,0376	-0,0202	0,0344	0,0326	0,0312	0,1180	0,1212	0,1213	0,1201	0,0323	0,0311	0,0329	0,0307	0,0297	0,0367	0,0465
(ΔC _D) _{α=0} per rad	-	0,0018	0,0006	0,0053	0,0094	-0,0080	0,0062	0,0044	0,0030	0,0898	0,0930	0,0931	0,0919	-	-0,0012	0,0006	-0,0016	-0,0026	0,0044	0,0142
(C _{mα}) _{C=0} per rad	-1,62					-3,15				-12,03				-4,41						
(C _{mα}) _{α=0} per rad	-1,59					-3,28				0				-0,27						
($\frac{q_{zo\alpha}}{q}$) _{min}	0,50	0,51				0,75				0,32				-						
$\frac{x-x_c}{c} \cdot g$	0,33					0,62				2,28				0,88						
$\frac{dc}{dc_L} \alpha = 0$	0,32					0,64				0				0,05						
α C _L max gr.	11	11,4	10,5	11,4	11,0	11,4	10,6	10,6	10,6	9,4	10,0	10,0	10,0	10,6	10,4	10,0	10,2	10,6	11,2	10,7
α C _{L=0} gr.	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,6	-2,4	-2,3	-2,2	-	-	-	-	-2,6	-2,6	-2,6	-2,7	-2,7	-2,4	-2,3
α (G _{L/C_D}) _{max} gr.	6					3,6				3,6				6						
α C _{m=0} gr.	3,9					4,6				11				11,5						
(C _{L/C_D}) _{max}	15,5					8,3				8,3				14,8						

1) De waarden van C_D min zijn niet opgenomen, aangezien deze zeer weinig verschillen van (C_D)_{α=0}.

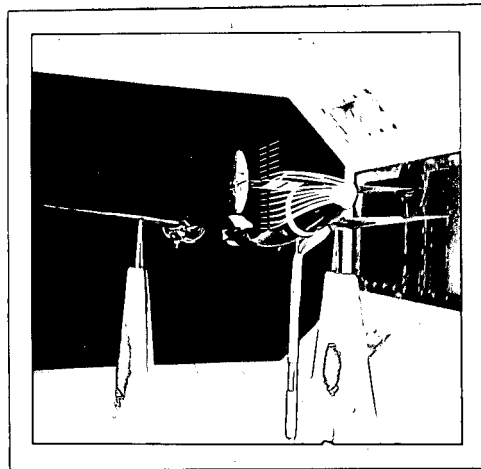
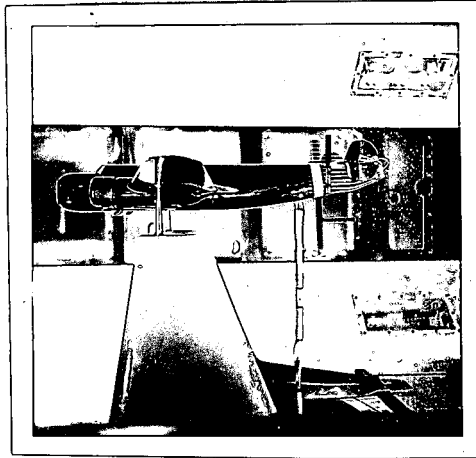
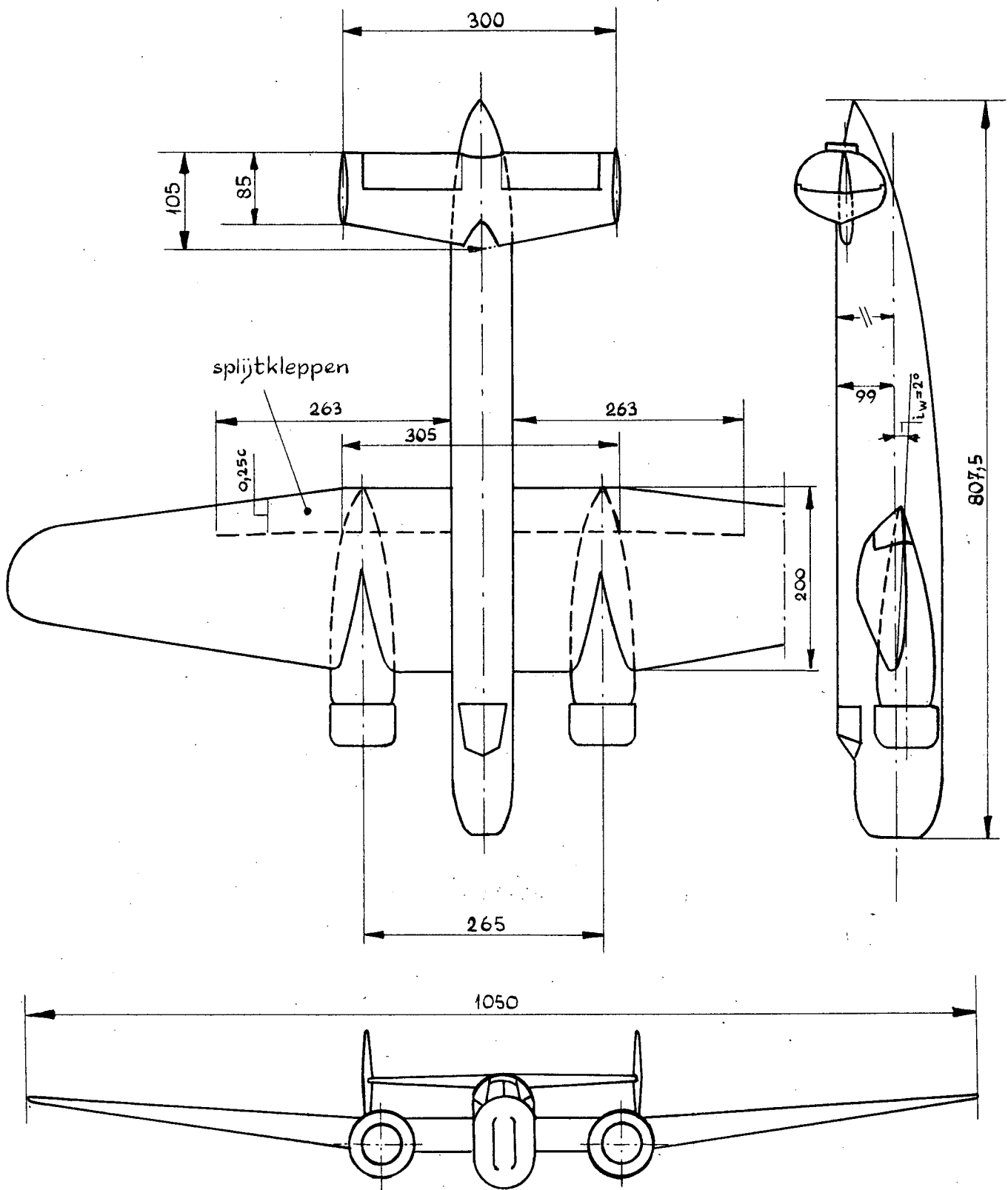


Fig.1: De ophanging van het Fokker T-5 model en de opstelling van het zogharkje in de VTH-LFT.

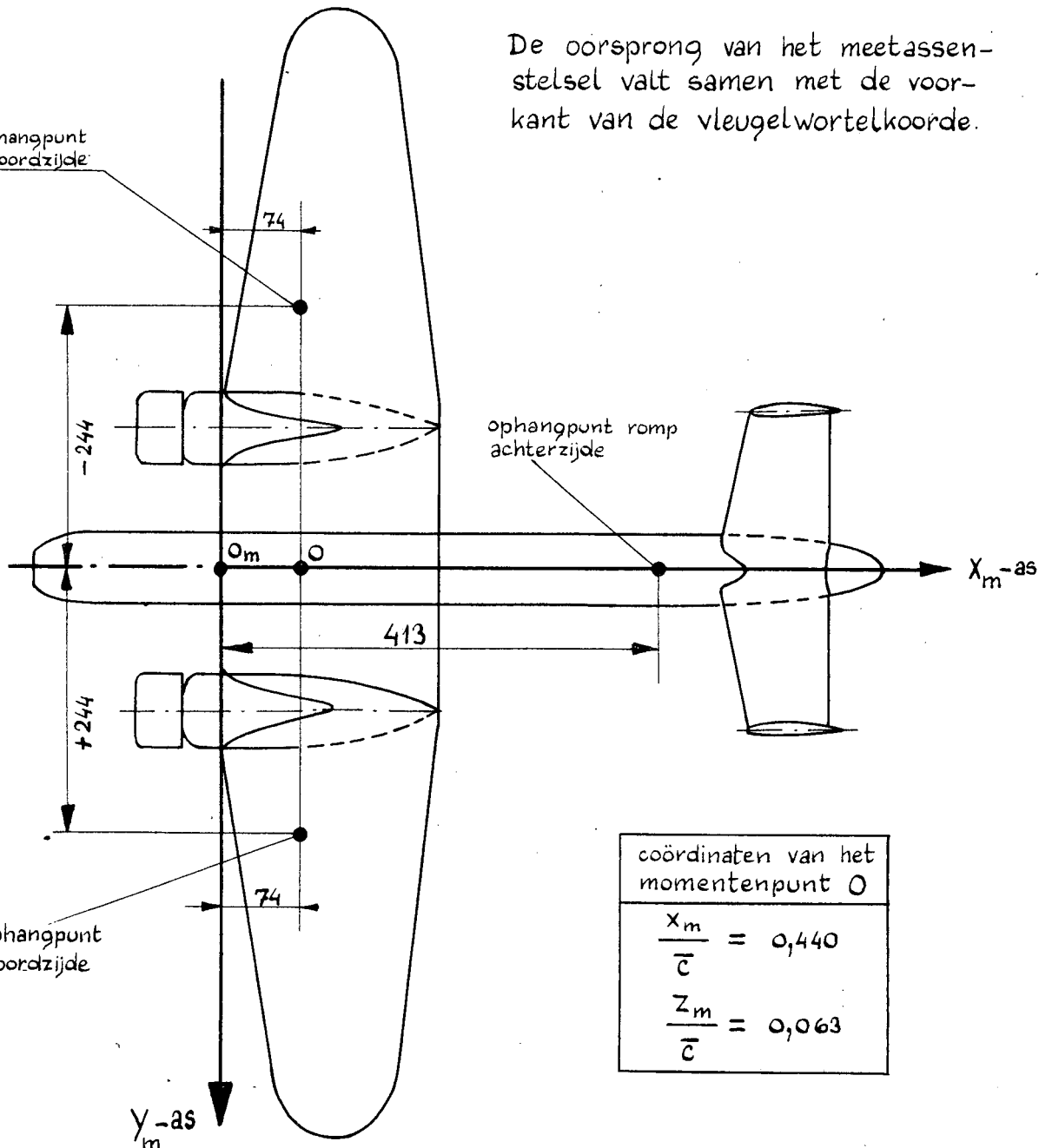


alle maten in mm.

Fig.2: Maatschets van het T-5 model

De oorsprong van het meetassenstelsel valt samen met de voorkant van de vleugelwortelkoorde.

vleugelophangpunt aan stuurboordzijde



coördinaten van het momentenpunt O	
$\frac{x_m}{c}$	= 0,440
$\frac{z_m}{c}$	= 0,063

vleugelophangpunt aan bakboordzijde

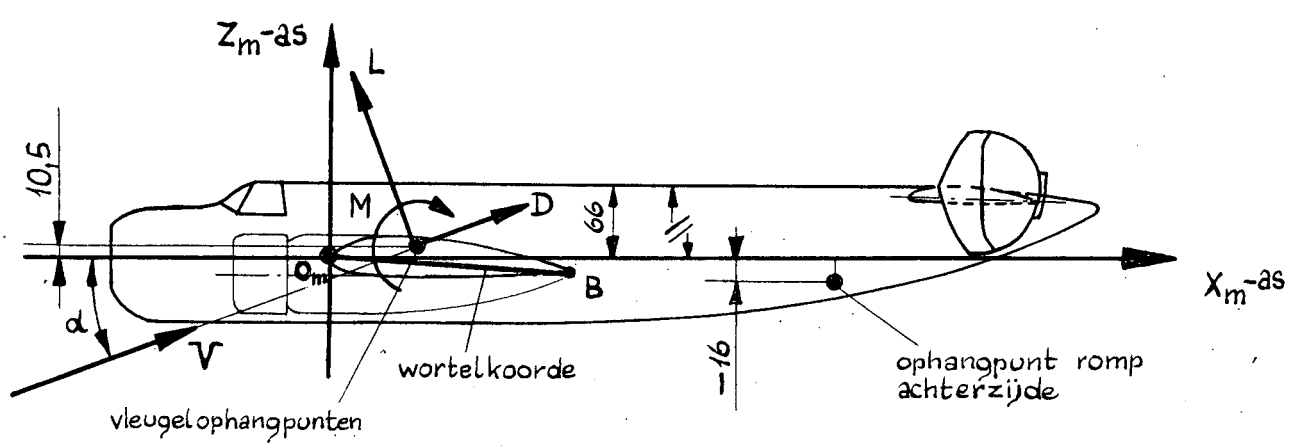
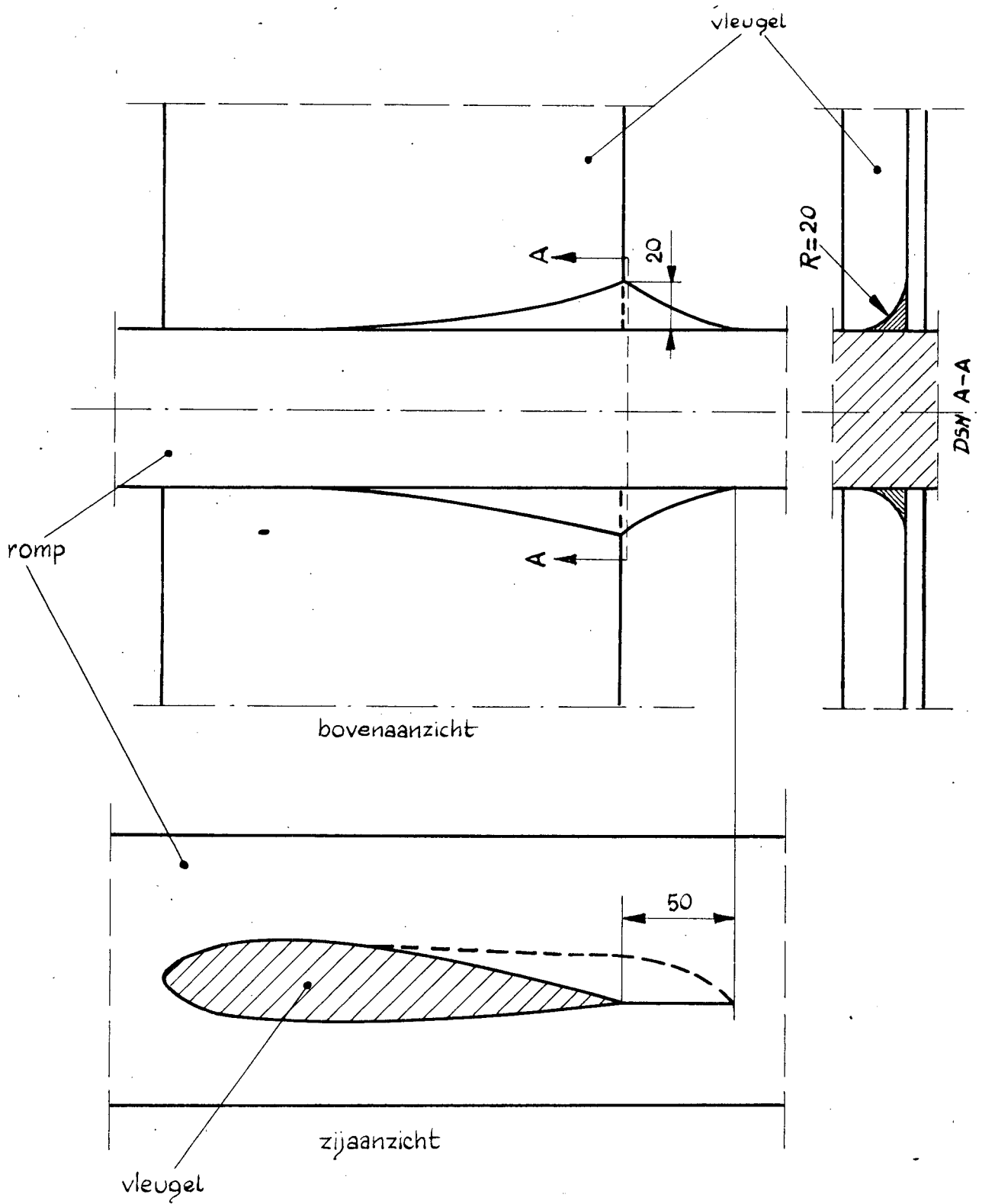


Fig. 3 : Definitiefiguur van de gebruikte grootheden.

alle maten in mm

[Handwritten signature]



alle maten in mm

Fig.4: Afmetingen van de vloeistukken bij de vleugel-romp aansluiting.

alle maten in mm

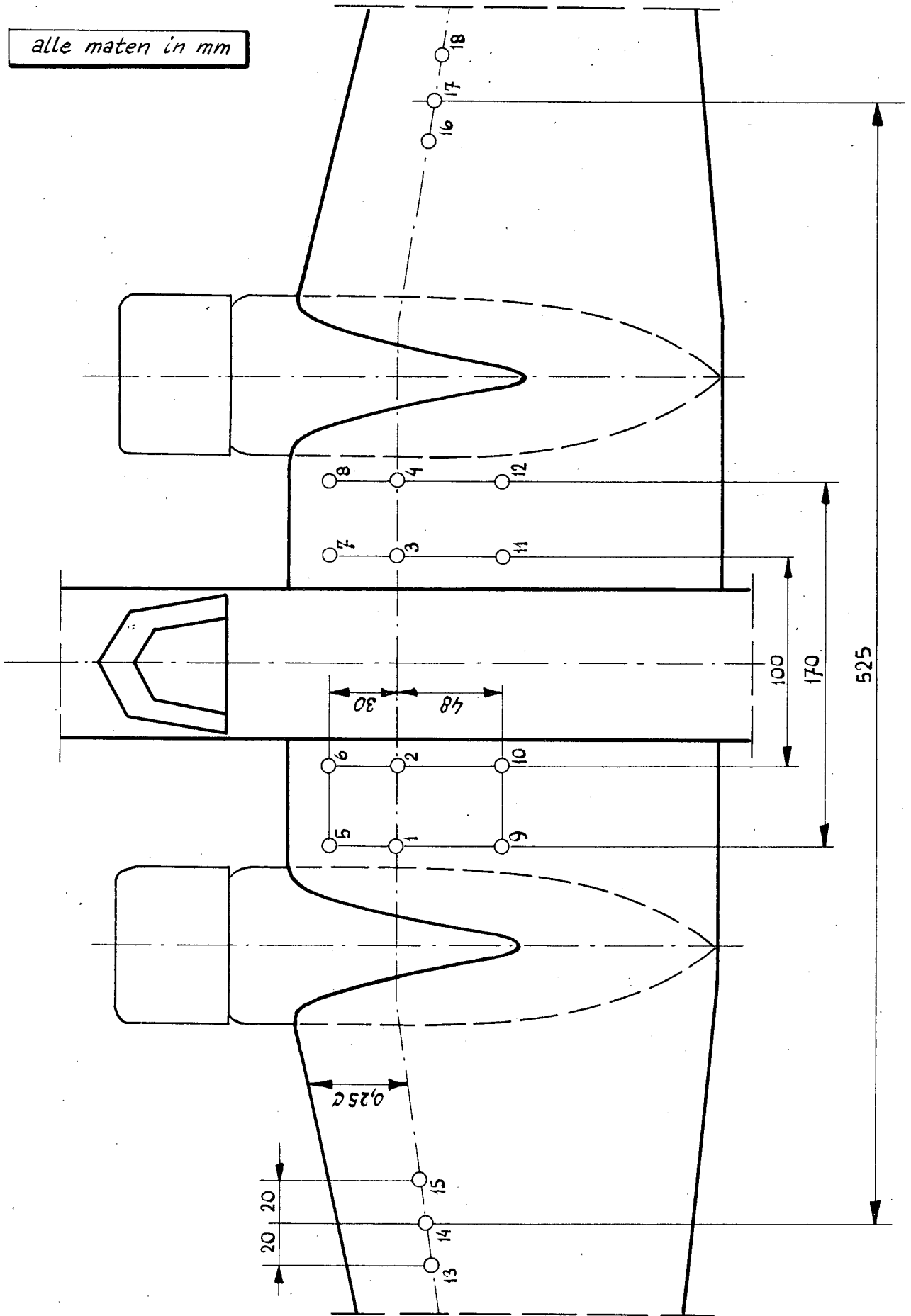


Fig.5: De plaats van de lekgaatjes in de vleugel.

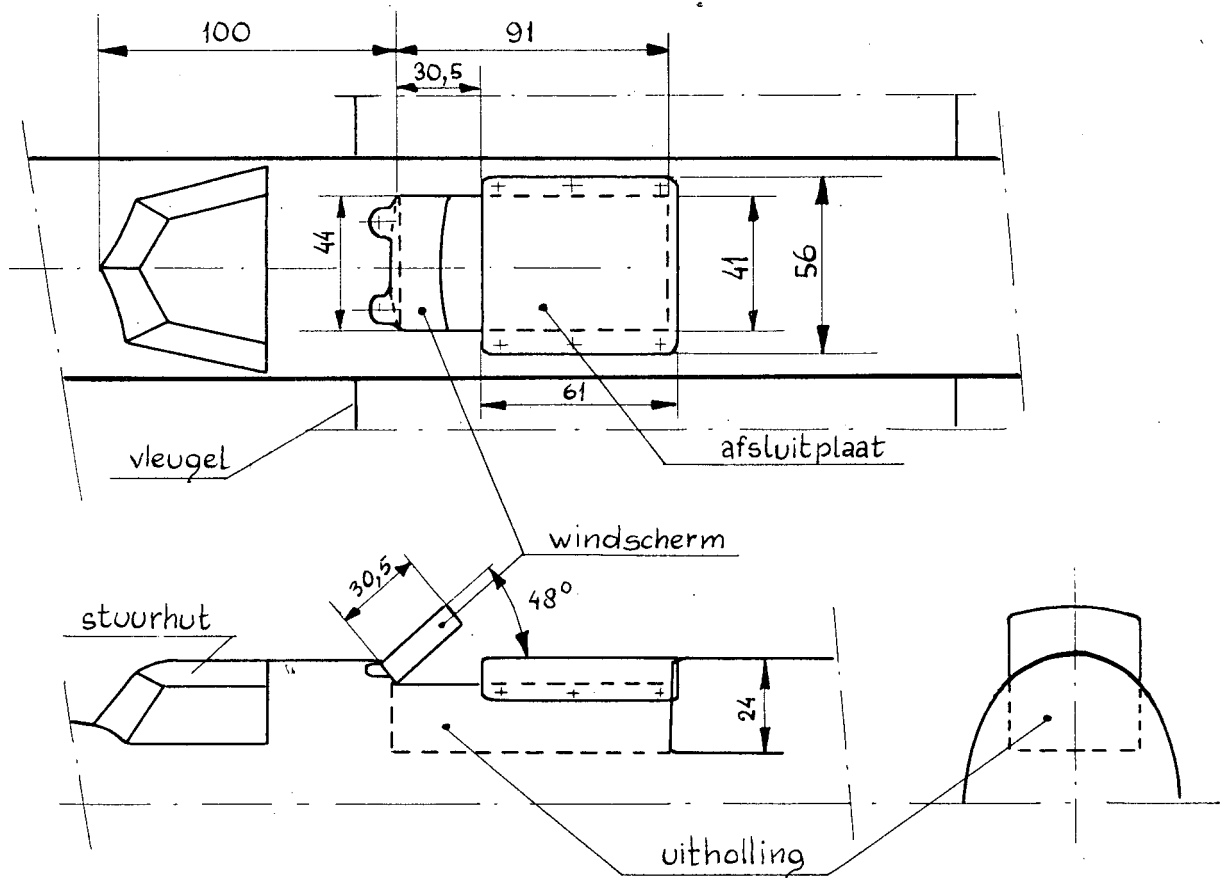


fig:6 a. Afmetingen van het windscherm op de rompbovenzijde.

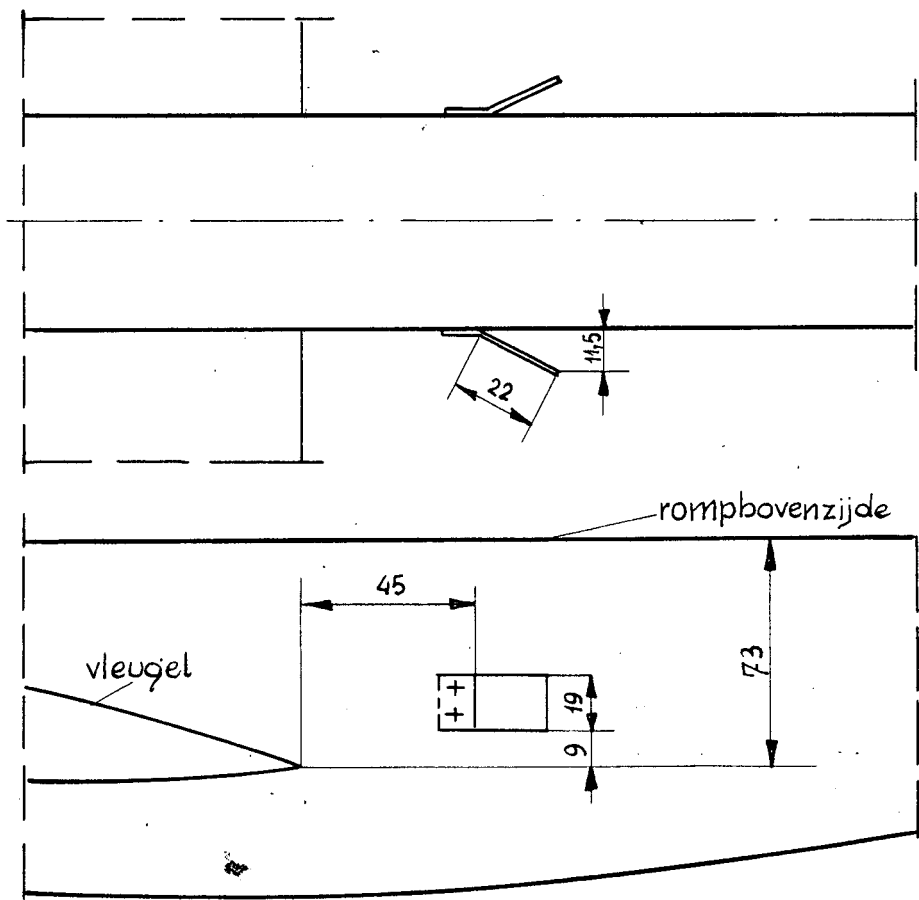
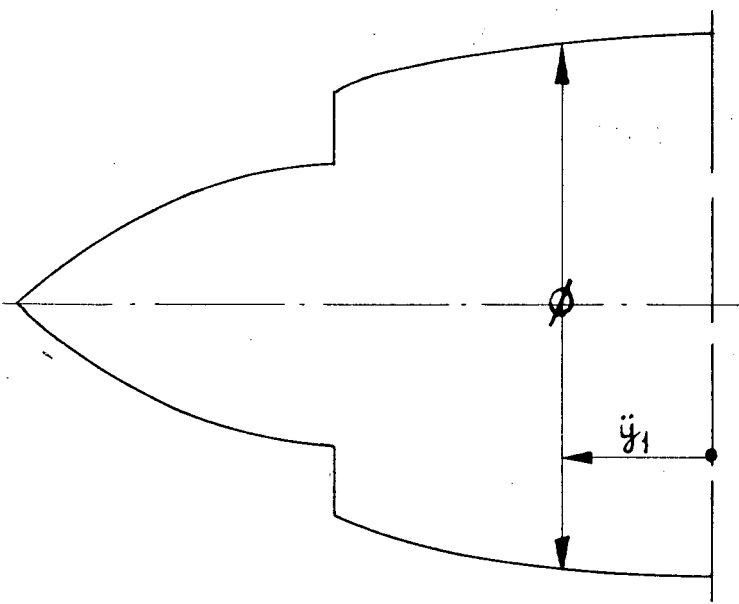
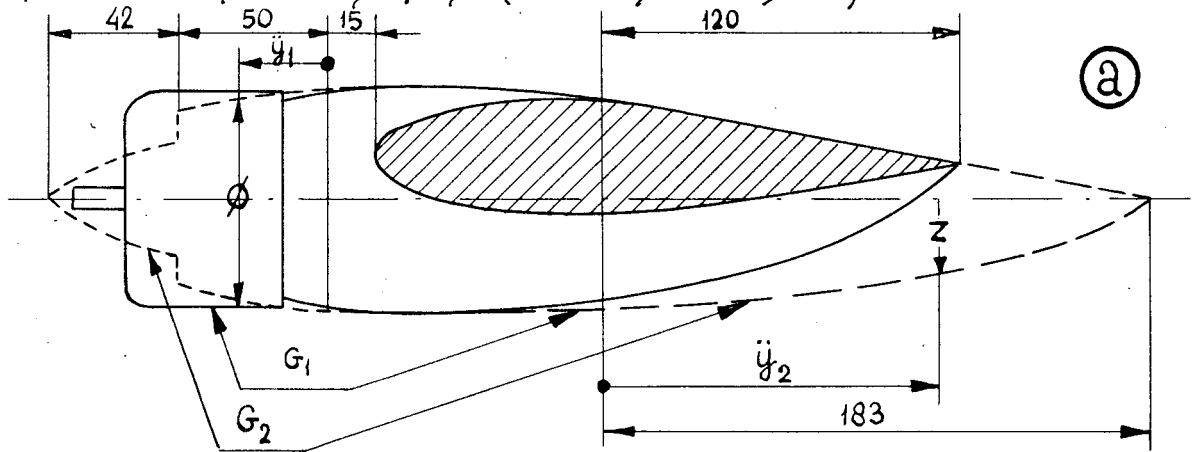


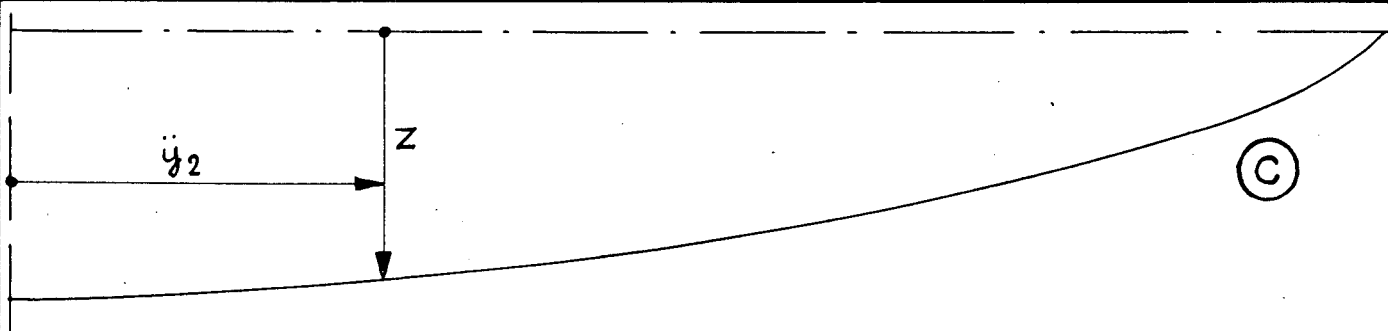
fig:6 b. Afmetingen van de windschermen op de zijkant van de romp.

G_1 = motorgondels alleen achter verlengd; bovenzijde gondelachtersteven glad aansluitend op vleugelbovenzijde; onderzijde gondelachtersteven met afmetingen uit fig. 5c.

G_2 = G_1 + neus van gondel gewijzigd (afmetingen in fig. 5b.)



neus	
\ddot{y}_1	ϕ
mm	mm
0	72
10	71
20	69,5
30	67
40	63,3
50	(57,2)
50	37,5
60	34,5
70	28
80	17,6
90	5

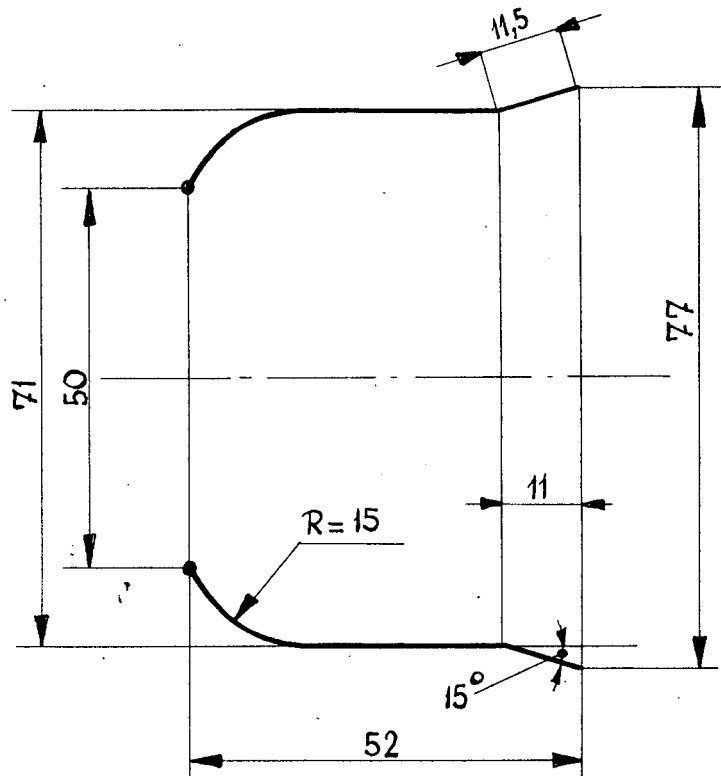


vorm van achtergedeelte gondel onderzijde.																			
\ddot{y}_2 (mm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Z(mm)	36	35,8	35,4	34,8	34,1	33,3	32,4	31,2	30	28,5	26,8	25,1	23	20,7	18,3	15,6	12,8	8,5	2,5

Fig.7. Vorm van de motorgondels in de modeltoestanden G_1 en G_2 .

alle maten in mm

modeltoestand M_1



modeltoestand M_2

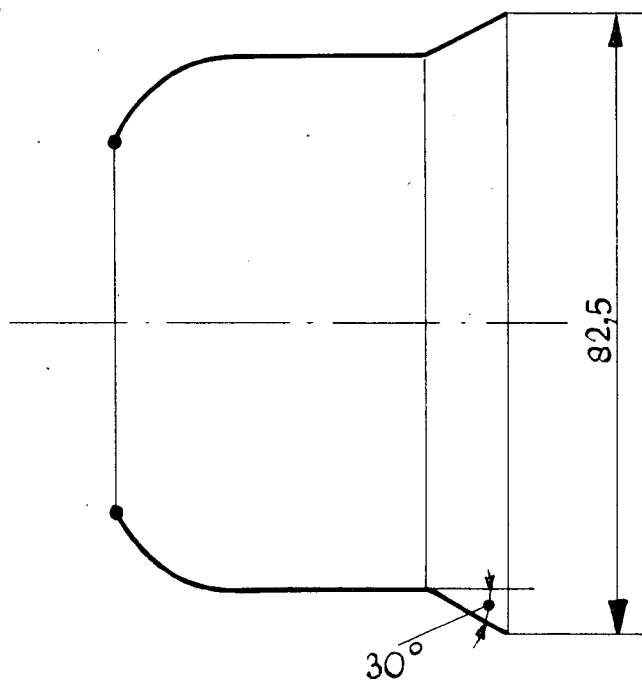


fig:8. Afmetingen van de N.A.C.A. kappen met koelkieuwen.

alle maten in mm

Handwritten signature

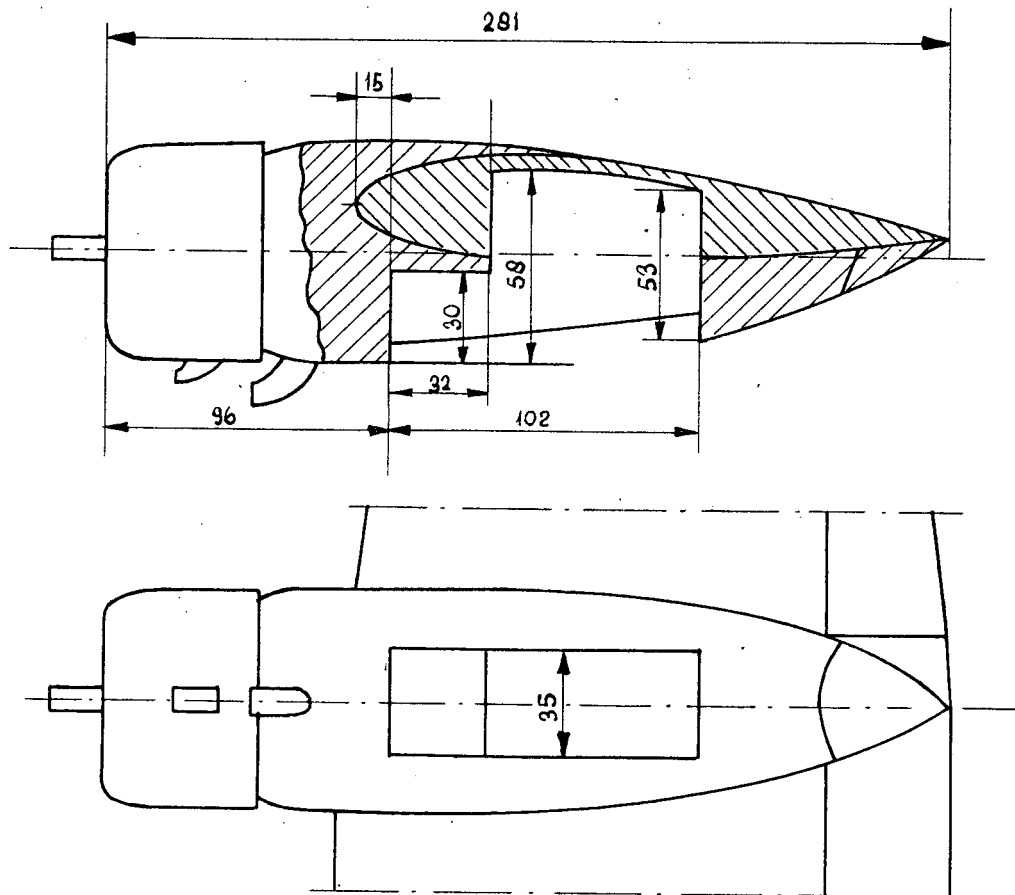


Fig.9: Afmetingen van de wielruimten in de motorgondels

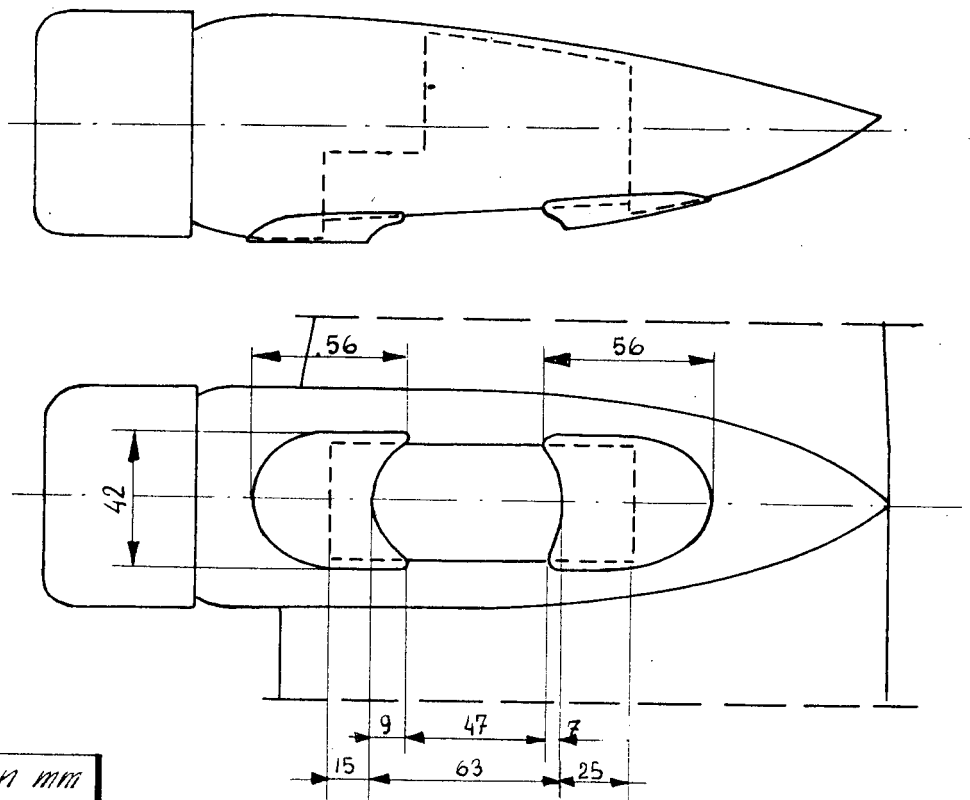
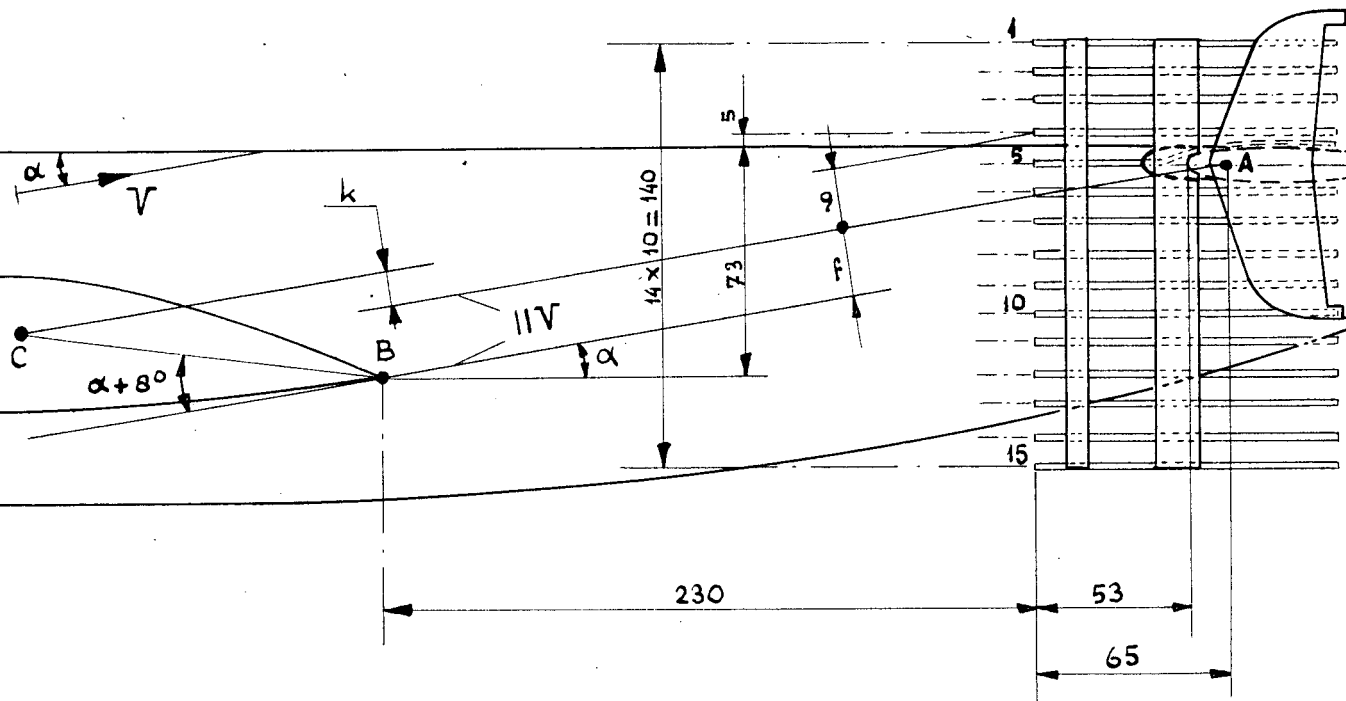
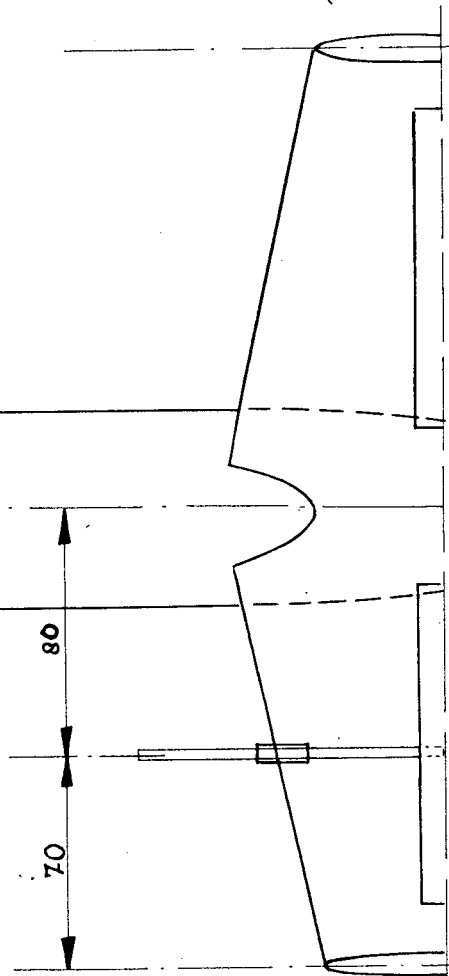
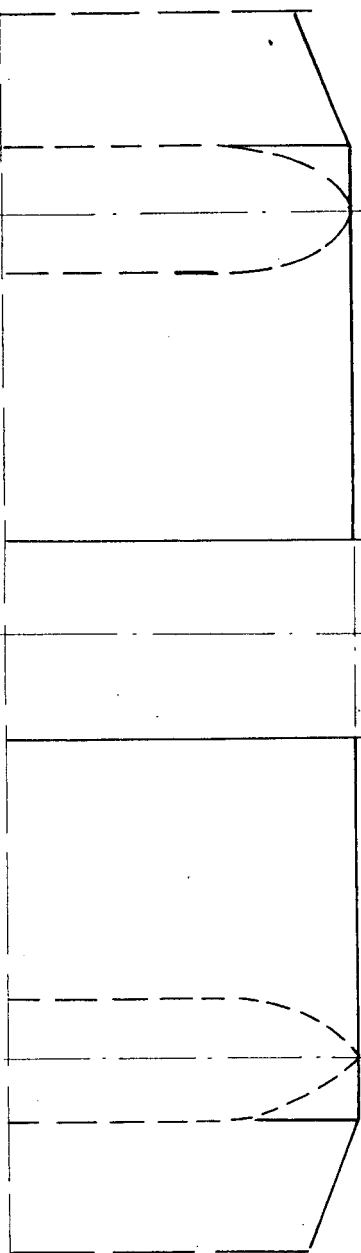


Fig.10: Afmetingen van de voorste en achterste geleideplaten.

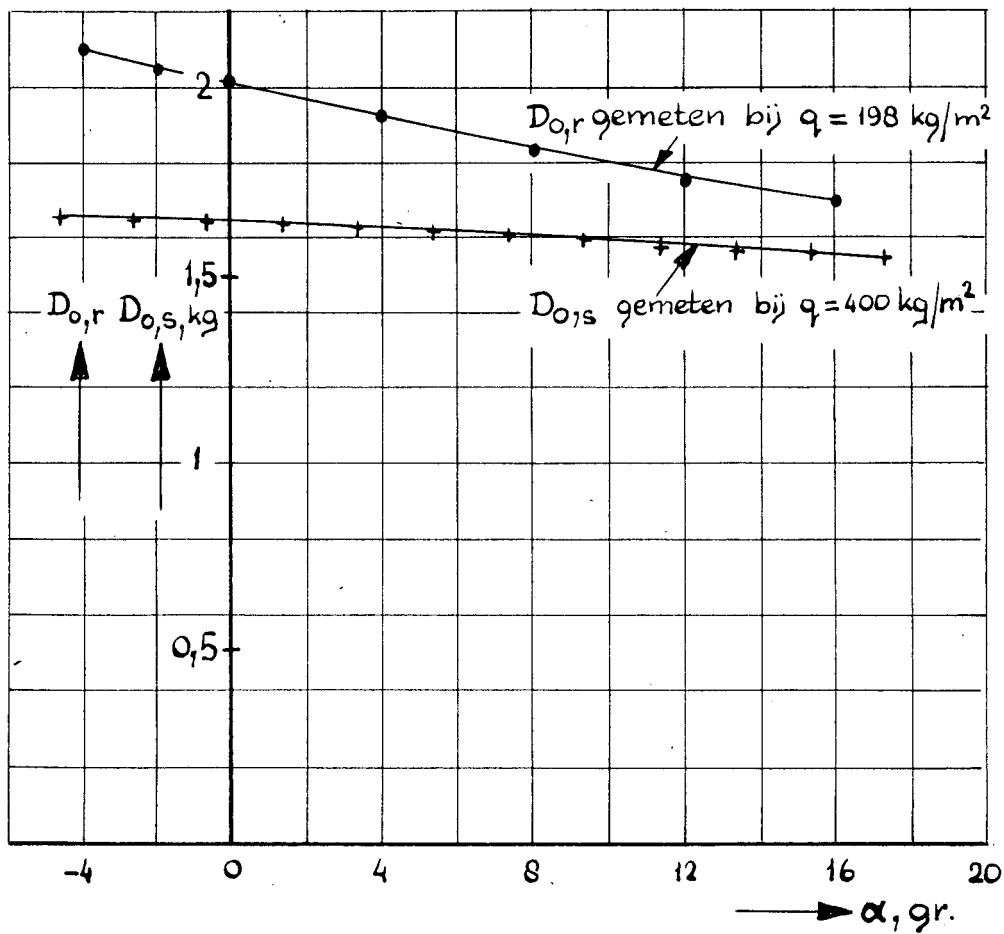


α	f	g	k
gr.	mm	mm	mm
-4	88,5	5,4	-79,7
-2	78,2	7,7	-65,1
0	68,0	10,0	-50,5
2	57,6	12,4	-35,7
4	47,3	14,5	-21,2
6	36,8	16,7	-6,3
8	26,3	19,0	+8,5
10	15,8	21,1	23,1
11	10,4	22,3	30,6
12	5,2	23,4	37,9



A = $\frac{1}{4}$ koordepunt van stabilo-
wortelkooede
B = vleugelachterrand
C = vleugelophangpunt

fig. 11. De opstelling van het zogharkje.



N.B. De lijnen gelden voor verschillende stuwdrukken; de waarden kunnen niet direct met elkaar worden vergeleken.

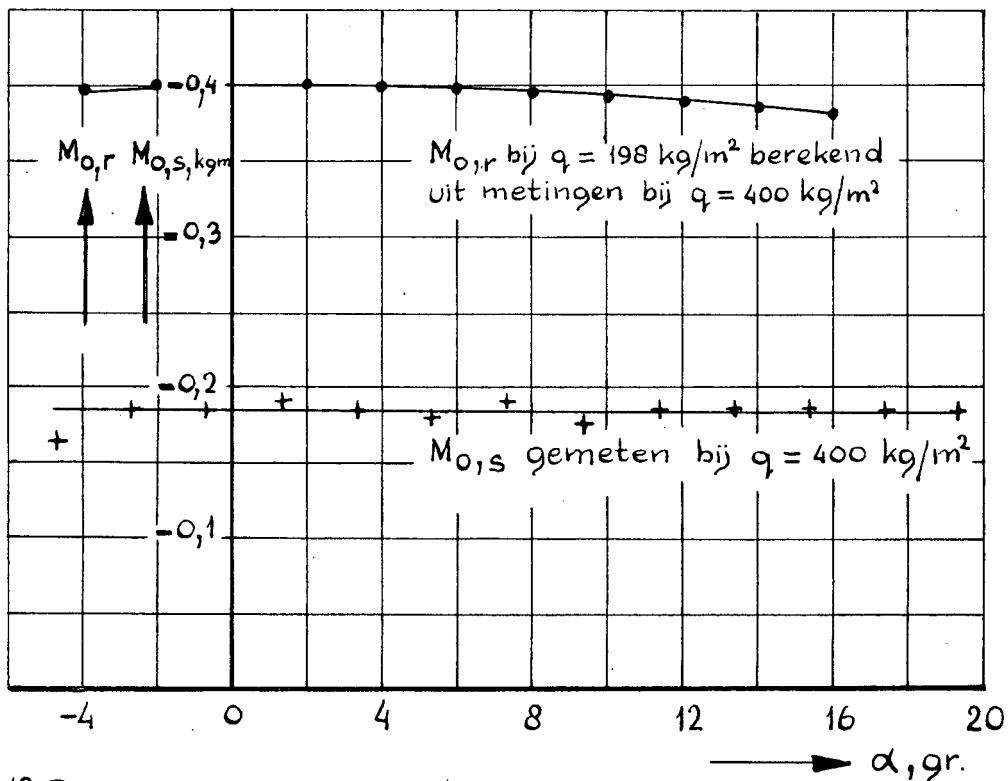


Fig. 12. De weerstand en het duikmoment van de ophangdelen als functie van α .

$D_{0,r}$ en $M_{0,r}$ = weerstand resp. duikmoment van de ophangdelen met ronde staartsteun.

$D_{0,s}$ en $M_{0,s}$ = weerstand resp. duikmoment van de ophangdelen met stroomlijnvormige staartsteun

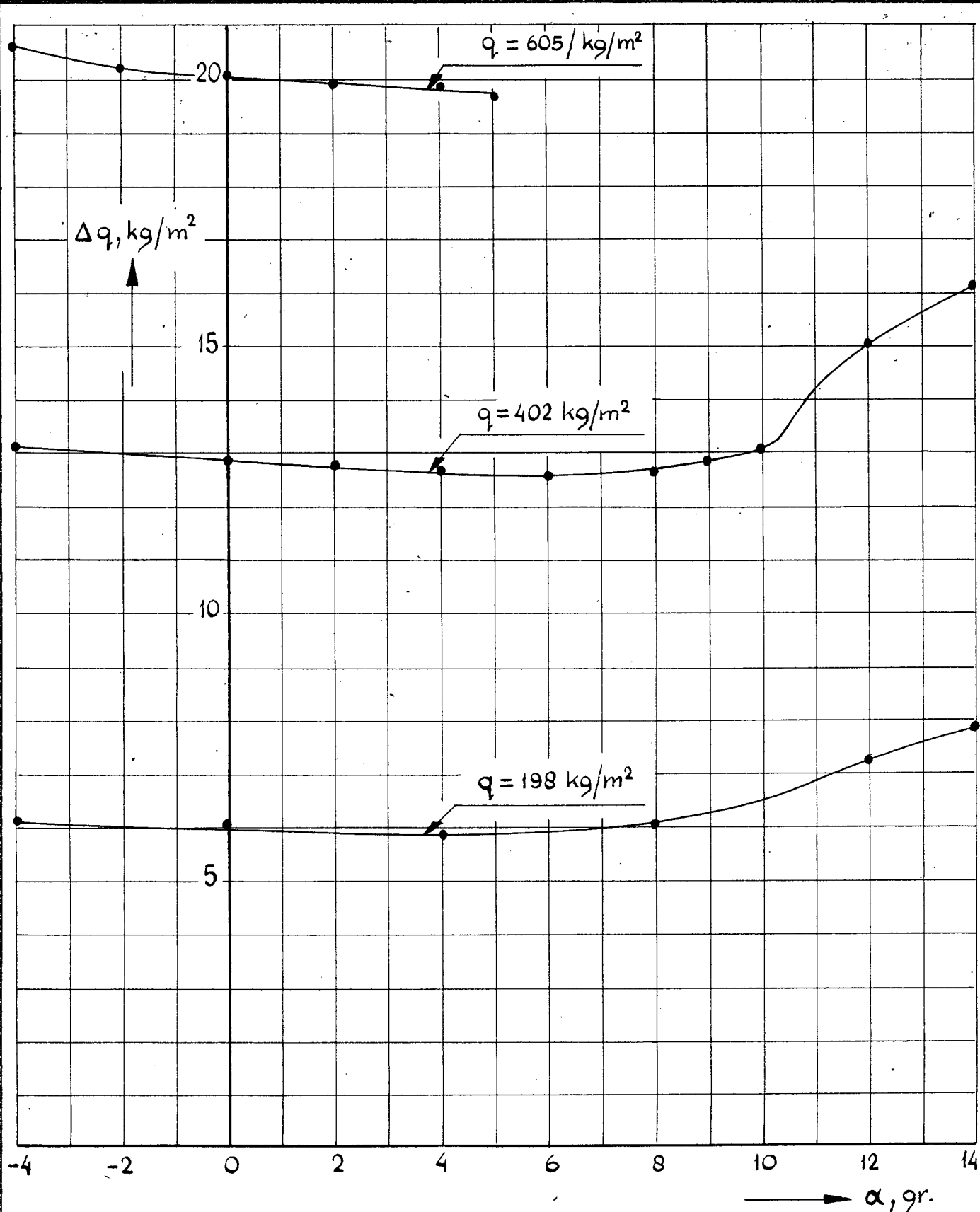


Fig. 13. Het verschil Δq tussen de statische druk ter plaatse van de vaste pitotbuis en die op de wanden van de meetsectie ter plaatse van het model als functie van de invalshoek voor verschillende stuwdrukken.

Gegevens van de meting: datum 21-4-'56; stroomlijnkappen met ronde startsteun; stuwdruk gecorrigeerd voor de instrumentale fout; model van de T-5 opgehangen in de meetsectie.

[Handwritten signature]

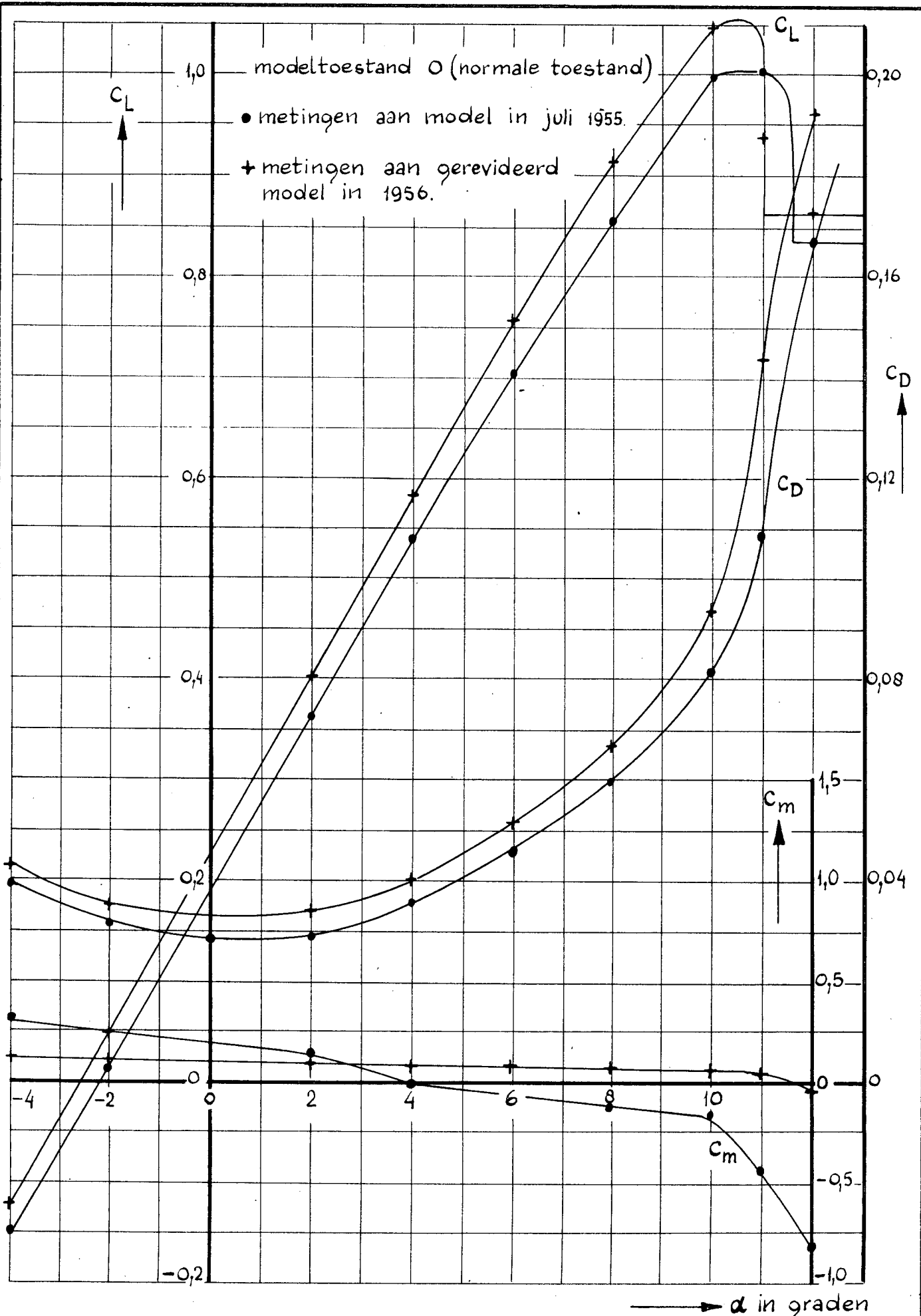


Fig: 14. C_L , C_D en C_m als functie van α

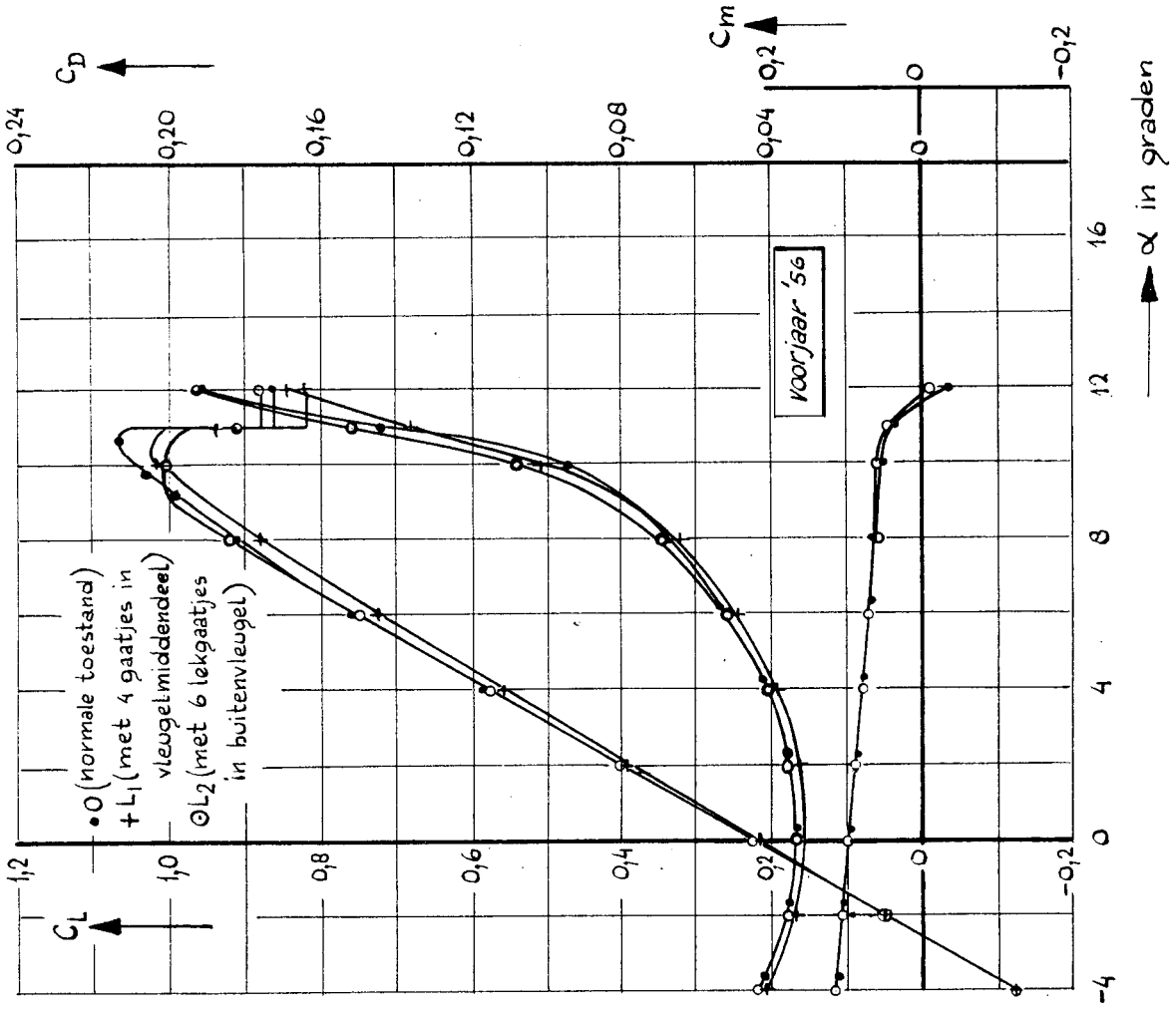


Fig.16: C_L , C_D en C_m als functie van α

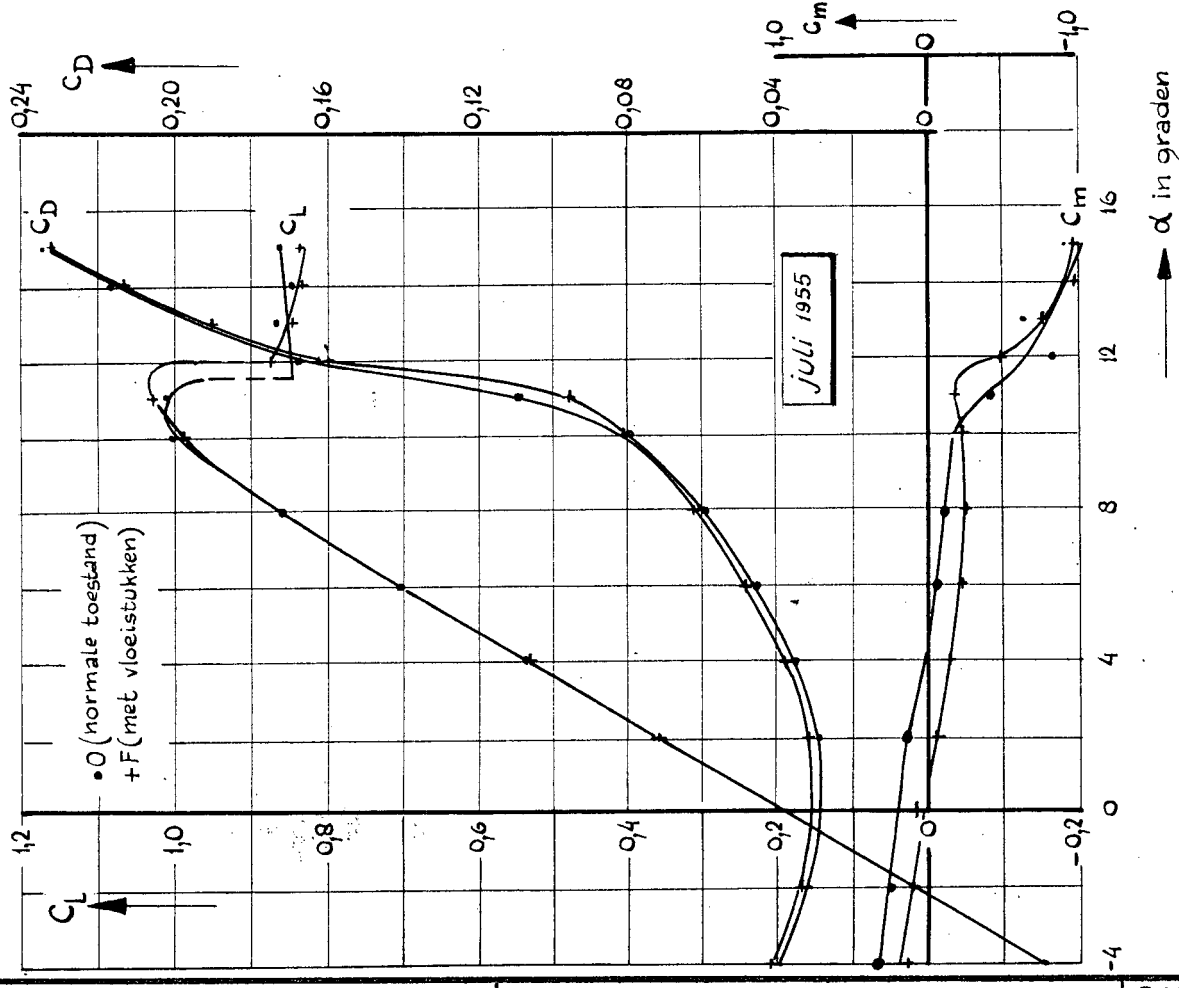


Fig.15: C_L , C_D en C_m als functie van α

[Handwritten signature]

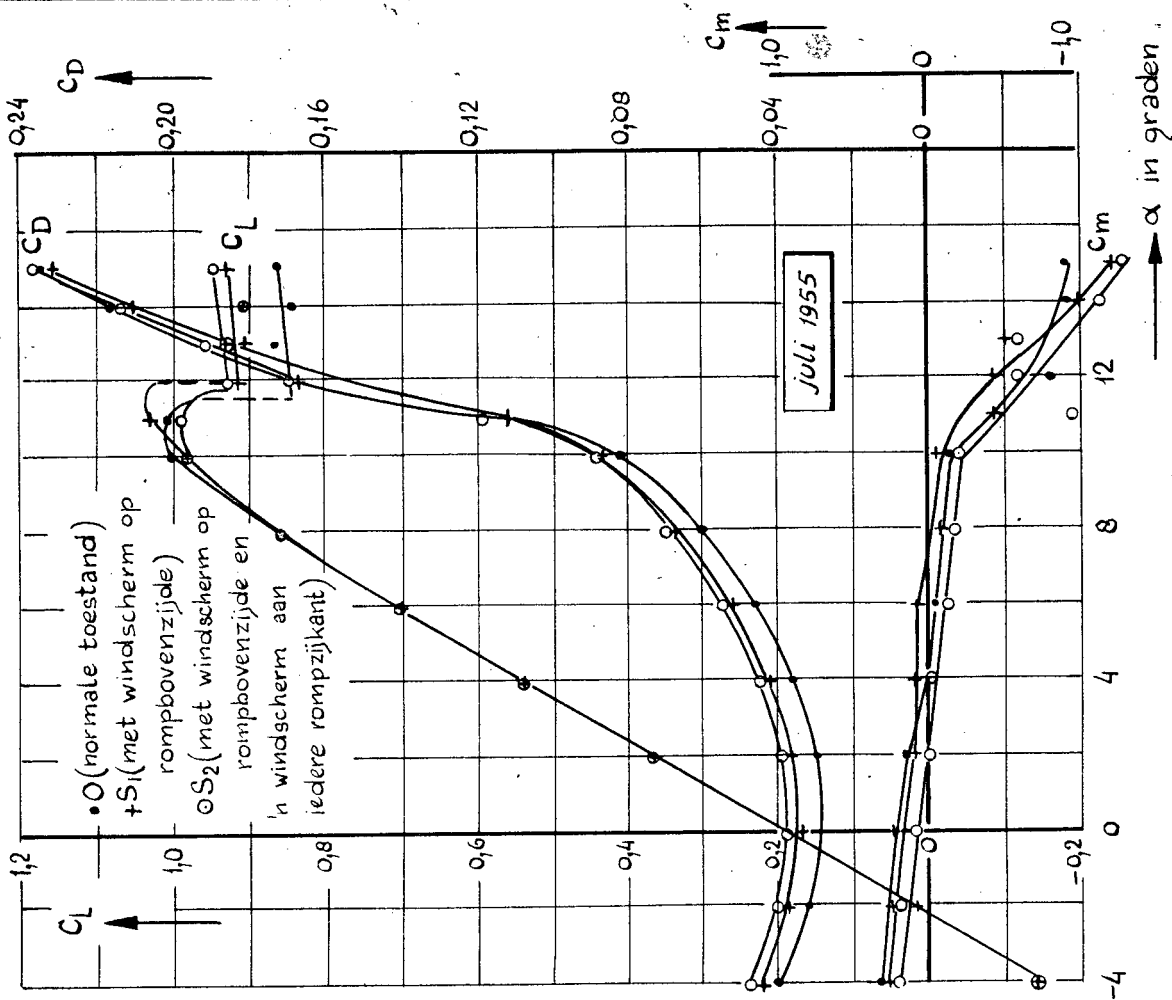


Fig. 18: C_L , C_D en C_m als functie van α

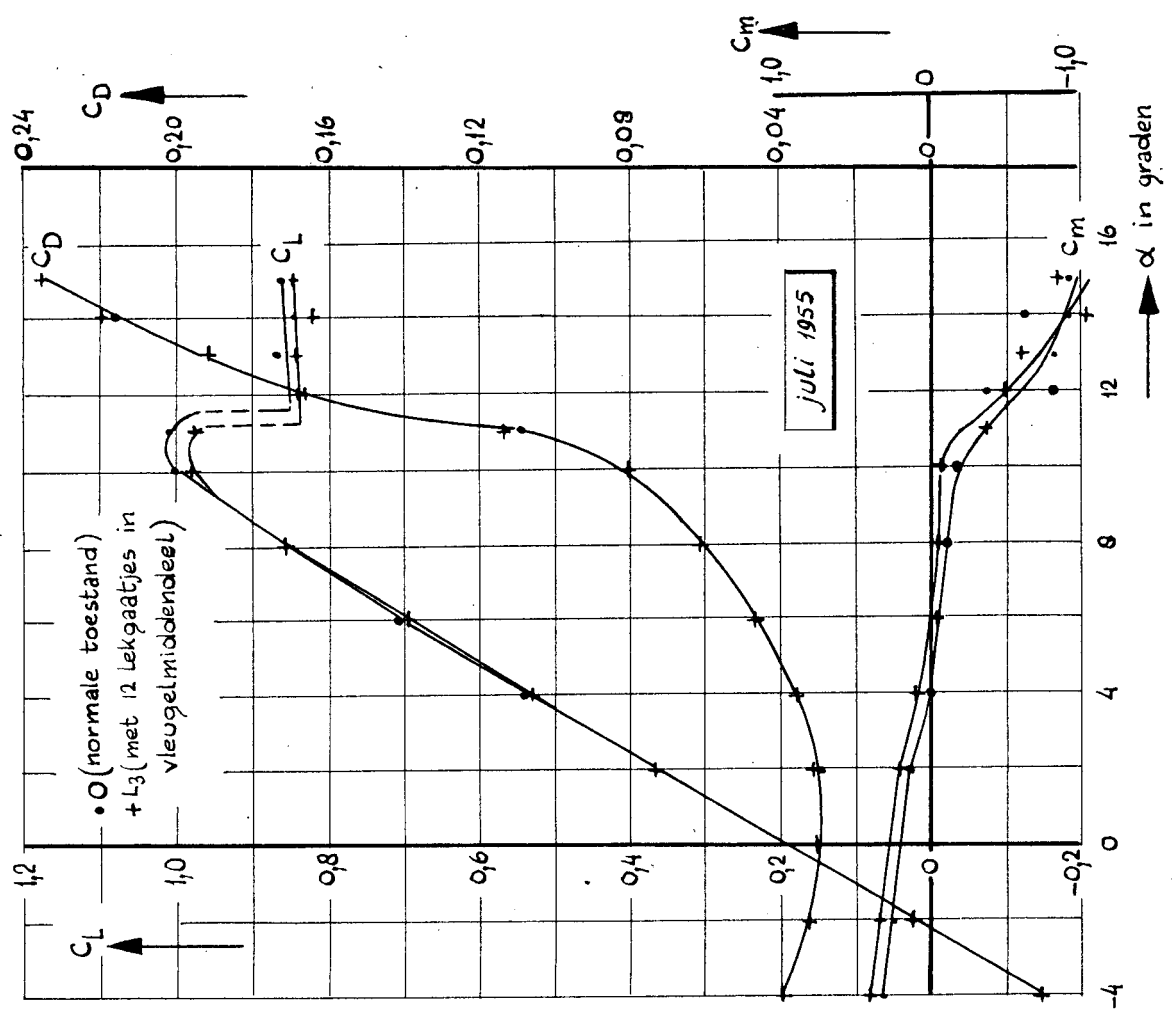


Fig. 17: C_L , C_D en C_m als functie van α

Handwritten signature

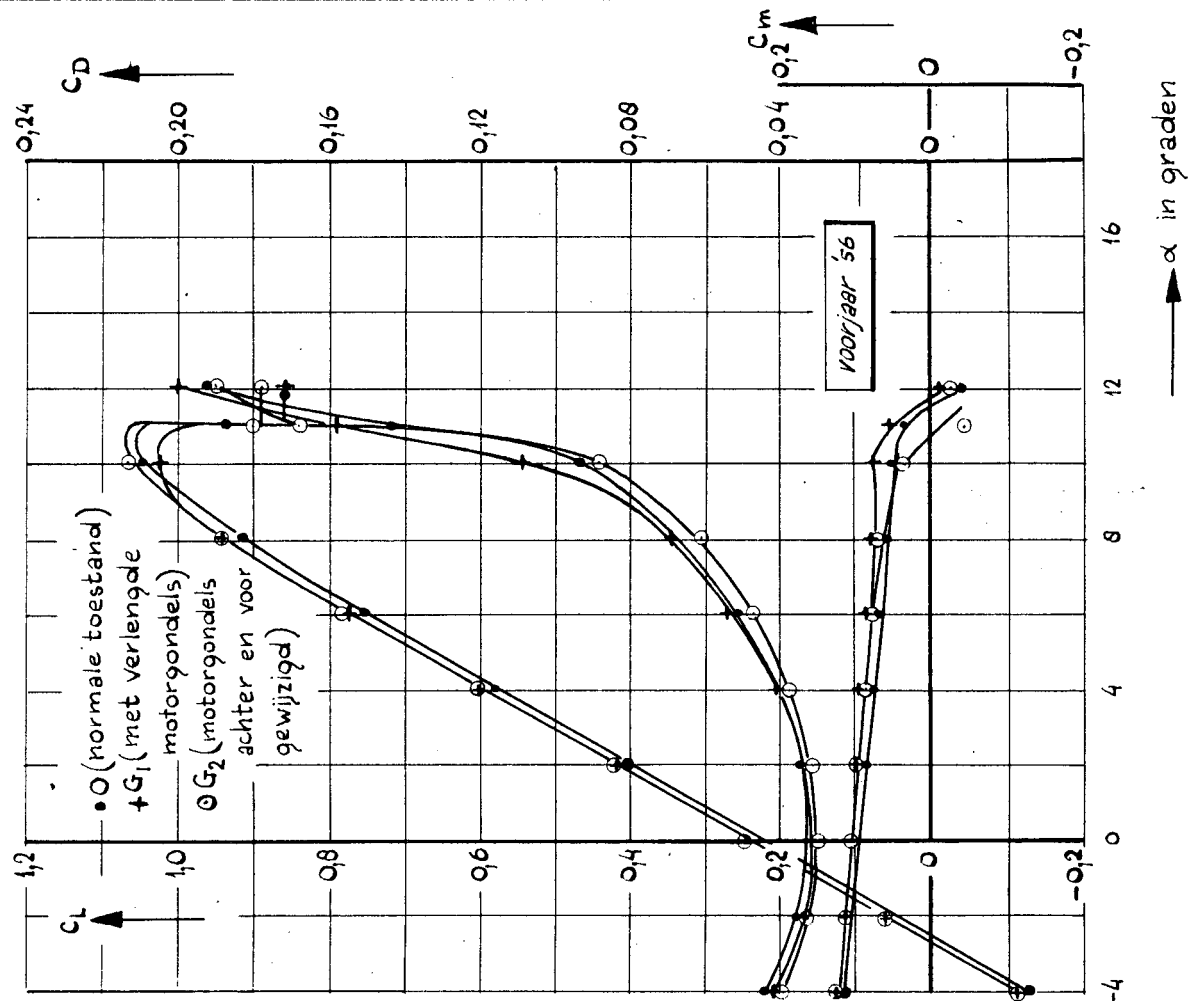


Fig. 20: C_L , C_D en C_m als functie van α

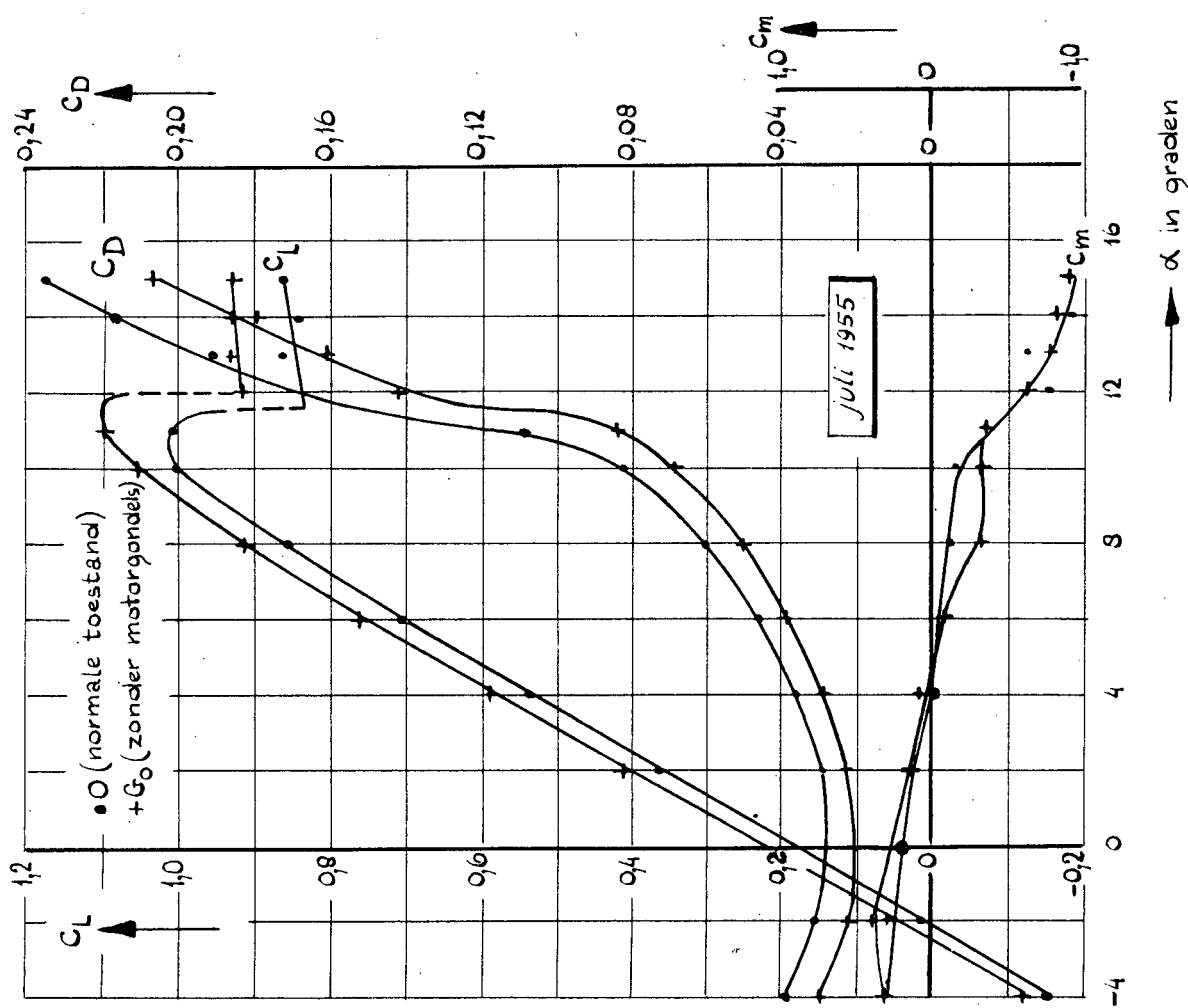


Fig. 19: C_L , C_D en C_m als functie van α

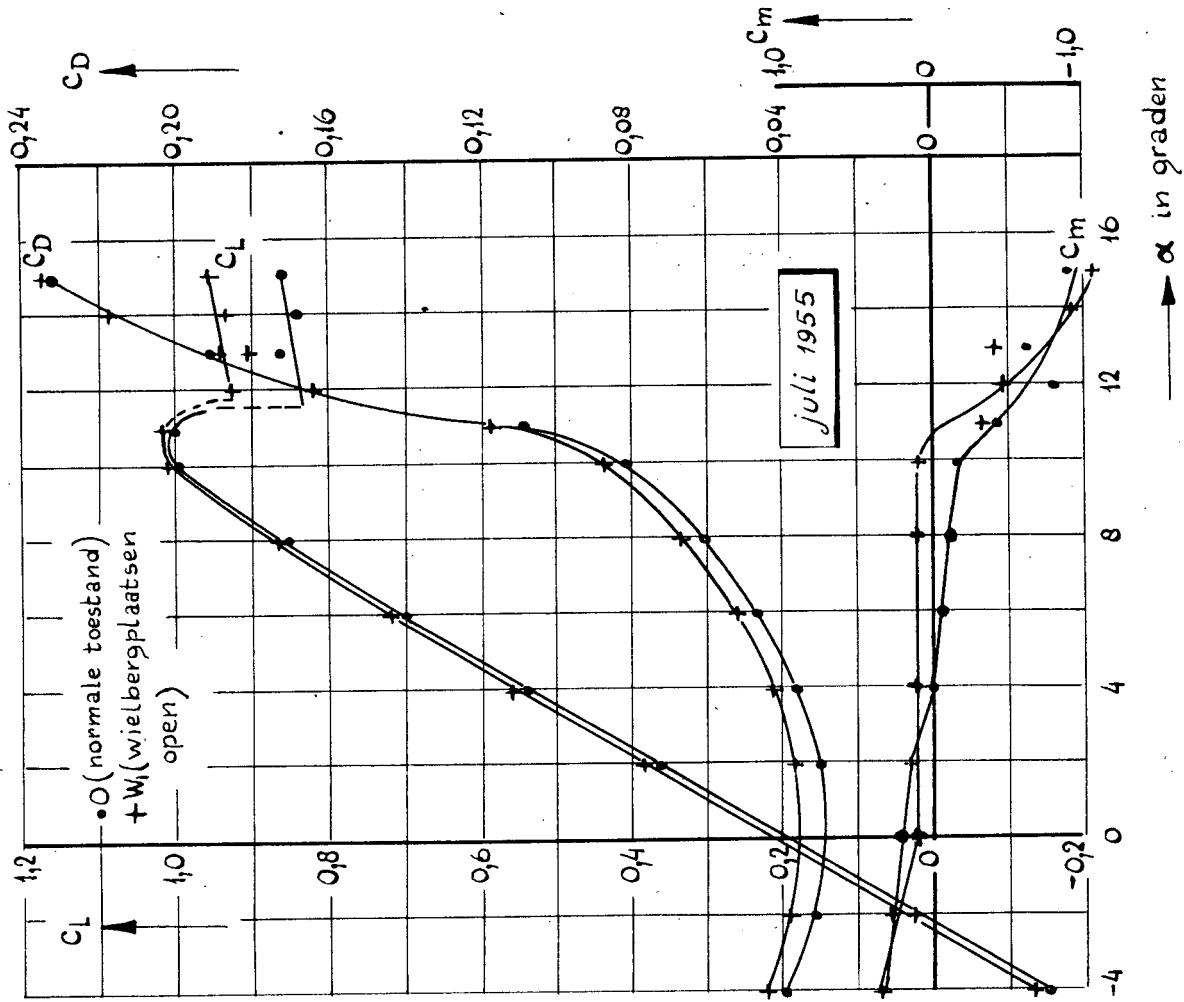


Fig. 22: C_L , C_D en C_m als functie van α

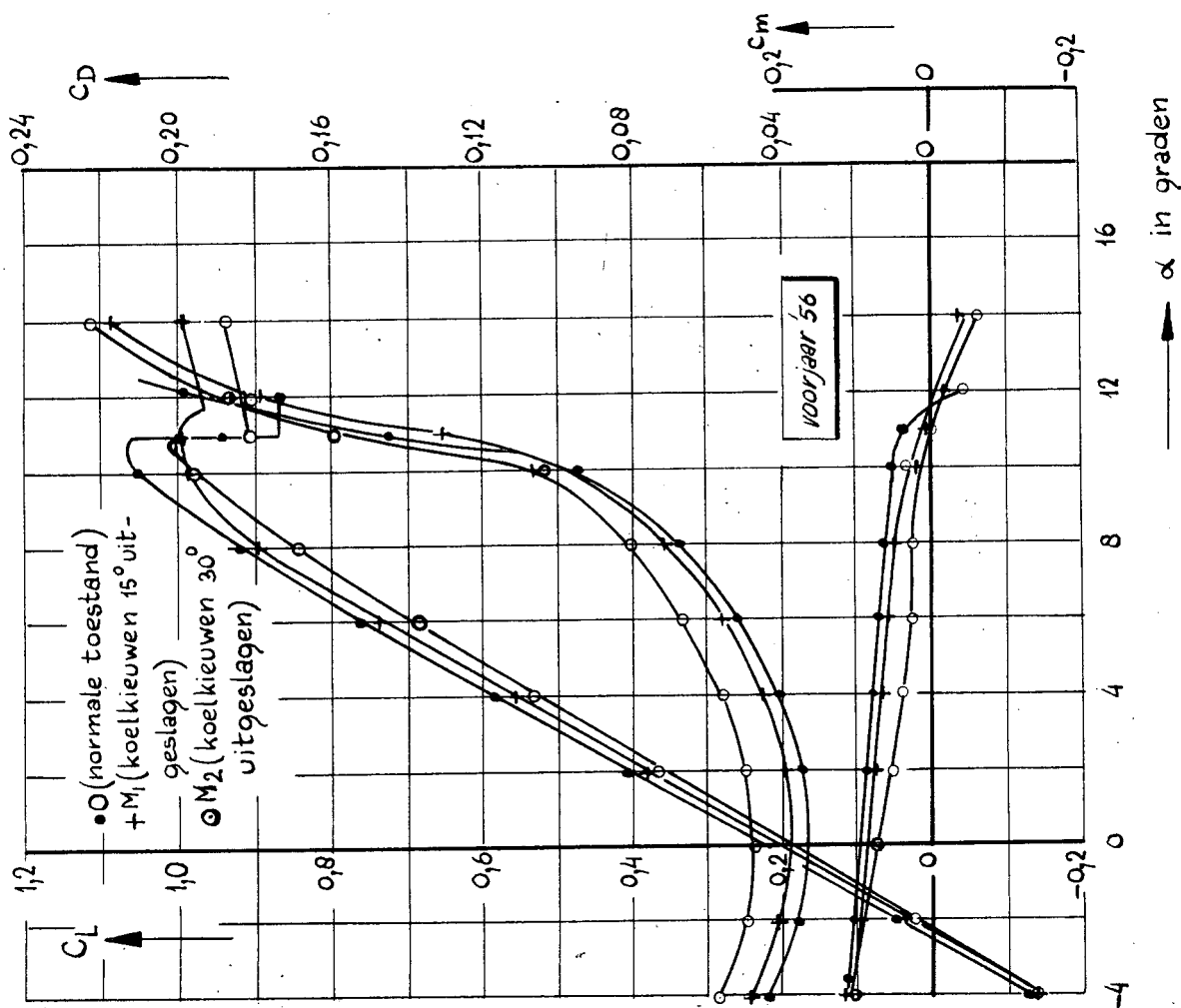


Fig. 21: C_L , C_D en C_m als functie van α

[Handwritten signature]

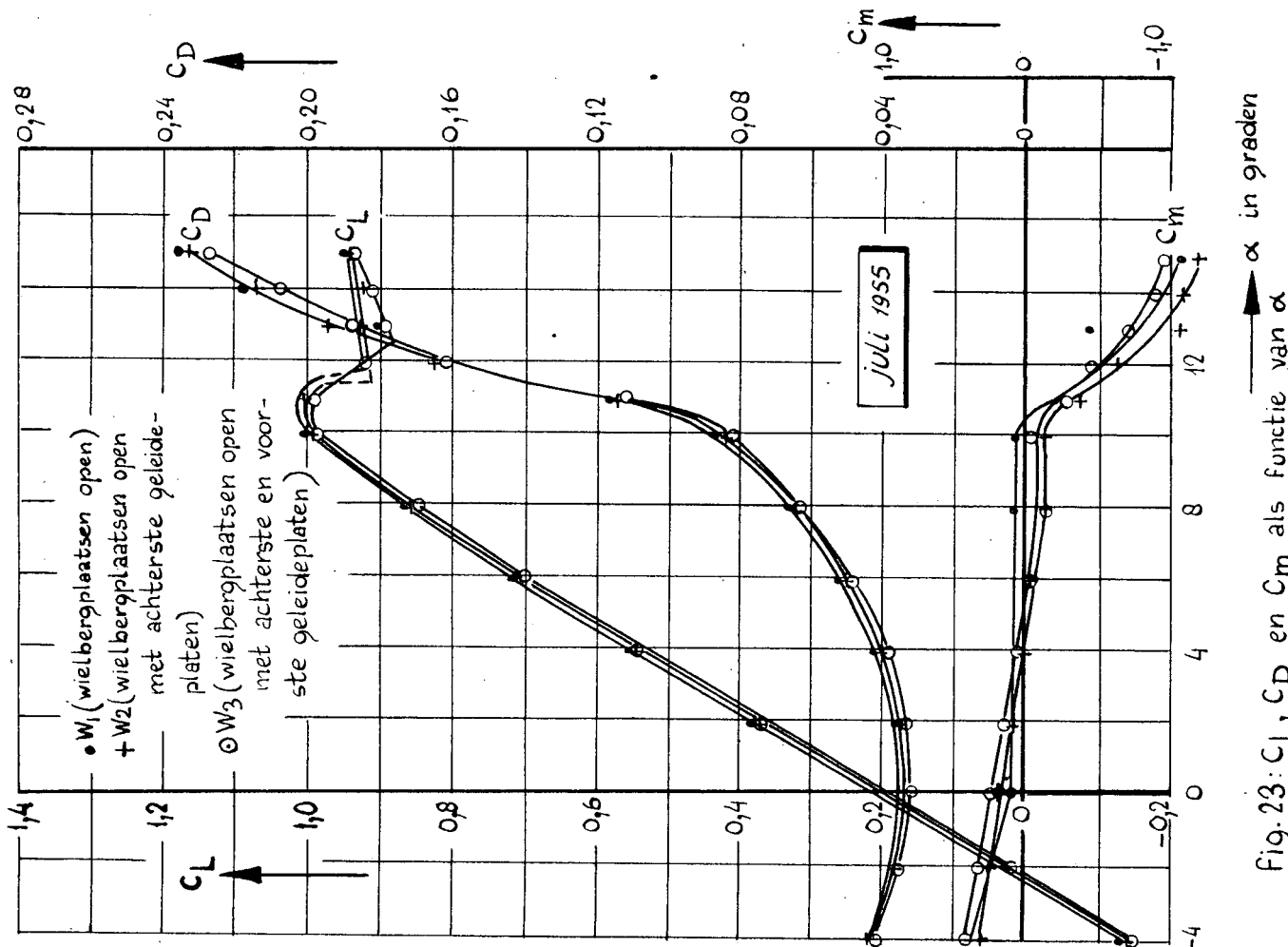


Fig. 23: C_L , C_D en C_m als functie van α

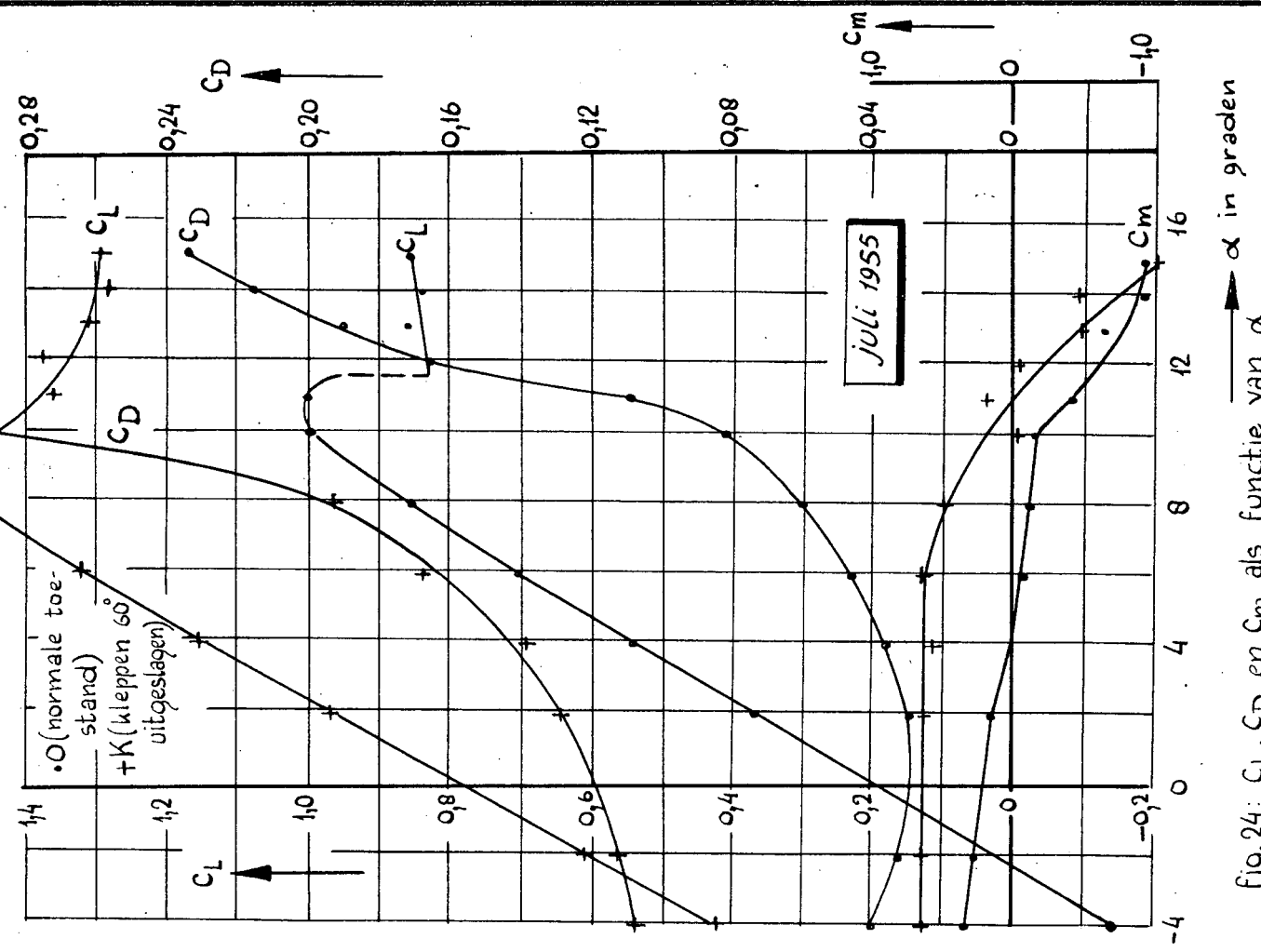


Fig. 24: C_L , C_D en C_m als functie van α

Handwritten signature

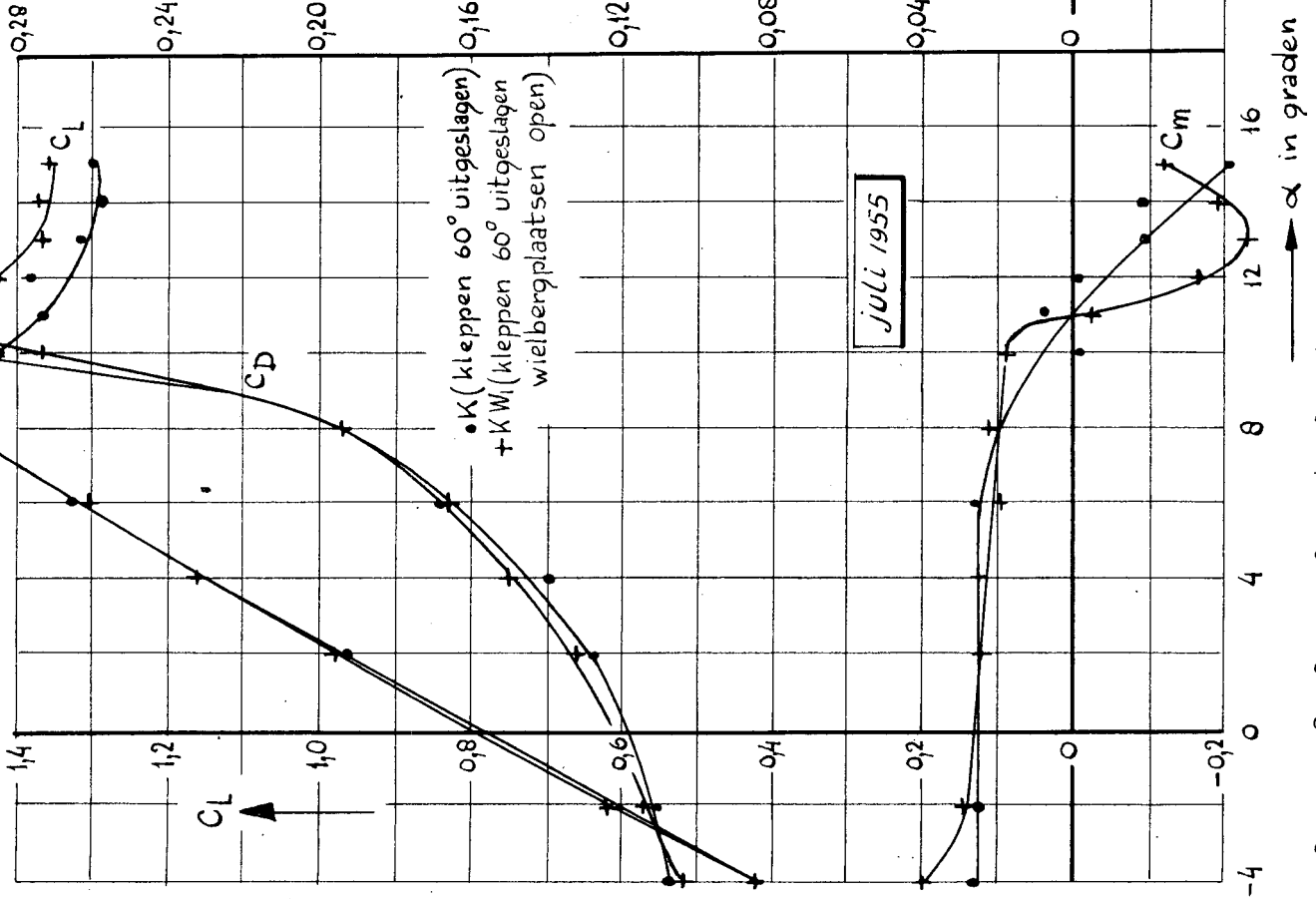


Fig.25: C_L , C_D en C_m als functie van α

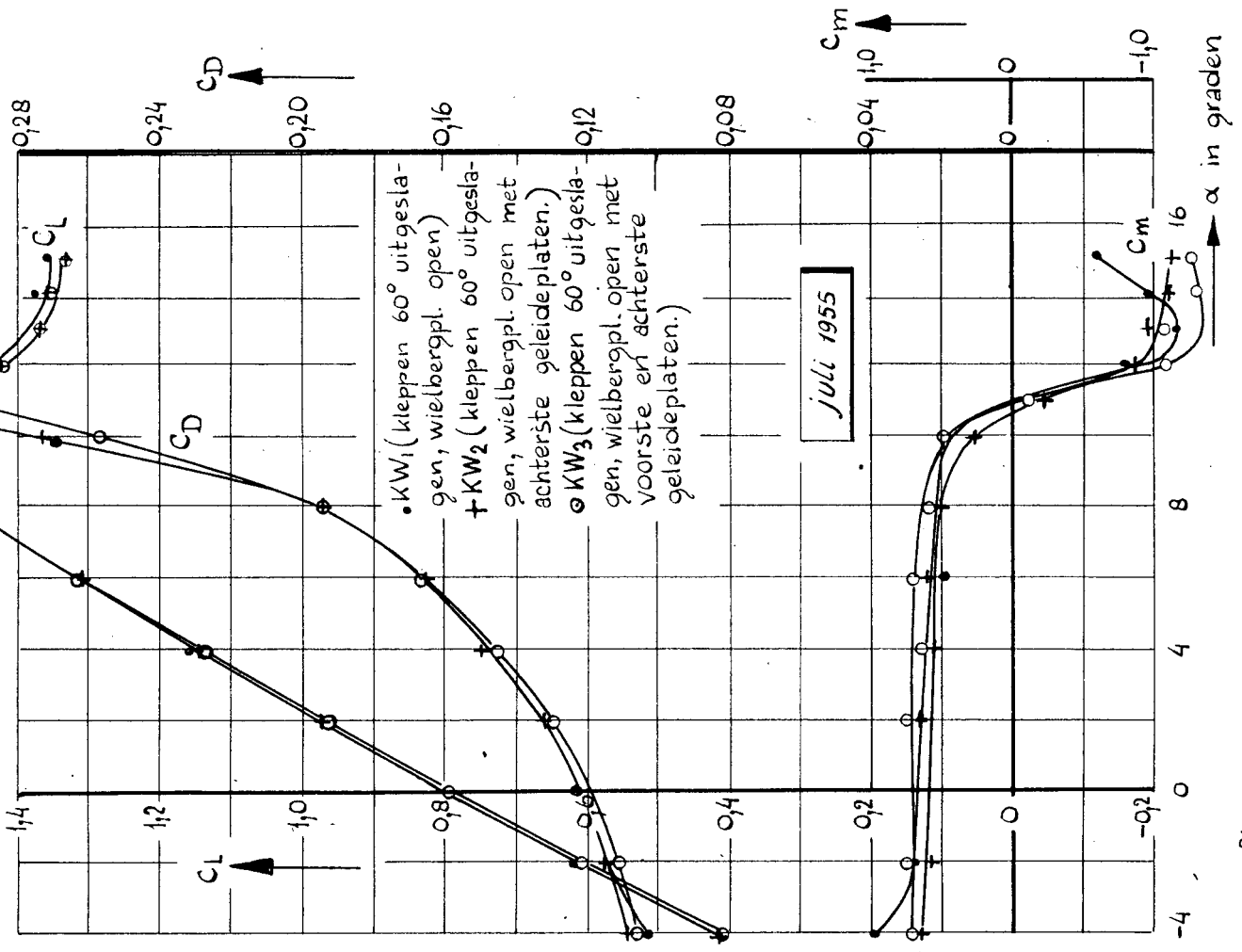


Fig.26: C_L , C_D en C_m als functie van α

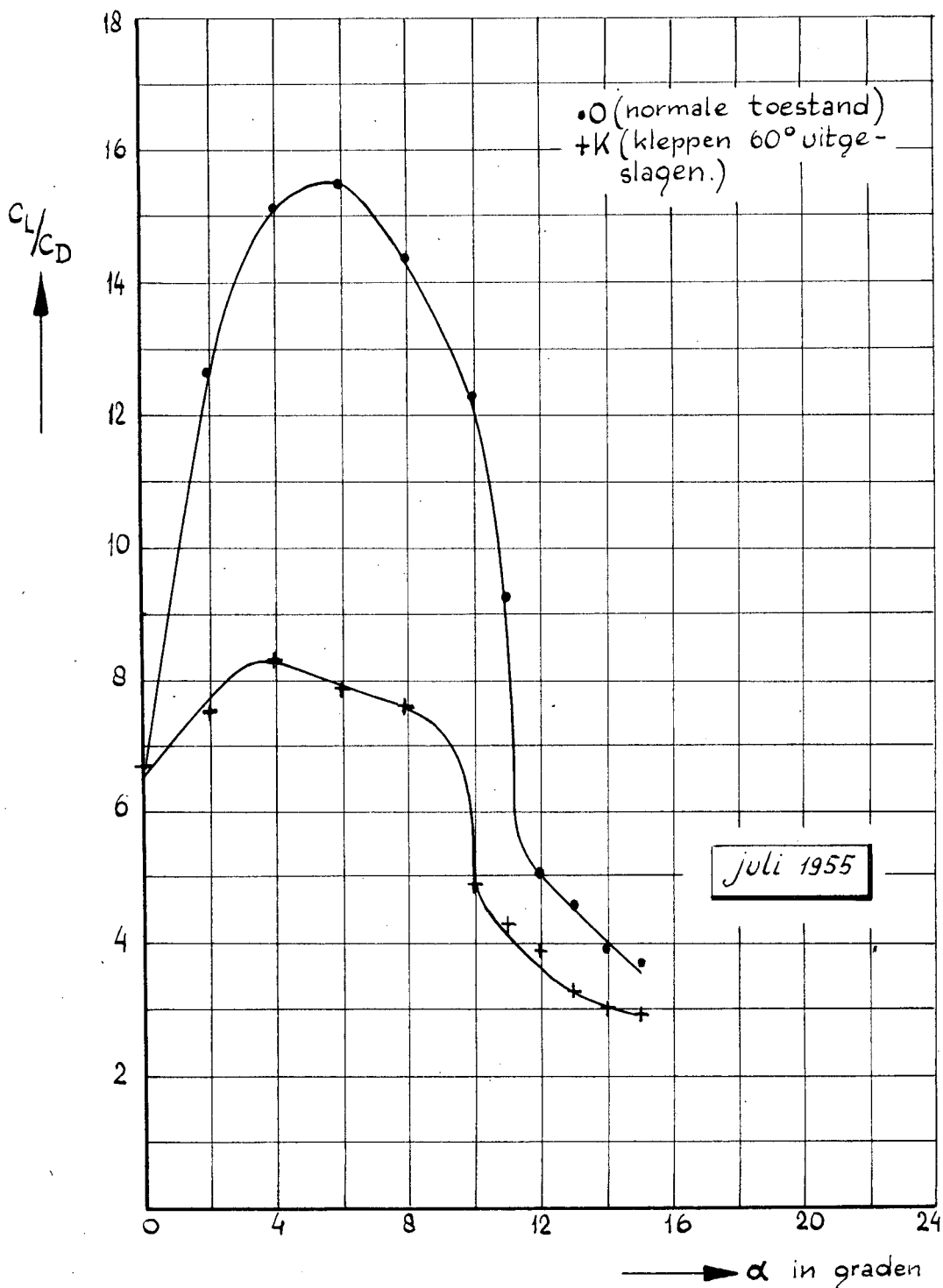
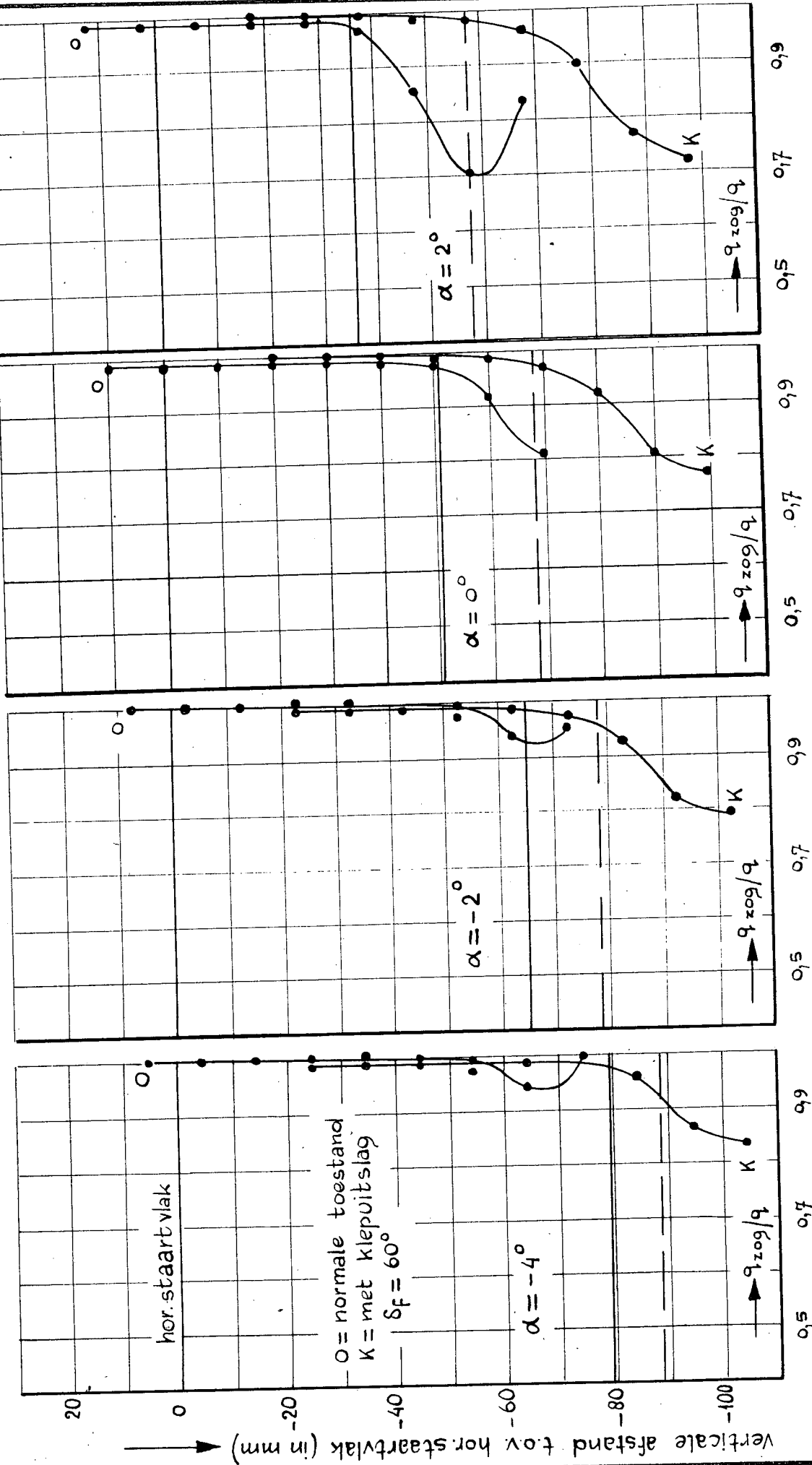


Fig. 27: C_L/C_D als functie van α

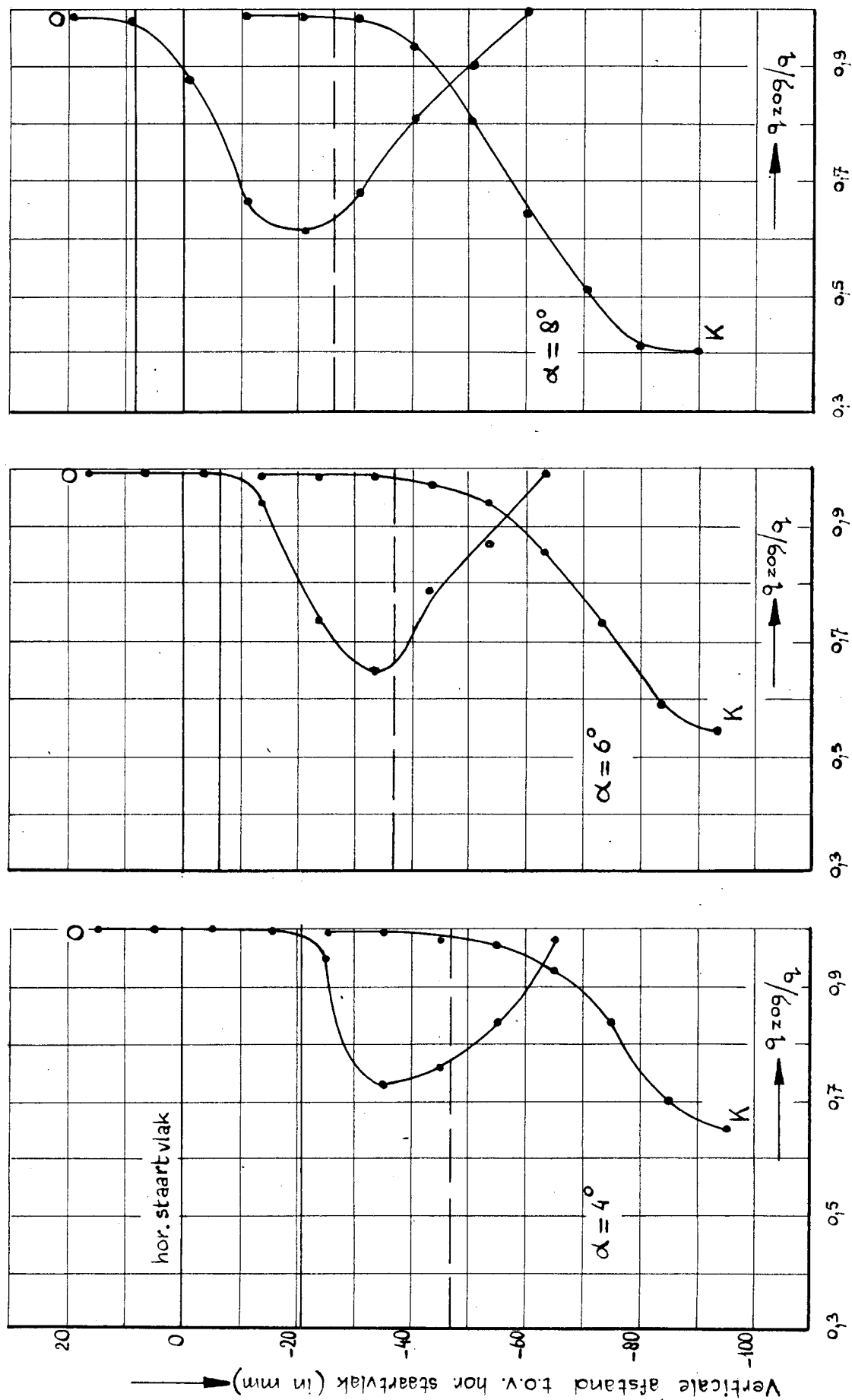
Juli 1955



— = hoogteligging van vleugelachtterrand (f uit fig. 11)
 — = hoogteligging van ophangpunt vleugel (K uit fig. 11)

Fig: 28 a. Resultaten der zogmetingen

BY MIESZ

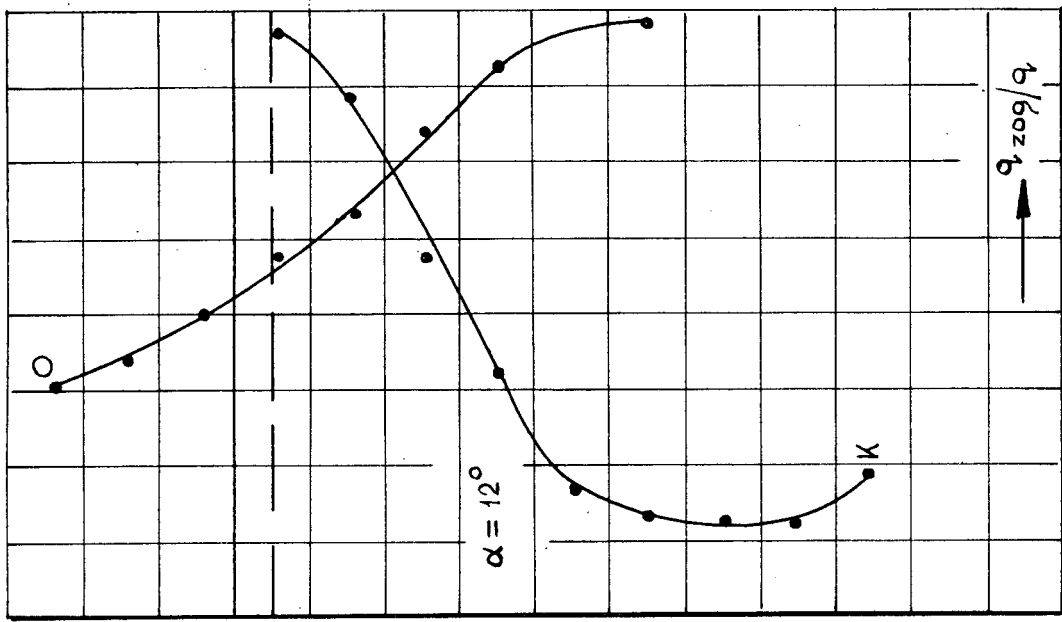
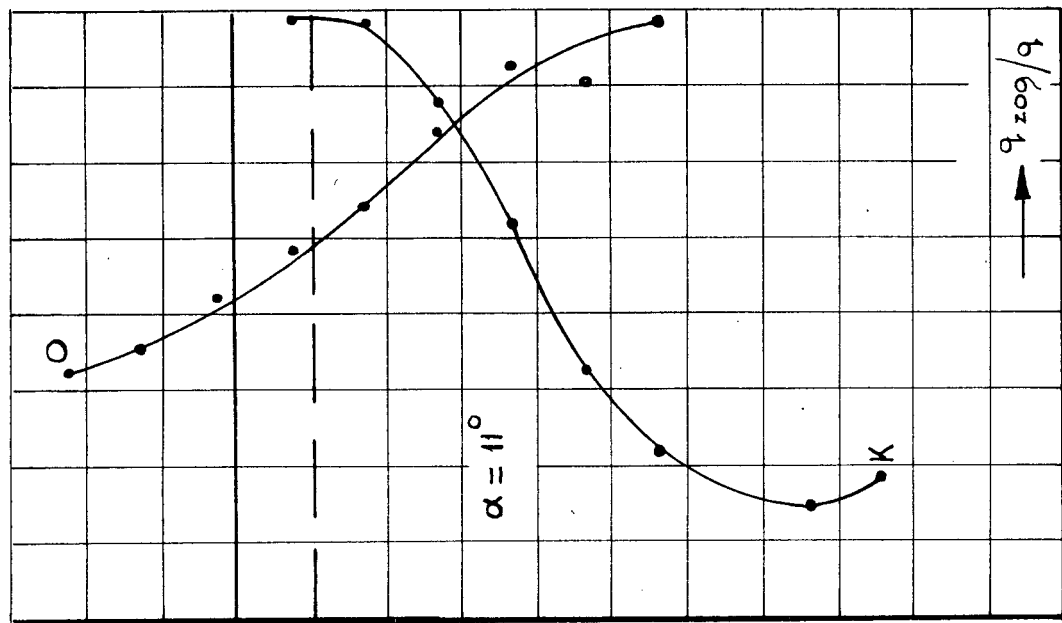
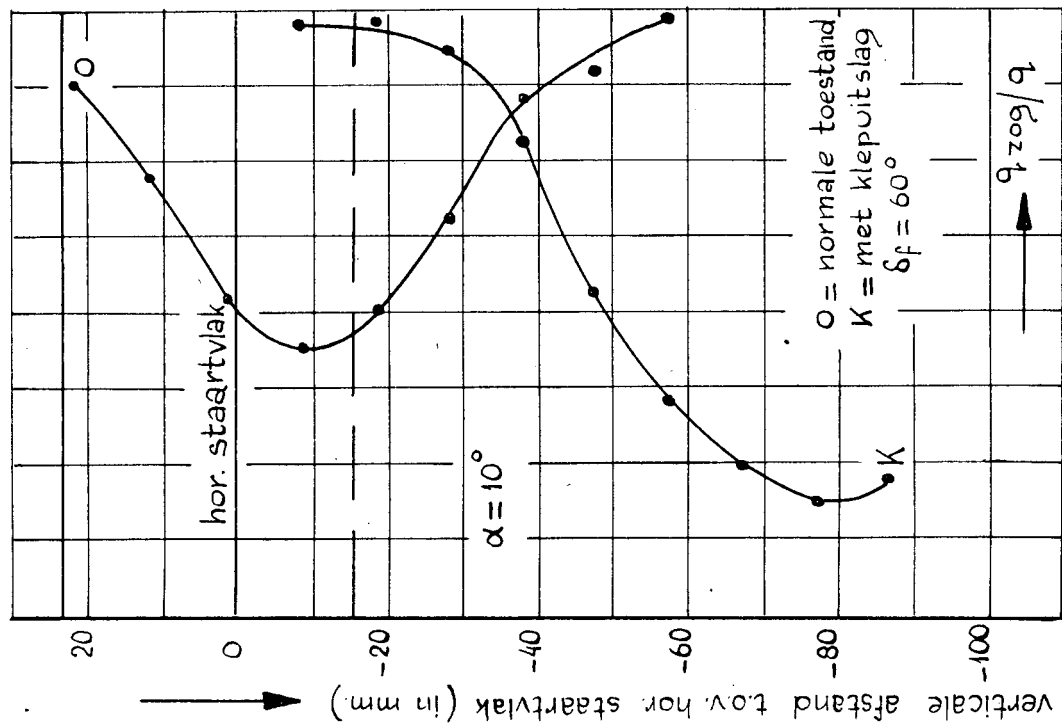


O = normale toestand; K = met klepuitslag $\delta f = 60^\circ$; — = hoogteblijging van vleugelachterrand (f uit fig. 10); - - - = hoogteblijging van ophangpunt vleugel (k uit fig. 11)

Fig. 28b: Resultaten der zogmetingen.

juli 1955

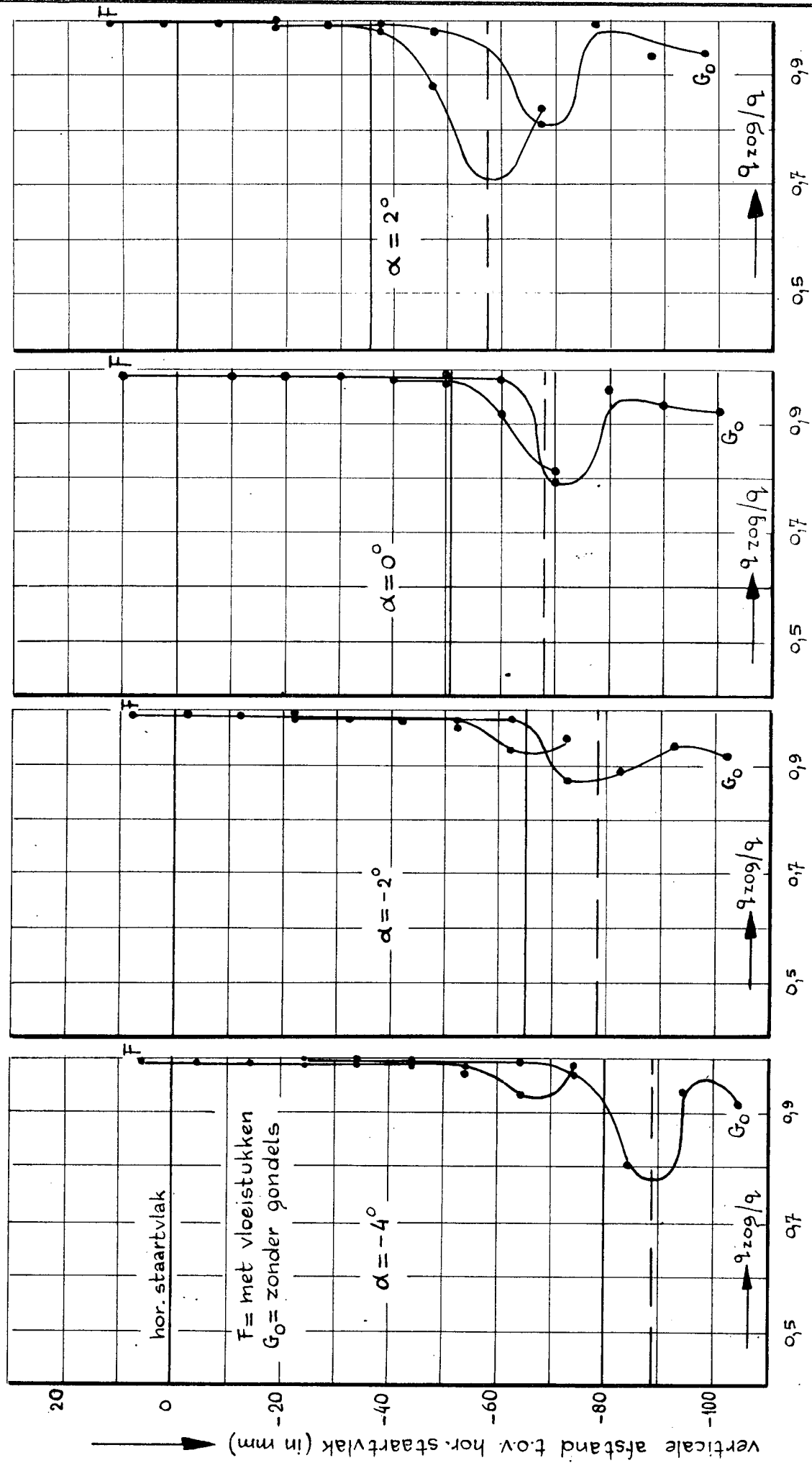
Handwritten signature



— = hoogteligging van vleugelachterrand (f uit fig. 11)
 - - - = hoogteligging van vleugelophangpunt (k uit fig. 11)

Fig. 28 c. Resultaten der zogmetingen.

juli 1955

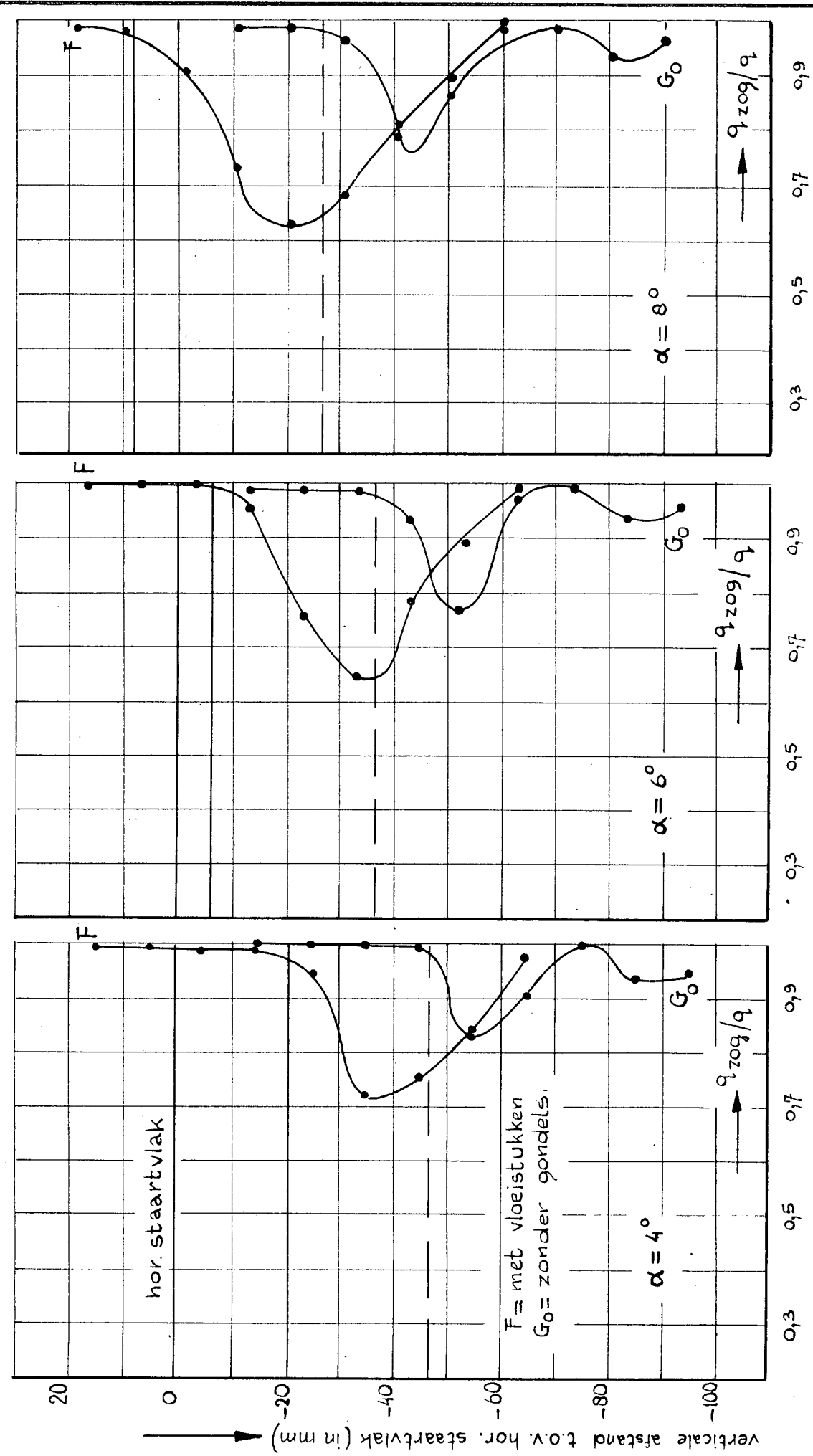


— = hoogteligging van vleugelachtterrand (F uit fig. II)
 - - - = hoogteligging van vleugelophangpunt (k uit fig. II)

juli 1955

Fig. 29a. Resultaten der zogmetingen.

Handwritten signature

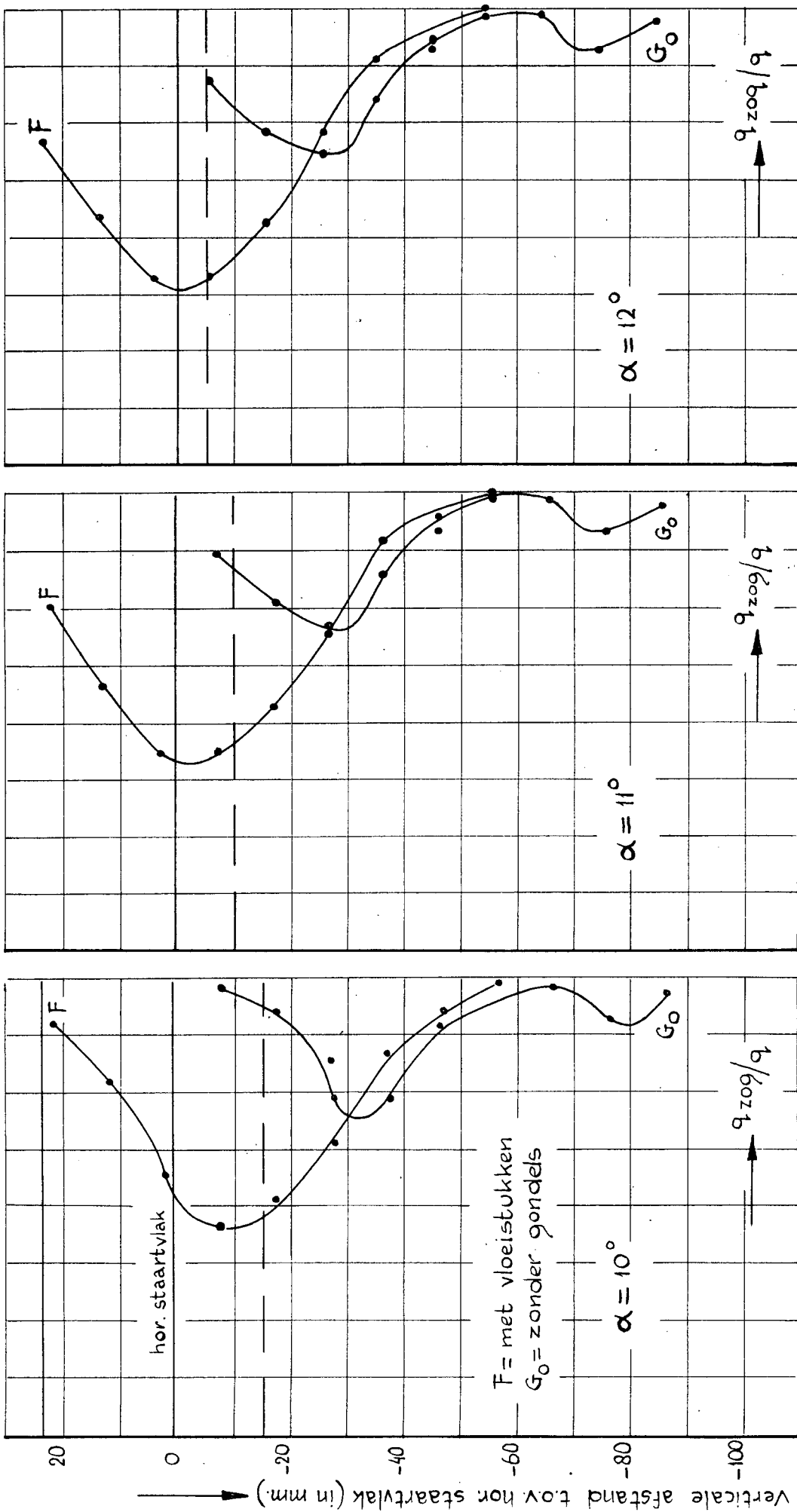


— = hoogteligging van vleugelachterrand (f uit Fig. II)
 - - - = hoogteligging van vleugelophangpunt (k uit Fig. II)

juli 1955

Fig:29 b. Resultaten der zogmetingen

21/10/57



— = hoogteligging van vleugelachterrand (f uit fig. 11)
 - - - = hoogteligging van vleugelophangpunt (k uit fig. 11)

Fig. 29c. Resultaten der zogmetingen.

juli 1955

Handwritten signature

juli 1955

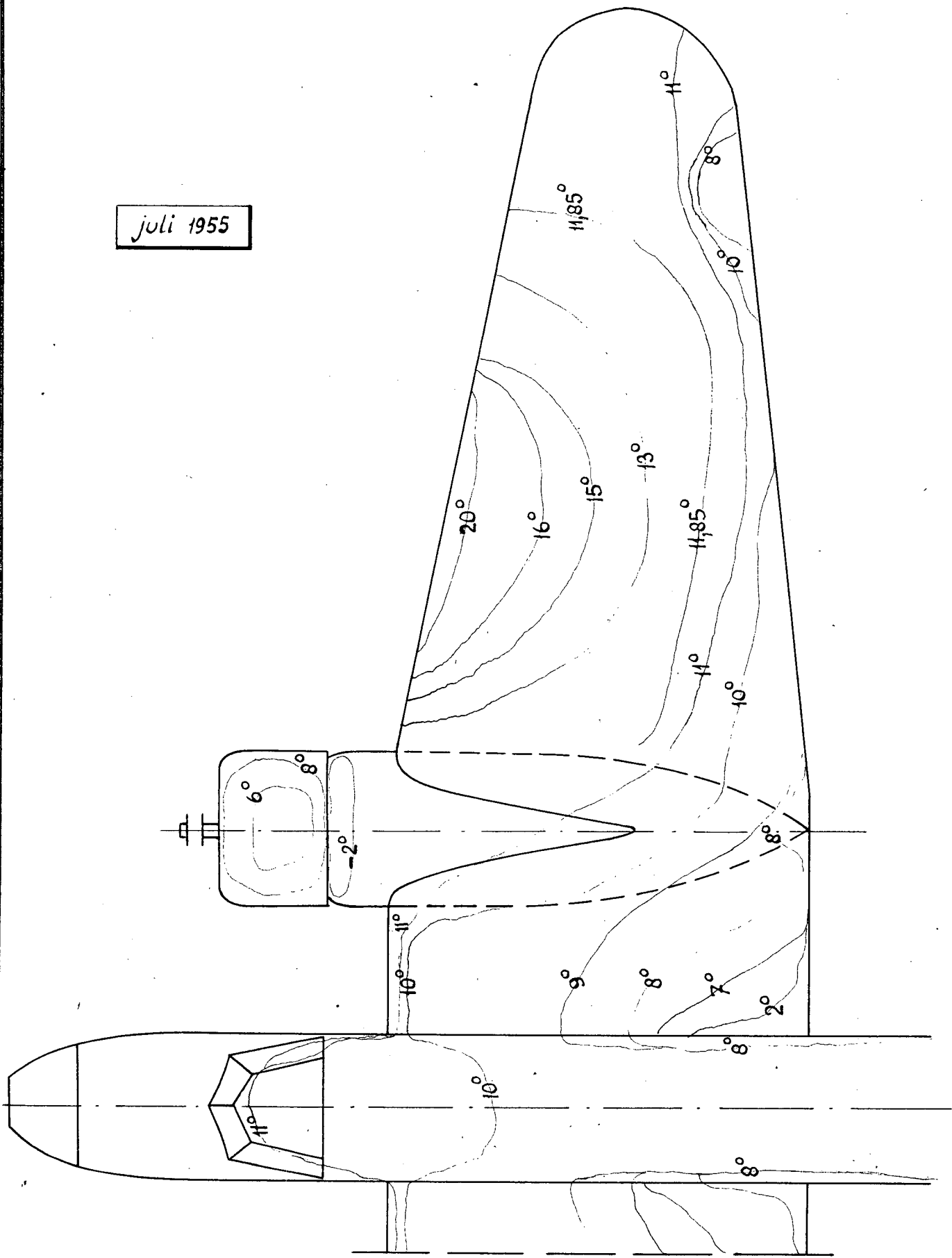
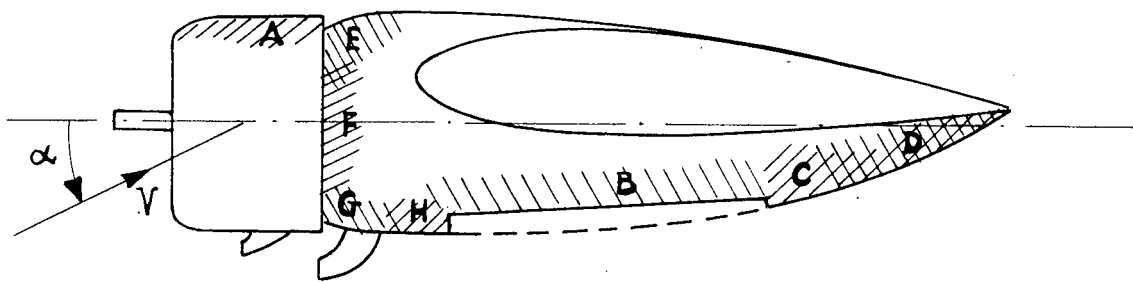
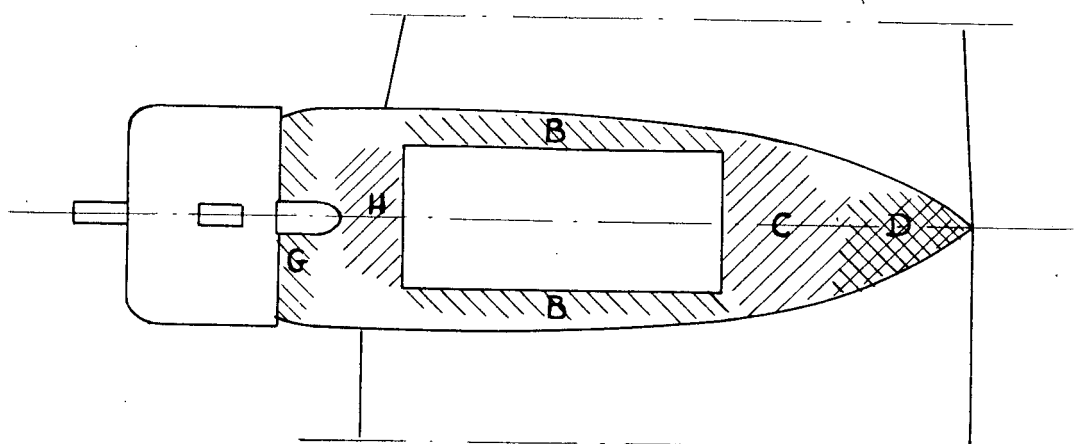


Fig. 30. Loslatingsgebieden aan de vleugelbovenzijde als functie van de invalshoek; modeltoestand O.



zijkant van de gondel



onderzijde van de gondel

fig. 31. Aanduiding van de gebieden op de motor-gondels, zie tabel 27.

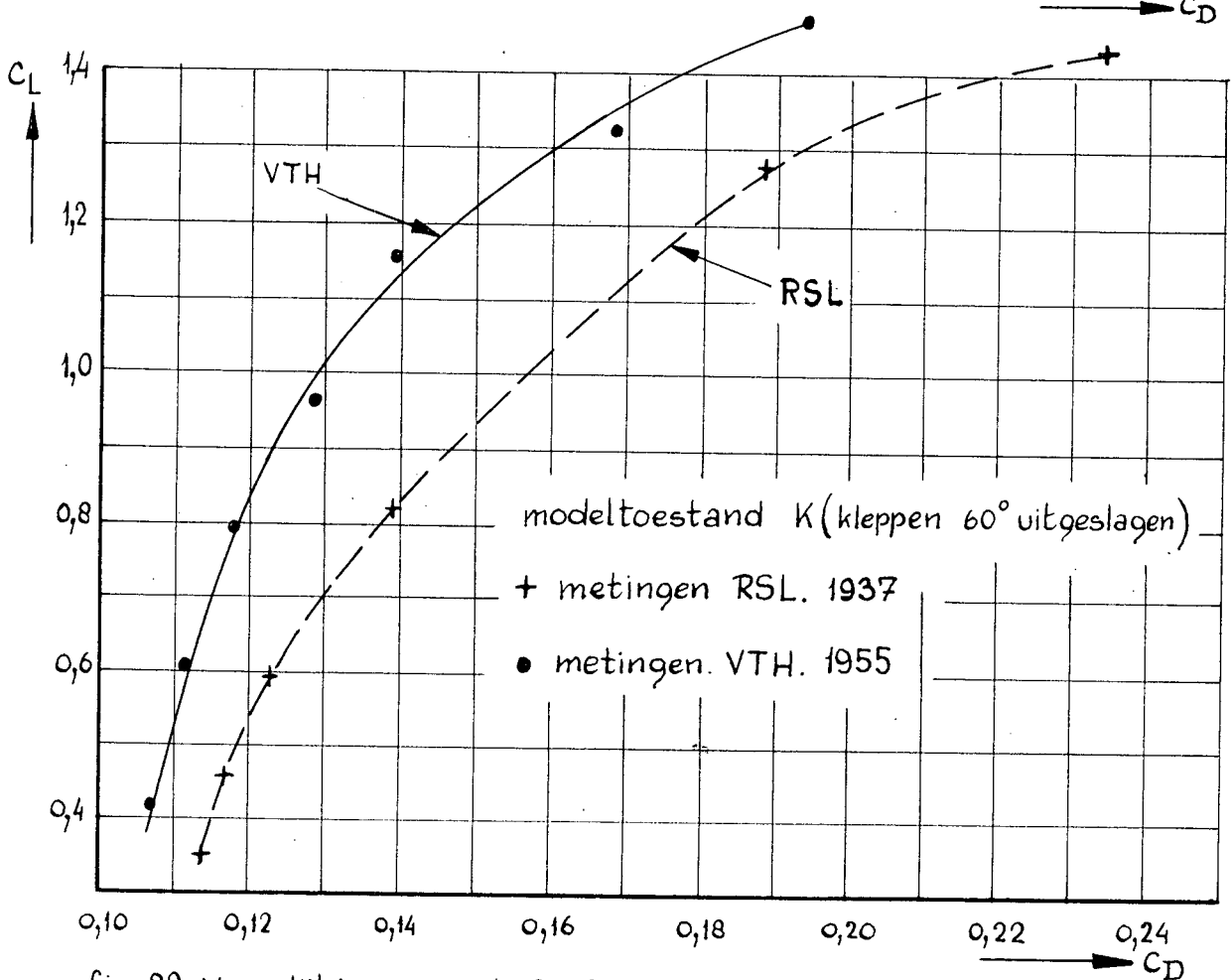
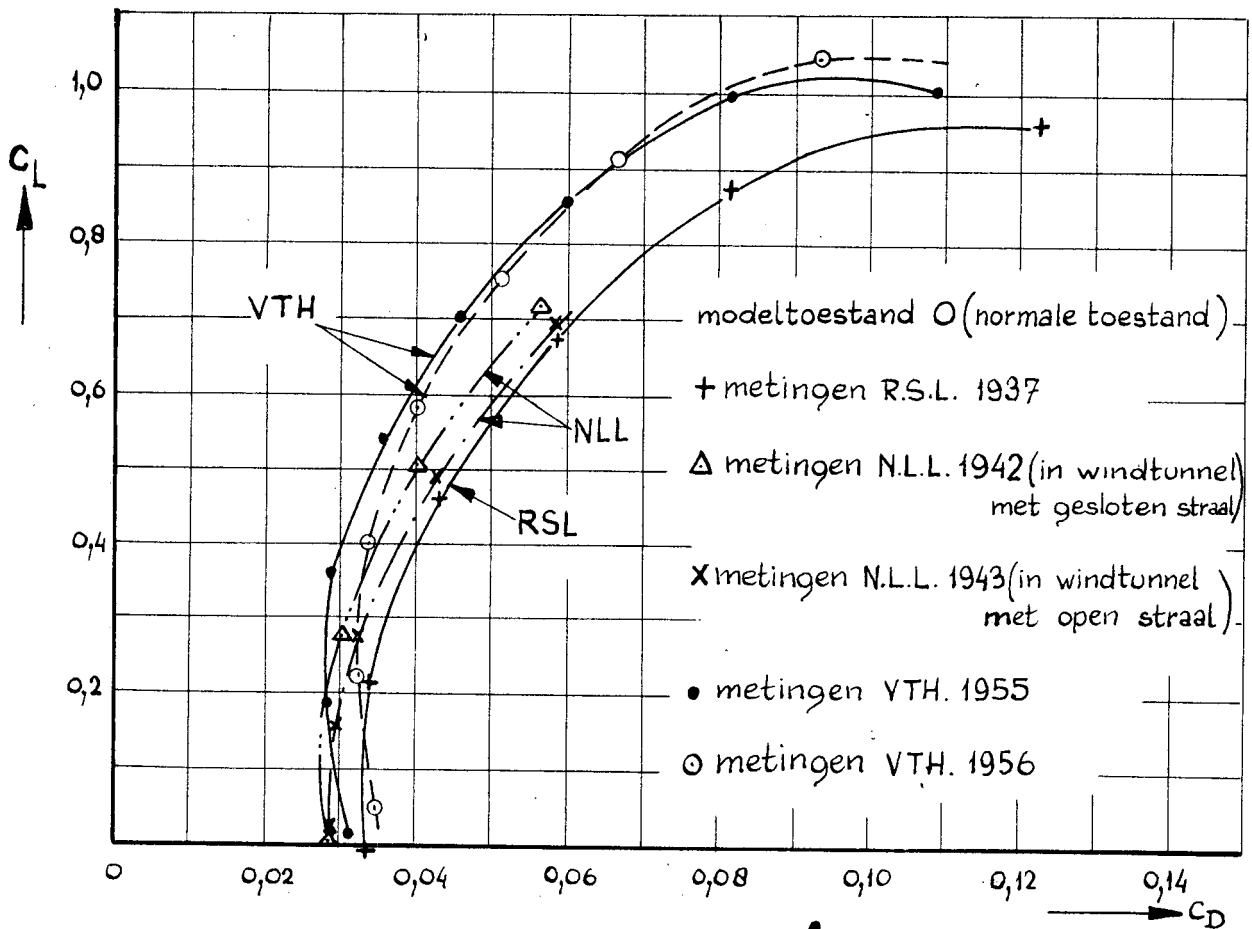


fig. 32. Vergelijking van de C_L - C_D krommen, gemeten door de Rijksstudiedienst voor de luchtvaart in 1937 en het NLL in 1942-'43 en bepaald in de VTH-LTT in 1955-'56, voor de modeltoestanden O en K.

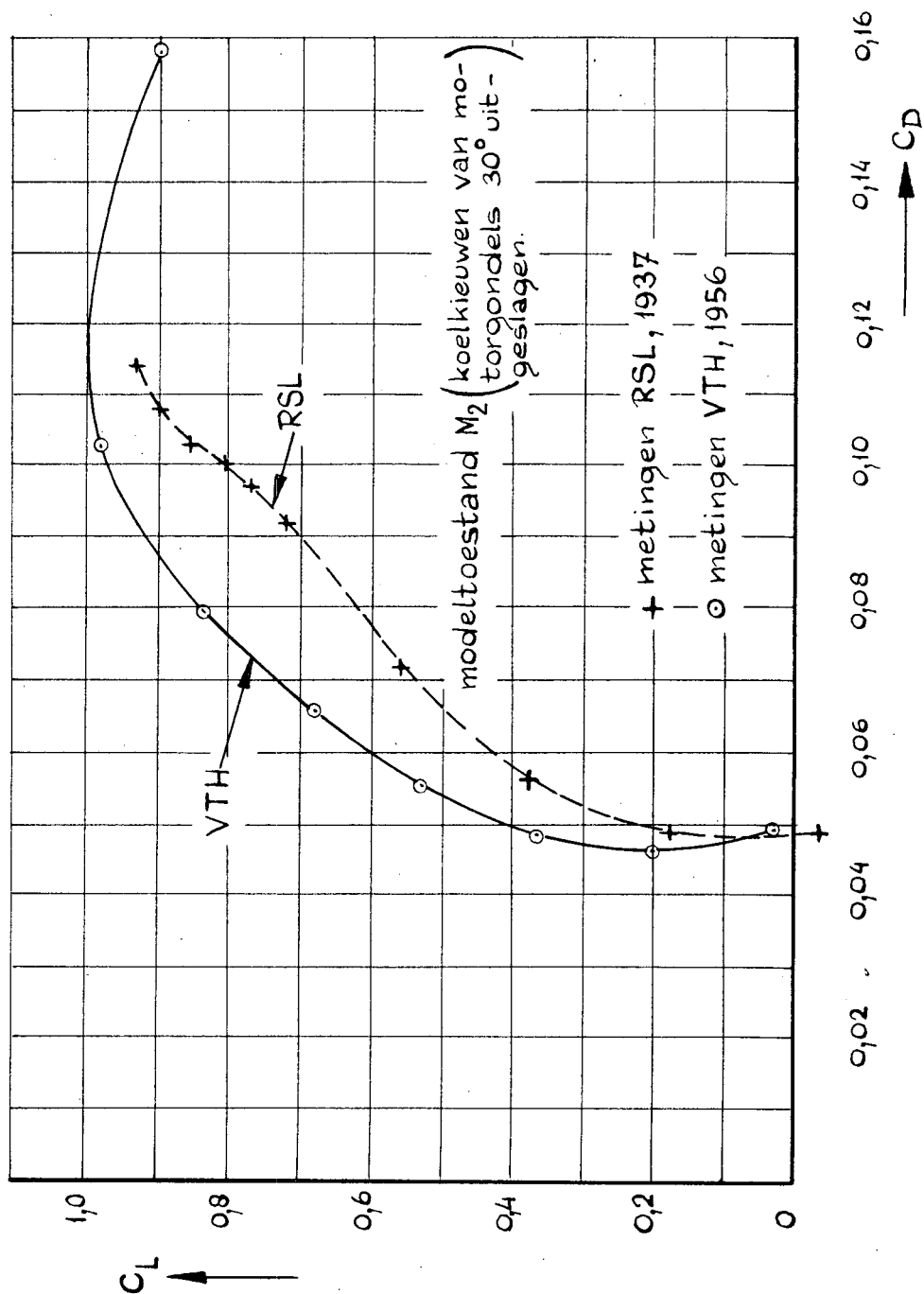


Fig: 33. Vergelijking van de C_L - C_D krommen, gemeten door de Rijks-
 studiedienst voor de Luchtvaart in 1937 en bepaald in de VTH-LTT
 in 1956, voor de modeltoestand M_2 .

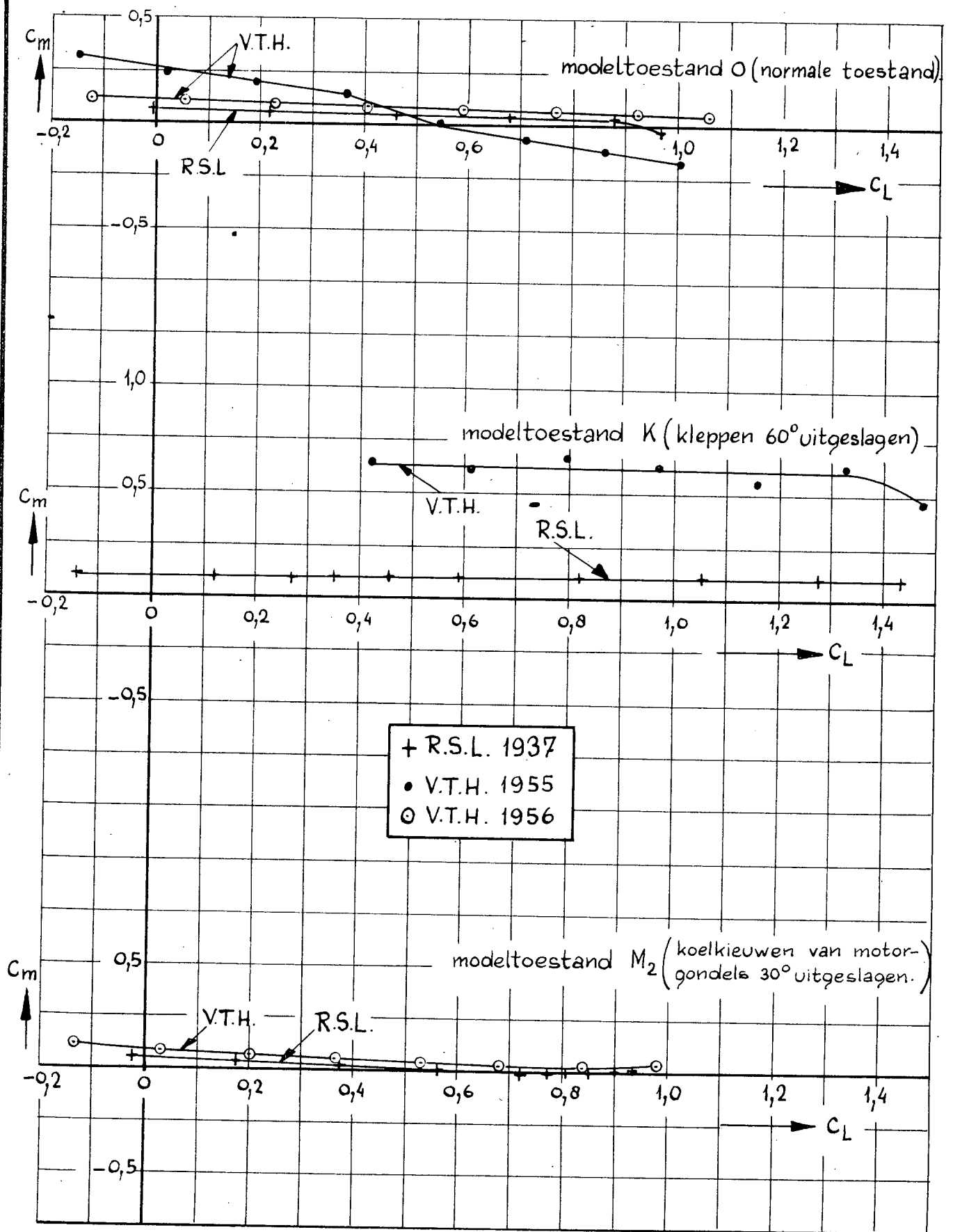


Fig:34. Vergelijking tussen de $C_m - C_L$ krommen, gemeten door de Rijks-studiedienst voor de Luchtvaart in 1937 en bepaald in de VTH-LTT in 1955 en/of '56, voor de modeltoestanden O, K en M_2 .

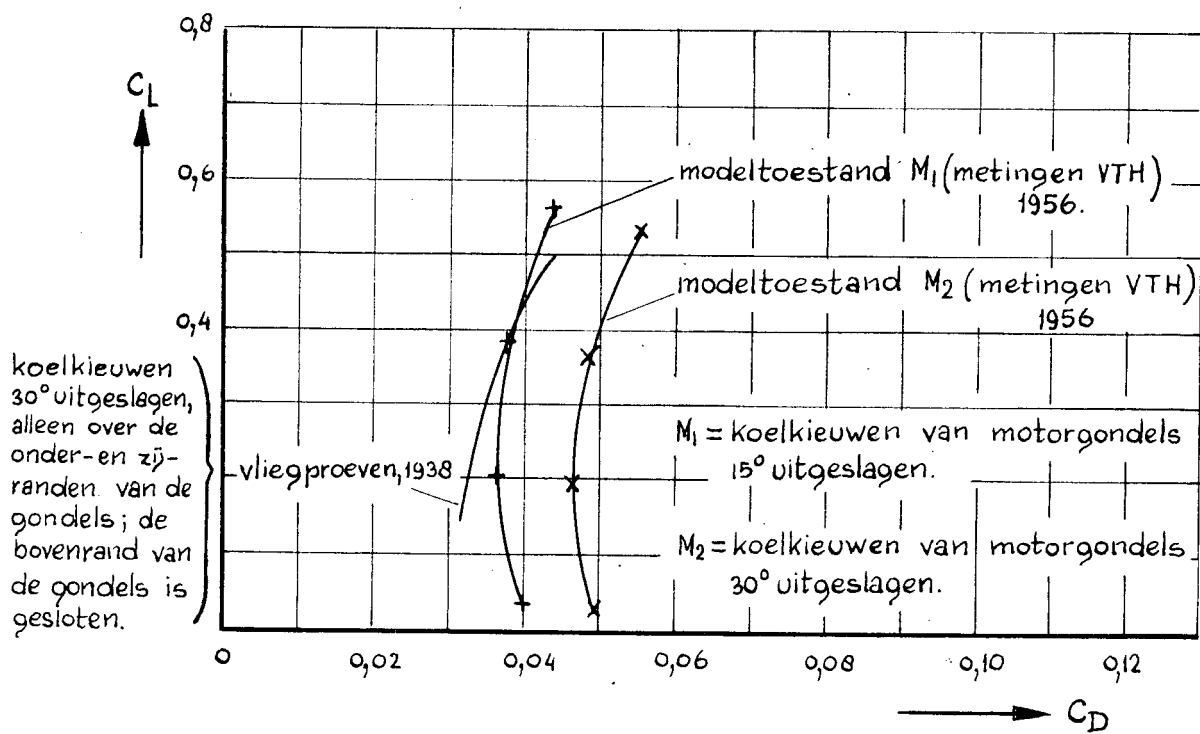
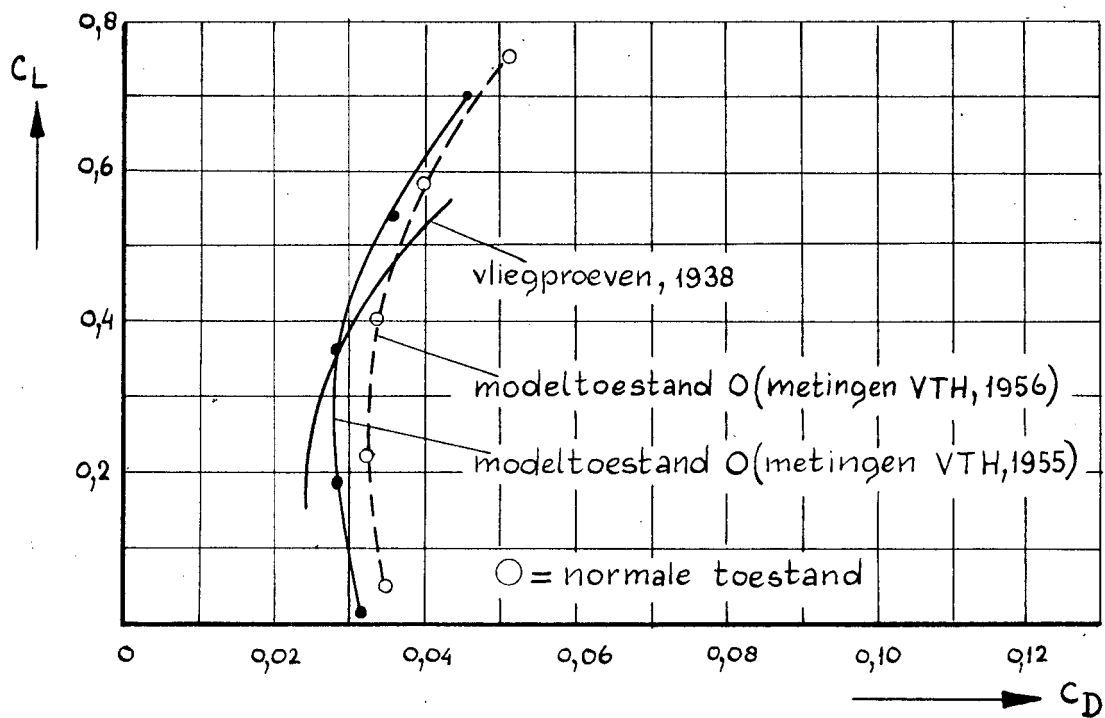


Fig:35. Vergelijking tussen de C_L - C_D krommen, gemeten uit vliegproeven in 1938 en bepaald in de VTH-LTT in 1955 en/of '56, voor de toestanden O en M.

