

FLUGTECHNISCHE BIBLIOTHEK 6



**MEISS**

---

**Verspannen**

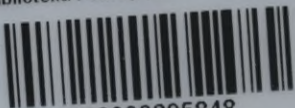
—>>>>> von <<<<<<

**Flugzeugen**



RUMPLER  
WERKE  
A-G.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295848

# Julius Pintsch A.-G. Berlin

**Behälter und Kessel** wassergas-geschweißt,  
autogen-geschweißt und hart gelötet

**Verzinkungspfannen** wassergas-geschweißt

**Landungslichter und Windrichtungs-  
anzeiger für Flugplätze** D. R. P.

**Leuchtfeuer für die Luftfahrt** D. R. P.

**Blitzfeuer und Blinkfeuer** nach den neusten  
Erfahrungen auf diesem Gebiet für den  
Betrieb mit elektrischem Strom, Azetylen  
oder anderen Gasen

**Alarm-Sirenen** D. R. P. von stärkster Wir-  
kung für Preßluft oder andere hoch-  
gespannte Gase

**Explosionssichere Scheinwerfer**

**Sonnenbrenner**

**Signalapparate aller Art**

**Glühlampen-  
fabrik**

Preis-anfrage erbittet  
Glühlampen-Abteilung



Einzig, auch nach  
langer Brenndauer  
stoßfeste

**Metal-Lampe  
Kohle-Lampe**

911A % 8-40



ARTHUR GÄRTNER-ADLERSHOF

LEITUNG/FÄHIGKEIT & WÄRMEPROPELLER IM MONAT

STÄNDIGE PROPELLER-AUSSTELLUNG & JOHANNISTRASSE

28  
28

SEKCJA LOTNICZA  
PRZY AKADEMII GÓRNICZEJ -  
WYDZIAŁACH POLITECHNICZNYCH  
W KRAKOWIE

# Verspannen von Flugzeugen

von

WILLY MEISS

**Verlagsbuchhandlung**

Berlin W 62, Lutherstr. 14

**Richard Carl Schmidt & Co.**

Telephon: Amt Lützow 5147



**Flugtechnische**

**Bibliothek**

Band 1: **Flugmotoren**

von Hermann Dorner und Walther Isendahl, Ingenieuren.  
3. Auflage, bearbeitet von Ingenieur Walther Isendahl.  
240 S. Mit 94 Abbild. im Text. Preis eleg. geb. M. 3.60

Band 2: **Moderne Flugzeuge in Wort und Bild**

von Heinz Erblich, Flugzeugführer.

2. verbesserte Auflage. 220 Seiten mit 172 Abbildungen  
im Text. Preis elegant gebunden M. 3.—

Band 3: **Störungen am Flugmotor,**

ihre Ursachen, Auffindung und Beseitigung nebst Flugmotoren-  
kunde von Dr. Fritz Huth.

Mit 58 Abbildungen, darunter 4 Tafeln und einer Störungs-  
tabelle. Preis elegant gebunden M. 3.—

Band 4: **Fliegerschule**

Was muß ich wissen, wenn ich Flieger werden will?

170 Seiten mit 140 Abbildungen im Text. 3. Auflage.  
Preis elegant gebunden M. 3.60

Band 5: **Die Ausbildung zum Flugzeugführer**

von Heinz Erblich, Ingenieur und Flugzeugführer.

160 Seiten mit 79 Abbildungen. Preis eleg. geb. M. 3.—

Band 6: **Verspannen von Flugzeugen**

von W. Meiß.

140 Seiten mit 100 Abbild. und 3 Tafeln. Preis M. 3.60

Band 7: **Was der Flieger und der Flugmotoren-  
Monteur vom Standmotor wissen müssen**

von Alfred Lindner.

130 Seiten mit 10 Abbildungen im Text. Preis M. 3.60

*Weitere Bände sind in Vorbereitung.*

Flugtechnische Bibliothek Band 6

SEKCJA LOTNICZA  
PRZY AKADEMII GÓRNICZEJ  
WYDZIAŁACH POLITECHNICZNYCH  
W KRAKOWIE

# Verspannen von Flugzeugen

von

WILLY MEISS

Ingenieur

Lehrer an der Werkmeisterschule der Kgl. Pr. Flugzeugmeisterei

Mit 100 Abbildungen und 3 Tafeln



BERLIN W 62  
Richard Carl Schmidt & Co.  
1918



**Verlagsbuch-**  
**handlung**  
BERLIN W 62  
Telephon:  
Amt Lützow 5147

**Richard Carl**  
**Schmidt & Co.**  
Lutherstraße 14  
Telephon:  
Amt Lützow 5147

## **Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

### **Band 1: Kritik der Drachenflieger**

von Ingenieur A. Vorreiter, Berlin. 2. Auflage. 136 Seiten mit 121 Abbildungen und Zeichnungen im Texte, sowie einer vergleichenden Zusammenstellung der wichtigsten Drachenfliegertypen. Groß-Oktavformat. Preis elegant gebunden M. 4.—

### **Band 2:**

**Grundzüge der praktischen Luftschiffahrt**  
von Victor Silberer, Wien. 240 Seiten mit 30, zum Teil ganzseitigen Abbildungen und vielen Vignetten. Groß-Oktavformat. Preis elegant gebunden M. 7.—

### **Band 3:**

**Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**  
(Vergriffen. Siehe Band 14.)

### **Band 4: Die Kunst zu fliegen**

ihre Anfänge, ihre Entwicklung. Von F. Ferber †. Deutsche Übersetzung von A. Schöning. 215 Seiten mit 108 Abbildungen. Preis elegant gebunden M. 5.—

**Band 5: Theorie und Praxis der Flugtechnik**  
von Painlevé und Borel. Deutsche Übersetzung mit Nachträgen von A. Schöning. 256 Seiten mit 76 Abbildungen und einer Tafel der Kenngrößen deutscher Flugmaschinen. Preis gebunden M. 7.—

**Band 6: Das Flugzeug in Heer und Marine**  
von Olszewsky und Helmrich v. Elgott. 300 Seiten mit 59 Textabbildungen. Preis elegant gebunden M. 7.—

### **Band 7: Aeronautische Meteorologie**

von Fr. Fischli. 213 Seiten mit 49 Abbildungen, Karten und Tafeln. Preis elegant gebunden M. 7.—

### **Band 8: Der Fallschirm**

Seine geschichtliche Entwicklung und sein technisches Problem. Von Gustav von Falkenberg. 190 Seiten mit 83 Abbildungen im Text. Preis elegant gebunden M. 6.—

Fortsetzung siehe Seite 6

Akc. Nr.

207/51



~~I 130~~



Vorwort.

I-301505

Mit Vorliegendem gebe ich Flugzeugwart und -führer eine aus längerer Praxis im Flugbetriebe entstandene Anleitung zum Verspannen der Flugzeuge und zur Beseitigung von Fehlern im Fluge in die Hand.

Ich behandle das Gebiet in einer Form, wie solche mir nach meinen Beobachtungen bei der Ausbildung von Werkmeistern und sonstigem technischen Personal der Fliegertruppe als die verständlichste erscheint. Die eingefügte Erläuterung des aerodynamischen Fluges wird wesentlich dazu beitragen, zu einem Arbeiten mit Überlegung anzuregen und vor allem das Verständnis für die Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung zu fördern.

Mit Unterstützung der meisten unserer Flugzeugfabriken ist es mir möglich geworden, im Laufe der Zeit gemachte Aufzeichnungen über Spannungswerte und Typenmerkmale bis auf die neuesten Typen zu vervollständigen, welche Zusammenstellung dem praktischen Flugbetrieb in Feld und Heimat gute Dienste leisten wird.

Berlin, im Juli 1918.

Willy Meiß.

BPK-13-64/2017

Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co., Berlin W 62

## **Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

Band 9: **Hilfsbuch für den Flugzeugbau**  
von Dipl.-Ing. O. L. Skopik. 220 Seiten mit 44 Abb. Preis M. 6.—

Band 10:

**Handbuch für Flugzeugkonstruktoren**  
von Camillo Haffner. 270 Seiten mit 218 Abbildungen. 2. Aufl.  
Preis elegant gebunden M. 8.—

Band 11: **Wie berechnet, konstruiert und baut man ein Flugzeug?**  
von Dipl.-Ing. O. L. Skopik. 3. Auflage. 260 Seiten mit 200 Abbildungen. Preis elegant gebunden M. 8.—

Band 12: **Flugzeug-Modellbau**

von P. L. Bigenwald, Ziv.-Ing. 171 Seiten mit 158 Abbildungen und Konstruktionszeichnungen. 2. Aufl. Preis elegant geb. M. 6.—

Band 13: **Fliegerhandbuch**

von k. k. Hauptmann und Feldpilot Robert Eyb. 3. Auflage. 300 Seiten mit 224 Abbildungen. Preis elegant gebunden M. 12.—

Band 14:

**Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**  
von Dr. Fritz Huth. 200 Seiten mit 178 Abbildungen und 1 Tafel.  
2. Auflage. Preis elegant gebunden M. 6.—

Band 15: **Baustoffe und Bauteile**

von Dr. Fritz Huth. 200 Seiten mit 98 Abb. Preis eleg. geb. M. 7.—

Band 16: **Statik im Flugzeugbau**

von J. Schwengler, Ob.-Ing. 200 Seiten m. 70 Abb. Geb. M. 7.—

Band 17: **Praxis des Flugzeugbaues**

Ein Handbuch des Flugzeugbaues in 3 Bänden von K. Anacker, Ing. und Flugzeugführer. Band 1: **Das Flugzeug und sein Aufbau.** 200 Seiten mit 148 Abbildungen. Preis gebunden M. 6.—

Band 18: **Praxis des Flugzeugbaues**

Ein Handbuch des Flugzeugbaues in 3 Bänden von K. Anacker, Ing. und Flugzeugführer. Band 2: **Der Flugzeugmotor.** 260 Seiten mit 226 Abbildungen im Text. Preis dauerhaft gebunden M. 9.—

Band 19: **Praxis des Flugzeugbaues**

Band 3 in Vorbereitung.

Band 20: **Die Luftschraube**

Eine einfache Darstellung der Wirkungsweise von Luftschrauben von Dr. H. Borck. Mit 39 Textabb. und 5 Tafeln. Preis eleg. geb. M. 5.—

*Weitere Bände sind in Vorbereitung.*

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort . . . . .	5
I. Einleitung . . . . .	9
Flügelgrundstellungen . . . . .	9
II. Einteilung der Flugzeuge . . . . .	12
Ein-, Doppel- und Vieldecker . . . . .	12
Typenbezeichnungen . . . . .	18
III. Die Hauptteile des Flugzeuges . . . . .	21
Rumpf, Flossen, Fahrgestell . . . . .	22
Flügel . . . . .	24
IV. Flügelverspannung . . . . .	28
Kabelbezeichnungen . . . . .	31
Änderung der Verspannung . . . . .	36
V. Flugzeugbeförderung . . . . .	42
VI. Allgemeine Verspannungsanleitung . . . . .	46
Vorbereitungen . . . . .	46
Aufbau . . . . .	49
Ausrichten des Rumpfes . . . . .	51
Einstellung der Pfeilform, Staffelung . . . . .	53
Ausspannen des Vorderholms (V-Form) . . . . .	55
Ausspannen des Hinterholms (Einstellwinkel) . . . . .	58
Sicherheitsverspannung, Stirnkabel . . . . .	60
Überprüfen der Verspannung . . . . .	61
Anschluß der Ruder . . . . .	62
Sicherung der Spannschlösser . . . . .	63
VII. Der aerodynamische Flug . . . . .	66
Der Drachen . . . . .	67
Einstellwinkel der Flügel . . . . .	68
Druckmittelfkraft, Druckmittelpunkt . . . . .	69
Schwerpunktsslage . . . . .	71
Druckmittelpunktswanderung . . . . .	72
Auftriebssteigerung . . . . .	73

	Seite
VIII. Gleichgewichtsverhältnis im Fluge . . . . .	75
Pfeilform . . . . .	78
V-Form . . . . .	80
IX. Fehlerhafte Flugzeuglage und ihre Berichtigung . . . . .	88
Kopflastigkeit . . . . .	89
Schwanzlastigkeit . . . . .	92
Hängen . . . . .	94
Drehen, Abtreiben . . . . .	96
Falsche Motorenlage . . . . .	99
Sonstige Fehler . . . . .	106
X. Großkampf- und verspannungslose Flugzeuge . . . . .	110
Großkampfflugzeuge . . . . .	110
Verspannungslose Flugzeuge . . . . .	111
XI. Verspannungstafeln für die deutschen Kampf- flugzeuge . . . . .	113
1. Ago-Flugzeugwerke G. m. b. H. . . . .	113
2. Albatros, Gesellschaft für Flugzeugunternehmungen m. b. H. . . . .	114
3. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Flugzeugfabrik . . . . .	116
4. Deutsche Flugzeugwerke Leipzig . . . . .	116
5. Euler-Werke . . . . .	117
6. Fokker-Flugzeugwerke m. b. H. . . . .	118
7. Gothaer Waggonfabrik A.-G., Flugzeugwerke . . . . .	119
8. Halberstädter Flugzeugwerke, G. m. b. H. . . . .	120
9. Hannoversche Waggonfabrik, A.-G., Abteilung Flug- zeugbau . . . . .	120
10. Junkers-Fokker-Werke, A.-G. . . . .	120
11. Luft-Fahrzeug-Gesellschaft m. b. H. . . . .	121
12. Luft-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H. . . . .	122
13. Rumpler-Werke, A.-G. . . . .	123
14. Automobil & Aviatik A.-G. . . . .	124

## I. Einleitung.

Wir bezeichnen mit „Verspannen eines Flugzeuges“ denjenigen Teil der Flugzeug-Aufbauarbeiten, mit welchem wir die Stellung der Flügel zum

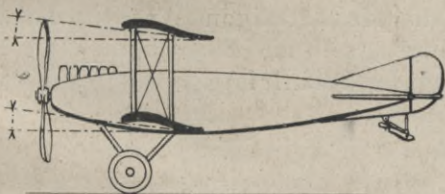


Fig. 1. Einstellwinkel des Flügels.

Rumpf, damit also auch zur Flugrichtung, endgültig festlegen und gleichzeitig der als Gitterträger ausgebildeten Flügelzelle ihren Halt geben.

In bezug auf die Richtung der Tragflächen haben wir beim Verspannen

drei Grundstellungen

zu unterscheiden und zwar:

1. Den Einstellwinkel des Flügels gegen die Bewegungsrichtung (Fig. 1), gemessen in der Sehne unter der Fläche.

2. Die V-förmige Steigung der beiderseitigen Flügel vom Rumpf aus nach dem äußeren Flächen-

ende hin (Fig. 2), gemessen in der Richtung des Vorderholmes der Fläche auf der Flügeloberseite. (Nur in wenigen Ausnahmen am hinteren Holm!)

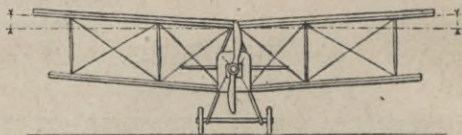


Fig. 2. V-förmige Flügelanordnung.

3. Den pfeilförmigen Ansatz der Flügelvorderkante gegen die Flugrichtung (Fig. 3), gemessen an der Stirnleiste.

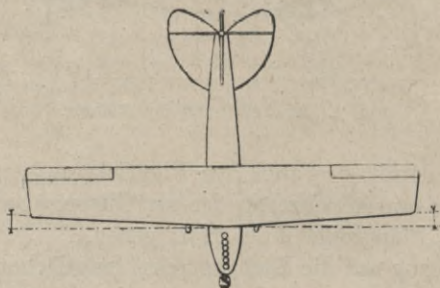


Fig. 3. Pfeilförmiger Flügel.

Der Flugzeugkonstrukteur hat die Werte für diese 3 Grundformen des Flugzeuges natürlich genau festgelegt und Flügel, Zwischenstützen (Stiele) sowie Kabel sind in den entsprechenden Abmessungen ausgeführt. Die praktische Arbeit des Flugzeugverspannens besteht danach zunächst einmal in der

genauen Einstellung der Flügel mit Hilfe der Spannkabel entsprechend der Berechnung des Konstrukteurs bzw. den Ergebnissen der ersten Probeflüge. In den Verspannungstafeln sind die entsprechenden Werte festgelegt.

Über diese rein mechanische Arbeit hinaus muß ein tüchtiger Flugzeugverspanner es aber auch verstehen, ein älteres Flugzeug, bei dem sich aus den verschiedensten Ursachen die ursprünglichen Ergebnisse nicht mehr erreichen lassen, so umzuspannen, d. h. ihm diejenige Flügelstellung zu geben, durch welche ihm wieder die früheren guten Flugeigenschaften verliehen werden.

Er muß die einem Flugzeuge anfangs eigentümlichen Eigenschaften dauernd erhalten können und imstande sein, etwa mit der Zeit infolge Veränderung des Gleichgewichtsverhältnisses oder Verziehen des ganzen Apparates sich einschleichende Fehler zu beseitigen.

## II. Einteilung der Flugzeuge.

Unsere Flugzeuge können nach der Anzahl der übereinander liegenden Tragdecks in Eindecker, Doppeldecker und Vieldecker unterteilt werden.

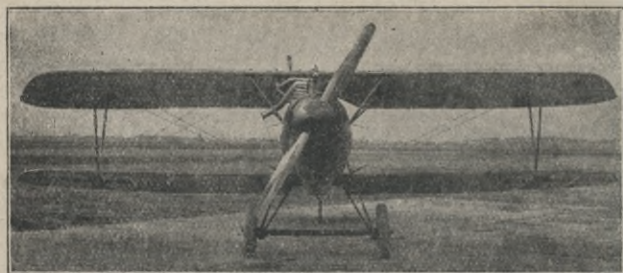


Fig. 4. Albatros-Doppeldecker Typ D V.

von denen die weitaus größte Bedeutung dem Doppeldecker zukommt.

Der Eindecker (Fig. 5), der noch vor 2 Jahren als Kampfflugzeug den Vorrang hatte, ist bereits seit längerer Zeit aus der Front zurückgezogen, womit aber keineswegs gesagt sein soll, daß derselbe ein für allemal erledigt wäre.

Neuerdings scheint in dem ganz neuen Typ des Dreideckers (Fig. 6) dem Doppeldecker als Kampftyp



ein gleichwertiges Flugzeug entstehen zu wollen. Ein abschließendes Urteil über die wirklichen Qualitäten



Fig. 5. Fokker-Kampfeindecker Typ. E IV.

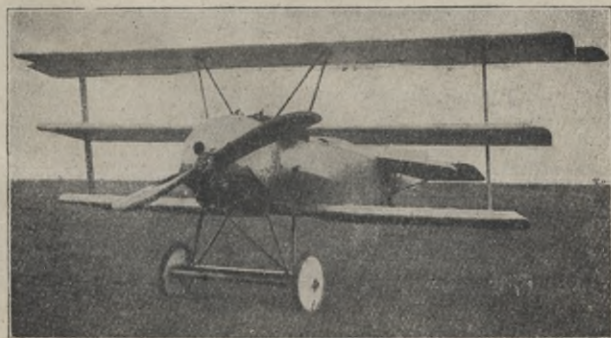


Fig. 6. Fokker-Dreidecker, Typ Dr. I.

desselben liegt bei Niederschrift dieser Zeilen jedoch noch nicht vor. Auch der Vierdecker erscheint bereits auf dem Plane.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert das Ver-spannen des Doppeldeckers, hauptsächlich bei

Vorhandensein von mehr als einem Stielpaar in jeder Flächenzelle (Fig. 7 und 9), also des bei uns weitverbreitetsten Typs, weshalb dem Verspannen desselben in Vorliegendem besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ohne daß jedoch dabei die anderen Typen vernachlässigt worden sind.

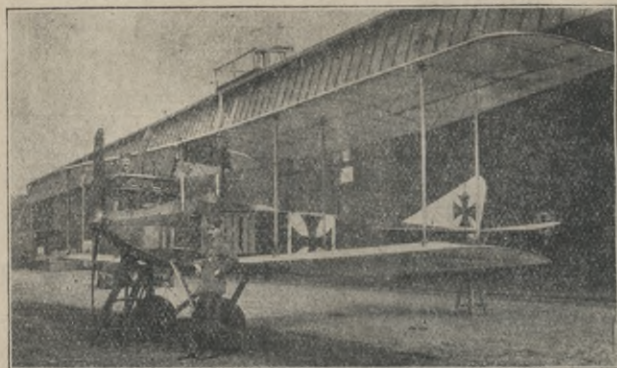


Fig. 7. Albatros B.-Flugzeug (Schulmaschine).

Das über das Verspannen des Doppeldeckers Gesagte ist sinngemäß ohne weiteres auch auf den Eindecker zu übertragen, da wir ja im allgemeinen auch bei einem Doppeldecker nur ein Tragdeck, das untere, verspannen, während das obere selbsttätig folgt.

Auch der Aufbau und die Verspannung des Dreideckers ist verhältnismäßig einfach. Bei diesem Typ, der überwiegend als kleiner einsitziger Kampfflieger verwendet wird, ist man bestrebt, die Zahl

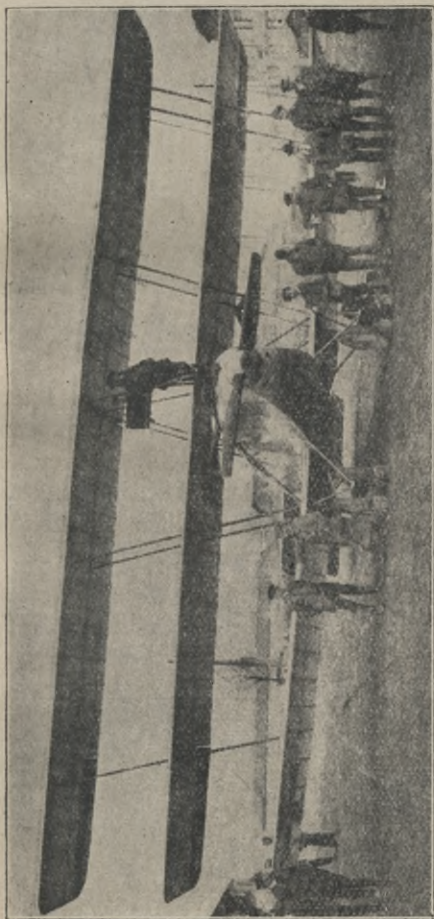


Fig. 8. Dreidecker der Bayrischen Flugzeugwerke, Typ Dr. N. I.

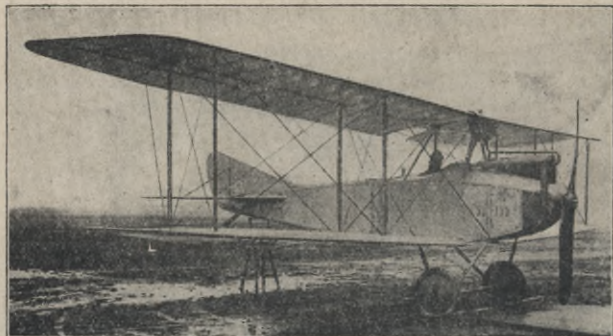


Fig. 9. Rumpler-Flugzeug, Typ C I.

der Spannkabel zwecks Verringerung<sup>des</sup> Luftwiderstandes soweit es irgend möglich ist, zu beschränken und legt die Formen fast endgültig bereits in der Flügelzelle selbst fest. Allerdings zeigt Fig. 8 bereits einen großen von den Bayrischen Flugzeugwerken gebauten Dreidecker, der besonders für nächtliche Bombenflüge bestimmt ist.

Während unsere Doppeldecker in der Regel als ein-, zwei-, oder mehrstielige Flugzeuge ausgeführt



Fig. 10. Ago-Flugzeug, Typ C IV ( $1\frac{1}{2}$ stielig).



Fig. 11. Roland-Flugzeug (Walfisch) der L. F. G., Typ C II a.

werden — so benannt nach der Zahl der auf jeder Seite vorhandenen Stielpaare — ist, als in der Verspannung abweichend, noch das  $1\frac{1}{2}$ stielige Ago-Flugzeug Typ C. IV. nach Fig. 10 zu merken, das

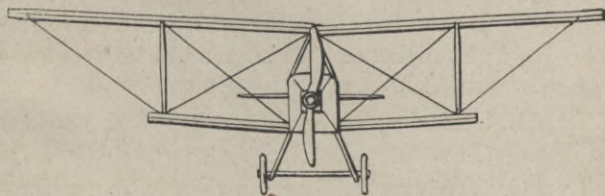


Fig. 12.  $1\frac{1}{2}$ -Decker.

zwischen den Vorderholmen keinerlei Verspannung hat. Weiter hat man, wie z. B. im Roland-Flugzeug der Luft-Fahrzeug G. m. b. H. nach Fig. 11 die ev. Staffelung zu beachten. Neuerdings staffelt man übrigens auch umgekehrt das untere Deck vor. Unsere neuen Dreidecker sind sämtlich stark gestaffelt.

Weiter wird ein Flugzeug mit gegenüber dem Oberdeck äußerst kleinem Unterdeck nach Fig. 12 mit  $1\frac{1}{2}$ -Decker bezeichnet. Die Verspannung gleicht dabei der des normalen Doppeldeckers.

### Flugzeug-Typenbezeichnungen.

Außer in dieser Weise nach der Bauart gruppieren sich die im Heere benutzten Flugzeuge nach ihrem Verwendungszweck zu folgenden Typen:

Typ A, unbewaffneter Eindecker (Fig. 33).

Typ B, unbewaffneter zweisitziger Doppeldecker, Schulflugzeug (Fig. 7).

Typ C, bewaffneter, zweisitziger Doppeldecker, unser erster Kampftyp, jetzt nur noch als Beobachterflugzeug verwendet (Fig. 9, 10 und 11).

Typ D, besonders schneller, einsitziger, bewaffneter Doppeldecker, Jagdflugzeug mit ausgesprochenem Kampfcharakter (Fig. 4 und 19).

Typ E, einsitziger, bewaffneter Eindecker (Fig. 5).

Typ G, Großkampfflugzeug, bewaffneter Doppeldecker mit 2 oder 3 Motoren, vornehmlich für Bombenflüge (Englandflüge) in Anwendung (Fig. 15).

Typ I, gepanzerter, bewaffneter zweisitziger Doppeldecker, sogenanntes Infanterieflugzeug, besonders für Flüge in geringen Höhen zur Unterstützung angreifender Infanterie in Benutzung (Fig. 13).

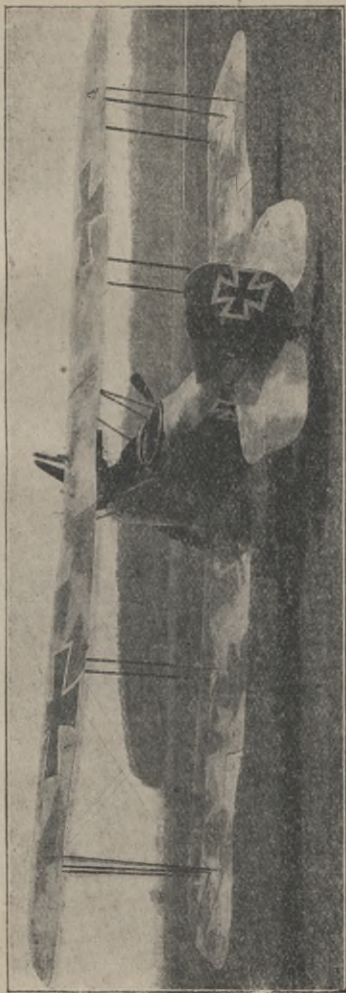
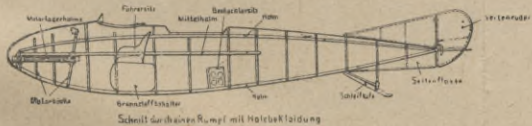
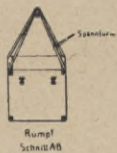
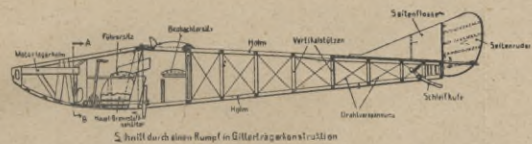
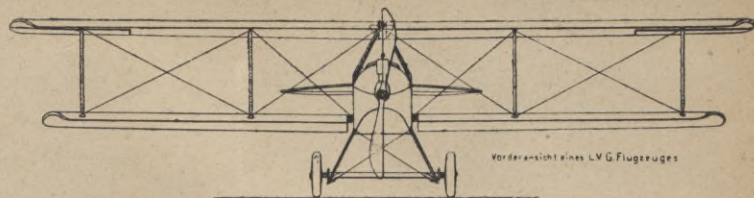
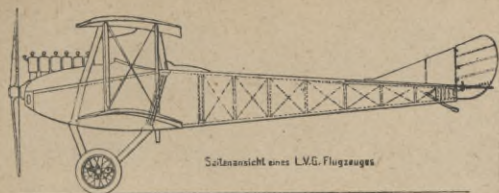


Fig. 13. Gepanzertes Infanterieflugzeug der A. E. G., Typ J. I.

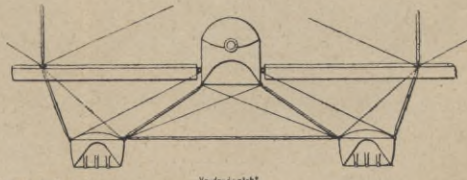
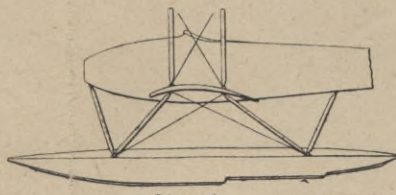
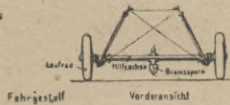
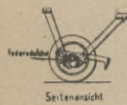
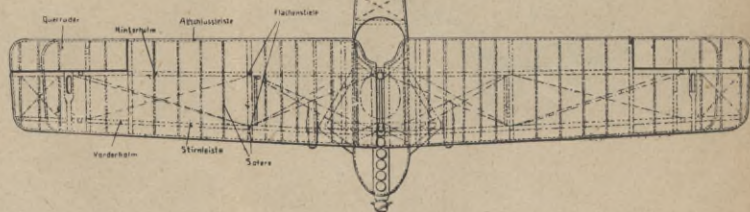
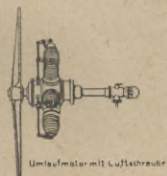
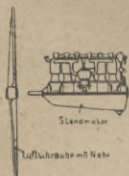
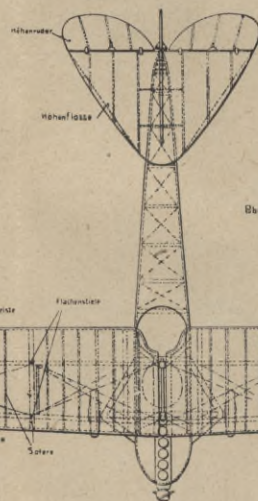
Typ Dr., einsitziger, bewaffneter Dreidecker, mit ausgesprochenem Kampfcharakter ähnlich Typ D (Fig. 6).

Typ R, Riesenflugzeug, Doppeldecker, bewaffnet, mit 3 und mehr Motoren, speziell für schwere Bombenflüge.





## Flugzeug-Einzelteile.



Wie April 1916 Heft

Fig. 14. Flugzeug-Einzelteile. (Tafel.)



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

\*  
Politechniczna

### III. Die Hauptteile des Flugzeuges.

Das Flugzeug, abgesehen vom Großkampfflugzeug (Fig. 15), besteht in der heute üblichen Bauart aus

1. dem Rumpf, der Motor, Insassen, Instrumente, und Waffen aufnimmt, mit



Fig. 15. Rumpler Großkampfflugzeug, Typ G.

2. den Stabilisierungsflächen (Flossen) und Rudern an seinem hinteren, Schwanz genannten Ende,
3. den Flügeln mit den Querrudern (Verwindung) und dem das Ganze tragenden
4. Fahrgestell, das bei Wasserflugzeugen durch ein Schwimmerpaar oder einen als schwimmfähiges Boot ausgebildeten Rumpf ersetzt wird (Flugboot).

Nach der eingelegten Tafel (Fig. 14) besteht der Rumpf entweder aus einem mit Sperrholz verkleideten Gerippe von Holzholmen mit Querspannen oder aus einem, in diesem Falle, gleich den Flügeln, verspannten Holzgitterwerk, das mit Stoff bezogen ist.

Am Schwanz sitzt beiderseits, wagerecht, eine kleine Tragfläche, Höhenflosse genannt, deren Fortsetzung nach hinten durch das Höhenruder gebildet wird (Fig. 16). Rechtwinklig zu dieser Höhenflosse liegt auf dem Rücken des Rumpfes, teilweise auch unter demselben, eine ähnliche kleinere Fläche, die Seitenflosse, deren Fortsetzung das Seitenruder bildet. Mit diesen für den Verspanner wichtigen Flossen werden wir uns später noch beschäftigen.

Während die Ruder zur Lenkung dienen, haben die Flossen die Aufgabe, den Rumpf im Fluge zu führen, um ein Überschlagen des Flugzeuges, besonders im Gleitflug, bzw. seitliches Schlingern zu verhüten. Man nannte sie daher früher auch Stabilisierungs- oder Dämpfungsfläche.

Als lediglich zur Stabilisierung bestimmte Organe sollen die Flossen normalerweise im Fluge genau in Richtung des Luftstromes liegen, damit die Luft gleichmäßig auf beiden Seiten wirken kann.

Nur ausnahmsweise wird man zur Beseitigung von Schwanz- oder Kopflastigkeit des Flugzeuges der Höhenflosse auch tragende Funktion zuweisen, zu welchem Zweck dieselbe vielfach verstellbar ist, oder auch die Seitenflosse schräg anordnen.

Das Fahrgestell ermöglicht den Lauf und Stand auf der Erde, letzteres in Verbindung mit der am Schwanz sitzenden Schleifkufe.

Die \*Laufräder sitzen auf einer federnd aufgehängten Achse, die gleichzeitig wieder einen Bremsporn zur Begrenzung des Auslaufes trägt, der vom

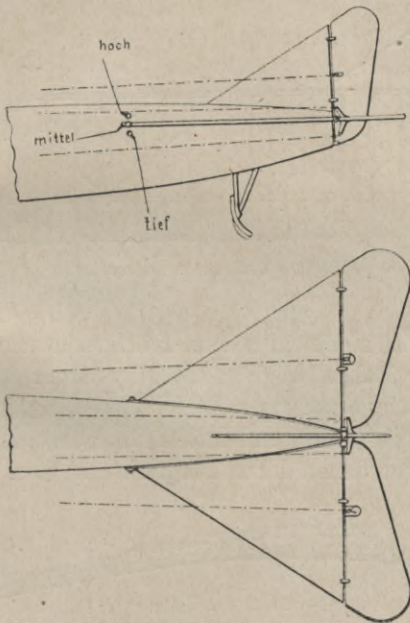


Fig. 16. Flugzeugschwanz mit verstellbarer Höhenflosse.

Führersitz aus bedient wird. Eine Kabelverspannung (siehe Tafel) gibt auch hier den Halt und ermöglicht die Einstellung der Achse in eine dem Rumpfboden genau gleichlaufende Lage.

Der den Verspanner meist interessierende und auch wichtigste Teil des Flugzeuges sind die **Flügel**, die zu beiden Seiten des Rumpfes liegen, davon die

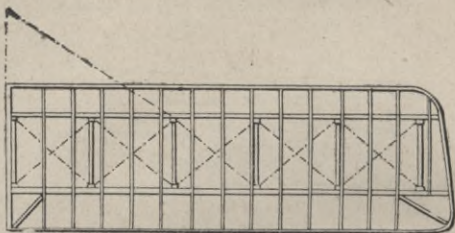


Fig. 17. Übliche Flügelbauart.

oberen meist an einem besonderen Spannturm (Fig. 7, 8, 9) oder Baldachin (Fig. 13) angreifend.

Ein Flügel besteht gewöhnlich aus 2 längslaufenden hohlen, mit Stoff umleimten Holzbalken, Holm genannt, von denen der in Flugrichtung vorn liegende

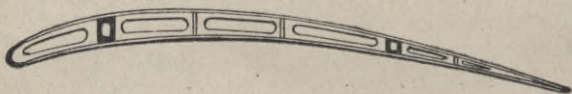


Fig. 18. Flügelspiere (Flügelquerschnitt).

mit Vorderholm, der zweite mit Hinterholm bezeichnet wird.

Diese beiden Hauptholme (nach Fig. 17) werden durch rechtwinklig dazu eingelegte Distanzrohre oder starke Kastenspiere in bestimmter Entfernung voneinander gehalten. Diagonal liegt da-

zwischen zur Aufnahme des auf die Flächenvorderkanten wirkenden Stirndruckes eine Drahtverspannung, so daß innerhalb eines jeden Flügels ein horizontal liegender, aus den beiden Holmen, den Zwischenstücken und der Drahtverspannung gebildeter Gitterträger entsteht, der dem Ganzen Halt verleiht. Als Sicherheit wird außerdem meist noch ein außerhalb der Fläche nach vorn an den Rumpf geführtes „Stirn kabel“ vorgesehen.

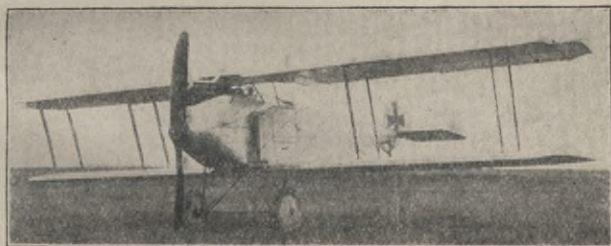


Fig. 19. Neuer Fokker-Kampfdoppeldecker, Typ D IV.

Um die beiden Holme greifen in kleinen Abständen von 20 bis 30 cm, die vom vorderen Flächenabschluß, der Stirnleiste, bis zum hinteren, durch einen Draht oder eine Abschlußleiste gebildeten Rande reichenden Spieren nach Fig. 18, an denen die darüber gelegte Stoffbespannung befestigt wird und die gleichzeitig die Form des Flügelquerschnittes ergeben.

In breiten (tiefen) Flächen findet man vielfach noch einen dritten Holm, den Hilfsholm, wie andererseits oft bei den kleinen schnellen Jagdflug-

zeugen der dort sehr schmale untere Flügel nur einen einzigen Hauptholm enthält. Auch besteht bei diesen Typen vielfach das obere Tragdeck nicht aus 2 Seitenhälften, sondern einfachheitshalber aus einem Stück (Fig. 4).

Vereinzelt werden statt der Holzholme Stahlrohre verwendet, wie man auch Rumpfe gelegentlich aus Stahlrohr herstellt, welche Ausführung z. B. A. E. G. und Fokker bevorzugen. (Fig. 19 und 13).

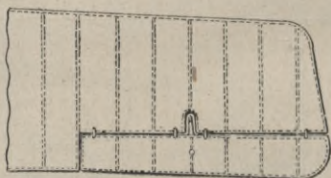


Fig. 20. Querruder.

Hinten am äußeren Ende der oberen, neuerdings vielfach auch gleichzeitig der unteren Flügel (Fig. 13), liegen die Querruder, in Scharnieren drehbar aufgehängte Klappen, meist ein mit Stoff bekleidetes Stahlrohrgerippe, die gleich dem Höhen- und Seitenruder durch einen Drahtseilzug mit dem Führersitz in Verbindung stehen. (Fig. 20).

Statt dieser jetzt wohl durchweg angewandten Querruder hat man bei älteren Typen und bei Eindeckern vielfach als Quersteuermittel ein Verwinden der Fläche selbst angewandt, das dann die gleiche Wirkung wie ein entsprechender Steuerausschlag des Querruders hat (Fig. 5).

Zu erwähnen sind, als für den Verspanner von



Interesse, noch die an dem dem Rumpf zugekehrten Ende der Holme angebrachten Anschlußbeschläge, die die verschiedensten Ausführungsformen als Bolzen, Haken oder Verschraubungen zeigen, und mittels deren die Befestigung des Flügels am Rumpf bzw. Spannturm oder Baldachin erfolgt.

---

## IV. Flügelverspannung.

Oberes und unteres Tragdeck des Doppeldeckers sind durch die Flügelstiele (Fig. 21) in der festgelegten Entfernung voneinander gehalten. Diese Flügelstiele

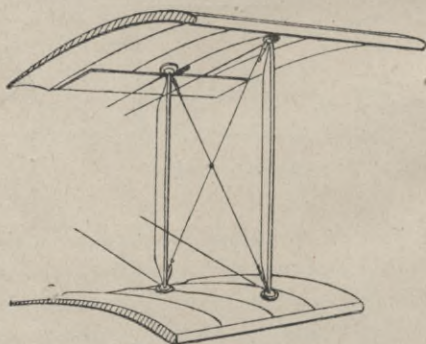


Fig. 21. Flügelstielpaar mit den Sicherheitskabeln.

greifen mit Hilfe von besonderen Holmbeschlägen an den Holmen derart an, daß sowohl die beiden vorderen, als auch die beiden hinteren Holme gegeneinander abgestützt sind.

An den Berührungspunkten von Holm und Stiel sind die diagonal verlaufenden Kabel der Flügelverspannung befestigt. Diese liegen sowohl in Richtung der Holme als auch rechtwinklig dazu, wie

es in Fig. 21 gezeigt ist, zwischen vorderem und hinterem Stiel (Tiefenkreuz).

Auf diese Weise entstehen, gebildet aus: entweder

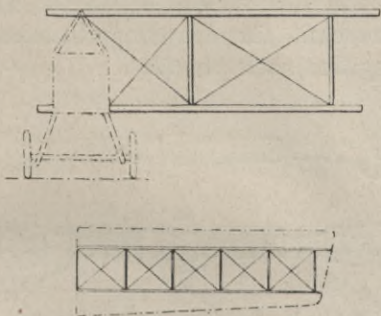


Fig. 22. Gitterträger der Verspannung zwischen den Flächen.

dem vorderen oder dem hinteren Holm des oberen und des unteren Flügels, den senkrecht dazwischen stehenden Flächenstielen und den Spannkabeln

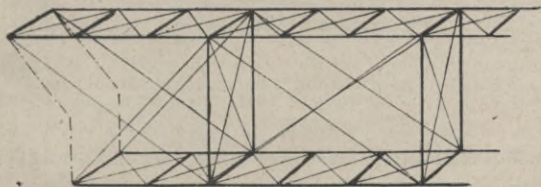


Fig. 23: Verspannungssystem eines Doppeldeckers.

wiederum Gitterträger, genau wie in den Flügeln selbst (Fig. 22).

Deren Längsgurte, d. h. die Holme, gehören sowohl zu den senkrecht als auch zu den wagrecht

liegenden Trägern, so daß die 4 Gitterträger jeder Flügelseite zusammen wieder je einen Kastenträger ergeben, d. h. ein nach allen Seiten festes Gefüge. Zusammen mit dem bereits erwähnten Tiefenkreuz ergibt sich somit für den Doppeldecker ein Ver-  
spannungssystem nach Fig. 23.

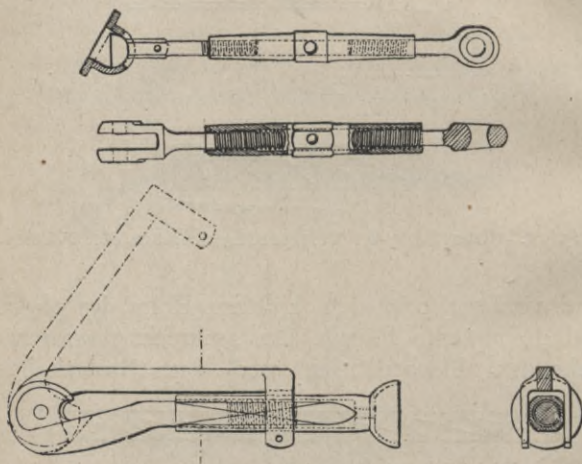


Fig. 24. Spannschlösser verschiedener Ausführung.

Man bezeichnet das aus je einer oberen und unteren Flügelhälfte mit den Stielen und Spannkabeln gebildete Gefüge auch als Flügelzelle.

In jedem der Spannkabel sitzt, um dessen genaue Länge festlegen zu können, ein Spannschloß (Fig. 24), bestehend aus einer Spannschloßmutter als Mittelstück und den beiden in dieses eingeschraubten Spannschloßbolzen, von denen einer Links-, der

andere Rechtsgewinde trägt, so daß bei einer Drehung der Spannschloßmutter die beiden Bolzen sich entweder gleichmäßig einziehen oder herauschieben.

Die Spannkabel geben somit der ganzen Flügelzelle erst ihren Halt, ohne dieselben würde die Fläche einfach abbrechen. Die Kabel nehmen sowohl beim Stand auf der Erde als auch im Fluge die am Flügel auftretenden Kräfte auf. Entsprechend diesen Funktionen sind auch die **Kabelbezeichnungen** festgelegt.

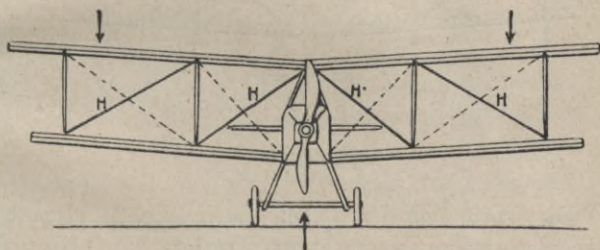


Fig. 25. Hängekabel.

Beim Stand auf der Erde, insbesondere aber beim Aufsetzen bei der Landung, wird die Fläche infolge ihres Eigengewichtes das Bestreben haben, nach unten durchzufallen (Fig. 25).

Dies wird verhindert durch die in Fig. 25 mit *H* bezeichneten Kabel, an denen die Fläche in diesem Zustande hängt, weshalb sie am richtigsten mit „Hängekabel“ bezeichnet werden.

Da sie auch, wie gesagt, die bei der Landung auftretenden Stöße übertragen, sind dafür auch Benennungen wie „Landekabel“ und „Erdkabel“ in Gebrauch.

Im Gegensatz zu diesen nehmen die in Fig. 26 mit  $T$  bezeichneten Kabel die im Fluge an der Fläche von unten wirkenden Kräfte auf, sie tragen das Flugzeug in der Luft, weshalb sie „Tragkabel“ genannt werden. Auch die Bezeichnung Haupt- oder Flugkabel wird angewandt.

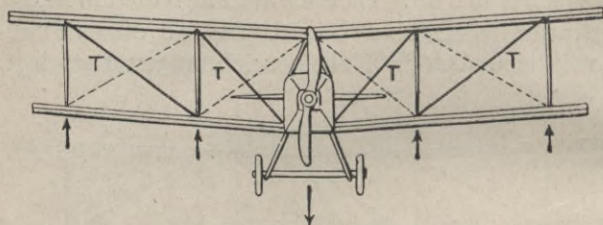


Fig. 26. Tragkabel.

Die dritte Art der Kabel, die in Fig. 21 gezeigte Tiefenkreuzverspannung vom Vorder- zum Hinterstiel, wird am richtigsten mit „Sicherheitskabel“ bezeichnet, da diese tatsächlich der ganzen Zellenkonstruktion eine besondere Sicherheit gibt.

Würde beispielsweise das Tragkabel (Fig. 27) des äußeren vorderen Spannungsfeldes  $T$  im Fluge durchschossen werden — ein schon oft beobachteter Fall — so wird der äußere Vorderstiel  $a$  nach oben fortwollen, d. h. den Flügel abbrechen trachten. Der Bruch erfolgt jedoch nicht, da Kabel  $s$  nunmehr die sonst von  $T$  übertragene Last aufnimmt und an Stiel  $b$  nach hinten weiterleitet. Von hier aus gehen die Kräfte in das hintere Tragkabel  $t$  über und weiter über  $d$  und  $t_1$  zum Rumpf.

Die Sicherheitskabel übertragen nun aber die

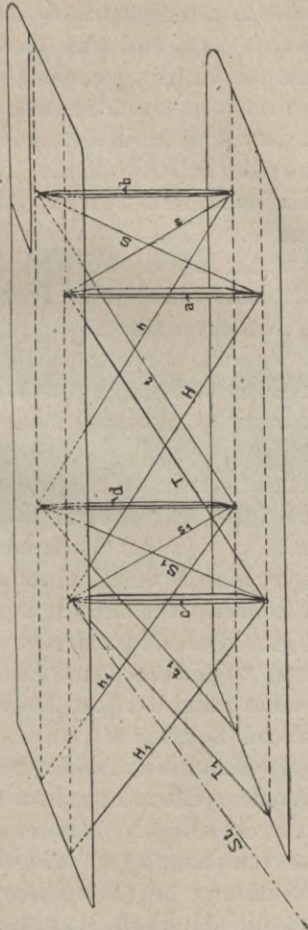


Fig. 27. Normalverspannung einer Zelle.

Kräfte nicht nur bei einem Kabelbruch vom vorderen zum hinteren Holm, bzw. umgekehrt, sondern während jedes Fluges findet dauernd ein Kräfteausgleich zwischen vorderer und hinterer Verspannung in dieser Weise statt. Wie wir weiter unten bei der Erklärung der das Fliegen bewirkenden Kräfte sehen werden, wechselt dauernd die hebende Kraft sowohl ihren Angriffspunkt als auch ihre Stärke. Einmal liegt sie mehr vorn, in der Nähe des Vorderholmes, das andere mal viel weiter hinten, am Hinterholm, d. h. der „Druckmittelpunkt wandert“. Hierdurch verschiebt sich das Kräfteverhältnis derart, daß u. U. zeitweise die Verspannung des vorderen Holms außerordentlich stark überlastet ist, während inzwischen der hintere Holm nichts zu tragen hat und auch umgekehrt.

In diesen Momenten wirken nun die Sicherheitskabel im gleichen Sinne kräfteverteilend wie bei einem Kabelbruch, so daß bei Vorhandensein derselben die übrigen Kabel verhältnismäßig leichter gehalten werden können. Die Anordnung derartiger Sicherheitskabel gibt dem Doppeldecker einen ganz besonderen Vorzug gegenüber dem Eindecker, bei dem der Bruch eines Haupttragkabels in der Regel einen Flügelbruch zur Folge hat.

Ähnlich wie die Sicherheitskabel *S* und *s* wirkt das vielfach vorhandene Stirnkabel *St*. Dieses soll ein Zurückklappen des Flügels bei ev. Bruch von Drähten der Innenverspannung der Flügel verhüten.

Aus dieser Erklärung der verschiedenen Kabel geht hervor, daß die Sicherheitskabel mit der eigentlichen Verspannung, d. h. der Formgebung



der Zelle, nichts zu tun haben. Hieraus folgt weiter, daß zur Festlegung oder auch nur Änderung einer der drei Grundformen der Flügelstellung lediglich die Trag- und Hängekabel benutzt werden dürfen, während die Sicherheitskabel erst dann angespannt werden, nachdem die Zelle fertig verspannt ist.

Festgelegt wird:

1. die V-Form durch Verspannen des Vorderholmes, also mit Hilfe der Kabel  $H_1$  und  $H$  bzw.  $T_1$  und  $T$ ,



Fig. 28. Albatros-Flugzeug, Typ C Ia.

2. die Pfeilform mit Hilfe der Anschlußverschraubungen der Fläche am Rumpf und Spannturm, nicht durch Spannen des Stirnkabels  $St$ , und
3. der Einstellwinkel durch Verspannen des Hinterholmes, nachdem die Lage des Vorderholmes, also die V-Form, bereits festliegt. (Kabel  $h_1$  und  $h$  bzw.  $t_1$  und  $t$  und nicht durch die Kabel  $S$  und  $s$ !)

Erst wenn V-Form, Pfeilform und Einstellwinkel festgelegt sind, dürfen die Sicherheitskabel — auch

das Stirnkabel gehört zu diesen — angezogen werden. Dieses Anziehen hat gleichmäßig und mit Vorsicht zu geschehen, damit keine falschen Spannungen hereingebracht werden.

### **Änderung der Verspannung eines aufgebauten Flugzeuges.**

Ganz besonders ist auf Nichtbenutzung der Sicherheitskabel  $S$  und  $s$  bzw.  $S_1$  und  $s_1$  beim Nachspannen von bereits verspannten Flügeln zu achten. Der nicht überlegende Verspanner glaubt meist, eine geringe Änderung, d. h. Erhöhung oder Verringerung des Einstellwinkels, durch einfaches Umspannen der Kabel  $S$  und  $s$  (siehe Fig. 29) bewirken zu können.

Ist beispielsweise der Einstellwinkel zu erhöhen, die Fläche also steiler zu stellen, so wird oft versucht, durch Nachlassen von  $s$  und Anziehen von  $S$  den Flügel gewaltsam zu drehen. Da aber ein Nachgeben der äußerst starken Verspannung der Vorder- oder Hinterholme ausgeschlossen ist, wohl aber die bedeutend schwächere Innenverspannung der Flügel (Fig. 17) verzogen werden kann, wird statt der beabsichtigten Wirkung, nämlich Senken von Stiel  $b$ , leicht ein Verschieben der Flügel in horizontaler Richtung eintreten.

Der Flügel wird also gründlich verzogen. Wird bei einem Flügel aus irgendwelchen Gründen eine Änderung der Stellung, beispielsweise eine Erhöhung des Einstellwinkels erforderlich, so verfähre man demgegenüber richtiger folgendermaßen:

1. Sicherung aller Spannschlösser, mit Ausnahme derjenigen im Vorderholm lösen. (Die Kabel

$T$  und  $T_1$  bzw.  $H$  und  $H_1$  werden von einer Einstellwinkeländerung in keiner Weise berührt, da durch sie nicht dieser, sondern die V-Stellung bestimmt ist.)

2. Kabel  $s$  und  $s_1$  lösen.
3. Kabel  $h$  und  $h_1$  so weit nachlassen, bis der Hinterholm die gewünschte tiefere Stellung

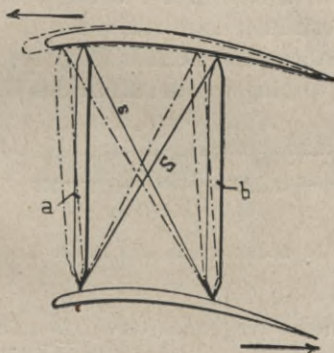


Fig. 29. Falsches Spannen der Sicherheitskabel.

gegenüber dem Vorderholm einnimmt, was man durch Messung des Winkels mittels Winkelmesser festzustellen hat.

4. Kabel  $t$  und  $t_1$  so weit nachspannen, bis sie wieder handfeste Spannung zeigen.
5.  $S$  und  $s$  sowie  $S_1$  und  $s_1$  gleichmäßig und fest anspannen.
6. Sämtliche Spannschlösser wieder sorgfältig sichern.

Jede andere Arbeitsmethode ist falsch. Im

allgemeinen wird, wenigstens bei einem neuen Flugzeuge, anzustreben sein, Kabellängen und Spannschlösser so zusammenzupassen, daß bei sämtlichen Spannschlössern die Gewinde der Bolzen bei richtiger Flügelstellung in der Mutter gerade verschwinden.

Schon nach wenigen Flügen wird sich das jedoch meist nicht mehr einhalten lassen. Es wäre da zu merken, daß man sich dem Flugzeuge unbedenklich so lange anvertrauen kann, wie das in der Mutter verbliebene Stück des Bolzens (Fig. 30) wenigstens 1,5 bis 2mal so lang wie der Kern des Bolzens stark

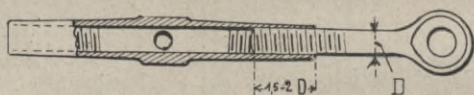


Fig. 30. Spannschloßbolzen in der Mutter.

ist; gut fassendes, tragendes Gewinde selbstverständlich vorausgesetzt.

Läßt sich dieses Mindestmaß nicht mehr einhalten, so ist unbedingt ein Austausch des betreffenden Kabels gegen ein längeres nötig, da die Gefahr besteht, daß das Gewinde ausreißt.

Zusammengefaßt wäre über das Umspannen von Flügeln somit zu merken:

1. Ist die V-Form zu ändern, so löse sämtliche Kabel der Verspannung, da die Stellung des Vorderholms eine andere wird und die Stellung des Hinterholms von ersterer abhängt.
2. Muß nur der Einstellwinkel ein anderer werden, so lasse die Verspannung des Vorder-

holmes unberührt, löse aber sämtliche anderen Kabel.

Dieses Gesetz gilt für alle normalen Doppeldecker und sinngemäß auch für die anderen Typen. Eine Ausnahme bildet das bereits erwähnte Ago-Flugzeug des Types C IV, Fig. 10. Im Interesse guten Schußfeldes für den Beobachter nach vorn heraus fehlt

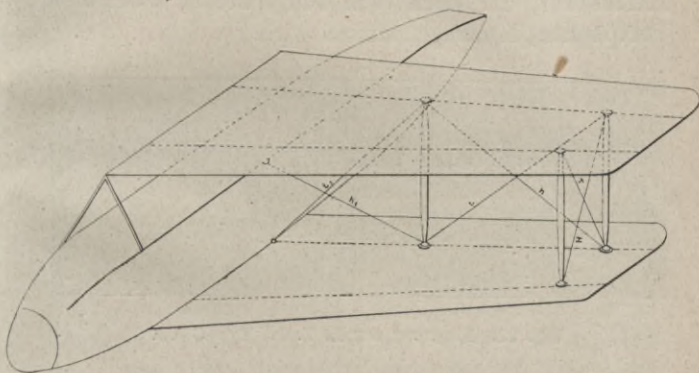


Fig. 31. Verspannungsschema für Ago C IV.

da der vordere Innenstiel und auch jegliche Verspannung zwischen den beiden Vorderholmen. Hierbei muß naturgemäß die V-Form im Hinterholm festgelegt und der Einstellwinkel durch entsprechendes Anheben des Vorderstieles mittels der Kabel  $H$  und  $T$  hineingebracht werden (Fig. 31), die hier keine Sicherheitskabel, sondern reine Trag- bzw. Hängenkabel sind, gleich den Kabeln  $t$  und  $t_1$  bzw.  $h$  und  $h_1$ .

Sinngemäß wird man hier also bei einer Änderung der Flügelstellung umgekehrt wie bei normaler Ver-

spannung vorzugehen haben. Bei den letzten Ago-Flugzeugen des Typs C IV hat man die Tiefenkreuzverspannung durch einen Doppelstiel in N-Form ersetzt und stellt den Vorderholm durch eine Stellschraube ein.

Lediglich zur Erleichterung des Aufbaues und des Flügeltransportes sitzt an der Stelle, wo eigentlich der fehlende Stiel sitzen müßte, provisorisch ein Hilfsstiel, der nach dem Flügelanbau, vor dem Verspannen, herausgenommen wird.



Fig. 32. Flugzeug der L. V. G., Typ C VI.

### Kabel und Seile.

Beachten wolle man, daß hier stets von Stahlkabeln und nicht von Seilen gesprochen ist.

Heute werden für die Verspannung fast ausschließlich Kabel verwendet, die sich von den Stahlseilen in der Art ihrer Herstellung unterscheiden.

Ein Kabel besteht aus einem Bündel von (meist 36) Stahldrähten, die zu einem Ganzen zusammengedreht sind. Zu einem Seil dagegen werden erst (meist 6) einzelne Drahtlitzen aus je 6 Drähten zusammengedreht, die dann um eine gemeinsame Seele (meist Hanf) gewickelt werden.

Bei einem Kabel liegen also alle Drähte eng aneinander, während in einem Seile kleine Zwischenräume vorhanden sind.

Hieraus ergeben sich als Unterschiede von Kabel und Seil folgende:

#### Kabel

Bei gleicher Anzahl von Drähten gleicher Stärke dünner als ein gleich viel haltendes Seil.

Das dichte Zusammenliegen der Einzeldrähte läßt ein nachträgliches Recken nicht zu.

#### Seil

Die Zwischenräume innerhalb des Seiles machen dies bedeutend biegsamer und elastischer als ein Kabel.

Ein Kabel ist somit infolge der geringeren Stärke, die den Luftwiderstand erheblich vermindert, und der geringen Dehnbarkeit für die Verspannung geeigneter als ein Seil. Das Seil dagegen ist wegen seiner Elastizität wieder besonders zur Führung über Rollen usw., also zum Anschluß der Ruder brauchbar, weshalb man neuerdings in der Verspannung überwiegend Kabel, für die Steuerzüge dagegen Seile verwendet.

Äußerlich sind beide leicht daran zu unterscheiden, daß ein Kabel glatter als ein Seil erscheint, da sich bei letzterem die einzelnen Drähte gegenseitig immer wieder kreuzen, während beim Kabel ein Außendraht sich auf der ganzen Länge verfolgen läßt.

Die für Seile oft gebrauchte Bezeichnung „Bowden-Kabel“ ist als unzeitgemäß zu verwerfen, abgesehen davon, daß sie nur zu Verwechslungen Anlaß gibt.

## V. Flugzeugbeförderung.

Ist der Abteilung das Eintreffen eines Flugzeuges angezeigt, so wird der Werkmeister oder ein dazu bestimmter Flugzeugwart dasselbe auf einem in der Nähe gelegenen Bahnhof in Empfang nehmen, abladen und zum Flugplatz bringen.

Steht für das Abladen eine Verladerampe zur Verfügung, so genügt die Kommandierung von 5 bis 6 Mann. Benötigt werden dazu ein Personen-Kraftwagen und ein Plattenwagen zum Flügeltransport. Mitzunehmen wären außerdem zwei Holzlaufräder, einige Stricke zum Anbinden, Hämmer, eine Axt und eine größere Zange.

Das Flugzeug ist stets durch wasserdichte Planen gegen die Unbilden der Witterung geschützt und wird es die erste Arbeit des Verladekommandos sein, diese Planen zu entfernen und zwar mit Vorsicht, um Beschädigungen des Flugzeuges oder einzelner Teile, insbesondere der Flächen, zu verhüten. Darauf hat man vor dem eigentlichen Abladen an Hand der empfangenen Versandanzeige das Vorhandensein aller darin aufgeführten Teile festzustellen, nach etwaigen Beschädigungen zu forschen und Beanstandungen sofort bei der Bahn anzumelden.

Erst danach erfolgt das Abladen, wobei wohl in der Regel am besten mit dem Herunterheben der





Fig. 33. Rumpler-Eindecker, bei Kriegsbeginn viel verwendet.

meist in Scheren zellenweise verpackten Flügel begonnen wird. Zu einem Stück sind weiter meist die Höhen- und Seitenflossen zusammengepackt, die ebenfalls sofort heruntergenommen werden. Es folgen die unter dem Rumpf verstaute Propellerkiste, die Werkzeugkiste, Laufräder und ähnliches. Ist so der Rumpf an allen Seiten frei gemacht, so löst man seine Befestigungen, hebt ihn unter dem Fahrgestell an und setzt auf die Achse die mitgebrachten Transporträder, deren Sicherung nicht vergessen werden darf. Der Rumpf wird mit dem Schwanz nach vorn vom Wagen heruntergefahren und in dieser Stellung auch im Personenauto befestigt, indem man ihn in den hinteren Sitz hineinhebt, die Schleifkufe auflegt und gut festbindet. Zur Schonung des Wagens empfiehlt sich als Schutz gegen Durchscheuern das Unterlegen von Lappen, Brettern usw. unter die Schleifkufe. In dem Wagen sitzen während der Fahrt zwei Leute, die den Rumpf bei Wendungen führen und die Befestigung beobachten.

Zu verwerfen ist das beliebte Besetzen der Sitze im Rumpf während des Transportes, da dies sowohl die Federung der Achse als auch den ganzen Rumpf übermäßig beansprucht und leicht Beschädigungen zur Folge hat. Aus dem gleichen Grunde gehören in den Sitz weder Werkzeugkisten noch sonstige andere Teile.

Die Fahrtgeschwindigkeit auf der Straße richtet sich nach dem Zustand der letzteren und darf keinesfalls Schrittgeschwindigkeit (5—6 km/Std.) übersteigen.

Die Flächen und die übrigen Teile werden am

besten auf einem zweiten Wagen befördert; ist die Entfernung nur kurz, so können sie auch, falls kein Wagen zur Verfügung steht, durch etwa 6 Mann für jede Zelle getragen werden.

Muß das Abladen, wie es im Felde gelegentlich vorkommt, auf freier Strecke, d. h. ohne Rampe, erfolgen, so ist für Mitnahme entsprechender Bohlen Sorge zu tragen. Oft sind für diesen Zweck auch die Seitenwände des Eisenbahnwagens oder Rungen mit verwendbar.

Hat man genügend Leute zur Verfügung, so spart man sich die Mitnahme von Bohlen und ähnlichem Rüstzeug, indem man das Flugzeug einfach vom Wagen herunterhebt.

Beim Herunterfahren des Rumpfes von der Rampe sowohl wie beim Heben ist stets besonders auf ein Festhalten des Schwanzes zu achten, damit das Flugzeug nicht nach vorn überkippt.

---

## VI. Allgemeine Verspannungs- anleitung.

### Vorbereitungen.

Hat man in dieser Weise das Flugzeug zur Abtei-  
lung befördert, so wird man zunächst die zum Schutz  
an den einzelnen Teilen angebrachten Verpackungs-  
verschlüge entfernen und die Flügelzellen aus den  
Scheren nehmen. Die Zelle selbst wird aufgerichtet  
und bekommt durch Anschließen der Hängekabel  
ihren Halt. Die beiden derart vorbereiteten Flügel-  
zellen sind nach Prüfung, Säuberung und Einfettung  
der Anschlußbeschlüge zum Anbau an den Rumpf  
bereit.

Inzwischen läßt man Höhen- und Seitenflosse  
an den Rumpf anbauen, wobei man auf genau senk-  
rechte Stellung der Seitenflossen und genaue Über-  
einstimmung derselben mit der Flugrichtung, sowie  
wagerechte Lage der Höhenflosse zu achten hat.  
Gleichzeitig werden Höhen- und Seitenruder ange-  
baut und durch entsprechende Kabel- oder Seilzüge  
mit den Steuerungsorganen im Führersitz verbunden.

Nunmehr stellt man sich den Rumpf für den  
Flächenanbau bereit (Fig. 35), indem man ihn durch  
kleine unter die Fahrgestellschuhe gesetzte Böcke,  
die die Räder nicht streifen dürfen, unterstützt und

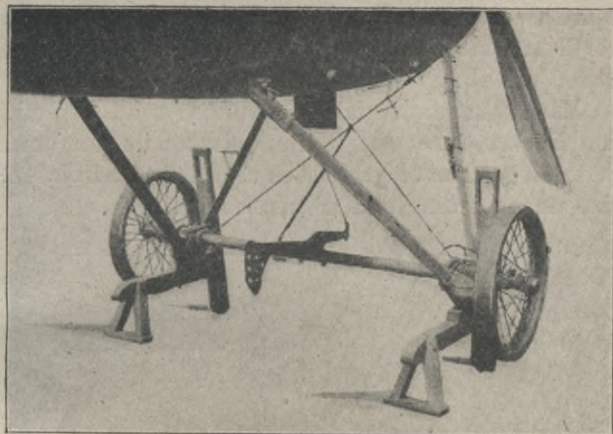


Fig. 34. Fahrgestell unterbockt.

gleichzeitig durch einen größeren Bock den Schwanz soweit anhebt, daß er annähernd wagerecht steht.

Handelt es sich um einen für die betreffende Abteilung neuen, zum erstenmal zu verspannenden Flugzeugtyp, so wird es sich empfehlen, vor dieser Arbeit bei beschränkten Raumverhältnissen vorerst die

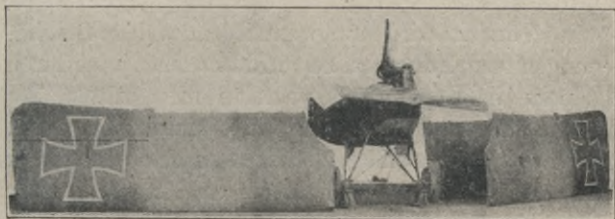


Fig. 35. Flügel zum Anbau bereitgestellt.

Spannweite der Flügel genau festzustellen und vor dem Aufbocken für genügenden Platz zu beiden Seiten des Rumpfes zu sorgen.

Man kann andernfalls gezwungen sein, den auf den Böcken ruhenden Rumpf mit bereits auf einer Seite hängendem Flügel seitlich verschieben zu müssen, eine unangenehme und zeitraubende Arbeit.



Fig. 36. Rumpf aufgebaut und beschwert.

Zur Vorsicht wird man, wenn irgend welche Beschädigungen beim Transport zu vermuten sind, jetzt durch Ausloten die Lage des Spannturmes prüfen, der genau in Richtung der Rumpfmittellinie stehen muß.

Um ein Überschlagen des Rumpfes nach vorn beim Anhängen der Flügel zu verhüten, ist der Schwanz durch ein Gegengewicht, Sandsack oder ähnliches, zu beschweren. (Fig. 36).

### Aufbau.

Nachdem auch am Rumpf die Flügelanschlüsse gesäubert und eingefettet sind, befestigt man einen Flügel mit seinen Anschlußverschraubungen an demselben und schließt sofort die Hängkabel an. Der Flügel darf nicht auch nur den Bruchteil einer Sekunde frei an den vier Anschlüssen schweben. Das äußere Ende darf nicht eher losgelassen werden, bevor die Hängkabel angeschlossen, und zwar zunächst wenigstens soweit angezogen sind, daß sie tatsächlich das Flügelgewicht aufnehmen und das Spanschloßbolzen-Gewinde etwa zur Hälfte in der Mutter verschwindet.

Gleich anschließend wird man vorteilhaft auch die Tragkabel (als Gegenkabel zu diesen Hängkabeln) anschließen, während man die Sicherheitskabel vorläufig unberührt, d. h. ohne Spannung läßt.

Während dieser ganzen Arbeit muß dauernd der Flügel festgehalten werden, um ein Herunterkippen, d. h. Umkippen des Rumpfes bei dieser einseitigen Belastung und ein Herüberziehen des Spanturmes zu verhüten. Sind die Kabel in dieser Weise angeschlossen, so unterstützt man, am besten durch einen Bock, die frei schwebende Fläche an ihrem äußeren Ende, unter dem letzten vorderen Stiel, also unter dem Vorderholm (Fig. 37).

Läßt sich bei einem älteren Flugzeuge der Flügel nur schwer anpassen, so empfiehlt es sich, um ein Herunterwerfen des Rumpfes von dem Unterstützungsbock zu verhüten, diesen während der Arbeit festhalten zu lassen.

In der gleichen Weise wird nun der zweite Flügel

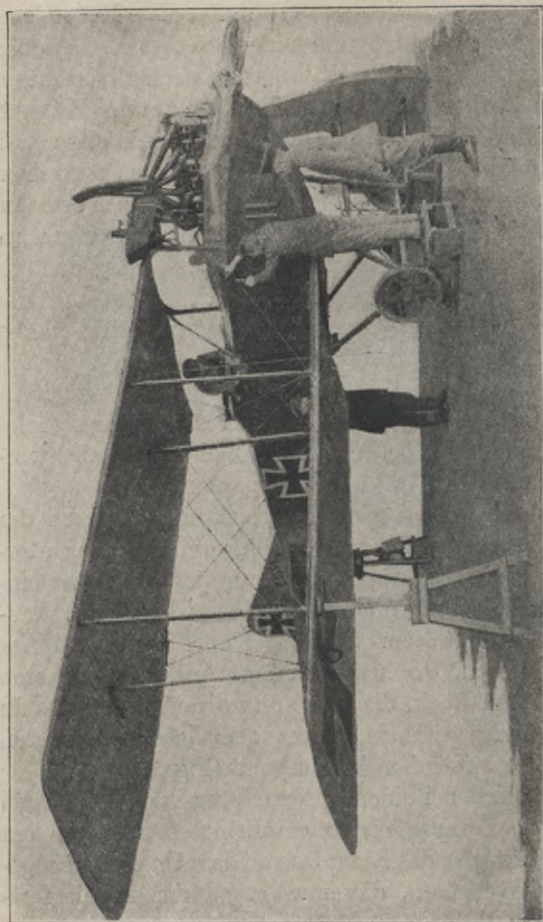


Fig. 37. Anschluß der Kabel bei unterstütztem Flügel.



angeschlossen, auch hier werden natürlich die Kabel sofort angezogen und darauf der unter die erst angehängte Fläche gestellte Bock wieder fortgenommen, so daß beide Flügel frei schweben und von den Hängenkabeln getragen werden.

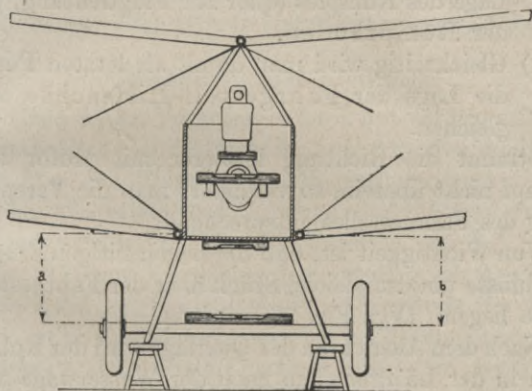


Fig. 38. Rumpfausrichten in der Querlage.

### Ausrichten des Rumpfes.

Nun erfolgt das Ausrichten des Rumpfes nach der Wasserwage, und zwar zunächst quer zur Flugrichtung, erst danach in der Längsrichtung. Zu ersterem legt man die Wasserwage, sofern der Motor horizontal liegt (was aus den zum Schluß dieses Buches für die einzelnen Typen angegebenen Verspannungsdaten hervorgeht).

- a) quer über oder unter die Motorlagerholme, oder

- b) an den Motor selbst an, am besten vielleicht auf die Gehäuseoberseite an der Stelle, wo die Zylinder auf dem Gehäuse befestigt sind.
- c) Als weiterer Anhaltspunkt für die wagerechte Lage des Rumpfes (quer zur Flugrichtung) gilt der Rumpfboden.
- d) Gleichzeitig wird man damit als letzten Punkt die Lage der Fahrgestell-Hilfsachse vergleichen.

Stimmt die Richtung letzterer mit Motor und Rumpf nicht überein, so verändert man die Verspannung des Fahrgestelles entsprechend.

Von Wichtigkeit ist, daß die beiderseitigen Flügelanschlüsse um das gleiche Stück über der Fahrgestellachse liegen. (Vgl. Fig. 38, worin  $a = b$ ).

Nach dem Ausrichten der Querlage wird der Rumpf auch in der Längsachse nach der Wasserwage aufgestellt. Bei allen neueren Typen ist für die Horizontallage die am Rumpf angebrachte Wasserlinie maßgebend. Fehlt solche, so kann man sich in der Regel nach dem Motor richten, wenn sich aus den später folgenden Tabellen der Einstellwinkel für die verschiedenen Typen nicht etwa ergibt, daß die Motorachse von der Richtung der Flugzeugachse abweicht und angestellt ist.

Stimmt nunmehr auch die Längsrichtung, so wird man noch einmal die Querlage überprüfen, da diese infolge der andernfalls bestehenden Gefahr, daß man verschiedene V-Steigung gibt, ganz besonders wichtig ist.

Wird abweichend von der hier gegebenen An-

weisung, der Rumpf zunächst in der Längslage ausgerichtet, so bedeutet dieses in der Regel doppelte Arbeit, denn beim darauffolgenden Einstellen der Querlage wird man erstere doch wieder verändern, da man gezwungen ist, den Rumpf durch Unterlegen der Fahrgestellschuhe einseitig mehr oder weniger anzuheben. Also immer erst Quer-, dann Längslage.

### **Einstellung der Pfeilform.**

Nach diesen Vorarbeiten kann mit der eigentlichen Einstellung der Flügel begonnen werden, und zwar hat man bei Flugzeugen mit veränderlicher Pfeilform, beispielsweise bei Anschluß der Flügel mittels längsverstellbarer Verschraubungen (z. B. Albatros C III usw.) zunächst festzustellen, ob die Pfeilform beiderseits gleich ist. Die Größe der Pfeilform ist an und für sich zunächst noch weniger wichtig. Diesbezügliche Fehler machen sich beim Einfliegen durch Kopf- und Schwanzlastigkeit bemerkbar und sind verhältnismäßig leicht zu beseitigen. Gleichheit der Pfeilform ist aber unbedingt erforderlich, um überhaupt einen einigermaßen gleichmäßigen, zuverlässigen Flug zu erzielen.

Die Prüfung der Pfeilform erfolgt am besten durch Herunterloten zweier gleich weit vom Rumpf entfernter Punkte an den Flügeln, etwa der äußeren Flügelstiele, auf den möglichst ebenen Boden. Zu den so gefundenen Punkten lotet man die Mitte der Propellernabe und etwa den Drehpunkt des Seitenruders herunter und stellt fest, ob die entsprechenden beiderseitigen Strecken gleich groß sind. Bei veränderlichen Flügelanschlüssen hat man nicht nur den unteren,

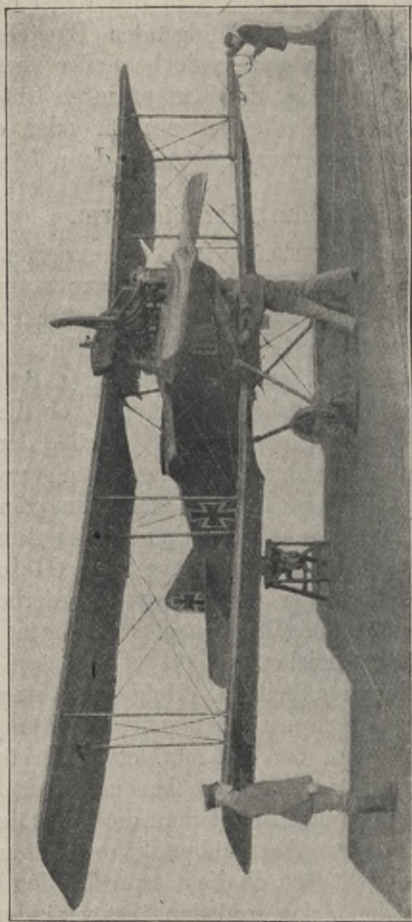


Fig. 39. Prüfung der Pfeilform.

sondern auch die Lage des oberen Flügels zu prüfen, bzw. allgemein festzustellen, ob auch die etwa vorhandene Staffelung auf beiden Seiten gleich ist (Fig. 39).

### Ausspannen des Vorderholmes (V-Form).

Nunmehr beginnt das eigentliche Verspannen mit dem Ausspannen der Vorderholme.

Der Wert für die V-Stellung ist für jeden Typ bekannt. Man hebt zunächst den Flügel mit Hilfe der Hängekabel des ersten Feldes so weit, daß der

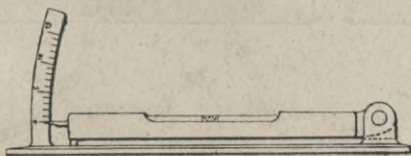


Fig. 40. Winkelwage.

Holm zwischen Rumpf und erstem Stiel die vorgeschriebene Steigung hat. Dann richtet man den Flügel weiter nach außen aus und achtet vor allen Dingen darauf, daß der Holm absolut gerade erscheint. Man kann sich dieses Ausrichten durch Auflegen einer langen Richtlatte erleichtern.

Man vergesse nicht, daß man den Vorderholm und nicht die Stirnleiste verspannt, so daß lediglich die Richtung des Holmes zu messen ist. Dieses geschieht am zuverlässigsten durch Auflegen einer mindestens 2—3 m langen Richtlatte auf die Fläche, genau parallel zum Vorderholm, so nahe an diesen heran, wie die Tiefenkreuzverspannung bzw.

die Stiele dies zulassen. Auf diese Richtlatte kommt ein Instrument zur Messung der Steigung.

Die Steigungsmessung kann mittels Winkelwage (Fig. 40), Lotwage (Fig. 41) oder Schlauchwage erfolgen. Letztere arbeitet nach dem Prinzip kommunizierender Röhren und besteht aus zwei mit Meßstrichen versehenen, gleich hohen, durch einen Schlauch verbundenen Glasröhren. (Fig. 42). Aber auch eine einfache Wasserwage in Verbindung mit einer ent-

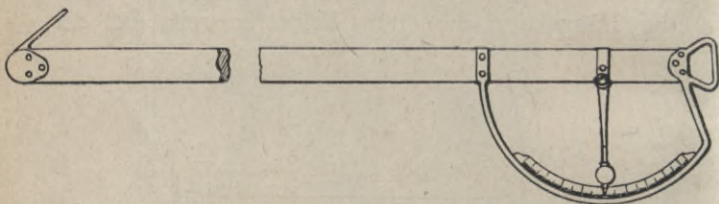


Fig. 41. Lotwage.

sprechend konisch zugeschnittenen Meßlatte kann für diesen Zweck genügen. Geprüft wird dabei fast ausschließlich die untere Tragfläche; nur dann, wenn für den oberen Flügel nach der Verspannungsvorschrift eine andere Steigung vorgesehen ist, wird man auch hier besonders kontrollieren.

Für die als Notbehelf erwähnte Einstellung des Holmes mittels konisch zugeschnittener Latte und Wasserwage merke man sich, daß ein Winkel von einem Grad einer Steigung von 17,5 mm auf 1 m Länge entspricht.

Man hat im übrigen stets besonders darauf zu achten, ob für die V-Stellung der Wert als Winkel in Graden oder als Steigung in Prozenten ausgedrückt ist.

Da ein Winkel von  $1^{\circ}$  einer Steigung von 17,5 mm auf 1 m entspricht, ein Prozent aber nur eine solche von 10 mm auf einen Meter beträgt, wird ein auf  $1^{\circ}$

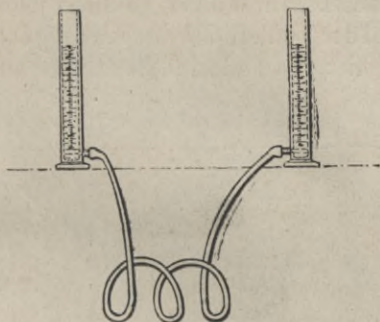


Fig. 42. Schlauchwaage.

V-Steigung verspannter Flügel erheblich steiler stehen als ein solcher, bei dem die Steigung  $1^{\circ}/_0$  beträgt. Soll also ein Flügel z. B.  $\frac{1}{2}$  unter einem V-Formwinkel von

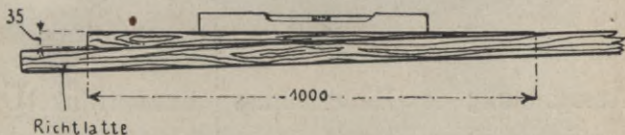


Fig. 43. Konische Latte für 2 Grad Steigung mit Wasserwaage.

$2^{\circ}$  angestellt werden, so hat man die konische Latte bei 1 m Länge und spitz auslaufendem Ende an der starken Seite 35 mm hoch zu machen und so auf die Richtlatte zu legen, daß die hohe Seite zum Rumpf zeigt. Der Vorderholm wird soweit gehoben, bis die

Libelle der auf diese konische Latte gelegten Wasserrampe einspielt (Fig. 43).

Steht der Vorderholm jetzt genau ausgerichtet im vorgeschriebenen Winkel, so zieht man auch die Tragkabel der Vorderholmverspannung endgültig an, so daß der hier vorhandene Gitterträger absolut fest steht.

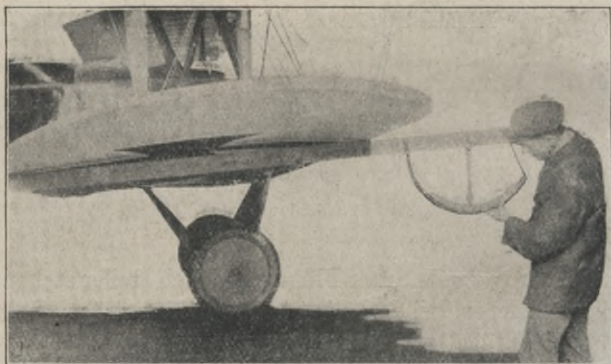


Fig. 44. Messung des Anstellwinkels.

### **Ausspannung des Hinterholmes (Einstellwinkel).**

Sind in dieser Weise sämtliche Felder des Vorderholmes verspannt, so wird der hintere Holm eingestellt und dabei der für den Flügel vorgesehene Einstellwinkel festgelegt. Dieser wird stets unter einer Rippe in der Sehne gemessen, d. h. die dazu benutzte Meßplatte muß sowohl an der Stirnleiste, als auch an der Abschlußleiste anliegen. Nur deren Richtung ist für die Größe des Anstellwinkels



maßgebend, unter keinen Umständen etwa der Höhenunterschied zwischen Vorder- und Hinterholm,

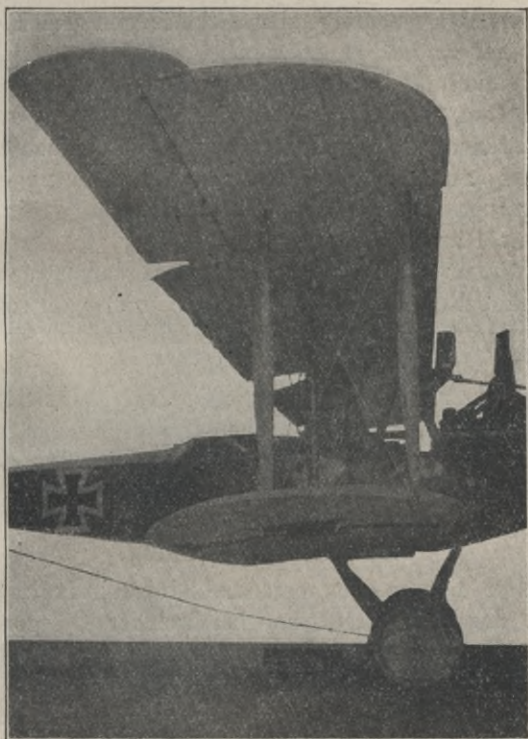


Fig. 45. Ausfluchten der Stiele.

wie das gelegentlich fälschlich angenommen wird. Der Hinterholm wird gegenüber dem Vorderholm so weit heruntergelassen, bzw. angehoben, bis sich unter

den einzelnen Spieren bzw. Stielpaaren der im Verspannungsschema festgelegte Anstellwinkel bei horizontaler Lage des Rumpfes ergibt.

Aus den nachfolgenden Erklärungen des Fluges geht hervor, daß es gelegentlich richtig ist, den Anstellwinkel auf beiden Seiten nicht ganz gleichmäßig zu halten, und zwar den linken Flügel etwas steiler anzustellen. Im allgemeinen wird es sich jedoch empfehlen, zunächst bei der Neuverspannung eines Flugzeuges beide Flügel unter dem gleichen Winkel anzustellen.

Stimmt der Winkel überall, so zieht man auch die Tragkabel der hinteren Holmverspannung an, so daß dieser hintere Gitterträger nunmehr ebenso fest wie der vordere steht. Darauf stellt man sich zur Seite des Flugzeuges und prüft die Stellung der Stiele (Fig. 45). Äußerer und innerer Stiel müssen sich, wenn V-Form und Pfeilform an beiden Tragdecks richtig sind, genau decken.

### **Sicherheitsverspannung.**

Nun erst spannt man die Sicherheitskabel, d. h. das Tiefenkreuz an, bei welcher Gelegenheit man gegebenenfalls geringe Differenzen in der Stellung der Stiele ausgleichen kann.

Diese Kabel müssen gleichmäßig angezogen werden, wobei man darauf achten wird, daß der Anstellwinkel sich nicht wieder verändert.

### **Stirnkabelspannung.**

Als letztes erfolgt der Anschluß und das Anspannen der Stirnkabel, wobei man andererseits wieder nicht

die V-Form verändern soll, indem man den Holm gewaltsam herunterzieht.

Bezüglich der Sicherheitskabel ist noch zu bemerken, daß diese weder zu straff noch zu lose bleiben dürfen. Ein übermäßig straffes Anspannen bewirkt leicht ein geringes, dem Auge zunächst nicht wahrnehmbares Durchbiegen der Flächenstiele. Wird ein so verspanntes Flugzeug im Gleitfluge aufgefangen, so wird bei dieser plötzlichen starken Beanspruchung ein Einknicken der Flächenstiele erfolgen. Ein zu



Fig. 46. A. E. G.-Flugzeug für Bombenabwurf, Typ C IV n.

loses Spannen kann andererseits Ursache zu einem Flächenbruch geben, da das Kabel dann nicht die ihm zugewiesene Funktion des Übertragens der vorübergehend auftretenden großen Kräfte von einem zum anderen Holm ausübt.

### **Überprüfen der Verspannung.**

Nach dem Verspannen des ganzen Flugzeuges mittels der Meßinstrumente vergleicht man nunmehr die fertige Arbeit mit dem Auge. Man nimmt vor dem Flugzeug Aufstellung und fluchtet unter den unteren Flügeln hindurch, um festzustellen, ob

auf beiden Seiten Stirn- und Abschlußleiste in gleichen Richtungen bzw. Abweichungen voneinander verlaufen, d. h. die durch die Fläche reichenden Schrauben der Flügelstielbeschläge gleich liegen, usw. Hiernach stellt man sich hinter das Flugzeug, um in gleicher Weise über die oberen Flügel hinweg zu visieren. Dem Auge sich bemerkbar machende Fehler wird man zunächst mittels der Instrumente prüfen und erst dann beseitigen, wenn diese die Richtigkeit der Beobachtung des Auges bestätigen. Nach dem fertigen Verspannen ist wegen ihrer besonderen Wichtigkeit noch einmal die V-Stellung zu überprüfen.

### **Anschluß der Querruder (Verwindung).**

Stehen die Flügel richtig, so sind die Querruder mittels der Seilzüge mit dem Steuerrad bzw. Steuerknüppel zu verbinden, wobei zunächst auf Gleichmäßigkeit der Ruderstellung und Vermeidung toten Ganges zu achten ist.

Als wichtigster Punkt verbleibt die Beachtung des richtigen Anschlusses sämtlicher Ruder. Zu merken ist dabei, daß im Flugzeug sämtliche Ruder so angeschlossen sind, daß die bei den verschiedenen Flugzeuglagen vom menschlichen Körper unwillkürlich gemachten Reflexbewegungen, bei denen eine gleiche unwillkürliche Mitnahme des Steuers erfolgt, den richtigen Ruderausschlag ergeben.

Liegt das Flugzeug beispielsweise in der Linkskurve, d. h. der linke Flügel tief, so wird der Flugzeugführer sich unwillkürlich nach rechts hinüberlegen, um senkrecht zu sitzen, und dabei den Knüppel mitnehmen bzw. das Steuerrad rechts drehen. Da man

nun aus der Linkskurve ein Flugzeug dadurch aufrichtet, daß man das linke Querruder herunter, das rechte nach oben stellt, müssen letztere so angeschlossen sein, daß bei Rechtsneigung des Knüppels das linke Ruder herunter und das rechte Ruder heraufgeht. Bei Linksneigung des Knüppels oder Linksdrehung des Steuerrades bewegt sich dann das linke Ruder nach oben und das rechte nach unten.

Auch das Höhenruder berücksichtigt die Reflexbewegung, denn wenn das Flugzeug steigt bzw. steigen soll, biegt sich der Flugzeugführer unwillkürlich nach vorn und benutzt als Halt die Steuersäule, zieht sie also auf sich zu. Im Gegensatz dazu wird er sich bei einem Senken nach hinten setzen und die Säule von sich wegdrücken. Daher erfolgt der Anschluß des Höhenruders so, daß bei einem Anziehen der Säule das Höhenruder sich hebt und bei einem Drücken sich senkt.

Das Seitenruder wird so angeschlossen, daß die Fußbewegung die entsprechende Ruderbewegung auslöst, woraus sich ergibt, daß die zum Seitenruder führenden Seile bzw. Kabel nicht gekreuzt werden dürfen.

### **Sicherung der Spannschlösser.**

Als letzte aber besonders wichtige Arbeit verbleibt das Sichern sämtlicher Spannschlösser, wobei auch diejenigen der Steuerseile nicht zu vergessen sind.

Ungesicherte Spannschlösser können sich leicht lösen, insbesondere wenn das Spannen unrichtig, d. h. so erfolgte, daß falsche Spannungen in das Kabel hineingebracht wurden, die es zu drehen trachten.

Kein Spannschloß darf angespannt oder gelöst werden, ohne daß durch entsprechendes Festschalten des Kabels während der Drehung der Mutter ein Mitdrehen des Kabels verhütet wurde (Fig. 47).

Selbstverständlich ist auch auf sachgemäßes, d. h. richtiges Anbringen des Sicherungsdrahtes zu achten

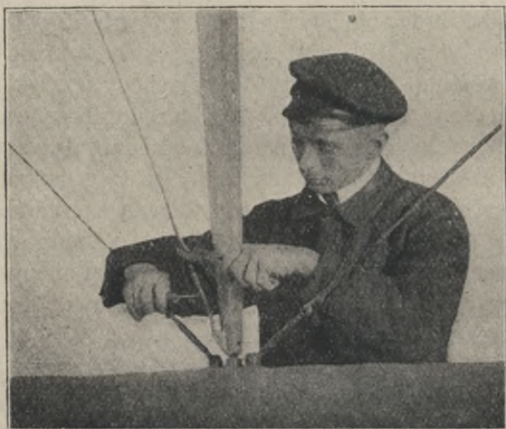


Fig. 47. Richtiges Spannen der Kabel.

(Fig. 48). Er darf sich bei einem Ausdrehen der Bolzen aus der Mutter nicht etwa lösen können oder nur um den Bolzen herumgelegt sein. (Fig. 49).

Nahe aneinander vorbeigleitende Spannschlösser, die man gelegentlich in den Seilzügen der Querruder findet, schützt man gegen ein gegenseitiges Festsetzen durch Umwickeln mit Isolierband.

Auch darauf hat der Verspanner zu achten, daß sich die Spannkabel an den Kreuzungsstellen nicht

gegenseitig reiben, was man durch Zwischenlegen von Gleitstücken aus Hartgummi, Weichmetall und ähnlichem verhütet. Ebenso dürfen natürlich die Steuerzüge nirgends reiben.



Fig. 48. Richtig gesichertes Spannschloß.

Auf alle diese Einzelheiten hat der Verspanner sorgfältig zu achten. Erst dann, wenn er vor jedem Fluge alles sorgfältig geprüft hat, darf er mit gutem Gewissen seinem Flugzeugführer das Flugzeug als „fertig“ bezeichnen.

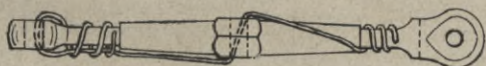


Fig. 49. Falsche Sicherung.

Es gibt für einen ehrlichen, gewissenhaften Flugzeugwart kein peinlicheres Gefühl, als sich im Augenblick, wo sein Flugzeug gestartet ist, sagen zu müssen, dieses oder jenes habe er heute doch wohl zu prüfen versäumt. Er hat bis zur Rückkehr des Fliegers keine ruhige Minute.

## VII. Der aerodynamische Flug.

Ein derart verspanntes Flugzeug kann, nachdem der Motorenwart den Motor und seine Einzelteile geprüft hat, Kühlwasser und Betriebsstoffe aufge-



Fig. 50. Bay. Albatros-Flugzeug, Typ C 1a.

füllt sind, als startbereit erklärt und dem Flieger zum Probefluge überlassen werden.

Bei diesem Fluge beanstandete Fehler in der Flugzeuglage, die vorkommen können, obgleich man glaubt, die Anweisungen des Flugzeugfabrikanten bezüglich Flügelstellung aufs genaueste befolgt zu haben, muß der Verspanner imstande sein, durch zweckentsprechende Maßnahmen zu beheben.

Nur dann kann ein Flugzeug einwandfreie Flugegebnisse zeitigen, wenn eine absolut richtige Kräfteverteilung erfolgt.



Da diese Arbeit einige Kenntniss der Vorgänge im aerodynamischen Fluge, d. h. des Fluges mit Apparaten, die schwerer als die Luft sind, voraussetzt, seien zunächst diese Vorgänge erläutert, wobei zugleich erklärt wird, aus welchen Gründen man die Flügel an den Rumpf unter einem bestimmten Winkel ansetzt und V- und pfeilförmige Anordnung derselben bevorzugt.



Fig. 51. Schrägstellung des Drachens.

### Der Drachen.

Unsere Flugzeuge beruhen sämtlich\* auf dem Prinzip des Drachens; Schraubenflieger und Schlagflügelmaschinen gibt es nicht.

Der Drachenflug kommt durch das Auftreffen des Luftstromes auf eine in einem ganz bestimmten Winkel zum Luftstrom schräg eingestellte Fläche zustande, wobei es für die Wirkung natürlich gleichgültig ist, ob die Fläche fest steht und der Luftstrom in entsprechender Richtung die Fläche trifft, was bei einem Drachen im allgemeinen der Fall ist, oder ob die Fläche gegen die sie umgebende Luft vorwärts bewegt wird, wie das beim Flugzeuge geschieht.

Die Schrägstellung der Fläche ist Grundbedingung für die Möglichkeit des aerodynamischen Fluges überhaupt, woraus sich ergibt, daß die richtige Stellung des Flügels nach allen Seiten hin von außerordentlich großem Einfluß sowohl auf die mit einem Flugzeug zu erzielenden Leistungen als auch auf die Sicherheit des Fluges ist.

Genau wie der Drachen (Fig. 51) schräg gegen den Wind stehen muß, was man dort durch entsprechende Befestigung der Schnur bewirkt, muß auch

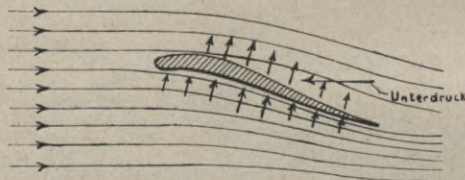


Fig. 52. Kraftwirkung an der schräggestellten Fläche.

die Tragfläche des Flugzeuges stehen, d. h. man gibt ihr einen Einstellwinkel, auch mit Anstellwinkel bezeichnet.

### **Einstellwinkel der Flügel.**

Im Flugzeuge ersetzt der Motor mit der es durch die Luft ziehenden oder drückenden Luftschaube die den Drachen gegen den Wind festhaltende Schnur. Die umgebende Luft wird entsprechend der Vorwärtsbewegung des Flugzeuges mit einer bestimmten Geschwindigkeit über bzw. unter dem Flügel hinwegstreichen und infolge der Schrägstellung nach Fig. 52 an der Unterseite des Flügels die Luft zusammen-

drücken, also einen Luftüberdruck erzeugen, während die an der Oberseite sich einstellende Luftverdünnung eine saugende Wirkung ausübt.

Zu merken ist hierbei, daß die Saugwirkung an der Flächenoberseite für das Heben des Flugzeuges wirksamer als der unten wirkende Druck ist, also die Oberseite des Flügels einen recht erheblichen Teil der überhaupt auftretenden Kräfte aufnimmt.

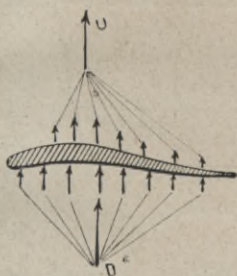


Fig. 53. Mittelkräfte aus Saug- und Druckwirkung.

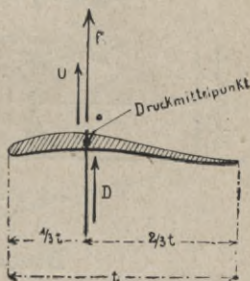


Fig. 54. Druckmittelkraft.

### Druckmittelkraft.

Je nach der Form des Flächenquerschnittes und der Größe des Anstellwinkels wird die Saugwirkung an der Ober- bzw. die Druckwirkung an der Unterseite mehr an der Vorder- oder der Hinterkante der Fläche zur Geltung kommen.

Bei den üblichen Flügelformen wird die stärkste Kraftäußerung nahe der Vorderkante erzielt. Bildet man sich aus den an Ober- und Unterseite wirkenden Kräften nach Fig. 53 jeweils die Mittelkräfte  $D$  und  $U$  und aus diesen beiden wieder nach Fig. 54 die letzte

daraus resultierende Druckmittelkraft  $R$ , so trifft diese die Fläche etwa im ersten Drittel, von der Vorderkante aus gerechnet. Mit Druckmittelkraft (am Flügel des Flugzeuges) bezeichnen wir somit die resultierende Mittelkraft aus allen an der Fläche infolge der Vorwärtsbewegung überhaupt auftretenden Luftdruckkräften, Über- sowohl als Unterdruck. (Unten bzw. oben!)

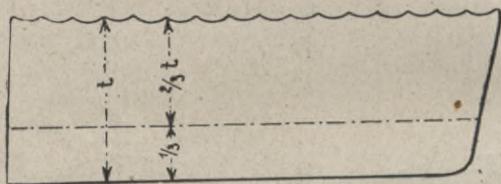


Fig. 55. Druckmittellinie.

### Druckmittelpunkt.

Den Angriffspunkt dieser Druckmittelkraft bezeichnen wir mit Druckmittelpunkt. Im Druckmittelpunkt also üben die an der schräg stehenden Tragfläche bei der Vorwärtsbewegung geltend werdenden Luftdruckkräfte ihre Wirkung aus, d. h. im Druckmittelpunkt wird das Flugzeug bei der Vorwärtsbewegung angehoben und unterstützt.

In bezug auf die Tragfläche spricht man auch von einer Druckmittellinie (Fig. 55), wie man auch weiter noch von einem Druckmittel jeder Flügelseite spricht, das etwa in der Mitte der Druckmittellinie liegt, dessen genaue Lage aber davon abhängig ist, ob die an jeder Stelle der Fläche auftretenden Kräfte überall gleich oder in der Nähe des Rumpfes bzw. am äußeren

Flächenende stärker sind (Fig. 56). In der Regel liegt das Druckmittel eines Flügels mehr zum Rumpf hin.

Der aus den Druckmitteln beider Seiten resultierende endgültige Druckmittelpunkt wird dann, vorausgesetzt, daß bei einem Doppeldecker die Flächen oben und unten gleich und nicht gestaffelt sind, im Schnittpunkte der beiderseitigen Druckmittel mit der Flugzeugachse liegen. Bei verschiedenen großen oder gestaffelten Flächen hat man noch die verschiedene

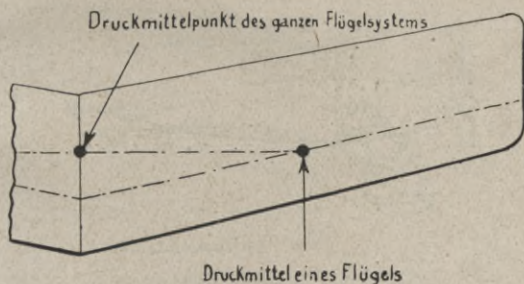


Fig. 56. Druckmittelpunkt.

Lage der Druckmittel beider Decks, abgesehen vom verschieden großen Luftwiderstande der einzelnen Flugzeugteile, zu berücksichtigen, um auf den endgültigen Druckmittelpunkt des ganzen Systems zu kommen. Der Druckmittelpunkt eines Flugzeuges ist also der Angriffspunkt der aus allen Einzelkräften resultierenden Druckmittelkraft.

### Schwerpunktslage.

In diesem endgültigen Druckmittelpunkte des ganzen Flügelsystems muß somit der Schwerpunkt

des Flugzeuges liegen, wenn dasselbe in der Luft schwebend im Gleichgewicht bleiben soll (Fig. 57).

### Druckmittelpunktswanderung.

Die Lage des Druckmittelpunktes an der Fläche ist aber nicht nur von der Flächenform, sondern auch von der Größe des Einstellwinkels abhängig. Jede Änderung des Einstellwinkels, d. h. jede Veränderung der Flügelstellung zur Flugrichtung

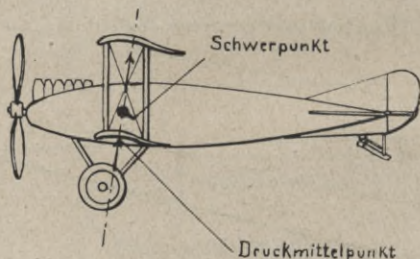


Fig. 57. Schwerpunktslage.

wird infolgedessen das Gleichgewichtsverhältnis verschoben.

Man spricht bei der Lageveränderung des Druckmittelpunktes von einem „Wandern“ desselben, und zwar ist als Grundgesetz des Verspannens zu merken, daß der Druckmittelpunkt bei einer Erhöhung des Einstellwinkels der gewölbten Fläche nach vorn wandert, so weit es sich um Winkelgrößen handelt, wie sie für uns im Flugzeugbau in Frage kommen (Fig. 58). Eine Lageveränderung des Druckmittelpunktes kann man somit willkürlich einfach dadurch hervorrufen, daß man einem Flügel

durch entsprechende Änderung der Flugzeugverspannung einen höheren oder geringeren Anstellwinkel gibt.

### Auftriebssteigerung.

Da neben der Schrägstellung Vorbedingung für den Flug an und für sich auch die Bewegung der Fläche durch die Luft ist, werden die infolge der Bewegung an der Fläche wirkenden Kräfte natürlich



Fig. 58. Wanderung des Druckmittels.

auch von der Geschwindigkeit abhängig, und zwar um so stärker sein, je schneller die Bewegung erfolgt. Diese Kräfte wachsen nun, ebenso wie der Widerstand, den die Luft der Vorwärtsbewegung entgegenstellt, nicht nur in dem Maße wie die Geschwindigkeit gesteigert wird, sondern im Quadrat der Geschwindigkeitszunahme. Im weiteren erfolgt das Anwachsen dieser Kräfte proportional der Flächengröße.

Die Anstellung der Tragfläche gegen die Bewegungsrichtung schwankt bei unseren heutigen Flugzeugen im allgemeinen zwischen 3 Grad und 6 Grad,

ein guter Mittelwert ist etwa 4 Grad. Der für jeden Typ hierfür festgelegte Wert ist den später bei der Beschreibung der einzelnen Typen gebrachten Tabellen der Einstellwinkel zu entnehmen. Für die Größe des Winkels sind die Anforderungen bestimmend, die



Fig. 59. D-Flugzeug, Lizenzfabrikat der L.-V.-G.

man an Steigfähigkeit, Tragkraft, Geschwindigkeit und sonstige Flugeigenschaften des betreffenden Flugzeuges stellt. Ein höherer Einstellwinkel ergibt wohl größeren Auftrieb, d. h. bessere Steigfähigkeit, verringert aber infolge des im Quadrat wachsenden Widerstandes die Geschwindigkeit, so daß hier die Grenzen von selbst gegeben sind.



## VIII. Gleichgewichtsverhältnis im Fluge.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß von der Schrägstellung der Fläche nicht nur der Flug überhaupt abhängig ist, sondern daß auch die Gleichgewichtslage von der Flügelstellung in hervorragendem Maße beeinflußt wird.

Genau wie jede wirkliche Änderung der Flügelstellung zur Flugrichtung das Gleichgewichtsverhältnis ändert, wird nun natürlich auch jede ungewollte Erhöhung oder Verringerung des Einstellwinkels, wie solche im Fluge dauernd eintritt, versuchen, das Gleichgewicht zu stören.

Befindet sich das Flugzeug im steilen Gleitfluge, so bewegt es sich mit einer um ein Mehrfaches gesteigerten Geschwindigkeit in einer Richtung vorwärts, die von der im normalen Geradeausfluge eingenommenen insofern abweicht, als der Winkel zwischen Flügelsehne und Flugrichtung kleiner als ursprünglich ist. Das Flugzeug hat das Bestreben, nach vorn überzukippen, was jedoch die Höhenflosse am Schwanz, die vom Luftstrom zurückgedrückt wird, verhindert.

Obwohl also der Druckmittelpunkt bei der hier eingetretenen Verringerung des Anstellwinkels nach hinten wandert, tritt ein Kippen nicht ein.

In Fig. 60 gibt Linie I die normale Flugrichtung und Winkel  $\alpha$  den dazu gehörigen Einstellwinkel, Linie II bzw. Winkel  $\beta$  die entsprechenden Werte für den Gleitflug an.

$P$  bedeutet die Angriffsrichtung der Luftdruckkräfte, deren Verschiebung nach hinten durch den neu auftretenden Druck  $D$  an der Höhenflosse unwirksam gemacht wird.

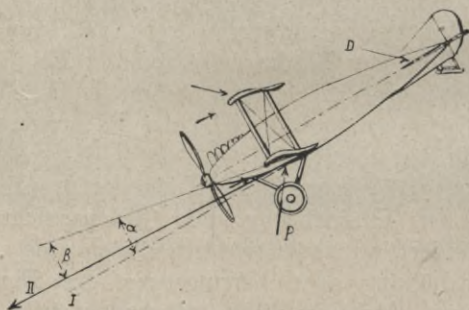


Fig. 60. Flugzeug im Gleitfluge.

Im ansteigenden Fluge sind die Verhältnisse entgegengesetzt. Der Motor vermag in dieser Stellung das Flugzeug nicht mit der gleichen Geschwindigkeit in der bisherigen Richtung weiterzuziehen, sondern der Rumpf „hängt durch“, so daß sich der Winkel zwischen Flügelsehne und Flugrichtung vergrößert. Vergrößert sich aber dieser Einstellwinkel, so verlegt sich damit der Druckmittelpunkt nach vorn. So lange die Geschwindigkeit eine gewisse Grenze nicht unterschreitet, wird auch dabei die Höhenflosse gleichgewichtsausgleichend wirken.

In Fig. 61 bedeutet I wieder die normale Bewegungsrichtung im Geradeausfluge, der ein Einstellwinkel des Flügels von der Größe  $\alpha$  entspricht, während II bzw. Winkel  $\beta$  die gleichen Werte für das Steigen darstellen.

Zu dieser fortwährenden Verschiebung des Gleichgewichtszustandes am fliegenden Flugzeuge kommt als weiteres ungünstiges Moment hinzu, daß auch

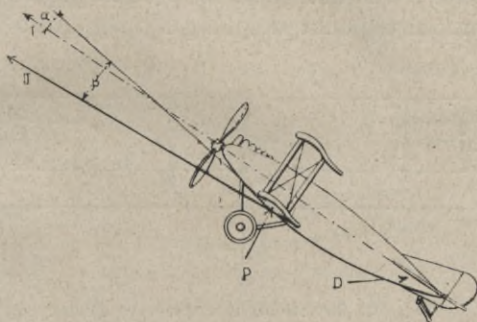


Fig. 61. Flugzeug im Steigen.

der Schwerpunkt, d. h. der Gewichtsmittelpunkt seine Lage verändert.

Ein zweisitziges C-Flugzeug wird nach einem längeren Fluge infolge des Betriebstoff- und Munitionsverbrauchs erheblich leichter als beim Abfluge sein. Da nun aber die Teile, deren Gewicht sinkt, nämlich Brennstoffbehälter und Munitionskästen, hinter dem ursprünglichen Schwerpunkte liegen, wird der Schwerpunkt nach vorn wandern.

Alle diese Gleichgewichtsverschiebungen machen besondere Maßnahmen zur Sicherung des Fluges nötig, die im folgenden erklärt werden.

### Pfeilform.

Setzen wir einen Flügel mit durchgehend gleichbleibendem Einstellwinkel rechtwinklig an einen Flugzeugrumpf an, und geben wir der Fläche eine Form etwa nach Fig. 62, so werden die Luftdruckkräfte sich hier so äußern, daß die Druckmittellinie jeder Flügelseite rechtwinklig auf die Flugzeugachse weist, der Druckmittelpunkt des Flügelsystems also bei  $S$  liegt.

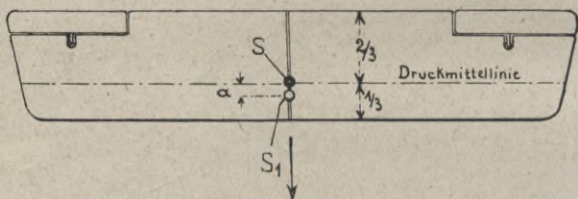


Fig. 62. Rechtwinklig angesetzte Flügel.

Im gleichen Punkte wird im normalen Gleichgewichtszustand, da beide doch zusammentreffen sollen, auch der Schwerpunkt zu suchen sein. Entfernen sich bei einem derartigen Flugzeuge beide nur um ein geringes Stück  $a$  voneinander, so wird der Gleichgewichtszustand sofort erheblich gestört.

Diesem Übelstande wird durch pfeilförmige Anordnung des Flügels bzw. der Druckmittellinie begegnet.

Bei einem Flügelpaar nach Fig. 63 liegt das resultierende Druckmittel und natürlich auch der Schwerpunkt, im Schnittpunkte der Verbindungslinie der beiderseitigen Druckmitteln  $D_1$  und  $D_2$  bei  $S$ .

Kommen Schwerpunkt und Druckmittelpunkt bei diesem Flächensystem um das gleiche Stück  $a$  auseinander wie bei rechtwinklig liegender Fläche nach Fig. 62, so wird das Gleichgewicht erheblich weniger gestört als bei ersterer Ausführung, da immer noch ein Teil der beiderseitigen Druckmittellinien vor dem Schwerpunkt ( $S_1$ ) liegt.

Nicht die Schrägstellung der Flächenvorderkante bestimmt den Grad der Stabilität des Flugzeuges, sondern lediglich der Verlauf der Druckmittellinie.



Fig. 63. Pfeilförmige Flügel.

Also wird man durch andere Maßnahmen, welche eine Schrägstellung der Druckmittellinie ergeben, die gleiche Wirkung erzielen. Ein derartiges Mittel ist die Veränderung des Einstellwinkels.

Nach dem vorher erwähnten Grundgesetz für das Verspannen wandert der Druckmittelpunkt bei Erhöhung des Einstellwinkels nach vorn, bei Verringerung nach hinten. Gibt man also einer Fläche am Rumpf einen größeren Einstellwinkel als außen, so bekommt man einen Druckmittellinien-Verlauf nach Fig. 64 und somit den Vorzug eines pfeilförmigen Flügels hinein, ohne daß die Vorderkante selbst spitz zuzulaufen braucht. Die Flügel unserer sämtlichen Flugzeuge sind in diesem Sinne verspannt, nur Fokker

macht eine Ausnahme davon. Abgesehen von der besseren Längsstabilität sind im übrigen auch noch andere Gründe, die mit dem Verlauf der Luftströmungen zusammenhängen, für diese Verringerung des Einstellwinkels nach dem Flächenende hin bestimmend.

Da man in der Wahl verschiedener Querschnittsformen des Flügels ein weiteres Mittel in der Hand hat, die Längsstabilität eines Flugzeuges mehr oder weniger günstig zu beeinflussen, kann man, wenn,

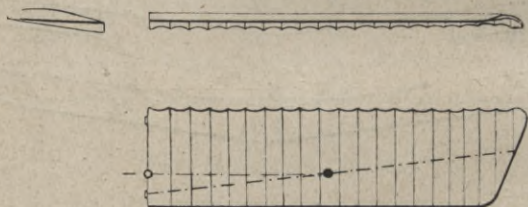


Fig. 64. Flügel mit abnehmendem Einstellwinkel.

wie bei kleinen einsitzigen Flugzeugen, konstruktive Maßnahmen es angebracht erscheinen lassen, von direkt pfeilförmigem Flügelbau absehen, ohne auf die Vorzüge der Pfeilform verzichten zu müssen.

### V-Form.

Während die pfeilförmige Flügelstellung dazu dient, den Flug in der Flugrichtung zu sichern, ist die V-förmige Anordnung ein hervorragendes Mittel zur Stabilisierung in der Querachse, insbesondere im Kurvenflug bei der Schräglage des Flugzeuges.

Wir verstehen unter V-Form, wie bereits in der

Einleitung gesagt ist, die Steigung der beiderseitigen Flügel in Richtung des Vorderholmes. Dieser liegt am Ende des Flügels meist höher, als am Rumpf bzw. Spannturm.

Die Steigung beträgt durchschnittlich etwa 2 Grad, bei Großkampf-Flugzeugen bis zu 3 Grad. Bei den kleinen Kampf-Doppeldeckern ist vielfach das Oberdeck horizontal angesetzt und nur der unteren Fläche



Fig. 65. D-Flugzeug der Rumpler-Werke, A.-G., oberer Flügel horizontal, unterer V-förmig angesetzt.

V-förmige Stellung gegeben. (Fig. 65). Der Zweck der V-Form, nämlich die Sicherung des Fluges in der Querachse, insbesondere in der Kurve, soll im folgenden mit den Vorgängen bei der Steuerung eines Flugzeuges erklärt werden.

### Horizontalflug.

Fliegt ein Flugzeug horizontal geradeaus, so faßt es der es hebende Luftdruck gleichmäßig auf beiden Seiten, und es herrscht in bezug auf die Quer-

achse Gleichgewichtszustand genau wie in Längsrichtung. (Abb. 66).

Will der Führer nun mit diesem Flugzeug eine Kurve machen, so bringt er es mit Hilfe des Seitenruders, nur in ganz wenigen Ausnahmefällen mit Unterstützung der Querruder, aus der Richtung.

### Kurvenflug.

Während dieser kreisenden Bewegung des Flugzeuges legt der äußere Flügel in der gleichen Zeit einen

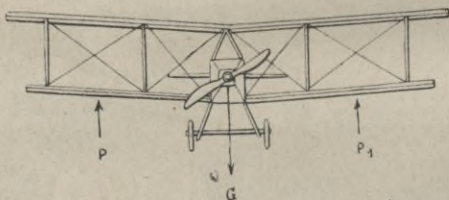


Fig. 66. Horizontalflug.

längeren Weg zurück, als der innere, bewegt sich vorübergehend somit schneller durch die Luft, als letzterer (Fig. 67).

Da nun aber eine Steigerung der Geschwindigkeit einen im Quadrat der Geschwindigkeitszunahme wachsenden Auftrieb auf der betreffenden Seite bedingt, wird sich das Flugzeug selbsttätig schräg legen. Eine Zuhilfenahme der Querruder zur Herbeiführung dieser Schräglage ist also im allgemeinen nicht erforderlich.

Die Schräglage des Flugzeuges im Kurvenflug ist nötig, um die bei der kreisenden Bewegung auftretenden Schleuderkräfte, die das Flugzeug abzu-



treiben und zu kippen bestrebt sind, unwirksam zu machen. Während nach Fig. 66 bei wagerechter Flugzeuglage die Kräfteverteilung am Flugzeug derart ist, daß dem senkrecht nach unten ziehenden Flugzeuggewichte ein genau entgegengesetzt gerichteter Auftrieb das Gleichgewicht hält, ergibt sich in der

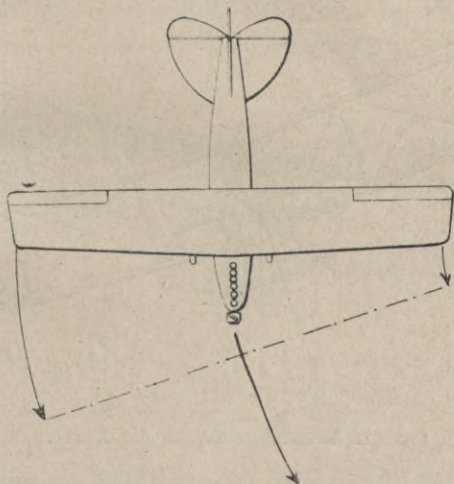


Fig. 67. Kurvenflug.

Kurve die Kräfteverteilung unter Einwirkung der Schleuderkraft aus dem Kräfteparallelogramm nach Fig. 68.

Auf die Flugzeugmasse wirkt jetzt nicht nur, wie vorher, das nach unten ziehende Gewicht, sondern gleichzeitig noch eine zweite horizontal nach außen treibende Schleuderkraft  $Z$ , so daß die sich aus beiden Kräften ergebende Resultierende  $R$  die tatsächlich im

Kurvenfluge in Frage kommende Kraft nach Größe und Richtung angibt. Die Richtung dieser Resultierenden ist die für die Flugzeuglage maßgebende; Schräglage und Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges in der Kurve stehen in ganz bestimmtem Verhältnis zueinander. In Richtung der Resultierenden  $R$ , aber

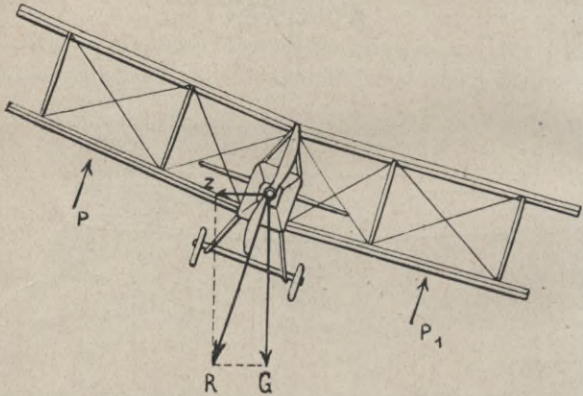


Fig. 68. Kräfteverteilung in der Kurve.

entgegengesetzt gerichtet, werden in dieser Stellung die Kräfte  $P$  und  $P_1$  wirken.

Nach Fig. 68 ist in der Schräglage so lange Gleichgewichtszustand vorhanden, wie beide Kräfte  $Z$  und  $G$  ihre ursprüngliche Größe behalten. Würde die Flugzeuggeschwindigkeit während des Kurvenfluges plötzlich durch irgendwelche äußere Umstände, beispielsweise einen Motordefekt, nachlassen, so ginge sofort im gleichen Maße die nach außen wirkende Schleuderkraft zurück, um schließlich ganz zu verschwinden.

Mit Hilfe der Querruder ist es in solchen Fällen möglich, das Flugzeug wieder aufzurichten und den Gleichgewichtszustand wieder herzustellen. In gleicher Weise wird das Gleichgewicht gestört werden, wenn ein seitlicher Windstoß das Flugzeug schräger legt, als der Eigengeschwindigkeit entspricht.

Wird das rechtzeitige Aufrichten des Flugzeuges versäumt, so stützt sich das Flugzeug nicht mehr in

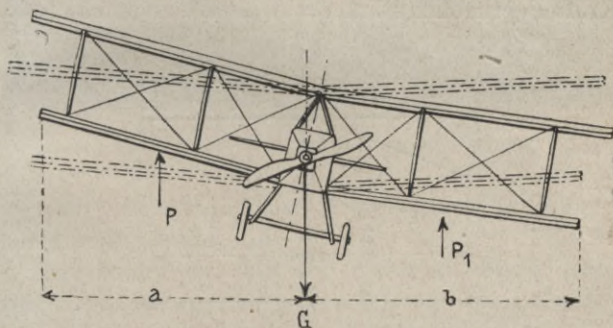


Fig. 69. Flugzeug im Abgleiten.

Richtung der Resultierenden  $R$  auf die Luft, sondern gleitet entsprechend dem nach unten ziehenden Gewicht  $G$  in dieser Richtung senkrecht nach unten.

Für diese Bewegungsrichtung des schrägliegenden Flugzeuges zur Erde hin kommt nun als tragende Fläche nicht mehr die wirkliche Flächenlänge in Frage, sondern nur die Projektion beider Flächen-seiten auf die Horizontale, also  $a$  bzw.  $b$ .

Nun wird sich aber bei V-förmig angestellten Flügeln nach Fig. 69 die Projektion des äußeren, ansteigenden Flügels  $a$  verkürzen, während die des

sich senkenden, inneren Flügel  $b$  sich zunächst verlängert, um erst später langsam kürzer zu werden. Bei Bewegung des Flugzeuges nach unten, in Richtung der Kraft  $G$ , ergibt sich somit eine Ungleichheit beider Seiten, und zwar ist stets die Projektion des tieferen Flügels länger als die des obenstehenden. Proportional dem Größenunterschiede wird die an der tieferstehenden, inneren Fläche zur Geltung kommende Kraft  $P_1$  erheblich stärker sein, als die an dem äußeren

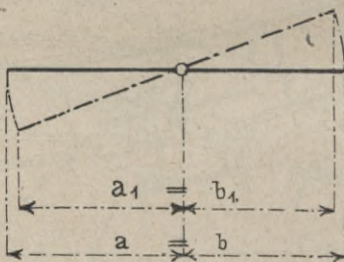


Fig. 70. Horizontalflügel in Schräglage.

Flügel angreifende Kraft  $P$ . Die Folge davon ist ein ganz selbsttätiges Aufrichten des Flugzeuges beim Absturz.

Der Flugzeugführer hat ein Flugzeug mit derart angeordneten Flügeln erheblich fester, sicherer in der Hand, als ein solches mit horizontal gestellten nach Fig. 70, da bei dessen Schräglage in jeder Stellung die Projektion beiderseits gleich bleibt. Kommt dieses Flugzeug ins Abgleiten, so liegt hier keinerlei Veranlassung zu selbsttätigem Wiederaufrichten vor.

Aus allem ergibt sich, daß ein Flugzeug mit V-förmig gestellten Flügeln eine erheblich bessere Querstabilität hat, als ein solches mit horizontalen,

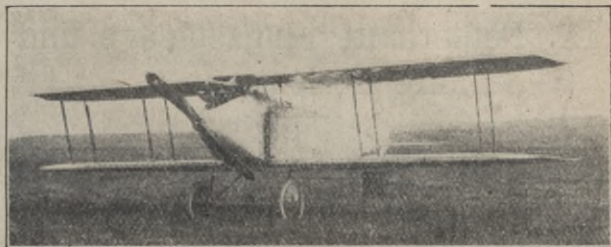


Fig. 71. Fokker D. I., weder V noch Pfeilform.

weshalb man kaum einen Flugzeugtyp mit Flügeln letzterer Art findet.

Interessant ist, daß von dieser als Regel anzusprechenden Bauart auch wieder gerade unser bekanntester Flugzeugkonstrukteur Fokker abweicht.

---

## IX. Fehlerhafte Flugzeuglage und ihre Berichtigung.

---

Aus diesen Erklärungen für den Flug und der Begründung für die drei Flügelgrundstellungen ergeben sich sowohl die Fehlermöglichkeiten als auch die hauptsächlichsten Maßnahmen zu ihrer Beseitigung.

Die Hauptfehler im Gleichgewichtszustande wären folgende:

- I. Das Flugzeug ist kopflastig, und zwar sowohl bei vollbelastetem Motor als auch im Fluge mit abgestelltem Motor, da der Schwerpunkt vor dem Druckmittelpunkt liegt.
- II. Das Flugzeug ist unter gleichen Verhältnissen, d. h. dauernd, schwanzlastig, da der Schwerpunkt hinter dem Druckmittelpunkt liegt.
- III. Das Flugzeug hängt einseitig, und zwar in der Regel links, wegen nicht genügenden, d. h. dem Luftwiderstande des Propellers nicht entsprechenden Auftriebes auf dieser Seite, oder auch infolge anderer Fehler der Flügelstellung.
- IV. Das Flugzeug fliegt trotz keinerlei Steuer ausschlages nicht geradeaus, sondern treibt links oder rechts ab, verursacht durch

ungleichen Luftwiderstand auf beiden Seiten, wodurch eine einseitige Bremsung erfolgt.

V. Das Flugzeug liegt im Fluge mit abgestelltem oder langsamlaufendem Motor einwandfrei, zeigt aber bei Vollauf des Motors das Bestreben,

- a) sich vorn zu senken (kopplastig),
- b) den Rumpf hängen zu lassen (schwanzlastig),
- c) seitlich abtreiben wie bei IV, hier jedoch verursacht durch unrichtigen Einbau des Motors.

Zu diesen Fehlern kommen:

VI. Sonstige Fehler, die sich beim Start zeigen und deren Ursache meist im Fahrgestell zu suchen ist.

Die unter I und II genannten, mit Kopf- bzw. Schwanzlastigkeit bezeichneten Fehler, die durch falsche Lage von Druckmittelpunkt zu Schwerpunkt hervorgerufen sind, können behoben werden durch:

- a) Verlegung des Druckmittelpunktes an den Schwerpunkt heran,
- b) Verlegung des Schwerpunktes an den Druckmittelpunkt, oder durch
- c) zwangsläufiges Herunterdrücken oder Heben des Rumpfes mit Hilfe der Höhenflosse.

Es ergeben sich somit als:

### **I. Maßnahmen gegen Kopplastigkeit,**

die durch falsches Verhältnis zwischen Druckmittel- und Schwerpunkt hervorgerufen ist, folgende:

- a) 1. Erhöhung des Einstellwinkels der Flügel gleichmäßig auf beiden Seiten, denn durch Erhöhung des Einstellwinkels wandert, wie vorher erklärt wurde, der Druckmittelpunkt nach vorn.
2. Verringerung der Pfeilstellung durch Vorziehen der Flügel, denn auch hierdurch verlegt man das Druckmittel nach der bei Beschreibung des Zweckes der Pfeilform gegebenen Erklärung nach vorn.
3. Vorstaffeln eines Flügels, falls die Art der Flügelbefestigung am Spannturm das zuläßt (z. B. Albatros D 1), was das Druckmittel in ähnlicher Weise wie eine Verkleinerung des Pfeilformwinkels nach vorn bringt.
- b) 4. Betriebsstoffbehälter weiter hinter setzen, um den Schwerpunkt nach hinten zu verlegen.
5. Im gleichen Sinne, wenn es sich um ein älteres Flugzeug handelt und der ganze Rumpfbau dies zuläßt, gegebenenfalls versuchen, [den Motor zurückzuverlegen, eine Arbeit, die jedoch unter keinen Umständen behelfsmäßig im Felde ausgeführt werden darf.
6. Auch ein Beschweren des Schwanzes durch Ballast wird öfters angewandt.

Dieses Mittel ist jedoch zu verwerfen, wenn nicht alles andere vorher berücksichtigt und sinngemäß versucht worden ist, da ein beschwerter Rumpf bei der Landung außerordentlich stark beansprucht wird und so



einem schnellen Verschleiß, Verziehen und erhöhter Bruchgefahr unterworfen ist.

Abgesehen davon wird entsprechend der Belastung die Tragfähigkeit des Flugzeuges vermindert.

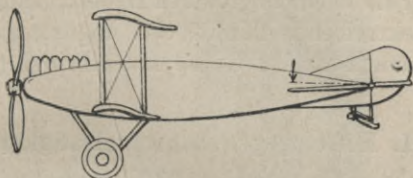


Fig. 72. Tiefstellung der Höhenflosse.

- c) 7. Die Höhenflosse vorn tiefer (oder hinten höher) stellen, falls für dieselbe mehrere Anschlüsse am Rumpf vorgesehen sind (vgl. Fig. 16).

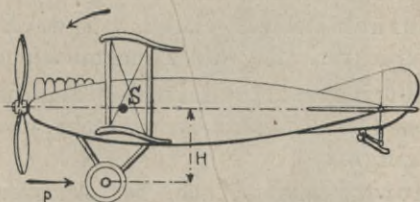


Fig. 73. Luftwiderstand unbekleideter Räder.

Man drückt dadurch den Rumpf gewaltsam herunter und wird zu diesem Mittel besonders dann greifen, wenn das Flugzeug im Gleitfluge nicht stabil genug liegt. Allerdings wird dieses sehr wirksame Mittel infolge des erhöhten

Widerstandes eine Verringerung der Geschwindigkeit zur Folge haben.

8. Laufräder mit Stoff bekleiden, falls diese Vorschrift noch nicht befolgt sein sollte. Man verringert dadurch erheblich den Luftwiderstand, der als an einem größeren Hebelarm angreifende rücktreibende Kraft ein ungünstiges Drehmoment in das Ganze hineinbringt (Fig. 73).

Als

## II. Mittel gegen Schwanzlastigkeit

wird im allgemeinen einfach das Gegenteil des Vorhergesagten in Frage kommen, also:

- a) 1. Verringerung des Einstellwinkels der Flügel, da bei Verringerung dieses Winkels der Druckmittelpunkt nach hinten wandert.
2. Vergrößerung des Pfeilformwinkels durch Zurückziehen der Flügel.
3. Zurückstaffeln eines Tragdecks zwecks Zurückverlegung des Druckmittelpunktes.
- b) 4. Betriebsstoffbehälter, Munitionskästen am Beobachtersitz, usw. mehr nach vorn bringen.
5. Motor, falls möglich, bei gleichzeitiger Erneuerung seiner Lagerholme etwas nach vorn ziehen.
- c) 6. Höhenflosse etwas anstellen, um ihr dadurch nicht nur stabilisierende, sondern auch tragende Wirkung zuzuweisen.

Wenn auch im allgemeinen vorteilhaft jede Abweichung der Höhenflosse von der Stellung genau

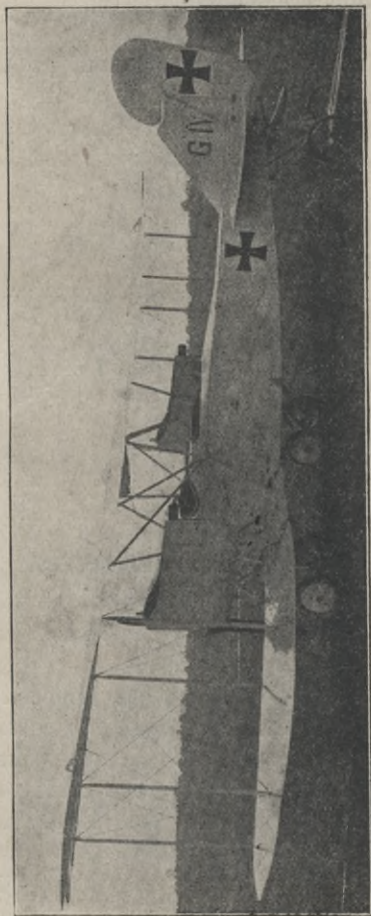


Fig. 74. Großkampfflugzeug der A. E. G., Typ G. IV.

in Flugrichtung vermieden wird, ist doch eine geringe Anstellung weniger ungünstig, als die vorher erwähnte Absenkung. Die zulässige Höchstgrenze für die Abweichung von der Horizontalen dürfte bei etwa 2 Grad liegen. Jedes Überschreiten derselben bedingt einen stark wachsenden Widerstand und proportional dazu eine erhebliche Verschlechterung der Stabilität.

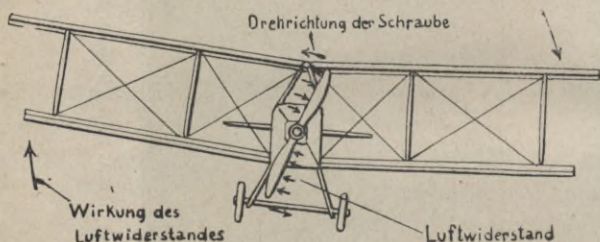


Fig. 75. Widerstand der Luftschraube.

### III. Hängen des Flugzeuges.

Das meist am linken Flügel zu beobachtende Hängen des Flugzeuges hat seine Ursache im Luftwiderstand des Propellers.

Bei der an unseren Flugzeugen üblichen Rechtsdrehung des Propellers wird der Luftwiderstand im entgegengesetzten Sinne auf die Vorderkante der Luftschraube wirken (Fig. 75), das heißt, der Luftwiderstand wird versuchen, die Schraube festzuhalten.

Dieser Gegendruck der Bremswirkung überträgt sich natürlich von der Luftschraube aus auf den Motor und von diesem auf das Flugzeug, so daß man bei

jedem Flugzeuge ein Senken der der Propellerdrehung entgegengesetzt liegenden Flügelseite beobachten wird.

Zum Ausgleich dieses Fehlers ist es nötig, dem betreffenden Flügel einen größeren Anstellwinkel zu geben, um hier einen höheren Auftrieb als unter der Gegenseite zu erzeugen. Das Mittel zur Beseitigung des Hängens besteht also in einseitiger Erhöhung des Anstellwinkels, d. h. fast jedes Flugzeug müßte links einen etwas höheren Anstellwinkel als rechts bekommen, links und rechts, wie stets am Flugzeuge, in Flugrichtung verstanden.

Andere Ursachen für ein Hängen, das dann aber nicht nur während des Motorlaufes beobachtet wird, können sein:

- a) Ungleiche V-Stellung der Flügel,
- b) nicht horizontale Lage der Höhenflosse und
- c) falsch verspannter, verdrehter Rumpf.

Man hat daher beim Neuverspannen jedes Flugzeuges ganz besonders sorgfältig auf gleichmäßige Stellung der Vorderholme zu achten, was man nur dadurch erreichen kann, daß man beim Verspannen den Rumpf auch quer zur Flugrichtung genau nach der Wasserwage ausrichtet.

Ebenso ist die genau wagerechte Lage der Höhenflosse quer zur Flugrichtung beim Verspannen sorgfältig einzustellen. Die Hinterkante der Höhenflosse muß beim Durchfluchten mit der Nasenleiste des oberen Flügels auf beiden Seiten genau gleichlaufen.

Oft wird die Höhenflosse dadurch aus der richtigen Lage gebracht, daß beim Heben des Flugzeugrumpfes in unsachgemäßer Weise an dieser angefaßt wird.

Wird bei einem Flugzeuge über einseitiges Hängen geklagt, so suche man den Fehler zunächst in den letztgenannten drei Punkten, erst zu allerletzt versuche man, ihn durch Verschiedenheit der beiderseitigen Anstellwinkel auszugleichen.

#### IV. Drehen und Abtreiben.

Ursachen desselben können sein:

- a) Zu großer Unterschied der beiderseitigen Anstellwinkel,
- b) nicht genau vertikale Stellung der Seitenflosse,
- c) Abweichung der Seitenflossenrichtung von der Rumpfmittellinie,
- d) seitlich herüber gezogener Rumpf,
- e) verdrehter Rumpf,
- f) ungleiche Pfeilform und
- g) ungleichmäßig angeschlossene Seitenruder, Querruder.

Zur Beseitigung des Hängens eines Flügels war empfohlen worden, den Einstellwinkel entsprechend zu erhöhen. Erfolgt aber diese Erhöhung über ein gewisses Maß hinaus, so ist die notwendige Folge der übergroßen Verschiedenheit der beiderseitigen Einstellwinkel ein anderer nicht weniger unangenehmer Fehler, das Drehen bzw. seitliche Abtreiben des Flugzeuges.

Die Erhöhung des Winkels steigert natürlich nicht nur den Auftrieb, sondern auch den Rücktrieb, da mit der Erhöhung der Luftwiderstand erheblich wächst. Es erfolgt also eine Bremsung des einen Flügels, gleichbedeutend mit einem Festhalten desselben, durch die ein Drehen hervorgerufen wird (Fig. 76).

Da das auf die Propellerdrehung zurückzuführende einseitige Hängen im allgemeinen nicht übermäßig stark ist, und vor allen Dingen sich nur so lange bemerkbar macht, wie der Motor mit voller Drehzahl läuft, im Gleitfluge aber nicht beobachtet wird, fliegen viele Flieger lieber mit einem etwas hängenden

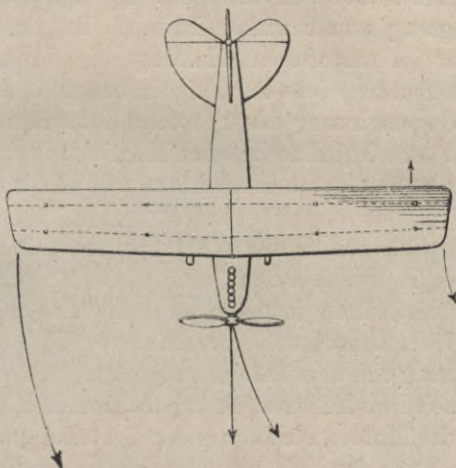


Fig. 76. Abtreiben eines Flugzeuges mit links übermäßig erhöhtem Einstellwinkel.

Flugzeuge, als mit einem wohl gerade liegenden, dafür aber dauernd seitlich abtreibenden.

Treibt also ein Flugzeug ab, so wird man versuchen müssen, den Anstellwinkel beiderseitig möglichst gleich zu halten und ein geringes Hängen mit in den Kauf nehmen.

Nicht versäumen soll man aber, vorher die Lage

der Seiten- und Höhenflosse, sowie die Rumpfstellung zu prüfen. Das Abtreiben liegt viel öfter in diesen Fehlern, als in falscher Verspannung der Flügel.

Aufmerksam gemacht sei noch darauf, daß eine Verschiedenheit des Anstellwinkels wohl im Fluge mit vollbelastetem Motor eine Geradestellung des Flugzeuges zu bewirken imstande ist, im Gegenteil aber im motorlosen Gleitfluge ein Senken der anderen (rechten) Seite zur Folge haben muß, da dann ja die Gegenwirkung des Propeller-Luftwiderstandes fortfällt. Ein Grund mehr, nach Möglichkeit von einer Verschiedenheit der beiderseitigen Flügelstellung abzusehen.

Auch viele andere hierzu empfohlene Maßnahmen, die zu besprechen über den Rahmen dieses Buches weit hinausgehen würde, krankten an dem gleichen Fehler, nicht allen Umständen gerecht zu werden, sondern nur einseitig eine Besserung zu bewirken. Ich erwähne nur die seitliche Ausschwenkung des Rumpfes, Schräg-einbau des Motors, Erhöhung der V-Stellung auf derjenigen Seite (rechts), nach welcher das Flugzeug abtreiben will usw.

Zu dem Verdrehen des Rumpfes wäre noch zu sagen, daß dieser Fehler vielfach durch unsachgemäßes Rollen des Flugzeuges verursacht wird.

Besonders bei ungünstigen Startverhältnissen wird man oft beobachten können, daß die Flugzeuge beim Anrollen zur Startbahn, um sich in die vorgeschriebene Richtung zu stellen, gezwungen sind, eine ganz kurze Kurve zu nehmen, was meist durch Festhalten eines Flügels bei vollaufendem Motor bewirkt wird.



Dabei wühlt die Schleifkufe in der Regel tief im Boden und verdreht den für diese seitliche Beanspruchung nicht stark genug gehaltenen Rumpf.

### V. Flugfehler infolge falscher Motorenlage.

Die bisher hier behandelten Fehler werden, mit Ausnahme des Hängens infolge des Luftwiderstandes des Propellers, sowohl bei mit voller Drehzahl

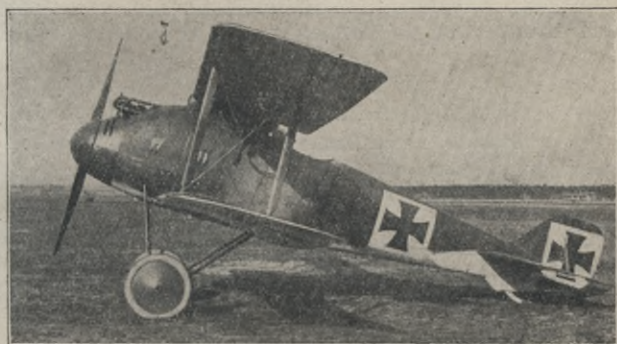


Fig. 77. Roland-Flugzeug der L. F. G., Typ D II.

laufendem Motor als auch im Gleitfluge zu beobachten sein.

Daneben haben wir aber auch noch mit solchen Fehlern zu rechnen, die ihre Ursache nicht in falscher Stellung der Flügel, der Flossen oder des Rumpfes haben, sondern die durch unrichtige Lage des Motors im Verhältnis zur Flugzeugachse hervorgerufen sind.

Liegt der Motor nicht wagerecht, das heißt parallel der Rumpfachse, oder ist er in der Ebene seitlich verschoben, so wird das dadurch bedingte

falsche Zugmoment der Luftschraube das Gleichgewichtsverhältnis ungünstig beeinflussen, naturgemäß aber nur solange, wie der Motor mit voller Kraft arbeitet. Bei Stillstand desselben, bzw. bei Leerlauf wird sich nichts bemerkbar machen.

Man wird gelegentlich beobachten, daß vom Gleitfluge einwandfrei ausschwebende Flugzeuge in dem Augenblick, wo der Motor wieder mit voller Drehzahl anspringt, sich entweder plötzlich vorn senken, oder den Rumpf hängen lassen, so daß man das Gefühl

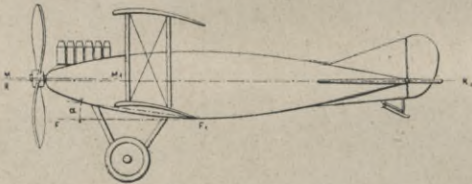


Fig. 78. Normallage des Motors.

hat, ein kopf- bzw. schwanzlastiges Flugzeug vor sich zu haben.

Die normale Stellung des Motors wäre die nach Fig. 78, die Motorenachse  $M - M_1$  parallel liegend der Flugzeugachse  $R - R_1$ . Die Größe des Einstellwinkels  $\alpha$  ergibt sich aus der Lage der Flügelsehne zur Horizontalen  $M - M_1$  bzw.  $F - F_1$ .

Liegt dagegen der Motor wie in Fig. 79 vorn etwas tiefer, so wird sich, da die Luftschraube in diesem Falle, statt geradeaus etwas nach unten zieht, der Einstellwinkel zur jetzigen Fortbewegungsrichtung vergrößern, d. h. Winkel  $\alpha_1$  nach Fig. 79 wird größer als Winkel  $\alpha$  nach Fig. 78.

Das Flugzeug bewegt sich weder in Richtung  $R-R_1$  wie vorher, noch in der Richtung  $M-M_1$ , also der Motorachse vorwärts, sondern in einer zwischen beiden liegenden Linie aber doch wohl immer so, daß sich tatsächlich der Einstellwinkel vergrößert.

Da aber bei Erhöhung des Einstellwinkels der Druckmittelpunkt nach vorn wandert, wird das Flugzeug sich hinten senken, also schwanzlastig werden.

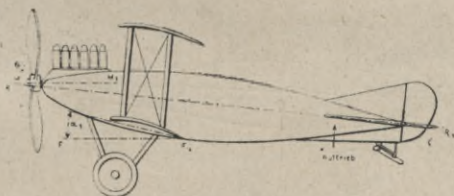


Fig. 79. Vorn gesenkter Motor.

Wenn der Motor vorn gesenkt ist, wird sich somit im allgemeinen eine Schwanzlastigkeit, nicht aber, wie man zunächst annehmen wird, eine Kopflastigkeit einstellen.

Ein im Gegensatz hierzu nach Fig. 80 vorn gehobener Motor wird statt dessen Kopflastigkeit hervorrufen.

Doch kann man dies nicht als allgemein gültige Regel aufstellen, denn beim Senken infolge vorn tiefer stehenden Motors bekommt beispielsweise die Flosse einen höheren Auftrieb, durch welchen diese Schwanzlastigkeit, entsprechend der jeweiligen Stellung der Höhenflosse, mehr oder weniger wieder ge-

dämpft wird. Durch richtige Anpassung der Stellung der Höhenflosse wird es möglich sein, trotz vorn gesenkten Motors ein Flugzeug vollständig wagrecht in der Luft zu halten, so daß man annehmen könnte, daß der Fehler beseitigt ist.

Die <sup>1</sup>Besserung ist jedoch nur eine scheinbare insofern, die Folge einer derartigen Maßnahme ein ganz unverhältnismäßig gesteigerter Luftwiderstand, der gleichbedeutend mit stark verminderter Geschwindigkeit und Tragfähigkeit ist, sein wird.

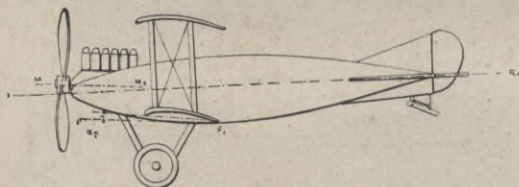


Fig. 80. Vorn gehobener Motor.

Man wird also eine durch falsche Motorenlage verursachte Schwanzlastigkeit niemals anders als dadurch beheben, daß man den Motor ausrichtet, d. h. ihn in diesem Falle vorn anhebt.

Ein derartiges Senken des Motors kommt bei älteren Flugzeugen infolge harter Landungen vor.

Die Motorenlage allein ist also nicht dafür ausschlaggebend, ob ein Flugzeug und in welchem Maße es bei Abweichung von der Richtung der Rumpfmittle kopf- bzw. schwanzlastig wird.

Etwaige Änderungen der Motorenstellung erfordern somit besonders sorgfältige Untersuchungen.

Zu beachten ist hier, daß verschiedene Firmen den

Motor so in das Flugzeug hereinsetzen, daß er vorn etwas höher als hinten steht, in der Absicht, dadurch die Flugergebnisse günstig zu beeinflussen. Natürlich ist bei derartigen Flugzeugen durch entsprechende Anordnung des Druckmittelpunktes im Verhältnis zum Schwerpunkt dafür gesorgt, daß das

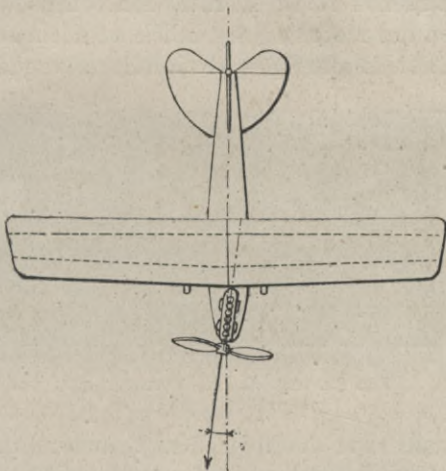


Fig. 81. Seitlich versetzter Motor.

Gleichgewichtsverhältnis gut ist. In der Regel haben die Flügel dieser Flugzeuge mit angestelltem Motor einen etwas höheren Einstellwinkel als die anderer Typen, was sich aus dem Vorhergesagten ja leicht erklärt.

Ebenso wie ein Abweichen der Motorenstellung in der Vertikalen wird natürlich auch eine seitliche Verschiebung den vom Flugzeug in der Luft be-

schriebenen Weg beeinflussen. Zeigt z. B. wie in Fig. 81 der Motor vorn eine Wenigkeit nach rechts, so wird die Luftschraube das Flugzeug statt geradeaus, ständig nach rechts fortziehen. Gegen diesen Fehler gibt es ebenfalls kein anderes Mittel als sorgfältiges Ausrichten des Motors.

Bemerkenswert ist hierbei, daß, ebenso wie ein Anstellen des Motors, gelegentlich auch ein seitliches Versetzen in diesem Sinne absichtlich vorgenommen



Fig. 82. Ago C. III, Vorderansicht.

wurde, und zwar aus folgendem Grunde: Infolge des bei der Propellerdrehung auftretenden Gegendruckes hängt das Flugzeug links (Fig. 75), zur Beseitigung des Hängens erhöht man deshalb den Einstellwinkel des linken Flügels. Unter Umständen bewirkt aber dieses Geradestellen des Flugzeuges infolge des auf der linken Seite gesteigerten Luftwiderstandes ein Abtreiben des Flugzeuges nach links (Fig. 76). Um letzteres zu verhüten, setzt man den Motor eine Wenigkeit nach rechts, wodurch man ein gerade liegendes und auch tatsächlich geradeaus fliegendes Flugzeug bekommen kann (z. B.: A. E. G., C. II).

Derartige Hilfsmittel sind aber alles nur teilweise günstig wirkende Gewaltmaßnahmen, die nicht allgemein empfohlen werden können und deren Wirkung von vielen anderen Einzelheiten der Flugzeugkonstruktion abhängig ist.

Nur dann etwa würde sich zur Behebung von Kopflastigkeit ein Absenken des Motors nach vorn vertreten lassen, wenn es sich um ein altes, nur noch in einer Ersatzabteilung als Schulmaschine ver-

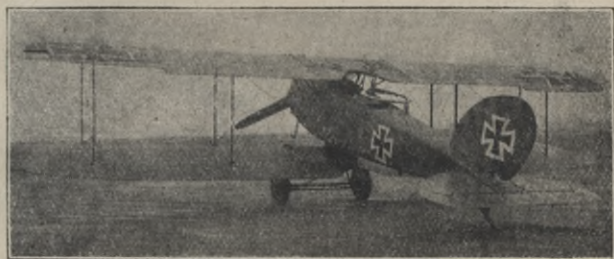


Fig. 83. Halberstadt C III.

wendbares Flugzeug handelt, bei dem durch Einbau eines anderen Motorentyps oder sonstige spätere Änderungen eine derart starke Kopflastigkeit hervorgerufen werde, daß diese weder durch Erhöhung des Anstellwinkels, soweit der Flügelanschluß am Rumpf das zuläßt, noch durch sonstige Maßnahmen vollständig behoben werden kann.

Als Regel für die Lage des Motors im Verhältnis zur Rumpfachse wird immer anzusprechen sein, daß beide parallel laufen.

Aus dem hier über dem Einbau des Motors und die

durch dessen unrichtige Lage hervorgerufenen Fehler Gesagten ergibt sich, daß Werkmeister und Flugzeugwart sich bei einem als kopf- oder schwanzlastig bezeichneten Flugzeuge vor allen Dingen darüber Gewißheit verschaffen müssen, ob der Fehler ständig oder nur bei vollbelastetem Motor auftritt.

Zeigt er sich lediglich bei Vollauf, so ist der Grund keinesfalls in falscher Verspannung, Rumpfstellung usw. zu suchen, sondern unter allen



Fig. 84. Aviatik C. II.

Umständen im Motoreinbau. Man hüte sich davor, jeden gemeldeten Fehler ohne weiteres in der Verspannung zu suchen und sich ohne nähere Prüfung gleich an eine Änderung der Verspannung zu machen.

## VI. Sonstige Fehler.

Damit wären die hauptsächlichsten Fehlermöglichkeiten im Fluge behandelt. Sehr oft aber ergeben sich Fehler auch der Art, daß das Flugzeug gleich nach einem Start statt geradeaus, nach der Seite abläuft, so lange die Räder noch die Erde berühren.



Hält dieses gleich beim Start einsetzende seitliche Ab-  
laufen auch in der Luft an, so kann es durch falsche  
Stellung von Höhen- und Seitenflosse, falsche V- und  
Pfeilform verursacht sein. Läßt es jedoch nach, wenn  
die Räder des Fahrgestells vom Boden abgehoben  
haben, so können folgende Fehler die Ursache sein:

- a) Achse nicht wagerecht, d. h. parallel dem  
Rumpfboden,
- b) Achse nicht rechtwinklig zur Flugachse,  
so daß ein Rad weiter zurück liegt als das andere,

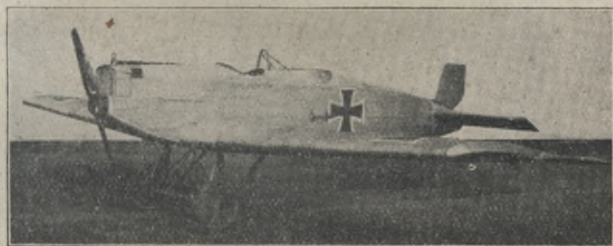


Fig: 85. Junkers-Fokker-Eindecker 1918.

- c) Achse einseitig, so daß ein Rad weiter von  
der Mitte entfernt ist, als das andere,
- d) ungleiche Spannung der Fahrgestell-  
abfederung, wodurch die Achse ebenfalls  
nicht gleichmäßig zum Rumpfboden bzw. zur  
Flügelbefestigung liegt,
- e) ungleiche Spannung in beiden Luftreifen,  
wodurch ein Rad einen größeren Durchmesser  
bekommt.
- f) Festsitzen der Schleifkufe, die dadurch einseitig  
zur Rumpfmittle liegt und ein Drehen hervorrufft.



Fig. 86. Halberstadt D. V.

Vorstehende Aufstellung der Fehlerquellen wird dem Verspanner seine Hauptaufgabe, nämlich die Beseitigung von Fehlern in der Flugzeuglage erleichtern, und das Verständnis für diese äußerst wichtige, bisher aber noch stark vernachlässigte Arbeit fördern.

Der Verfasser wird dankbar jede Anregung zum weiteren Ausbau dieses Gebietes für spätere Auflagen des Werkes entgegennehmen. Es liegt im Interesse unseres deutschen Flugwesens, in dieser Form alle Einzelerfahrungen zu sammeln, und der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Leider fehlt es bisher auf diesem Gebiete an systematisch durchgeführten Versuchen, die allerdings, wenn sie wirklichen Wert besitzen sollen, mit möglichst vielen voneinander verschiedenen Flugzeugtypen durchgeführt werden müßten. Man muß sich hüten, hier zu schematisieren, denn was für eine Flügelform und Größe und einen bestimmten Flugzeugtyp zutrifft, kann für ein anderes Flugzeug gerade falsch sein.

Die Hauptaufgabe für den Verspanner bleibt immer, bemüht zu sein, mit Überlegung die wirklichen Fehlerquellen zu entdecken und dann, entsprechend den hier gegebenen Anregungen, die Ursache des Fehlers auszumerzen, eine Arbeit, deren Erledigung bei einigem Verständnis für das Wesen des aerodynamischen Fluges, wie es in vorliegendem behandelt wurde, keine besonderen Schwierigkeiten mehr bieten wird.

---

## X. Großkampf- und verspannungslose Flugzeuge.

Alles über das Prinzip des Verspannens Gesagte gilt natürlich ohne weiteres auch für sämtliche anderen Typen, die Großkampf- und Riesenflugzeuge. Nur wird der Aufbau und das Verspannen derselben im allgemeinen infolge der in Frage kommenden größeren Abmessungen und Gewichte etwas schwieriger bzw. erfordert besondere Rüstzeuge.

Die Motoren sind in unseren Großkampfflugzeugen außerhalb des eigentlichen Rumpfes in besonderen kleinen Motorbooten, die zwischen oberem und unterem Tragdeck angeordnet sind, untergebracht. Das Fahrgestell besteht aus zwei Teilen, von denen je einer unter einem der beiden Motoren liegt. Der durch ein besonderes Mittelstück der Flügel mit dem Fahrgestell meist nur indirekt verbundene Rumpf schwebt frei dazwischen bzw. ist durch einige schräge Stützen gegen die Fahrgestelle abgestützt. Sowohl im A. E. G. und Friedrichshafener Flugzeug nach Fig. 74 bzw. 87 als auch im Rumpler- und Gotha-Flugzeug nach Fig. 15 bzw. 94 ist diese Ausführung gewählt. Beim Aufbau wird man hier zunächst den Rumpf entsprechend hoch auf einem Gerüst lagern. Dann wird das Mittelstück herangebracht, abgestützt, die entsprechenden Teile des Fahrgestelles mit dem Motorboot daneben gesetzt und mit dem Mittelstück

verbunden. Darauf werden sowohl die beiden Motorboote als auch der Rumpf genau nach der Wasserwaage ausgerichtet, wie wir das ja auch bei anderen Flugzeugen zu tun haben.

So vorbereitet, kann das Anbringen des weiteren Teiles der beiderseitigen Flügelzellen in genau derselben Weise wie bei einem normalen Doppeldecker erfolgen. Auch hier ist es selbstverständlich Bedingung, daß zunächst die Hängekabel angeschlossen werden, ehe man



Fig. 87. Friedrichshafener Großkampfflugzeug, Typ G. III.

den Flügel frei schweben läßt. Einige Verspannungswerte sind in den nachfolgenden Tabellen für die A. E. G., Rumpler- und Gothaer- G-Flugzeuge gegeben.

### **Verspannungslose Flugzeuge, Dreidecker.**

Die immer geringer werdende Spannweite der kleinen Kampfflugzeuge legte den Gedanken nahe, den Versuch zu machen, ganz ohne die zwar sicheren aber infolge ihres Luftwiderstandes doch immer störenden Verspannungskabel auszukommen und die normalerweise von den Kabeln aufgenommenen Kräfte auf andere Weise zum Rumpf zu übertragen, etwa durch entsprechend ausgebildete Flügelholme.

Wenn auch früher schon mit verspannungslosen Eindeckern Versuche dieser Art gemacht wurden, gewann der Gedanke praktische Bedeutung erst bei Aufnahme der Dreidecker. Diese ergeben durch ihre Bauhöhe sowohl als auch infolge der Möglichkeit, die Spannweite weiter erheblich zu verringern und die spez. Flächenbelastung herabzusetzen, bessere Vorbedingungen. So hat Fokker in seinem Dreidecker überhaupt keine Kabel mehr. Der vorhandene einzige Flügelstiel am Flügelende nimmt lediglich Verdrehungsmomente auf.

Neben diesem Dreidecker ist bereits auch ein verspannungsloser Doppeldecker erschienen.

Von einem eigentlichen Verspannen kann man hier kaum noch sprechen, denn das ganze Flügelsystem ist so gebaut, daß sich, die Flügel vorschriftsmäßig an den Rumpf angesetzt, ohne weiteres die richtige Flügelstellung ergibt. Für den Fokker-Dreidecker beispielsweise hätte der Aufbau in dieser Reihenfolge vor sich zu gehen:

Unterdeck mit den am Rumpf vorgesehenen Befestigungsschellen an diesem befestigen und darauf das Mittelstück in gleicher Weise anbringen. Darauf Spannturm aufsetzen, den oberen Flügel auf dem Spannturm montieren und ihm mit Hilfe vorgesehener Diagonalkabel die richtige Stellung geben.

Nunmehr wird der Zellenstiel eingesetzt und mittels der Gegenmutter am Gewindezapfen für die Flügel einen Einstellwinkel von 2 Grad festgelegt. Dieser Einstellwinkel von 2 Grad ist für alle drei Decks gleichmäßig. V- und Pfeilform zeigt der Fokker-Dreidecker nicht.

---

## XI. Verspannungstafeln für die deutschen Kampfflugzeuge.

### Ago-Flugzeugwerke, G. m. b. H.

Die Ago-Flugzeugwerke können das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, diejenige deutsche Flug-



Fig. 88. Ago-Flugzeug, Typ C. III.

zeugfirma gewesen zu sein, die dem deutschen Heere seinerzeit das erste wirklich frontfähige Kampfflugzeug in Typ Ago C. I., der in den Figuren 82 u. 88 gezeigt ist, zur Verfügung stellen konnte. Dieser Typ ist inzwischen durch einen nicht weniger infolge seiner Eigenarten auffallenden Typ C. IV der bereits erwähnt und in Fig. 10 gezeigt wurde, ersetzt worden.

Die Spannungswerte gehen aus Tafel I, 1 hervor. Zu beachten ist bei den in der Tafel für C 1 bis C III genannten Werten für die V-Steigung, daß diese erst vom Seitenrumpf an rechnet, das Mittelstück also horizontal liegt, während für den neuen Typ C IV. die gegebene V-Form-Steigung von  $4^{\circ}$  für den hinteren Holm gilt (vgl. Fig. 31 bzw. 10).

### **Albatros Gesellschaft für Flugzeugunternehmungen m. b. H.**

Die Albatros-Flugzeugwerke, eines der ältesten und jetzt auch das größte deutsche Unternehmen im Flug-



Fig. 89. Albatros C III.

zeugbau, dürfte bei weitem die Mehrzahl der deutschen Flugzeuge liefern. Die Albatros-Werke haben sich seit längerer Zeit dem Kampfflugzeugbau (D-Typ) zugewandt, ohne aber den C-Flugzeugbau zu vernachlässigen.

Charakteristisch für die Albatros-Flugzeuge ist die Ausführung des Rumpfes in Sperrholz. Die Spannungswerte ergeben sich aus Tafel I, 4.



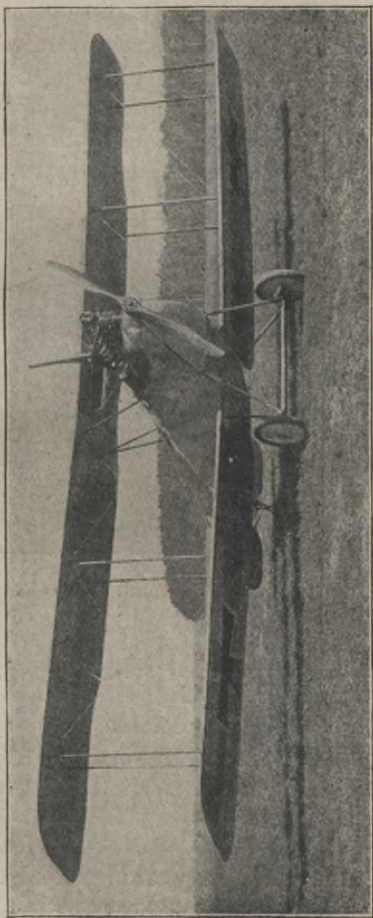


Fig. 90. A.-E.-G.-Flugzeug C IV.

### Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.

Die allgemeine Elektrizitätsgesellschaft hat bereits vor dem Kriege den Bau von Flugzeugen aufgenommen und sich neben dem Bau von C-Flugzeugen in letzter Zeit besonders dem Großkampf-Flugzeugbau zugewandt. Mit kleinen, schnellen Kampfflugzeugen ist die A. E. G. bisher noch nicht hervorgetreten.



Fig. 91. D. F. W. Leipzig, Typ C V.

Als charakteristisch für die A. E. G.-Flugzeuge muß die vielseitige Verwendung von Stahlrohren statt Holz für Rumpf und Flächenholme gelten. Bei der Verspannung selbst ist von dem Normalen Abweichendes nicht zu bemerken. Die Verspannungswerte ergeben sich aus Tafel I, 2.

### Deutsche Flugzeugwerke, Leipzig.

Die Deutschen Flugzeugwerke sind besonders mit gut bewährten C-Flugzeugen hervorgetreten. Ein

z. Z. auch in Lizenz von anderen Firmen viel gebauter Typ ist das in Fig. 91 gezeigte Flugzeug C V, dessen Verspannungswerte sich aus Tafel II, 10 ergeben.

### **Euler-Werke, Frankfurt am Main.**

Die Euler-Werke bauen z. Z. den in Fig. 92 gezeigten Doppel-Decker Typ D I der mit einem Umlaufmotor versehen ist. Das obere Tragdeck des-

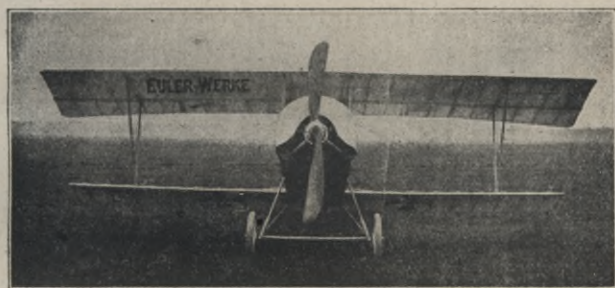


Fig. 92. Euler-Typ D I.

selben steht horizontal, das untere ist V-förmig ange stellt.

Auffällig ist die äußerst geringe Tiefe des unteren Flügels, der halb so tief wie der obere ist, und die starke Staffelung. Die Größe der V-Form ergibt sich aus den genau vorgeschriebenen Kabellängen; die Haupttragkabel werden für die rechte Seite 2669 mm für die linke Seite 2670 mm lang, die Hängekabel 2589 bzw. 2590 mm lang geliefert. Bei Einhaltung dieser Maße soll die Flächenzelle, die einen V-förmigen Stiel hat, die richtige Stellung bekommen.

### Fokker-Flugzeugwerke, G. m. b. H.

Die bekannten Fokker-Flugzeugwerke, die die ersten waren, welche dem anfangs überlegenen Feinde Leistungsfähigeres entgegen stellen konnten, sind von dem früher viel gebauten Eindecker-Typ, dem Zuge der Zeit folgend, auch zum kleinen Doppeldecker-Kampftyp übergegangen, um, wie bereits erwähnt, neuerdings den Dreidecker zu versuchen.



Fig. 93. Fokker D V.

Fokker verwendet mit Vorliebe, ähnlich wie die A. E. G., Rumpfkonstruktionen und teilweise auch Flächenteile aus Stahlrohr. Im übrigen bevorzugt Fokker für seine Flugzeuge den Umlaufmotor. Bemerkenswert bei den Fokker-Flugzeugen ist das Fehlen jeglicher V- oder Pfeilstellung der Flügel, sowie der gleichmäßige Verlauf des Einstellwinkels vom Rumpf aus bis zum Flächenende hin. Die genauen Werte für die Flügelstellungen ergeben sich aus Tafel I, 6.



Fig. 94. Gotha-Großkampfflugzeug.

### **Gothaer Waggonfabrik, Akt.-Ges.**

Die Gothaer Flugzeuge, unsere bewährtesten Großkampfflugzeuge, haben sich besonders durch ihre erfolgreichen Englandflüge einen Namen gemacht.

Sie vereinigen mit für Großkampfflugzeuge erheblicher Schnelligkeit den Vorzug guter Steigfähigkeit, trotz Mitnahme bedeutender Bombenlasten. Die Spannungswerte für den neuen Gotha-Typ ergeben sich aus Tafel I, 5.

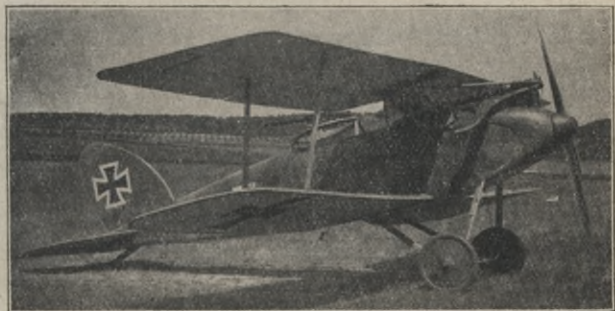


Fig. 95. Halberstadt C II.

### **Halberstädter Flugzeugwerke G. m. b. H.**

Die Halberstädter Flugzeugwerke bauen neben den D-Flugzeugen auch sich gut bewährende C-Flugzeuge, von denen ein neuerer Typ in Fig. 95 gezeigt ist. Die Verspannungswerte ergeben sich aus Tafel II, 12.

### **Hannoversche Waggonfabrik, Akt.-Ges.**

Die Hannoversche Waggonfabrik baut zurzeit besonders einen leichten C-Typ (Typenbezeichnung



Fig. 96. Rumpler C II,  
gebaut von der Hannoverschen Waggonfabrik, A.-G.

C L) deren Verspannungswerte sich aus Tafel I, 3 ergeben.

Neben diesen eigenen werden auch Lizenztypen hergestellt, so ist beispielsweise das in Fig. 96 gezeigte ein von Hannover gebautes Rumpler-Flugzeug Typ C 2.

### **Junkers-Fokker-Werke, Akt.-Ges.**

Hervorgegangen aus einer Vereinigung der früheren Junkers-Flugzeugwerke, Dessau, und einer Beteiligung von Fokker, hat sich diese Firma bisher vornehmlich mit dem Bau von stark gepanzerten Infanterie-Flug-

# Verspannungswerte und Typenmerkmale für die Flugzeuge.

Typ	Motoren		Flügel		Rumpflänge in mm	Stielpaare Anzahl in jeder Zelle	Pfeilform		V-Form		Normaler Einstellwinkel d. rechten Flügels am neuen Flugzeuge des betr. Typs				Staffelung	Motorachse zu Rumpfachse in		Höhenflosse		Abbildung Nr.	Bemerkungen	
	PS	Fabr.	Spannweite max.	Tiefe, max. oben unten			oben	unten	oben	unten	Am Rumpf	Unter 1. Stiel	Unter 2. Stiel	Unt.d.letzten Spiere		Vertikalebene	Horizontalebene	Lage angestellt	Art			
<b>1. AGO-Flugzeugwerke m. b. H.</b>																						
CI .....	{150 160	Benz Merc.	14500	1400	1400	7000	3	0	0	2%	2%	4°	4	4	3° 40'	0	Horizontal	Parallel	0	Verstellbar	—	
CII .....	220	Merc.	14500	1400	1400	7000	3	0	0	2%	2%	4°	4	4	3° 40'	0	..	..	0	..	—	
CIII .....	160	Merc.	11000	1400	1400	7000	2	0	0	2%	2%	4°	4	4	3° 40'	0	..	..	0	..	82, 88	
CIV .....	200	Benz	11000	2500	2500	7500	1½	3°	3°	4%	4%	3°	—	—	2° 40'	0	..	..	1°	..	10	
										im Hinterholm												
<b>2. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Flugzeugfabrik.</b>																						
CII .....			12500	1500	1500	6800	2	0	0	2,5%	2,5%	4°	3° 45'	3° 30'	3° 30'	80 mm	1° geneigt!	8 m/m um Mitte verdreht	1° 15'	—	—	
CIV .....			12500	1500	1500	6800	2	0	0	3,33%	3,33%	3°	2° 30'	2°	2°	45 mm	—	—	—	—	90	
GII .....			16000	2200	2200	8800	ab Motor 2	0	0	0	6%	5° 20'	5°	4° 40'	4° 20'	0	Horizontal	Parallel	—	—	—	
GIV .....			18400	2200	2200	9600	ab Motor 2	0	0	0	7%	3°	4°	2° 30'	2° 30'	0	1° 40' geneigt	..	1° 30'	—	74	
GIVb .....			23500	2200	2200	9600	ab Motor 2	0	0	2%	7%	3°	4°	3° 15'	2° 30'	0	1° 40' geneigt	..	—	—	—	
<b>3. Hannoversche Waggonfabrik Akt.-Ges.</b>																						
CLII .....	185	Argus	11910	1800	1300	6730	1	0° 45'	0° 45'	2° 30'	2° 30'	5° 30'	5° 30'	—	—	800	Horizontal	10 m/m um Mitte verdreht	ob. 1° 45' unt. 2°	} je 2 feste Flossen	—	
CLIII .....	160	Merc.	11710	1800	1300	6730	1	2°	2°	2° 30'	2° 30'	5° 30'	5° 30'	—	—	800	..	10 m/m um Mitte verdreht	ob. 1° 45' unt. 2°			
<b>4. Albatros, Gesellschaft für Flugzeugunternehmungen m. b. H.</b>																						
BIIa .....	{100 120	Merc.	12960	1800	1800	7000	2	0	0	2°	2°	5°	4°	2° 20'	2° 15'	0	Horizontal	Parallel dem Motor	0°	Verstellbar	7	
BIII .....	100	Merc.	13000	1700	1700	6732	2	0°	0°	2°	2°	4°	gleichmäßig abnehmend bis:		2°	0	..	..	0°	Fest	—	
CI .....	{160 150	Merc. Benz	12500	1800	1800	7018	2	0° 30'	0° 30'	2°	2°	6°	4° 48'	4° 12'	3° 55'	0	..	..	0°	Verstellbar	28, 50	
CIII .....	{150 160	Merc. Benz	11000	1800	1700	6850	2	0° 30'	0° 30'	2°	2°	6°	5° 42'	3° 48'	3° 18'	0	..	..	1°	Fest	89	
CIII v. M.G.	160	Merc.	11000	1800	1700	6850	2	0	0	2°	2°	6°	5° 42'	4° 6'	3° 42'	0	..	..	1°	..	—	
CV .....	220	Merc.	12500	1800	1800	7640	2	0	0	2°	2°	5° 12'	5° 12'	4° 32'	4° 20'	0	..	..	1°	..	—	
CVI .....	180	Argus	11750	1800	1700	6850	2	0	0	2°	2°	6°	5° 36'	4° 6'	4°	0	..	..	1°	..	—	
CVII .....	200	Benz	12500	1800	1800	7580	2	0	0	2°	2°	5° 12'	5° 6'	4° 20'	4° 12'	0	..	..	1°	..	—	
CVIII N...	160	Merc.	16740	1800	1800	7343	3	0°	0°	2°	2°	5°	gleichmäßig abnehmend bis:		1°	Keine	..	Parallel	Horizontal	..	—	
CX .....	260	Merc.	14400	1800	1600	7725	2	0°	0°	2°	2°	5° 6'	5°	4° 30'	3° 30'	..	..	..	+ 2°	..	—	
CXII .....	260	Merc.	14230	1800	1600	8350	2	0°	0°	2°	2°	5° 30'	gleichmäßig abnehmend bis:		4° 12'	..	..	..	+ 2°	..	—	
CXIII .....	160	Merc.	10000	1600	1100	7350	1	0°	0°	2°	0°	5°	..	..	0°	515	..	..	+ 1°	..	—	
JI .....	200	Benz	14280	1800	1600	8328	2	2°	2°	2°	2°	5° 20'	5° 20'	5° 20'	5° 20'	Keine	..	..	+ 1°	..	—	
DI .....	160	Merc.	8500	1600	1600	6350	1	0	0	0	0°	5° 18'	5° 18'	—	4° 48'	125 mm	..	Versetzt	1° 25'	..	—	
DII .....	160	Merc.	8500	1600	1600	6350	1	0	0	0	0°	5° 18'	5°	—	4° 12'	125 mm	..	..	1° 25'	..	—	
DIII .....	160	Merc.	9004	1500	1100	6350	1	0	0	0	1°	5° 30'	5°	—	4° 12'	220 mm	..	Parallel dem Motor	1°	..	—	
DV .....	160	Merc.	9004	1500	1100	6330	1	0	0	0	1°	5°	4° 36'	—	4°	220 mm	..	..	1°	..	4	
DVa .....	160	Merc.	9004	1500	1100	6330	1	0	0	0	1°	5°	4° 36'	—	4°	220 mm	..	..	1°	..	—	
GIII .....	2/200	Benz	18000	2900	2000	11230	1	0°	0°	2°	2°	5°	gleichmäßig abnehmend bis:		2°	0	..	..	+ 2°	..	—	
<b>5. Gothaer Waggonfabrik Akt.-Ges.</b>																						
GV .....	2/260	Merc.					Außer Motorboot: 3	2°	2°	3°	3°	7°	7°	6°	5°	—	—	—	Angestellt	..	94	
<b>6. Fokker-Flugzeugwerke m. b. H.</b>																						
EI .....	80	Gnom	8520	—	1700	6750	—	—	0	—	0	5°	—	—	5°	—	Horizontal	Parallel	—	—	—	
EII .....	80	Gnom	9520	—	1800	7200	—	—	0	—	0	5°	—	—	5°	—	..	..	—	—	—	
EIII .....	100	Gnom	9520	—	1800	7200	—	—	0	—	0	5°	—	—	5°	—	..	..	—	—	—	
EIV .....	160	Gnom	10000	—	1800	7500	—	—	0	—	0	5°	—	—	5°	—	..	..	—	—	5	
DI .....	120	Merc.	9050	1250	1250	5700	2	0	0	0	0	5°	5°	5°	5°	298 mm	..	..	—	—	71	
DII .....	100	Gnom	8750	1150	1150	6400	a) 1, b) 2	0	0	0	0	7°	7°	7°	7°	300 mm	..	..	—	—	—	
DIII .....	160	Gnom	9050	1250	1250	6300	2	0	0	0	0	5°	5°	5°	5°	300 mm	..	..	—	—	—	
DIV .....	160	Merc.	9700	1250	1250	6300	2	0	0	0	0	Unten: 5° Oben: 4°	5°	5°	5°	5°	290 mm	..	..	—	—	19
DV .....	100	Gnom	8750	1100	1100	6050	1	7°	0	0	0	Unten: 7° Oben: 6°	7°	7°	7°	7°	550 mm	..	..	—	—	93
Dr I .....	110	{Dtsch. Rhône	6725	1000	1000	5750	1 Stiel ohne Kabel	0	0	0	0	2°	2°	2°	2°	je 240 mm	..	..	4° 30'	Fest	6	





# Verspannungswerte und Typenmerkmale für die Flugzeuge.

Typ	Motoren		Flügel		Rumpflänge in mm	Stielpaare Anzahl in jeder Zelle	Pfeilform		V-Form		Normaler Einstellwinkel d. rechten Flügels am neuen Flugzeuge des betr. Typs				Staffelung	Motorachse zu Rumpfachse in		Höhenflosse		Abbildung Nr.	Bemerkungen
	PS	Fabr.	Spannweite max.	Tiefe, max. oben unten			oben	unten	oben	unten	oben	unten	Am Rumpf	Unter 1. Stiel		Unter 2. Stiel	Unt. d. letzten Spiere	Vertikalebene	Horizontalebene		
<b>7. Junkers-Fokker-Werke A.-G., Dessau.</b>																					
J I .....	200	Benz	16000	2500	1500	8000	1, ohne Kabel S. Abb. 97	2° 30'	2° 30'	2°	4°	Unten: 3° Oben: 3°	—	—	3° 1°	120 mm	Horizontal	Parallel	2°	Fest	97
<b>8. Luft-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H.</b>																					
B I .....	100	Benz	14500	1950	1700	7810	2	0	0	0° 45'	0° 45'	3° 50'	3° 50'	3° 50'	2° 50'	0	2° 15'	Parallel	0	Fest	—
B II .....	100	Benz	12080	1650	1450	7600	2	0	0	0° 45'	0° 45'	3° 50'	3° 50'	3° 50'	2° 50'	0	2° 15'	„	0	„	—
B III .....	120	Merc.	12510	1500	1500	7700	2	0	0	0° 45'	0° 45'	5° 30'	5° 30'	5° 30'	1° 45'	0	0	Versetzt	0	„	—
C I .....	150	Benz	14500	1950	1700	7810	2	0	0	0° 45'	0° 45'	3° 50'	3° 50'	3° 50'	2° 50'	0	2° 15'	Parallel	0	„	—
C II .....	150	Benz	12680	1750	1550	7700	2	0	0	0° 45'	0° 45'	3° 55'	3° 55'	3° 55'	2° 40'	0	2° 25'	„	0	„	99
C III .....	150	Benz	12680	1750	1550	7700	2	0	0	0° 45'	0° 45'	3° 55'	3° 55'	3° 55'	2° 40'	0	2° 25'	„	0	„	—
C IV .....	160	Merc.	13600	1975	1770	7760	2	0	0	0° 45'	0° 45'	4° 12'	3° 50'	2° 50'	1° 50'	150 mm	2° 55'	„	0	„	—
C V .....	200	Benz	13600	1750	1600	7240	2	0	0	1°	2°	4°	4° 30'	2° 30'	2° 30'	0	1°	Versetzt	1° 45'	„	—
<b>9. Luft-Fahrzeug-Gesellschaft m. b. H.</b>																					
C IIa .....	160	Merc.					1	20 mm Steigung am Flügelende		1°	1°	4°	3°	—	—					Fest	11
D I .....	160	Merc.					1	0	0	1° 30'	1° 30'	4°	3°	—	—					„	—
D II .....	160	Merc.					1	100 mm Steig. am Flügelende		1°	1°	4°	3°	—	—					„	77
<b>10. Deutsche Flugzeug-Werke, Leipzig.</b>																					
C V .....	200	Benz	13270	1750	1750	7165	2	0	0	1°	2°	Oben: 5° Unten: 6°	5° 6°	3° 30' 4° 30'	—		1° Angestellt	Versetzt	3°	„	91
C Vc .....	185	N.A.G.	13270	1750	1750	7165	2	0	0	1°	2°	Oben: 5° Unten: 6°	5° 6°	3° 30' 4° 30'	—		1°	„	3°	„	—
<b>11. Rumpler-Werke Akt.-Ges.</b>																					
C I .....	160	Merc.	12300				2	2° 30'	2° 30'	2° 19'	3°	5°	5°	0° 30'	—	—20 mm	Horizontal	Parallel	0	Fest	9
C VIII .....	180	Argus	10970				2	2° 30'	2° 30'	2° 19'	3°	5°	5°	0° 30'	—	+90 mm	„	„	0	„	—
C VIII/H .....	160	Merc.	12220				2	2° 30'	2° 30'	2° 19'	3°	5°	5°	0° 30'	—	+420 mm	„	„	0	„	—
C VIII/K .....	160	Merc.	12220				2	2° 30'	2° 30'	2° 19'	3°	5°	4° 45'	2°	—	+420 mm	„	„	0	„	—
C III .....	220	Benz	12660				2	2° 31'	2° 31'	2° 21'	2° 52'	3°	4°	3°	—	+370 mm	„	„	0	„	—
C IV .....	260	Merc.	12660				2	2° 30'	2° 30'	2° 20'	2° 40'	3°	5°	4° 15'	—	+520 mm	„	„	0	„	100
C VII .....	240	Mayb.	12660				2	2° 30'	2° 30'	2° 20'	2° 40'	3°	5°	4° 15'	—	+520 mm	„	„	0	„	—
G I .....	2/150	Benz	19300				3	3°	3°	2°	2°	3°	2° 40'	1°	—	—10 mm	„	„	—0° 30'	„	—
G II .....	2/220	Benz	19300				3	3°	3°	2°	2°	1° 30'	3° 30'	1°	—	—85 mm	„	„	—1°	„	—
G III .....	2/260	Merc.	19300				3	3°	3°	0°	2°	1° 30'	3° 30'	1°	—	—85 mm	„	„	+4°	„	15
G III/a .....	2/260	Merc.	19300				3	3°	3°	1°	2°	1° 30'	3° 30'	1°	—	—250 mm	„	„	+4°	„	—
<b>12. Halberstädter Flugzeugwerke G. m. b. H.</b>																					
C II .....	160	Merc.	9400	1600	1300	6400	1	4°	0	0	2°	—	4° 30'	—	—	675 mm	1°30' Angestellt	Parallel	2	Verstellbar	95
D V .....	120	Argus	8800	1515	1515	6700	1	0	0	2°	2°	—	5°	—	—	470 mm	1° Geneigt	„	0	Ohne	—
<b>13. Automobil &amp; Aviatik A. G. Leipzig.</b>																					
B II .....	100	Merc.	12490	1870	1870	7095	2	1°	1°	1° 30'	1° 30'	6°	6°	6°	—	Keine	Horizontal	Parallel	1° 45'	Fest	—
C I .....	160	Merc.	12500	1870	1870	7120	2	0	0	1°	1°	5°	5°	5°	—	„	„	„	1° 40'	„	—
C II .....	220	Benz	11800	1700	1700	6950	2	1°	1°	1°	1°	4°	4°	4°	—	„	„	„	1° 50'	„	84
C III .....	160	Merc.	11806	1700	1700	7200	2	1°	1°	1°	1°	4° 20'	4° 20'	2°	—	„	„	„	1° 45'	„	—

Handrad-  
Steuerung  
Knüppel-  
Steuerung



zeugen, wie solches in Fig. 97 dargestellt ist, daneben aber auch mit Kampfeinsitzern nach Fig. 85 beschäftigt. Charakteristisch ist für diese Typen das Fehlen jeglicher Verspannung und vor allen Dingen die Ausführung vollständig in Metall. Die beanspruchten Teile sind aus Stahlrohr bzw. Duraluminium, die Flügel- und Rumpfbekleidung aus Aluminium-Blech hergestellt.



Fig. 97. Junkers-Fokker I, I.

Bei dem Flugzeug nach Fig. 97 ist der ganze vordere Teil vom Motor bis hinter die Sitze schwer gepanzert und gegen Infanterie-Geschosse unter allen Umständen gesichert. Ebenso ist ein Verbrennen des Flugzeuges durch Beschießungen mit Brandgeschossen infolge Fehlens jeglicher brennbaren Teile ausgeschlossen. Die Spannungswerte ergeben sich aus Tafel II, 7.

### **Luft-Fahrzeug-Gesellschaft m. b. H.**

Die Luft-Fahrzeug-Gesellschaft baut neben bewährten C-Flugzeugen auch D-Flugzeuge. Charaktere-

ristisch für alle diese Typen ist die Rumpfform, nach der man die älteren C-Typen Walfisch, die neuen Haifisch nennt. Ein Spannturm fehlt bei ersteren vollständig, die Flügel sitzen direkt an der Rumpfoberkante.

Die Spannungswerte ergeben sich aus Tafel II, 9.

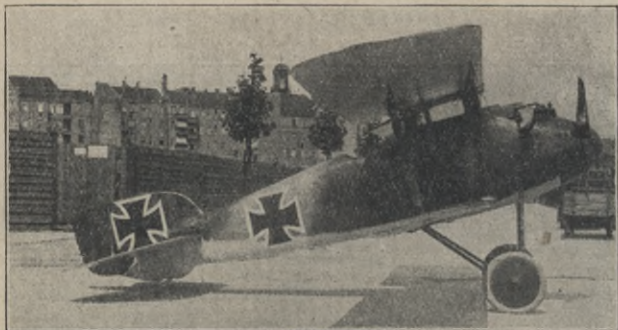


Fig. 98. L. F. G.-Typ D III.

### **Luft-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H.**

Die Luft-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H., zu Kriegsbeginn eine unserer bedeutendsten Flugzeugfabriken, derer C-Flugzeuge seinerzeit führend waren, pflegt auch heute noch in erster Linie den Bau dieses Typs. Mit dem neuen in Fig. 32 gezeigten Typ C 6 dürften wieder gute Flugergebnisse gezeitigt werden.

Zwischendurch hat die L. V. G. auch Lizenz-Typen, Albatros-D-Flugzeuge und Gotha-Großkampfflugzeuge gebaut. Die Spannungswerte der hauptsächlichsten L. V. G.-Typen ergeben sich aus Tafel II, 8.



Fig. 99. L. V. G.-Typ C II.

### **Rumpler-Werke, Aktien-Gesellschaft.**

Auch die Rumpler-Werke pflegen vornehmlich den Bau des C-Typs des Doppeldeckers. Lange Zeit, ehe der einsitzige Kampftyp D in den Vordergrund trat, war das in Fig. 9 gezeigte Rumpler-Flugzeug C I tonangebend und ist in Hunderten von Exemplaren mit größtem Erfolg an der Front verwendet worden. Daneben befaßt sich Rumpler mit dem Bau von Großkampflugzeugen, mit einem D-Typ ist er soeben erschienen. Die Spannungswerte ergeben sich aus Tafel II, 11.

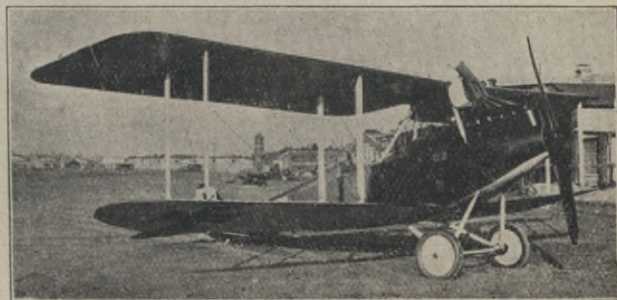


Fig. 100. Rumpler C IV.

### Automobil & Aviatik A.-G.

Die Aviatik-Werke stellen vornehmlich C-Flugzeuge her, mit denen ebenfalls recht gute Ergebnisse gezeitigt wurden.

Ein viel gebauter Aviatik-Typ ist das Flugzeug C II nach Fig. 84. Die Verspannungswerte für die einzelnen Typen ergeben sich aus Tafel II, 13.



# HUTTENLOCHER PFEIL-STANDMESSER

SYSTEM LAUFER



DER  
VOLLKOMMENSTE  
INHALTMESSE  
FÜR  
GESCHLOSSENE  
BEHÄLTER  
JEDER  
ART

HUTTENLOCHER u. KROGMANN

G. M. B. H.

BERLIN-CÖPENICK

LIEFERANT FÜR HEER UND MARINE



Verlagsbuchhandlung  
**Richard Carl Schmidt & Co.**  
Berlin W 62, Lutherstraße 14  
Fernsprecher: Lützow 5147.

Soeben erschienen:

**Motorschiff-Bibliothek Band 3**

# U-BOOTE

von

**Georg Schultze-Bahlke**

210 Seiten mit 81 Textabbildungen

(von der Presseabteilung des Admiralstabes der Marine  
und des Oberkommandos in den Marken zur  
Veröffentlichung und Ausfuhr zugelassen)

**Preis elegant gebunden M. 3.60**

## **Inhaltsverzeichnis:**

Einleitung — Geschichtlicher Rückblick — Unterwasserboot oder Tauchboot — Die Antriebsmaschinen — Taucheinrichtungen — Unterkunftsräume — Luft-Erneuerungs-Anlagen — Rettungseinrichtungen — Das Unterwasser-Auge — Der U-Boot-Kompaß — Die Unterwasser-Waffe — Die artilleristische Ausrüstung — Das Minenleger-Tauchboot — Moderne U-Boote anderer Staaten — Das Handels-Tauchboot — Arbeit und Wirkung unserer U-Boote — U-Boot und Seerecht — Das U-Boot und Deutschlands Weltmachtstellung.



# JUNKERS-FOKKER- WERKE A. G. DESSAU

## METALL-FLUGZEUGBAU

BAUART „JUNKERS“  
D. R. P. UND AUSL.-PAT.

Höchste Geschwindigkeit  
Wendigkeit, Steigfähigkeit

Große  
Stabilität, Feuersicherheit  
Wetter-Beständigkeit  
Schußfestigkeit

Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.  
Berlin W 62, Lutherstraße 14

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

Band 15

# **Baustoffe und Bauteile des Flugzeugs**

Hilfsbuch für den Konstruktionstisch

von

**Prof. Dr. Fritz Huth**

200 Seiten mit 98 Abbildungen

Preis gebunden Mark 7.—

## INHALT:

Vorwort — Baustoffe — Holz — Stahl — Aluminium und Aluminiumlegierungen — Kupfer und Kupferlegierungen — Metallanstriche — Flugzeiglacke — Bauteile — Bauteile des Flugzeuggestells — Drähte — Stahlband — Drahtseile — Stahlrohre — Kupferrohre — Messingrohre — Aluminiumrohr — Holzplatten — Holzrohre — Bespannungsstoffe — Stahlfedern — Gummifedern — Spansschrauben — Kabelklemmhülsen — Seilrollen — Laufräder — Bauteile des Antriebs — Zahnräder — Stirnräder — Kegelhäder — Ketten und Kettenräder — Rollen- und Blockketten — Zahnketten — Kugellager und Rollenlager — Vergaser — Zündmagnete — Elektrische Sammler — Zündkerzen — Kühler — Brennstoff- und Ölbehälter — Luftschrauben — Tachometer — Manometer — Wasserpumpen — Standmesser — Biegsame Wellen — Schalldämpfer — Kupplungen — Handluftpumpen — Ölpumpen — Überdruckventile — Dichtungen — Bedienungsteile — Steueräder — Bedienungshebel — Zubehörteile — Wind- und Flugeschwindigkeitsmesser — Kompass — Stabilisatoren — Zugmesser — Flugzeugbeleuchtung.

AGO

---

das

Führerflugzeug

---

AGO-Flugzeugwerke

G. m. b. H.

Berlin-Johannisthal

Lieferantin der Deutschen Armee

und der Kaiserlichen Deutschen Marine

Militär-Flugzeuge mit Kriegsausrüstung

Kampfflugzeuge — Wasserflugzeuge

Doppeldecker — Eindecker



Verlagsbuchhandlung  
**Richard Carl Schmidt & Co.**  
Berlin W 62, Lutherstraße 14  
Fernsprecher: Amt Lützow 5147

Soeben erschienen:

Autotechnische Bibliothek Band 38

# Rezeptchemie für Autler

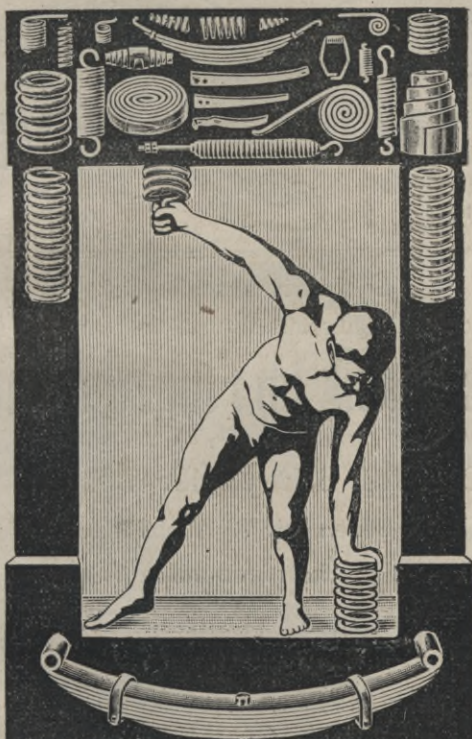
von **Walter Ostwald**

240 Seiten mit 10 Abbildungen im Text und 529 Rezepten

2. völlig neu bearbeitete Auflage des  
Rezept-Anhanges für „Autler-Chemie“

Preis M. 3.60

Inhaltsverzeichnis		Seite	Rezepte
1. Kapitel: Allgemeines über Rezeptchemie . . . . .		9	—
2. „ Fahrt, Fahrer und Insassen . . . . .		12	1—32
3. „ Die Fahrzeuge, ihre Reinigung und Wartung . . . . .		22	33—59
4. „ Die Maschinen, ihre Brennstoffe, Schmier- mittel, Kühlung, Reinigung usw. . . . .		30	60—115
5. „ Bereifung und Gummi . . . . .		65	116—144
6. „ Beleuchtung, Fenster, Windschutz- scheiben . . . . .		77	145—153
7. „ Staub . . . . .		80	154—160
8. „ Feuer . . . . .		84	161—181
9. „ Hitze und Kälte . . . . .		89	182—197
10. „ Autostall und Straße . . . . .		98	198—210
11. „ Werkstatt und Verschiedenes . . . . .		103	211—529
1. Abschnitt: Metalle . . . . .		103	211—308
2. „ Holz . . . . .		134	309—324
3. „ Stoff, Putzwolle usw. . . . .		139	325—327
4. „ Leder . . . . .		140	328—331
5. „ Papier, Landkarten, Ausweis- papiere . . . . .		143	332—338
6. „ Glas, Zelluloid, Galalith, Hart- gummi usw. . . . .		147	339—351
7. „ Kitten, Leim, Dichtungen usw. . . . .		151	352—431
8. „ Farben, Anstriche, Lacke usw. . . . .		178	432—451
9. „ Verschiedenes . . . . .		186	453—529
Sach- und Rezeptregister . . . . .		204—229	



**J. P. GRUEBER**

**HAGEN i. W. 119 GEGR. 1828**

≡ **SPEZIALFABRIK** ≡  
**FÜR FEDERN JEDER ART UND GRÖSSE**

**Verlagsbuch-  
handlung** 

Berlin W 62

Telephon:  
Amt Lützow 5147



**Richard Carl  
Schmidt & Co.**

Lutherstr. 14

Telephon:  
Amt Lützow 5147

Soeben ist erschienen:

(Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik Bd. 16)

# Die Statik im Flugzeugbau

von

Ober-Ing. Schwengler-Berlin

200 Seiten mit 79 Abbildungen

== Preis dauerhaft gebunden 7 Mark ==

## INHALT:

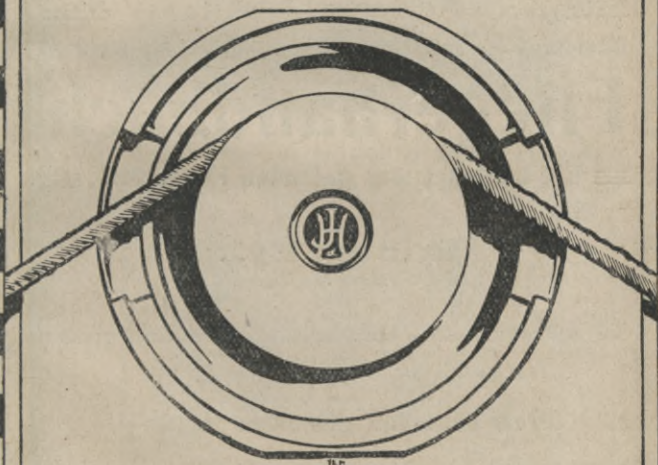
**I. Allgemeines. — II. Statische Grundlagen. A. Holme.**  
1. Der Träger auf zwei Stützen. 2. Der Träger auf mehreren Stützen. 3. Der Holm als Gurtstab. **B. Innenverspannung und Tragwände. C. Spannturm, Fahrgestell, D. Rumpf, Steuerorgane. — III. Belastungsannahmen. IV. Zahlenbeispiele.** 1. Statische Berechnung eines normalen Eindeckers von 8,80 m Spannweite. 2. Statische Berechnung eines Landdoppeldeckers von 9 m Flügelausladung. 3. Statische Berechnung eines Landdoppeldeckers von 16 m Flügelausladung. 4. Steuerflächen. 5. Rumpf. — **V. Genaue Rechenmethoden.** 1. Vergleich von Näherungsformeln. 2. Die Clapeyronischen Gleichungen. 3. Die Gleichungen Müller-Breslaus zur Berechnung des gebogenen und gedrückten Trägers auf mehreren Stützen. 4. Die Deformationen des Zellenfachwerks. 5. Der Stabaufbau der Zelle. 6. Das Konstruktionsmaterial im Flugzeugbau.

# Jessurun & Hurtig

G. m. b. H. (vorm. Max Matthaey & Co.)

**BERLIN-NEUKÖLLN**

Hermann-Straße 256-257



**FLUGZEUG-TEILE  
AUS UNSEREM VOLALITH  
UND EMCO-LEICHTMETALL**

Verlagsbuchhandlung  
Richard Carl Schmidt  
G. 4971  
≡≡≡ & Co. ≡≡≡



Berlin W 62, Luther-  
straße 14 · Telephon  
≡≡≡ Lützow 5147 ≡≡≡

Neu!

Soeben erschienen:

Neu!

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik Band 13

# Fliegerhandbuch

≡≡ Ein Leitfaden der gesamten Flugtechnik ≡≡

von

**Robert Eyb**

k. u. k. Hauptmann, Feldpilot

320 Seiten mit 224 Abbildungen, darunter einer großen  
Motorentafel

Preis dauerhaft gebunden M. 12.—

3. vom Verfasser völlig umgearbeitete Auflage

Die jetzt erschienene Neuauflage des allseitig geschätzten Handbuches ist vom Verfasser so durchgreifend umgearbeitet worden, daß ein vollständig neues Werk entstanden ist, das in knapper, gedrängter Darstellung alles bietet, was der Flieger an praktischen und theoretischen Kenntnissen nötig hat. Die zahlreichen Abbildungen (darunter ca. 200 neue) sind ausschließlich nach Originalzeichnungen und Photographien des Verfassers angefertigt.



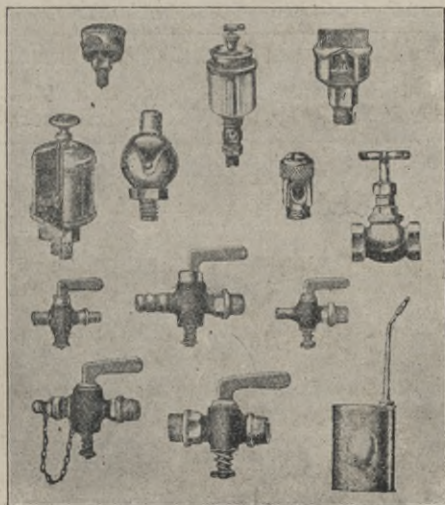
# OTTO SCHAAF

Armaturen- und Metallwarenfabrik  
**BÖHLITZ-EHRENBERG-LEIPZIG**

Fernsprecher: Leipzig 34084 und 34108  
Telegramm-Adresse: SchAAF Böhlitzehrenberg



Sämtliche Armaturen- und Schmierapparate  
der Automobil- und Flugzeugbranche



Katalog auf Wunsch gern zu Diensten

Mechanische Draht- und Hanfseilfabrik

**PAUL VOLKMANN**

**BERLIN-HEINERSDORF**

**Neukirchstraße 62**

Drahtseile für jeden Zweck

Drahtseile für Automobile

Drahtseile / Steuerzugseile

und

Kabel für Flugzeuge

Hanfseile, gedreht u. geflochten

Baumwollseile

Lieferant für Armee, Marine, Kgl. und städt. Behörden

Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.

Tel.: Lützow 5147 Berlin W 62 Tel.: Lützow 5147

Soeben erschien:

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik Band 20

**Die Luftschraube**

von

Dr. phil. Hermann Borck

**Eine einfache Darstellung  
der Wirkungsweise von Luftschrauben**

Mit 39 Textabbildungen und 5 Tafeln

In Halbleinen geb. M. 6.— (einschl. Teuerungszuschlag)



NEUMANN FRED

**LVG**

**LUFTVERKEHRSGESELLSCHAFT\***  
**M.B.H.\* BERLIN JOHANNISTAL\* KÖSLIN**

# NKF-KÜHLER FÜR JEDEN MOTOR



**Norddeutsche Kühlerfabrik**

G. m. b. H.

**BERLIN SW 48, Friedrichstraße 225**

Telephon: Amt Nollendorf 2017  
Amt Lützow . . . 213  
Amt Moritzplatz 3013  
Amt Moritzplatz 3585



Oberleutnant d. R. Christiansen schießt am 3. Oktober 1917 an der Themsemündung mit einem Flugzeug der **Hansa- und Brandenburgischen Flugzeugwerke A.-G.** ein englisches doppelmotoriges Curtiß-Flugboot ab.



**PHÖNIX-  
FLUGZEUGWERKE A.G.**

**WIEN XXI-STADLAU**

UND

ÖSTERR. UNGAR.

★ **ALBATROS-FLUGZEUGWERKE** ★

GES. M.B.H.

CARL O. KOCH

# D. F. W.

## DOPPELDECKER

Weltrekord der Höhe:  
8100 Meter.



**DEUTSCHE  
FLUGZEUGWERKE** G.M.  
B.H.

Werk I  
Lindenthal

**LEIPZIG**

Werk II  
Groß-Zschocher

**Kriegs-, Post- und Verkehrs-Flugzeuge.**

Lieferantin der deutschen, oesterreichisch-ungar.  
und türkischen Heeresverwaltung.

Eigener Flugplatz u. Fliegerschule.

DIPLOM-  
INGENIEUR

ED. SEPPELER

NEUKÖLLN

KONSTRUKTIONSBÜRO  
FÜR FLUGINDUSTRIE



LIEFERT  
AB  
LAGER:



PRÜFSTÄNDE  
ZUR PRÜFUNG V. FLUGMOTOREN

AUSWUCHTER  
FÜR LUFT- U. BREMSSCHRAUBEN

STICHPROBER  
FÜR BENZIN UND ÖLMESSUNG

EINRICHTUNG UND  
ORGANISATION VON  
PRÜFBETRIEBEN



# OBERURSELER UMLAUFMOTOR

FÜR EINDECKER  
DOPPELDECKER  
KAMPFFLUGZEUGE



SYDIE  
WOLFFEN  
P. 11111111

**MOTORENFABRIK OBERURSEL**  
OBERURSEL

# Clemens Humann

Leipzig-Neustadt



## Benzin- und Ölbehälter

besonders leichte Spezial-Konstruktion D.R.G.M.

**Stanzteile:** Fahrgestellbügel, Verwindungs-  
klappen und alle Sorten Steuerhebel, Gashebel,  
Propellerhauben, Rippen, Spierenkappen, Ab-  
federungskasten usw.



## Material für Flugzeuge

### Werkzeuge bester Qualität

Stahlröhren / Stahldrähte / Stahlseile  
Seilrollen / Ösenspiralen / Kauschen  
Gashebel / Stellhebel / Spiegel / Manometer / Benzinfilter / Reduzierventile  
Hähne / Verbindungsstücke

### Sämtl. Löt- u. Schweißmittel

Silberlot / Aluminiumlot / Schlaglot  
Lötpulver / Lötfett / Lötwasser  
Gußeisen-Schweißstäbe  
Schweißpulver  
usw.

## Spezialfabrikation feinsten Qualitätsdrähte in allen Stärken.

Prima patentgehärtete Flugzeugspanndrähte  
von höchster Festigkeit und Zähigkeit.

Klaviersaiten-Federdrähte, hochglanzpoliert.

Präzisions-Stahlspiralfedern, auf Zug und  
Druck reguliert. Ösenspiralen, Bowdenhüllen  
usw.

Hohe Anerkennungen von staatlichen  
und privaten Werken der Kriegsindustrie.

**Stahl- und Drahtwerk Röslau, G. m. b. H., Röslau**  
in Bayern.

Prämiert auf allen beschickten Weltausstellungen.

## FÜR DIE FLUGZEUGINDUSTRIE

SPEZIALITÄT: Protol-Imprägnierung, ges.  
gesch., Flächenüberzuglacke, sowie sämt-  
liche Lacke u. Lackfarben in bewährter Güte

## FÜR DIE AUTOMOBILINDUSTRIE

Vernin-Überzuglacke, farbig und farb-  
los, in erprobten Qualitäten — Rostschutz-  
farben, blei- und giftfrei — Isolier-Lacke

FARBEN- U. LACK-FABRIKEN

BERLIN-  
NEUKÖLLN  
Köllnische  
Allee 44/48

**S. H. COHN**

GEGRÜNDET: WÖRLITZ i. J. 1796  
Badenburger Mühle bei Gießen

# RESCHKE



BERG HAUSDRUCK

# PROPELLER

FRANZ RESCHKE G.m.b.H.  
BERLIN, S.O. COTTBUSSENER UFER 7.

TELEGRAMMADRESSE: „PROPELLER BERLIN“

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

**Berlin W 62**

Telephon  
Amt Lützow 5147

**Wer** sich über Konstruktion und Technik des modernen Kraftwagens durch fachtechnische, populär geschriebene Artikel orientieren will;

**Wer** über alle Neuerungen, Erfindungen, Patente usw. auf dem Gebiete des Automobilbaues und verwandter Branchen auf dem laufenden bleiben will;

**Wer** sein Auto lieb hat und den Betrieb möglichst rationell und billig gestalten will,

**Wer** für sachgemäße und zweckdienliche Behandlung seines Wagens Sorge tragen will .. .. .

abonniere unser Fachblatt

# AUTO

Halbmonatsschrift für Konstruktion und Behandlung des modernen Kraftwagens, für Auto-, Motorboot- und Flugsport sowie Motorentechnik.

(Erscheint am 10. u. 25. des Monats.)

9. Jahrgang.

**Bezugspreise:** Unter Kreuzband vom Verlage nach Deutschland und Österreich-Ungarn M. 1.50, Ausland M. 2.—. Vierteljährlich durch die Post innerhalb Deutschland und Österreich-Ungarn M. 1.12. Ebenfalls nehmen sämtliche Postämter des Auslandes zu entsprechenden Preisen Bestellungen an.

*Alle Buchhandlungen nehmen Bestellungen an.*

**Probenummern** unberechnet und franko an jede uns aufgegebene Adresse.

Empfehlenswerte Werke über Automobilsport und  
-Technik, Motorenbau, Motorentchnik, Motor-  
bootsport und -Technik.

## Autotechnische Bibliothek

Jeder Band kostet, falls kein anderer Preis an-  
gegeben ist, M. 3.— (außer dem Teuerungszuschlag).  
Sämtliche Bände sind dauerhaft gebunden; meist in  
Bd. Ganzleinen.

1. **Anleitung und Vorschriften für Kraftwagenbesitzer und -führer**, nebst Fragen und Antworten für die Prüfung. Von Max R. Zechlin. 300 Seiten mit 29 Abbildungen. 5. verm. und verb. Auflage.
2. **Automobil-A-B-C**. Ein Reparaturenbuch in alphabetischer Reihenfolge von B. von Lengerke und R. Schmidt. 4. stark vermehrte und verbesserte Auflage. 270 Seiten mit 162 Abbildungen im Text.
3. **Der Kraftwagen als Verkehrsmittel**. Seine Bedeutung als solches; Fahren im Winter; behördliche Kontrolle, gesetzliche Bestimmungen und Geschwindigkeitsmesserfrage; das Reisen im Kraftwagen. Von Dr. phil. Karl Dieterich, Direktor in Helfenberg in Sachsen. 155 Seiten mit 73 Textabbildungen.
4. **Das Tourenfahren im Automobil**. Von Ernst Valentin, Oberingenieur in Berlin. 196 Seiten mit 47 Textabbildungen (z. Z. vergriffen).
5. **Automobil-Karosserien**. (I. Teil: Karosserieformen.) Von Wilh. Romeiser, Automobil-Ingenieur. 150 Seiten mit 90 Abbildungen im Text.  
Hierzu als Supplement ein Atlas mit 13 Tafeln, welcher für M. 3.— gesondert zu beziehen ist.
6. **Das Automobil und seine Behandlung**. Von Zivilingenieur Julius Küster in Berlin. 6. Auflage. 324 Seiten mit 197 Abbildungen im Text. (z. Z. vergriffen. Siehe Bd. 33.)
7. **Der Automobil-Motor**. Von Ingenieur Theodor Lehmebeck in Berlin. 260 Seiten mit 117 Abbildungen im Text. 4. verbesserte Auflage (z. Z. vergriffen, Neuauflage in Vorbereitung).
8. **Automobil-Getriebe und -Kupplungen**. Von Ingenieur Max Buch. 2. Auflage (z. Z. vergriffen).

Bd. **Autotechnische Bibliothek**

9. **Die elektrische Zündung bei Automobilen, Motorfahrrädern, Motorbooten und Luftfahrzeugen.** Von Ingenieur Josef Löwy in Wien. 4. verb. u. stark verm. Aufl. 260 S. mit 172 Abb. im Text.
10. **Automobil-Vergaser.** Von Johannes Menzel, staatlich geprüfter Bauführer in Berlin. 290 Seiten mit 163 Abbild. im Text. 3. völlig umgearbeitete Auflage von Ing. A. König in Charlottenburg.
11. **Automobil-Steuerungs-, Brems- und Regulierungs-Vorrichtungen.** Von Ingenieur Max Buch. 2. Aufl., bearbeitet von Th. Lehmbek. 160 Seiten mit 177 Abbildungen im Text und 3 Tafeln.
12. **Der Lastwagen-Motor.** Von M. Albrecht †. 2. Aufl., völlig neu bearb. von Ing. Herm. Augsbürger in Braunschweig. 300 S. mit 233 Abb. im Text.
13. **Automobil-Rahmen, -Achsen und -Federung.** Von Ing. Max Buch. 2. Auflage, bearbeitet von Th. Lehmbek. 140 Seiten mit 128 Abbildungen.
14. **Das Nutzautomobil.** Von Ingenieur A. Simon in Berlin. 180 Seiten mit 141 Abbild. und vielen Tafeln.
15. **[Das Motorboot und seine Behandlung.** Von M. H. Bauer. (Siehe Motorschiff-Bibl. Bd. 2.)]
16. **Das Elektromobil und seine Behandlung.** Von Ing. Josef Löwy (z. Z. vergriffen).
17. **Personen- und Lastendampfwagen.** Von Ziviling. Julius Küster in Berlin. 234 S. m. 170 Abb. im Text.
18. **Das Motorrad und seine Behandlung.** Von Ing. Walter Schuricht in München. 250 S. m. 195 Abb. im Text. 4. verb. und verm. Aufl. Preis M. 3.60.
19. **Automobilmotor und Landwirtschaft.** Von Theodor Lehmbek, Ingenieur in Berlin. 128 Seiten mit 77 Abbildungen im Text. (z. Z. vergriffen; Neuauflage in Vorb.)
20. **Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe.** Von Ing. Arnold Heller. 116 S. mit 82 Abb. im Text.
- 21—24. **Viersprachiges Autotechnisches Wörterbuch:**  
**Deutsch-Französisch-Englisch-Italienisch.**  
240 Seiten (2. Auflage.) (Bd. 21).  
**Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch.**  
131 Seiten (Bd. 22).  
**Englisch-Deutsch-Französisch-Italienisch.**  
207 Seiten (Bd. 23).  
**Italienisch-Deutsch-Französisch-Englisch.**  
200 Seiten (Bd. 24).



- Bd. **Autotechnische Bibliothek**
25. **Deutsche Rechtsprechung im Automobilwesen.** Von Dipl.-Ingenieur A. Bursch und Zivilingenieur Julius Küster. 190 Seiten.
  26. **Automobil-Rennen und Wettbewerbe.** Von B. von Lengerke. 168 Seiten mit 85 Abbild. im Text.
  27. **Leichte Wagen bis inkl. 10 Steuer PS.** Von B. Martini. 3. Aufl., bearb. von C. O. Ostwald (z. Z. vergriffen).
  28. **Chauffeurschule.** Theoretische Einführung in die Praxis des berufsmäßigen Wagenführers. Von Julius Küster, Zivilingenieur in Berlin. 4. verb. Auflage. 320 Seiten mit 175 Abbildungen im Text. (z. Z. vergriffen. Siehe Bd. 34).
  29. **Wagenbautechnik im Automobilbau.** Von Wilhelm Romeiser, Automobil-Ingenieur. 96 Seiten mit 64 Abbild. im Text (z. Z. vergriffen, vgl. Bd. 57).
  30. **Patent-, Muster- u. Marken-Schutz in der Motoren- und Fahrzeug-Industrie.** Bearbeitet von Julius Küster, Zivilingen. in Berlin. 323 Seiten u. 4 Abb.
  31. **Der Motor in Kriegsdiensten.** Von Walter Oertel. 157 Seiten mit 20 Abbildungen im Text.
  32. **Motor-Yachten, ihre Einrichtung und Handhabung.** Von H. de Méville (Nautikus). (Vergriffen)
  33. **Das moderne Automobil, Konstruktion und Behandlung.** Von B. Martini. 5. verb. Auflage. 280 Seiten mit 202 Textabbildungen.
  34. **Praktische Chauffeurschule.** Von Zivilingenieur B. Martini. 300 Seiten mit 213 Textabbildungen und 3 Tafeln. 4. verbesserte Auflage. Preis M. 4.—
  35. **Taschenbuch der Navigation f. Motorbootführer.** Von H. Méville (Nautikus). (Vergriffen.)
  36. **[Motorflugapparate.** Von Ingenieur Ansbert Vorreiter in Berlin. Siehe Flugtechn. Bibliothek Bd. 2.)]
  37. **Motor-Luftschiffe.** Von Ing. Ansbert Vorreiter in Berlin. 150 Seiten mit 43 Abb. im Text und 4 Tafeln.
  38. **Rezeptchemie für Autler.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. Sa. 240 Seiten mit Abbildungen, Tabellen usw. M. 3.60.
  39. **Autler-Chemie.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. S. (Vergriffen. Siehe Bd. 38). Neuauflage in Vorbereitung.
  40. **Autler-Elektrik.** Von Wa. Ostwald, Großbothen. 256 Seiten mit 124 Abbildungen und 1 Tafel.
  41. **Räder, Felgen und Bereifung.** Von Max Buch und R. Schmidt. 220 Seiten mit 173 Abbildungen.

Bd. **Autotechnische Bibliothek**

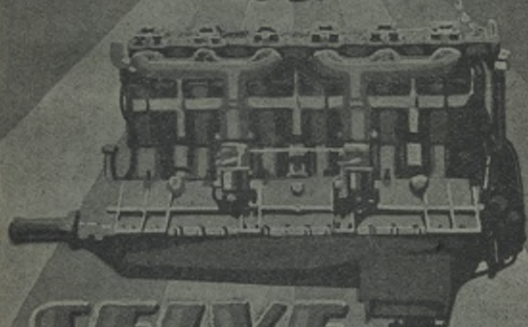
42. **Kühlung u. Kühlvorrichtungen von Motorwagen.** Von A. Bauschlicher. 140 Seiten mit 53 Abbild.
43. **Anlassen und Anlaßvorrichtungen der Verbrennungsmotoren.** Von Ingen. König, Berlin. 160 Seiten mit 71 Abbildungen im Text.
44. **Schmierung und Schmiervorrichtungen.** Von A. Bauschlicher. 160 Seiten mit 74 Abbildungen.
45. **Ankauf und Unterhaltung gebrauchter Kraftwagen.** Von Ing. A. König. 160 S. M. 3.60.
46. **Magnetelektrische Zündapparate für Explosionsmotoren.** Von E. Schimek. 2. Auflage. M. 3.60.
47. **Chauffeurkursus.** Von Ing. A. König. 380 Seiten mit 165 Abbildungen. 4. verb. Auflage.
48. **Automobil-Beleuchtung.** Von Ing. Jos. Loewy. 130 Seiten mit 118 Abbildungen.
49. **Die Zweitaktmotoren und ihr Anwendungsgebiet.** Von Hans Ledertheil, Zivilingenieur. 2. Auflage. M. 3.60.
50. **[Fliegerschule.** Von H. Erblich. (Siehe Flugtechn. Bibl. Bd. 4.)]
51. **[Moderne Flugzeuge in Wort und Bild.** Von H. Erblich. 2. Aufl. (S. Flugtechn. Bibl. Bd. 2.)]
52. **Warum, wann und wie weit ist der Automobilhalter haftpflichtig.** Von Dipl.-Ing. K. Everts. 120 Seiten.
53. **Die Automobilbetriebsstoffe.** Von Ing. Ernst Jaenichen. 150 Seiten mit 36 Abbild. im Text.
54. **Die Kosten des Automobilbetriebes.** Von Ing. A. König. Mit 45 Beisp., mehreren Tab. usw. 160 S.
55. **Störungen am Kraftwagen und seinen Teilen.** Angaben über Merkmale, Ursachen und Abhilfe. Von Dipl.-Ing. Schwaiger. 160 Seiten mit 1 Tafel.
56. **Das moderne Motorrad.** Konstruktion, Behandlung, Ausrüstung. Von Ing. G. Caesar. 180 S. m. 64 Abb. 2. Auflage. M. 3.60.
57. **Karosseriebau.** Bd. 1. Karosserietypen, Holz- und Blecharbeiten. Von Ing. K. Reise. 144 S. mit 107 Abb.
58. **Karosseriebau.** Bd. 2 (in Vorbereitung).
59. **Motorpflüge, Vorzüge und Nachteile der einzelnen Systeme.** Von Ing. Otto Barsch, Stettin. 140 Seiten mit 69 Abbildungen im Text. M. 3.60.
60. **Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion von Motorpflügen.** Von Ingenieur Otto Barsch. 190 Seiten mit 106 Abbildungen im Text. M. 3.60.

*(Weitere Bände sind in Vorbereitung.)*

# BASSE & SELVE

*Allena*

*(Westf.)*



## SELVE FLUGMOTOR

Aluminium-

*Kolben*

Stangen, Rohre, Bleche aller Metalle

*Kühlerröhrchen*

Aluminium- u. Eisen-

*Fassonuß*

(Gehäuse, Zylinder)

roh oder fertig bearbeitet

VON  
LOE  
WE

500,00



**BERLIN S 14**

Kommandantenstraße 31, 31a, 32, 57 und 79. Gegründet 1864

**Werkzeuge — Werkzeugmaschinen**  
**Holzbearbeitungsmaschinen**  
**Blechbearbeitungsmaschinen**  
für den gesamten

**Flugzeug- und Motorenbau**

**Einrichtung kompl. Flugzeugwerften**

Anfertigung von  
**Werkzeugkästen und Bordtaschen**  
nach eigenen und eingereichten Mustern

Lieferant der Fliegertruppen sowie der  
größten Flugzeugwerften



**S - 96**

Fabrik-



Marke

# Flugzeuglacke

aller Art

Imprägnierung, Überzugsglasur  
Tragflächendecklacke

in allen Farbtönen

Rostschutzlacke, Bootlack usw.

liefert prompt, preiswert und gut

## Conrad Wm. Schmidt

G. m. b. H.

### Düsseldorf

Telephon Nr. 7432/33/34

Telegr.-Adr.: Laockschmidt

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301505

130

L. inw.

K.dn. 452/57

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295848