



Illustrierte
technische Zeitschrift und Anzeiger

für das gesamte

„Flugwesen“

Offizielles Organ der Flugzeugfabrikanten und Flugtechn. Vereine.

Unter Mitwirkung bedeutender Fachmänner herausgegeben von

Oskar Ursinus,

Zivilingenieur, Frankfurt am Main

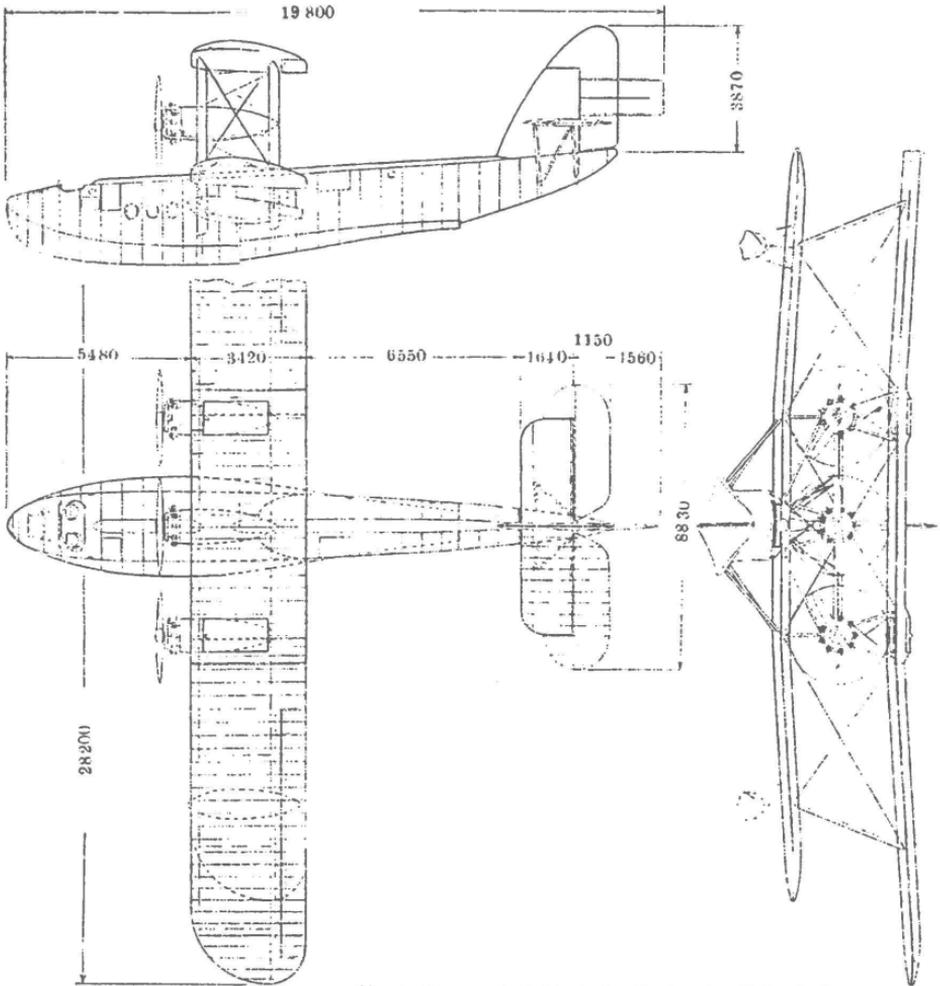
XIX. Jahrgang 1927.



Redaktion und Verlag des „Flugsport“
Frankfurt am Main.

Für die Flügelkonstruktion wurden eingehende Versuche unternommen, und es werden nun auswechselbare Duralrippen und Duralrohre verwendet. Zur Erleichterung der Steuerausschläge und damit zur Entlastung des Führers sollen die Steuerflächen sogenannte Servoruder, d. h. kleine Hilfsflächen nach dem Flettnerprinzip, erhalten. Diese sollen dazu beitragen, daß bei Langstreckenflügen keine Ermüdung des Führers eintritt. Zum Schlusse noch einige Daten des Doppeldeckers: Motoren: 3 Bristol Jupiter 420 PS, Spannweite 282 m, Länge über alles 19,8 m, Gesamtgewicht 8920 kg, Nutzlast 1610 kg, Höchstgeschwindigkeit 195 km/Std., Wasserungsgeschwindigkeit 85,5 km/Std., Reichweite 875 km.

F. L.



Short Ganzmetall-Verkehrsflugboot „Calcutta“.

Luftreibungswiderstand bei hohen Geschwindigkeiten.

Von A. B. Scherschewsky, Berlin.

Der russische Professor K. E. Ziolkowsky*) gibt auf Seite 93—97 der Neubearbeitung (Ende 1926) seines klassischen Werkes über Raum-

*) Befindet sich mit dem Verfasser im ständigen Briefwechsel.

schiffahrt „Untersuchung der Weltenräume mittels Reaktionsraum-
schiffen“ (1911–13) Ergebnisse seiner neuen Untersuchungen über
Luftreibungswiderstand, und zwar: Eine gaskinetische Deutung des
Höchstreibungswiderstandes der Luft, Luftreibungswiderstand bei ho-
hen Geschwindigkeiten und Ansätze, welche letztere mit der Prandtl-
schen Grenzschichttheorie und dem Kennwerteinfluß verbinden.

Ich gebe hier einen kurzen Bericht über die neuen russischen Er-
gebnisse. Ich führe folgende Bezeichnungen ein:

W	kg	mlt ⁻²	Voller Gas- bzw. Luftwiderstand
W _r	kg	mlt ⁻²	Reibungswiderstand
W _f	kg	mlt ⁻²	Formwiderstand
γ	kgm ⁻³	ml ² t ⁻²	Spez. Gewicht des Gases bzw. der Luft
g	m sec ⁻²	l t ⁻²	Erdschwerebeschleunigung 9,81
ρ = γ : g	kg sec ² m ⁻⁴	m l ⁻³	Gas- bzw. Luftdichte (Luft 0,131)
V _{mol.}	m sec ⁻¹	l t ⁻¹	Molekulare Geschwindigkeit des Gases bzw. der Luft
v	m sec ⁻¹	l t ⁻¹	Fluggeschwindigkeit
d	m	l	Grenzschichtdicke
F	m ²	l ²	Reibungsfläche
l bzw. l _r	m	l	Länge der Reibungsfläche bzw. des Rumpfes des Fluggeräts
b bzw. D	m	l	Breite der Reibungsfläche bzw. des Rumpfdurchmessers des Fluggerätes
λ = l : D	0	0	Rumpfschlankheit
G _{mol}	kgm ⁻³	ml ² t ⁻²	Molekulargewicht des Gases bzw. der Luft
T	kgm	ml ² t ⁻²	Absolute Temperatur des Gases bzw. der Luft (Energieinhalt)

Die Rechnungen beziehen sich insbesondere auf Luftreibungsbe-
stimmung bei Rumpfen sehr schnell fliegender Fluggeräte, insbesondere
von Reaktionsflugzeugen und Reaktionsraumschiffen bei ihrem Flug
in den dichteren Gasschichten der Planeten.

1. Bei großer Schlankheit des Fluggerätrumpfes ist der Anteil des
Formwiderstandes gegen den Reibungswiderstand verschwindend, d. h.

$$\left. \begin{array}{l} W = W_f + W_r \\ \text{und nach eben Gesagtem bei } \lambda = l_r : D = 100 \div 200 \\ \text{ist } W_f \ll W_r \\ \text{also } W \approx W_r \end{array} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

2. Der Höchstreibungswiderstand in einem Gase wird durch die
Gleichung

$$W_{r_{\max}} = \frac{\gamma}{6g} \cdot F \cdot V_{\text{mol}}^2 = \frac{\rho}{6} \cdot F \cdot V_{\text{mol}}^2 = \frac{\rho}{6} \cdot l \cdot b \cdot V_{\text{mol}}^2 \dots (2)$$

gegeben.

Also ist der größtmögliche Reibungswiderstand in einem Gase der
ersten Potenz seiner Dichte, der reibenden Fläche und der zweiten

Potenz seiner Molekulargeschwindigkeit verhältig, woraus folgt, daß in bezug auf Reibung sich Gase bei äußerst hohen Geschwindigkeiten wie feste Körper verhalten, bei denen in erster Näherung die Reibung von der Relativgeschwindigkeit unabhängig ist (Coulomb). Nach Gl. (2) findet man als Höchstreibungswiderstand der Luft rund 11 kg/m^2

$$| \text{m l}^{-1} \text{ t}^{-2} |$$

3. Für permanente ideale Gase ist bei konstantem Druck der Höchstreibungswiderstand der ersten Wurzel aus dem Produkt des Molekulargewichtes und der absoluten Temperatur (i. e. Energieinhalt) verhältig, d. h.

$$W_{r,\text{max}} = f | k \cdot (G_{\text{mol}} \cdot T)^{0,5} | \dots \dots \dots (3)$$

wobei k natürlich die Dimension $[l]$ hat.

4. Andere Gedankengänge führen zu folgender Gl. für beliebige Geschwindigkeiten:

$$W_r = \frac{7}{2} g \cdot d \cdot b \cdot v^2 = \frac{9}{2} \cdot d \cdot b \cdot v^2 \dots \dots \dots (4)$$

Also ist nach dieser Gleichung der Reibungswiderstand in einem Gase der ersten Potenz seiner Dichte, der Grenzschichtdicke und der Breite der Reibungsfläche und der zweiten Potenz der Fluggeschwindigkeit verhältig. Erkenntnistheoretisch müßte ja $W_r = f(F)$ sein, was auch dadurch berichtigt wird, daß Gl. (4) nur für den Fall gilt, daß l bzw. l_r numerisch der Fluggeschwindigkeit gleich ist, d. h.

$$|l| \text{ bzw. } |l_r| = |v| \dots \dots \dots (5)$$

was natürlich meist nicht der Fall ist, da gewöhnlich

$$|l| \text{ bzw. } |l_r| < |v|$$

ist.. Falls Gl. (5) besteht, ist der Kennwert

$$E = 1000 \cdot |l_r|^2 | \text{m} \cdot \text{mm/sec} | |l^2 \text{ t}^{-1} |$$

und nur bei diesem Kennwort gilt Gl. (4). Wenn man $g \approx 10 \text{ m sec}^{-2}$, $b = 3 \text{ m}$ und $d = 0,01 \text{ m}$ ansetzt, so hat man nach Gl. (4) für Luft

$$W_r = 195 \cdot 10^{-8} \cdot v^2 \dots \dots \dots (6)$$

5. Die in 4. angedeutete notwendige Abhängigkeit zwischen $W_r =$ und l bzw. l_r findet ihren Ausdruck in der Abhängigkeit der Grenzschichtdicke vom Verhältnis $|v| : |l_r|$ d. h. bei $l_r = \text{Const}$, von v . Wenn wir die Grenzschichtdicke bei $|l_r| = |v|$ als d_1 bezeichnen, so ist ihre Dicke bei anderen Geschwindigkeiten durch Gl.

$$d = d_1 : \left[1 + \ln \left(\frac{v}{l_r} \right) \right] \dots \dots \dots (7)$$

gegeben.

Also können wir die Gl. (4) und (6) mit dem Korrekturglied auf Verringerung der Grenzschichtdicke folgendermaßen schreiben

$$W_r = \frac{9}{2} \cdot d \cdot b \cdot v^2 : \left[1 + \ln \left(\frac{v}{l_r} \right) \right] \dots \dots \dots (4)1$$

und

$$W_r = 1,95 \cdot 10^{-6} \cdot v^2 : \left[1 + \ln \left(\frac{v}{l_r} \right) \right] \dots \dots \dots (6) 1$$

6. Die Gl. -en (4), (4)1, (6) und (6)1 lassen sich durch die bekannte Relation

$$e : 2 v^2 = q \text{ (Staudruck)}$$

noch weiter vereinfachen.

Ich gebe hier eine Zahlentafel der Berechnung der Funktionswerte der Gl. (7).

$l : v$	$1 + \ln \left(\frac{v}{l_r} \right)$	Grenzschildtdicke in v. H.
1	1,00	100,00
2	1,69	59,15
3	2,10	47,60
4	2,39	41,85
5	2,61	38,32
7	2,94	34,00
10	3,30	30,30
20	4,00	25,00
30	4,40	22,72
40	4,69	21,30
50	4,91	20,35



Satzungen der Fédération Aéronautique Internationale (FAI).

Am 1. Jan. 1926 sind die neuen auf der FAI-Konferenz 1925 in Prag beschlossenen Satzungen in Kraft getreten.

Artikel 1. Die in Paris am 14. Oktober 1905 gegründete Fédération Aéronautique Internationale setzt sich aus den anerkannten nationalen Verbänden zusammen, die in ihren betreffenden Ländern den Luftsport regeln.

Der Luftsport wird durch diese Verbände bei ihr unmittelbar vertreten.

Es wird für jedes Land und für alle Zweige der Luftfahrt nur eine sportliche Gewalt (pouvoir sportif) anerkannt.

Unter einem in der FAI vertretenen Land versteht man die Nation im eigentlichen Sinne einschließlich ihrer angegliederten Teile, Dominien, Protektorate und Kolonien.

Die FAI kann zwar einen nationalen Verband in jedem angegliederten Gebietsteil, Dominion, Protektorat oder Kolonie anerkennen, jedoch nur auf Vorschlag des beteiligten nationalen Verbandes. Diese Entscheidung kann nur durch Beschluß einer Konferenz der FAI unter denselben Bedingungen getroffen werden, wie in Artikel 13 dieser Satzungen vorgesehen.

Durch die Tatsache ihrer Zulassung zur FAI unterliegen die Verbände ohne Vorbehalt den Satzungen und allgemeinen Vorschriften sowie deren Anhängen.

Die Grundsätze der FAI sind folgende:

- a) Achtung der nationalen Vorschriften und persönlichen Satzungen jedes Verbandes durch die FAI;