



EISENLOHR. Der motorlose Flug



EISENLOHR  
Der motor-  
lose Flug

# EMIL FENNER

**Stahllager • Berlin S 14**

**Alexandrinestraße 44**

Fernsprecher: Moritzplatz 3259, 4748-50

Telegramm-Adresse:

Montanfenner Berlin

◆

**Stahldraht  
Stahlkabel  
Stahlrohre  
Stahlbleche  
Blankgezogene  
Materialien  
Hochwertige  
Qualitätsstähle**

◆

# SEGELFLUGZEUGWERKE <sup>G.M.</sup> <sup>B.H.</sup>

**BADEN-BADEN 10 u. BERLIN C 119, Wallstr. 25**

Motorlose  
sowie schwachmotorige Flugzeuge  
ein-, zwei-, dreisitzig, auch aus Ganzmetall

Eigenstabil, schwanzlos  
höchste Segeleigenschaft

Mehrfach preisgekrönt, seit 1909 ständig verbessert, D. u. A.-Patente a.

**FLUGBOOTE  
LAND- u. SPORTFLUGZEUGE**

Schnellster Start, leichte Landefähigkeit, für  
Kolonialgebiete unentbehrlich, sparsam, sicher,  
bestes Reisemittel

**Freitragende Eindecker, Doppeldecker,  
Schulmaschinen, Gleitflugzeuge,  
Weltensegler-Modelle, freifliegend**

70 cm aus Preßspan, 60 cm aus Duralumin für  
Wissenschaft, Lehranstalten, Schulen, Jugendsport  
sowie Zielobjekte

Alleinvertrieb und Lizenzen  
durch

**WELTENSEGLER <sup>G.M.</sup> <sup>B.H.</sup>  
BADEN - BADEN 10**

Verkauf phot. Aufnahmen, Bücher, Zeitschriften,  
Kino-Aufnahmen, Bromsilber-Postkartenserien.

★  
**Älteste Segelflugschule  
= Eigene Anlagen =**

Täglicher Schulbetrieb für Teilnehmer, anerkannt  
bewährteste Vorbereitung für Motorflugzeug-  
führung • Gesunder Volkssport,  
Ertüchtigung der Jugend

Anfragen bitten Rückporto beizufügen

**Export nach allen Weltteilen**

W  
E  
L  
T  
E  
N  
S  
E  
G  
L  
E  
R

M  
E  
R  
E  
S  
S  
E  
G  
L  
E  
R



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

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik  
Band 22

## **Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges**

von Dr. RAIMUND NIMFÜHR

150 Seiten mit 29 Abbildungen

Inhaltsverzeichnis: 1. **Einleitung.** Problem des Segelfluges. Physikalische Grundlagen. Energiequellen der Atmosphäre. 2. **Energiequellen für die Leistung der Schweb- und Translationsarbeit.** Lotrechtes Geschwindigkeitsgefälle der Luftströmung. Auf- bzw. absteigende Luftströmungen. Pulsierende und oszillierende Windströmungen. Zitter- (Schwirr-) Bewegungen der Flügel. 3. **Theorie des eigentlichen Segelfluges auf Grundlage des Spannungsdruckes der atmosphärischen Luft bei dynamischen Verdichtungen (Verdünnungen).** Auftriebserzeugung durch dynamische Hebung (Senkung) der atmosphärischen Flächen gleichen Druckes. Quantitative Beschreibung der Vorgänge bei der dynamischen Hebung (Senkung) der Flächen gleichen atmosphärischen Druckes. Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes über dem wogenden Meere. Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes in Luftwogen (infolge eines lotrechten Temperatur- und Windsprunges). Dynamische Hebung der Flächen gleichen Druckes infolge der ungleichen Verlängerung von Luftsäulen verschiedener Temperatur. 4. **Über die mechanische Nachahmung des Segelfluges.** Bedeutung der großen Windsysteme der Erde (Passate und Monsune) für die Wirtschaftlichkeit der Flugzeuge bei der Ausführung des Segelfluges. Konstruktive Forderungen für die technische Nachahmung des Segelfluges.  
Rückblicke und Ausblicke.

## **Der motorlose Flug** (Gleit- und Segelflugzeuge)

von

Dr.-Ing. ROLAND EISENLOHR

**Verlagsbuchhandlung**

Berlin W 62, Lutherstr. 14

**Richard Carl Schmidt & Co.**

Telephon: Amt Lützow 5147



**Flugtechnische Bibliothek**

**Bd. 1: Flugmotoren**  
von Hermann Dörner und Walther Isendahl, Ingenieuren.  
4. Auflage, bearbeitet von Ingenieur Walther Isendahl.  
220 Seiten mit 102 Abbildungen im Text

**Bd. 2: Moderne Flugzeuge in Wort und Bild**  
von Heinz Erblich, Flugzeugführer  
2. verbesserte Auflage. 220 Seiten mit 172 Abbildungen  
im Text. (Zur Zeit vergriffen.)

**Bd. 3: Störungen am Flugmotor**  
**ihre Ursachen, Auffindung und Beseitigung**  
**nebst Flugmotorenkunde**  
von Dr. Fritz Huth  
Mit 58 Abbildungen, darunter 4 Tafeln  
und einer Störungstabelle

**Bd. 4: Fliegerschule**  
Was muß ich wissen, wenn ich Flieger werden will?  
3. völlig umgearbeitete Auflage  
170 Seiten mit 140 Abbildungen im Text

**Bd. 5: Die Ausbildung zum Flugzeugführer**  
von Heinz Erblich, Ingenieur und Flugzeugführer  
160 Seiten mit 79 Abbildungen

**Bd. 6: Verspannen von Flugzeugen**  
von W. Meiß  
140 Seiten mit 100 Abbildungen und 3 Tafeln

(Fortsetzung auf Seite 4)

Flugtechnische Bibliothek Band 14

**Der motorlose Flug**  
(Gleit- und Segelflugzeuge)

von

Dr.-Ing. Roland Eisenlohr

Mit 47 Abbildungen



BERLIN W 62  
Richard Carl Schmidt & Co.  
1922



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

Von Alfred Lindner

130 Seiten mit 10 Abbildungen im Text

**Bd.8: Festigkeitslehre für den Flugzeugbau**

von Dipl.-Ing. O. L. Skopik

130 Seiten mit 21 Figuren, Tabellen und zahlreichen Rechnungsbeispielen

**Bd.9: Vergaser, Brennstoffe und Brennstoffzuführung für Flugmotoren**

von Ing. Bruno Reinhardt

138 Seiten mit 82 Abbildungen im Text

**Bd.10: Die Landflugzeuge unserer Kriegsgegner**

von Ing. u. Flugzeugführer Heinz Erblieh

200 Seiten mit 137 Abbildungen im Text

**Bd.11: Die Notlandung**

Ein Handbuch für Flieger von Alex. Büttner

180 Seiten mit 47 Abbildungen im Text

**Bd.12: Hilfsbuch für Flugzeugmonteure**

von Reinhold Thebis

160 Seiten mit 124 Abbildungen im Text

**Bd.13: Die Seefliegerel**

von Hermann Uflacker

128 Seiten mit 46 Abbildungen im Text

**Bd.14: Der motorlose Flug**

(Gleit- und Segelflugzeuge)

von Dr. Ing. Roland Eisenlohr

128 Seiten mit 47 Abbildungen im Text

*(Weitere Bände sind in Vorbereitung)*

## Vorwort.

Als ich den Auftrag, ein Buch über das Gleit- und Segelflugwesen zu schreiben, erhielt, war ich mir bewußt, mit welchen Schwierigkeiten ich bei seiner Abfassung zu tun haben würde. Fehlt es doch bisher überhaupt an einer Literatur, die allgemein anerkannte Theorien enthält. Es sind fast alle Quellen Ergebnisse persönlicher Anschauungen und Untersuchungen, die nicht immer mit wissenschaftlich einwandfreien Mitteln durchgeführt worden sind. Gilt dies mehr für die Theorie, so doch auch für die technischen Grundlagen. Ich erinnere nur an die Verschiedenartigkeit der Auffassung über den Sicherheitsfaktor oder über die Konstruktion des Landungsgestells. Ja, selbst Bezeichnungen und Begriffe liegen in manchen Punkten noch nicht fest.

Unter diesen Umständen war ich mir bewußt, daß meine Ausführungen weder erschöpfend noch festlegend sein würden. Doch darf ich der Hoffnung Ausdruck geben, daß mir von den Lesern recht viele Anregungen für die Überarbeitung einer zweiten Auflage zugehen mögen. Manche persönliche Anschauung wird so von anderen gestützt, manche wieder durch die Erfahrungen anderer verbessert werden, und nur so kann ich einer Verbesserung der Abhandlung entgegensehen.

In manchen Punkten mußte ich mir leider, um den Umfang des Buches nicht zu groß werden zu lassen, Beschränkungen auferlegen, was ich mehrmals dadurch um so eher tun konnte, als ich auf andere Abhandlungen, insbesondere solche in der Zeitschrift „Flugsport“ hinweisen konnte. Gerade mit Rücksicht auf diese Zeitschrift konnte ich mir alles Eingehen auf Konstruktionsfragen von Einzelheiten ersparen, die größtenteils auch ohne weiter beschrieben zu sein, aus den Systemzeichnungen herausgelesen werden können.

Karlsruhe i. Baden.

Dr.-Ing. Roland Eisenlohr.

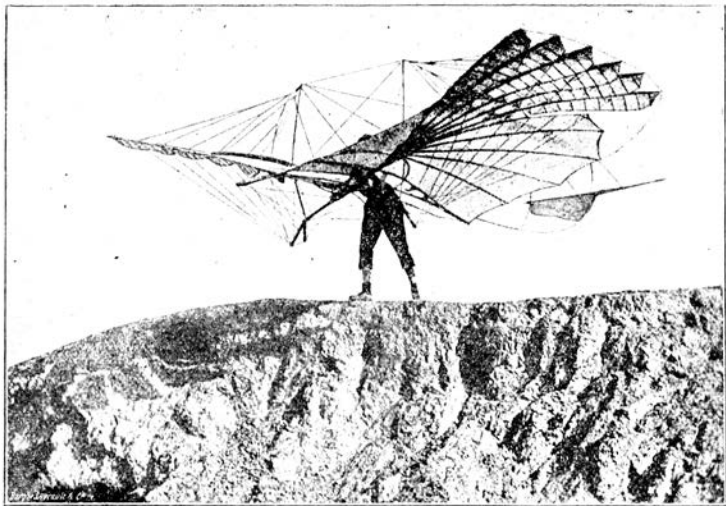


Fig. 1. Otto Lilienthal, der bahnbrechende Forscher des Flugwesens mit seinem Gleit-Eindecker vor dem Absprung von einem Hügel in den Rhinower Bergen bei Berlin.



# Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Das Problem des Gleit- und Segelfluges und seine Erforschung . . . . .	9
A. Die Geschichte der praktischen Forscherarbeit . . . . .	9
B. Die Theorie des Vogelfluges . . . . .	17
1. Der Gleit- und Segelflug . . . . .	17
2. Das Kreisen . . . . .	31
II. Vom Vogel zum Flugzeug . . . . .	28
III. Gleit- und Segelflugzeuge . . . . .	50
A. Allgemeines . . . . .	50
B. Die einzelnen Gleiter- und Segler-Bauarten . . . . .	54
1. Hängegleiter . . . . .	54
2. Flugzeugähnliche Segelgleiter . . . . .	61
3. Die eigentlichen Segler . . . . .	91
IV. Die Wettbewerbe in der Rhön und die Praxis des Gleit- und Segelfluges . . . . .	101

Doch ist es jedem eingeboren,  
Daß sein Gefühl hinauf und vorwärts dringt,  
Wenn über uns, im blauen Raum verloren,  
Ihr schmetternd Lied die Lerche singt,  
Wenn über schroffen Fichtenhöhen  
Der Adler ausgebreitet schwebt,  
Und über Flächen, über Seen  
Der Kranich nach der Heimat strebt.

## I. Das Problem des Gleit- und Segelfluges und seine Erforschung.

### A. Die Geschichte der praktischen Forscherarbeit.

Von den verschiedenen Arten des Vogelfluges, wie Ruderflug, Finkenflug, Schwirrflyg, Gleitflug, Segeln und Schweben, haben die drei letzten Arten von jeher allgemeines Interesse dadurch besonders erweckt, daß bei ihnen mechanische Vorgänge nicht mit dem Auge wahrnehmbar sind, und daher die Entstehung der den Flug ermöglichenden Kräfte rätselhaft erschien. Erst die neuere Wissenschaft war durch Verfeinerung der Instrumente (Meßinstrumente, Kinematographie usw.) in der Lage, die Vorgänge in der Luft und am Vogel im Fluge genauer zu untersuchen. Die Literatur über den Vogelflug ist in den letzten vierzig Jahren außerordentlich umfangreich geworden. Es liegt außerhalb des Rahmens dieser

Arbeit, den Vogelflug weiter zu behandeln, als es unbedingt hinsichtlich des Gleit- und Segelfluges erforderlich ist<sup>1)</sup>.

Wenn wir die Geschichte der Erforschung des Gleit- und Segelflugs betrachten und dabei von den ziemlich ergebnislosen und für die Entwicklung einflußlosen Versuchen früherer Zeit absehen, finden wir die ersten genauen Untersuchungen und Versuche, allerdings noch sehr primitiver Art, durch den Franzosen Mouillard in den Jahren 1860—1880 ausgeführt (s. l'empire de l'air). Mouillard glaubte dem Adler nachbauen zu müssen und behauptete, daß „beim Segelflug der Aufstieg lediglich durch die geschickte Ausnutzung der Kraft des Windes erfolge und die Steuerung nach jeder Richtung hin durch geschickte Manöver erreichbar sei, und daß bei mäßigem Wind ein mit einem Segelflugzeug ausgerüsteter Mensch sich ohne jede motorische Kraft in die Luft erheben und in ihr sich beliebig, sogar gegen den Wind, bewegen könne“.

Von allzugroßer Bedeutung waren aber diese Untersuchungen Mouillards nicht, und auch vor allem seine persönlichen Versuche mit einer Segelfläche blieben ergebnislos. Es fehlte das Eingehen auf die aerodynamischen Forderungen, die sich aus den Forschungen an den natürlichen Vorbildern, den Vögeln, ergeben müssen. Dem deutschen Ingenieur Otto

<sup>1)</sup> Eine eigene, auf Schwirrflyug und Pulsation begründete Theorie hat R. Nimführ in seinem Buche: „Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges“ im gleichen Verlage erscheinen lassen. Ohne alle darin entwickelten Ansichten zu teilen, verweise ich auf das viel Interessante und auch für uns hier in Betracht Kommendes bringende Buch.

Lilienthal, geboren zu Anklam am 24. Mai 1848, blieb es vorbehalten, die wissenschaftlichen Grundlagen des Gleit- und Segelflugs zu erforschen und die ersten aerodynamischen Gesetze aufzustellen. Wir finden also in Lilienthal, der mit seinem Bruder zusammen ein volles Menschenalter hindurch geforscht, gebaut und persönlich geflogen hat (s. Titelbild), den Vater des motorlosen Fluges und aber auch des Motorfluges; denn auch die neueste wissenschaftliche Aerodynamik hat ihre Grundlagen in Lilienthals Werk, das er in Zeitschriftenabhandlungen und seinem berühmten Buche: „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ niederlegte, mit dessen Erscheinen die Epoche des Kunstfluges in der Weltgeschichte beginnt.

Lilienthal war der erste, der die Bedeutung des „Profils“, d. h. die Formengebung des Querschnitts einer Flugfläche erkannte und das an ihr auftretende Kräftespiel wissenschaftlich untersuchte, festlegte und der Menschheit die Begriffe von Auftrieb und Widerstand am Flügelquerschnitt schenkte und deren graphische Darstellung in den Flügelpolaren schuf. Darin liegt die nicht zu unterschätzende Bedeutung dieses Forschers, die nach seinem am 9. August 1896 erfolgten tödlichen Absturz von seinen Nachfolgern stets anerkannt worden ist (Fig. 2).

Sein erster Nachfolger war der englische Marineingenieur Percy S. Pilcher, der nach anfänglichen Versuchen mit einem eigenen stark V-förmig gebauten Gleiter sich ein Gleitflugzeug nach dem Vorbilde des Lilienthalschen baute und mit diesem nun Versuche durchführte. Er benutzte dabei für den Abflug einen fünffachen Flaschenzug, dessen Seil

durch ein Pferd gezogen wurde. So in die Höhe gehoben, schaltete er das Zugseil aus und konnte nun den Gleitflug durchführen. Auch er trug sich mit dem Gedanken, einen Motor von 4 PS in seinen Gleiter einzubauen. Aber ehe er dazu kam, teilte er im Jahre

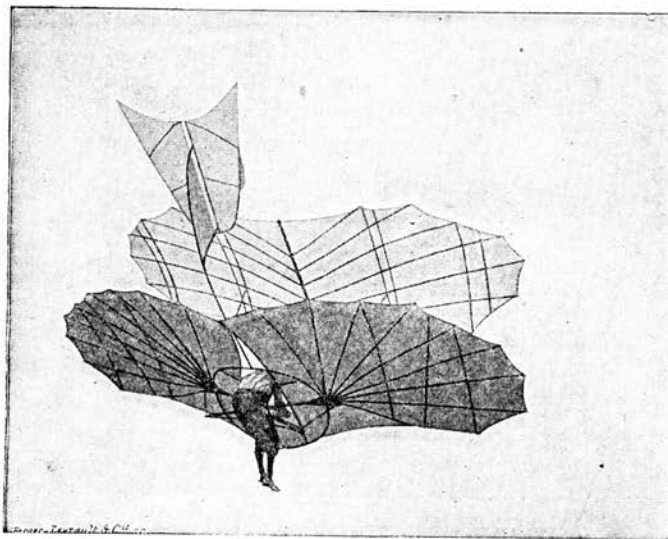


Fig. 2. Otto Lilienthal im Fluge mit dem Doppeldecker-Gleiter, mit dem er am 9. August 1896 abstürzte.

1899 das Los seines Lehrmeisters, indem er bei einer Vorführung aus 12 m Höhe infolge Bruchs eines Flügelteils abstürzte und an den erlittenen Verletzungen starb. Während in Deutschland zunächst niemand die Nachfolgerschaft von Lilienthal und Pilcher antrat, war es in Österreich Dr. Raimund

Nimführ, der nach Erwerbung des Gleitflugzeuges, mit dem Lilienthal seine letzten erfolgreichen Versuche gemacht und in das er einen Motor einzubauen beabsichtigt hatte, persönlich Gleitflüge durchführte. Da aber der Lilienthalsche Apparat sich bald infolge seines Alters als zu morsch und zu brüchig erwies,

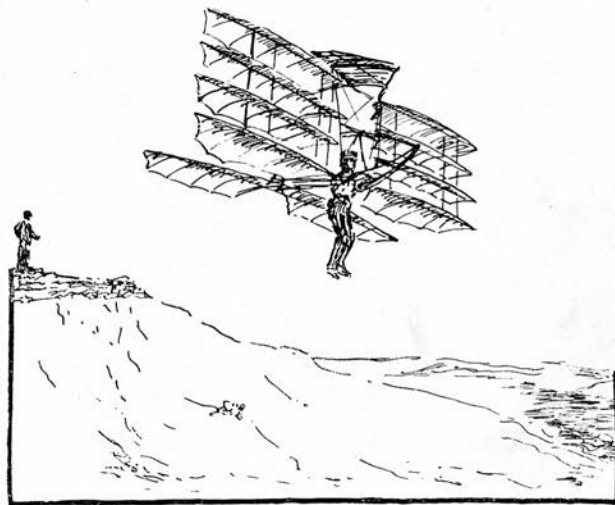


Fig. 3. Chanute mit einem Vierdecker über dem eine fünfte Mittelfläche angeordnet ist. An zwei Trägern hinten eine Schwanzfläche von gleicher Breite wie die Tragflächen.

ging Nimführ später zu eigenen Modellen über, wurde aber dann von den amerikanischen Versuchen überholt.

In Amerika hatte mittlerweile Otto Chanute 1896 Lilienthals Apparat nachgebaut und damit Ver-



suche ausgeführt. Er ging aber bald, unterstützt von seinem Assistenten A. M. Herring, zum Bau von Mehrdeckern (Drei-, Vier- und Fünfdeckern, s. Fig. 3) über, um schließlich jedoch wieder dem Doppeldecker den endgültigen Vorzug zu geben. Chanute wurde

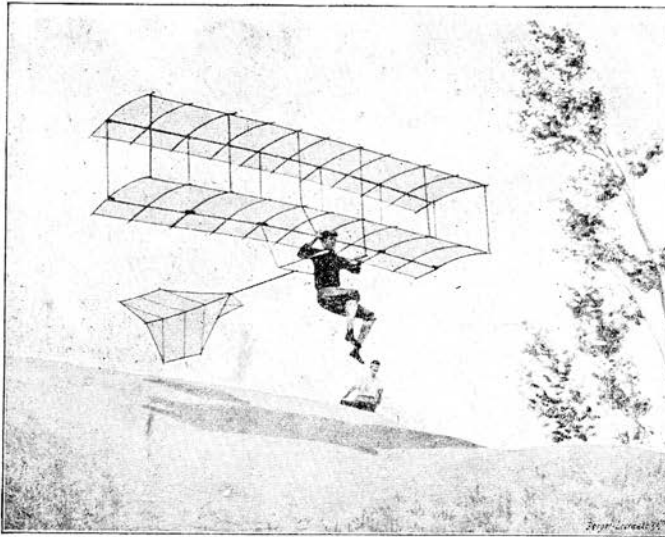


Fig. 4. Herring mit seinem Doppeldecker-Gleiter 1902 im Fluge an einem Abhang.

damit der Schöpfer der späteren Doppeldecker-Bauarten in Brückenbauart (Fig. 4). Auf dieselbe Bauart kamen die beiden Amerikaner Orville und Wilbur Wright, die ebenfalls durch Lilienthals Veröffentlichungen angeregt ohne Kenntnis von Chanutes Versuchen, im Jahre 1899 sich einen

Doppeldecker bauten, mit dem sie 1901 und 1902 Versuche machten, die gewaltige Fortschritte im per-

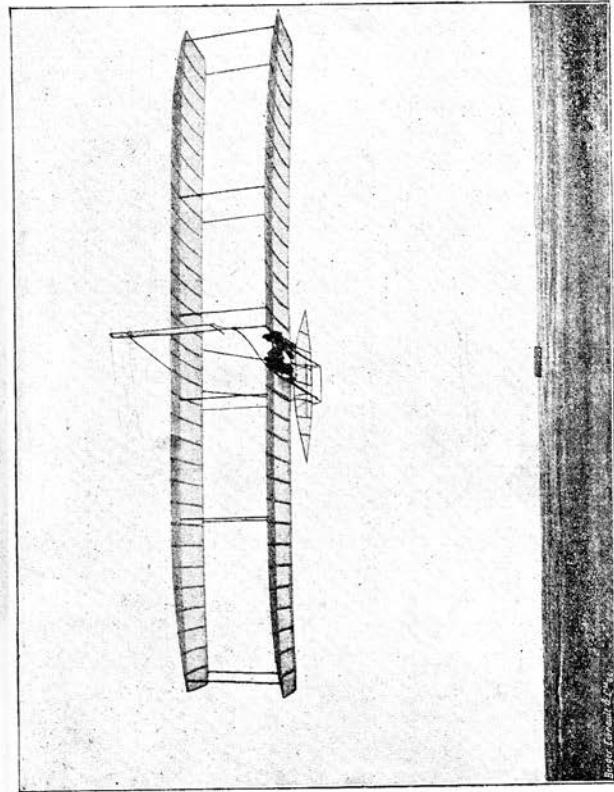


Fig. 5. Wright im Jahre 1901 im Lieggleiter mit vorderem Höhenruder und hinterer Kielfläche, die 1901 noch nicht verwendet wurde. Die Flügel sind etwas verwunden.

sönlichen Kunstfluge (Fig. 5) zur Folge hatten und die am 17. Dezember 1903 nach Einbau eines schwachen

Motors zu dem ersten eine Minute dauernden Motorfluge führten. Mit dem am 4. September 1904 durchgeführten vollkommenen Kreisfluge war, aufgebaut auf die Forschungen Otto Lilienthals, durch die Brüder Wright die Epoche des lenkbaren Motorflugzeugs begonnen worden.

Seit 1899 wurden Gleitflugversuche auch in Frankreich aufgenommen, und zwar unter Führung des Kapitäns Ferber, der ebenfalls durch Lilienthal dazu angeregt wurde, und von dem dann wieder der Flugforschungsdrang auf Voisin, Blériot, Paulhan, Esnault-Pelterie u. a. überging, die die ersten Flieger in Frankreich wurden. Damit, daß von Frankreich aus das Flugwesen sich nun rasch ausbreitete und in allen europäischen Staaten schnell entwickelte, war Lilienthals Sendung erfüllt.

Lilienthals besonderes Verdienst ist es, wie schon erwähnt, die Bedeutung der Form des Flügelquerschnittes richtig erkannt und die Wölbung des Profils als den ausschlaggebenden Faktor festgelegt zu haben. Dabei wies er auf die Stabilisierung, d. h. die Gleichgewichtserhaltung eines Flugzeugsystems hin, deren endgültige Lösung in bis heute noch unerreichter Weise durch die Brüder Wright gefunden und verwirklicht wurde. Die Veröffentlichung dieser beiden Forscher über „die Stabilität des Flugzeugs“ ist nach Lilienthals Buch eine der interessantesten Schriften in unserer Literatur. Ihm ebenbürtig ist die Abhandlung „Die Erfindung des Maschinenflugs“ von Wilbur Wright, die er in der Zeitschrift „Aeronauticals“ veröffentlichte und die von mir übersetzt in der Zeitschrift „Flugsport“ Nr. 16/17 Jahrg. 1915 erschien.

## B. Die Theorie des Vogelfluges.

### 1. Der Gleit- und Segelflug.

Mit den Erfolgen der Motorflugzeuge seit 1905 und insbesondere durch ihre weitestgehende Vervollkommnung während des Krieges schien der motorlose Flug eine überwundene Sache zu sein. Tatsächlich aber haben wir letzteren nur in der Zwangslage der kriegerischen Verhältnisse vergessen und daher unberücksichtigt gelassen. Wir sind heute viel eher geneigt, anzunehmen, daß wir dies zum Schaden der Entwicklung des Flugzeugs getan haben (ob sich diese Annahme bestätigen wird, kann natürlich erst nach Verlauf von mehreren Jahren beurteilt werden). Man war im Krieg bei den besonderen an Kampfflugzeuge zu stellenden Forderungen schließlich nur noch darauf bedacht, die Motorkraft zu erhöhen, und glaubte, alle übrigen Mittel seien so ziemlich erschöpft. Wir sind aber nach den Erfahrungen der letzten beiden Jahre zu der Annahme berechtigt, daß auch noch andere Wege zur Erreichung verbesserter Flugzeuge möglich sein können, bei denen Motoren geringerer Stärke ausreichen dürften. Es soll dies durch eine Ausnutzung der in den Luftströmungen aufgespeicherten Kräfte erreicht werden, wie wir sie im motorlosen Flug festzustellen Gelegenheit haben und möglichst ausgiebig uns zunutze zu machen anstreben müssen.

Diese beim motorlosen Flug zu berücksichtigenden Verhältnisse, die uns der Vogelflug lehrt, hat der Engländer Rayleigh schon 1883 in folgenden drei Sätzen festgehalten:

Der bewegungslose Flug (ohne Flügelschlag) beim Vogel ist nur möglich, wenn

1. die Flugbahn nicht horizontal, oder
2. die Windströmung nicht horizontal, oder
3. der Wind nicht gleichförmig ist.

Wir wollen vorwegnehmen, daß man heute jedem dieser drei Fälle eine besondere Flugart zuspricht, nämlich folgende:

1. Ist die Flugbahn nicht horizontal, d. h. flach nach unten geneigt, so handelt es sich um den Gleitflug, bei dem die Schwerkraft des Flugzeuges ein Sinken in schiefer Ebene dadurch verursacht, daß vermöge eines bestimmten Einstellwinkels der Sehne des Flügels zur Windstromrichtung der Vogel (Gleitflugzeug) unter einem bestimmten Winkel nach vorn abwärts sinkt. Das Verhältnis von Flügelfläche zum Flugzeuggewicht bestimmt den erforderlichen Einstellwinkel je nach der vorhandenen Geschwindigkeit und damit den Winkel der Gleitrichtung. Je geringer der Einstellwinkel und je schneller das Flugzeug, desto flacher wird der Gleitwinkel, d. h. der Winkel, den die Gleitrichtung mit der Horizontalen einschließt. Bei weniger günstigen Verhältnissen ist der Gleitwinkel vielleicht 1 : 6 und verringert sich bei günstigen Verhältnissen auf mindestens 1 : 10. Aus 10 m Höhe würde dabei das Flugzeug also erst nach 100 m Gleitflug den Boden berühren.

2. Dieselben Verhältnisse liegen vor, wenn ein Vogel oder ein motorloses Flugzeug in eine Windströmung gerät, die nicht horizontal, sondern ansteigend ist. Solche aufsteigenden Luftströme finden wir überall bei ansteigendem Gelände, wie Küsten,

Berghängen usw. Erreicht z. B. der Anstiegswinkel der Luftströmung gerade den Gleitwinkel eines Flugzeugs (z. B.  $4^{\circ}$ ), so handelt es sich um den Idealfall, daß sich Gleitwinkel und Anstiegswinkel ausgleichen, woraus sich ein horizontaler Flug ergibt. Dies ist aber nur scheinbar ein Flug ohne Höhenverlust, der vom Vogel meist deshalb leicht erreichbar ist, weil er durch Vergrößerung oder Verkleinerung seiner Flügelfläche jederzeit in der Lage ist, seinen Gleitwinkel der

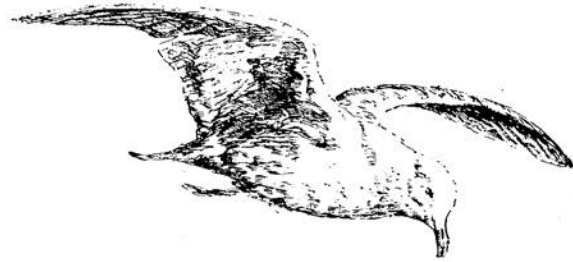


Fig. 6. Möwe in Segelflugstellung.

aufsteigenden Luftströmung anzupassen. Wir nennen diesen bewegungslosen Flug ohne Höhenverlust einen Schwebeflug, der unter Umständen fast ohne Vorwärtsbewegung stattfinden kann, so daß der Vogel vorübergehend auf der Stelle in der Luft sich schwebend halten kann. Lanchester nennt diesen zweiten Fall einen „aerodynamischen Gleitflug mit Überlagerung einer im ganzen bewegten Luftschicht“ und Hüllenhoff definiert das Schweben als Flug ohne erodynamischen Vortrieb.

3. Das Ideal des Fluges ohne eigene Antriebskraft und ohne Höhenverlust ist der Segelflug (Fig. 6),



bei dem Kräfte ausgenutzt werden, die in der Luft selbst enthalten sind durch Ungleichförmigkeit der Luftströmungen in horizontaler und vertikaler Richtung und durch Verschiedenartigkeit der Stärke der Luftströmungen. Wir bezeichnen solche Vorgänge in der Luft als Wirbel, Böen, Luftwellen und allgemein als Turbulenz der Luft. Die Gründe dafür können verschiedener Art sein, und zwar thermischer Art (Wärmeeinflüsse) oder dynamischer Art (Einflüsse äußerer Kräfte). Die thermischen Strömungen werden durch Sonnenstrahlung einerseits und die Verschiedenartigkeit der Erdoberflächenbeschaffenheit andererseits hervorgerufen. Sie beruhen darauf, daß erwärmte Luft leichter ist als kalte und daher in die Höhe strömt, während gleichzeitig an anderer Stelle dafür kalte Luftströme niedersinken. Ein allgemein bekanntes Beispiel hierfür ist der sog. Talwind. Wenn am Abend die Sonne die Ebene vor Gebirgszügen noch bescheint und erwärmt, liegen die Täler schon lang im Schatten und kühlen sich und die von ihnen eingeschlossene Luft ab. Die kalte Luft wird also, der Senkung des Tales folgend, niedersinken und sich dahin drängen, wo in der Ebene die warme Luft aufsteigend Platz macht. Am frühen Morgen, wo die Sonne schon längst die Berge bescheint, während die Ebene noch im Dunkel liegt, sind die Verhältnisse umgekehrt und wir können dort den Bergwind, der das Tal hinaufzieht, feststellen. Je felsiger die Bergehöhen, je weniger von Bäumen bedeckt und je schroffer die Hänge sind, desto wuchtiger die Luftströmung. Wir finden daher in den höchsten Gebirgen die stärksten Luftströmungen, die sich bis in Höhen von 4000

und mehr Metern auswirken, und jene Regionen sind es, in denen wir die gewaltigsten und schwersten Segler auf dem Lande finden: die Adler, Kondore und Geierarten. Wissen wir doch, daß diese mühelos, selbst mit Beute in den Fängen, vor schroffen Felswänden sich steil in die Höhe heben lassen können.

Ähnliche Verhältnisse sind bekannt unter dem Namen Seewind, der dadurch entsteht, daß am Morgen das Land sich schneller erwärmt als die See, weshalb der Wind auf das Land zusteht, während am Abend das Land schneller seine Wärme verliert als die See, wodurch ein Luftstrom in umgekehrter Richtung hervorgerufen wird. Thermische Luftströmungen entstehen aber auch überall im Lande vereinzelt durch den Wechsel zwischen Wald und Wiese oder Sandflächen, sowie wasserreichen Gebieten. Aus unseren Flugerfahrungen heraus wissen wir, daß man im Sommer an sonnigen Tagen derartige Strömungen (Sonnenböen) noch vielfach in 2500 m Höhe stark verspürt, und daß sich z. B. bei Gewitterbildungen diese Erscheinungen in noch viel höherem Maße in den sog. Gewitternasen in den Wolken deutlich erkennen lassen, wo sogar oft durch eine Verdoppelung des Vorganges, nämlich durch Wärmeabgabe an der Wolkenbank, die Luftströmungen in vertikaler Richtung auf 3500—4000 m sich bemerkbar machen in den sog. Schirmwolken über den Gewitterwolken. Vor allen dem Freiballongehenden sind diese Erscheinungen bekannt und manch einer von uns wurde von solchen Böen schon in die Höhe gerissen, ohne dagegen etwas machen zu können. Welche Kraft solchen Böen innewohnt, mag man daraus erkennen.

daß ich z. B. bei einer Freiballonfahrt in Oberbayern von 3000 auf 3700 m Höhe emporgerissen wurde und in dieser Höhe ein Baumzweig von etwa 30 cm Länge mit 8—10 Blättern an uns in einem anderen Wirbel vorbeiwirbelte.

Dynamische Luftwirbelungen finden ihren Ursprung in Hindernissen auf der Erdoberfläche, wie

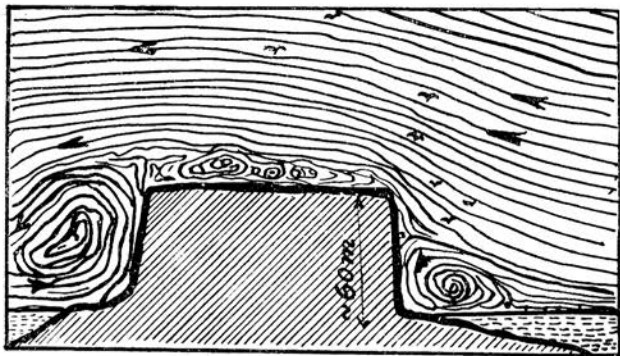


Fig. 7. Stromlinien des Luftstromes an einem Profilmodell der Insel Helgoland.

Bergwänden, Dünen, Waldrändern, Gebäudereihen usw. Jedem, der viel über Flugplätzen flog, werden die von Luftschiffhallen hervorgerufenen Böen in unangenehmer Erinnerung sein, vor allem, wenn man seitlich in den hinteren abfallenden Teil gerät und nun plötzlich 100 oder mehr Meter heruntergeworfen wird.

Auf den Fig. 7 und 8 sehen wir den Strömungsverlauf an einem Modell der Insel Helgoland nach

Untersuchungen von Prof. Dr. Fr. Ahlborn (Hamburg), die seiner außerordentlich interessanten Schrift „Der Segelflug“ entnommen sind. Das erste Bild zeigt, wie der Wind an der Luvseite über eine Wirbelwalze hinweg die Höhe der Steilküste erreicht, wie er über dem Lande Wirbel erzeugt und jenseits hinunterfallend, wieder eine große Wirbelwalze entstehen läßt.

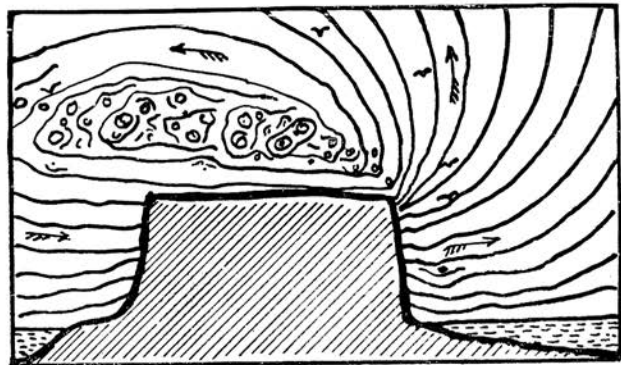


Fig. 8. Kraftlinien zu den Luftströmen an dem Modell von Helgoland.

Die Verengungen der Stromlinien über der Vorderkante geben eine Verstärkung der Windgeschwindigkeit an, die sich die Möwen zunutze machen, um dort mühelos im Segelflug hin und her zu fliegen. Es ist eine weise Einrichtung der Natur, daß sie dem Seevogel auf diese Weise einerseits den mühelosen Flug ermöglicht und gleichzeitig mit demselben Winde, der diesen bedingt, die Nahrung an das Ufer spült. Das zweite Bild zeigt die durch die Turbulenz des

Windes sich ergebenden Kraftlinien, d. h. die Stromrichtung, wie sie der Vogel im Winde fliegend empfindet, während die Stromlinien zeigen, wie der Bewohner der Insel den Wind verspürt. Aus der Art der Kraftlinien erklärt sich, an welcher Stelle die Möwen den günstigsten Wind zum Segeln finden. Solche Hindernisse (Hügel, Berge usw.) haben eine Einflußreichweite (wie Dr. Georgii nachweist) von etwa einem Drittel ihrer Höhe nach aufwärts. Die Einflußhöhe wurde bisher meist überschätzt.

Die Verschiedenartigkeit der Stärke des Luftstromes in horizontaler Richtung ist insofern eine Kraftquelle, als der Vogel, der mit einer bestimmten Geschwindigkeit gegen den Wind anfliegt, eine Verstärkung des Luftstoßes entweder zur Gewinnung von Höhe ausnutzen kann bei gleichbleibender Flugeschwindigkeit, oder zur Steigerung der letzteren insofern, indem er gezwungen ist, seine Flügel mit geringerem Luftwiderstand in den Wind einzustellen. Läßt nun der Wind nach, so hat diesem gegenüber der Vogel nun eine bedeutend größere Geschwindigkeit, aus der er wieder neue Kraft schöpfen kann, oder wenn er vorher eine Höhe gewonnen hat, hat er nun eine Fallhöhe, die er wieder ohne Flügelschlag durch Abwärtsgleiten in Geschwindigkeit und Flugvermögen umwandeln kann. Dieselben Verhältnisse treten auch auf, wenn der Vogel mit dem Winde fliegt, wobei er eine größere Geschwindigkeit als der Wind haben muß. Eine besondere Art der Windturbulenz erfolgt auf hoher See durch die Wellenberge. Wir müssen aber diese Kraftquelle zum Segeln streng von der über Land entstehenden unterscheiden. Während wir im

letzteren Falle im allgemeinen Schwankungen größerer Abmessung vorfinden werden, sind zweifellos die über dem Meere kurzweiliger, auch wenn wir die Turbulenz als durch das Schiff<sup>1)</sup> hervorgerufen annehmen. Man spricht bei einigen Vogelarten auch von „Sturmseglern“, was besagen soll, daß sie besonders bei Sturm eine hervorragende Segelfähigkeit besitzen. Dies ist vollauf erklärlich, da mit größerer absoluter Windgeschwindigkeit die Fluktuationen im Luftstrom auch zunehmen, aus denen der Segler seine Segel effekte gewinnt.

Der Pelikan segelt deutlich erkennbar in Wellenlinien, entsprechend den durch die Meereswellen hervorgerufenen Luftwellen, allerdings nicht so ausdauernd wie der Albatros. Ich glaube, daß diese Erscheinung nicht ohne Einfluß auf die Flügelformgebung der Vögel geblieben ist. In den Fig. 9 und 10 sind die Draufsichten von Land- und Meerseglern einander gegenübergestellt. Wir sehen, daß die Landsegler viel tiefere Flügel im Verhältnis zur Breite haben als die Meeressegler (Möwe und Albatros). Bei den Landseglern fällt nur die Schwalbe aus dem Rahmen, die aber einerseits kein eigentlicher Segler ist und andererseits auch in einem besonders turbulenten Luftbereich in der Nähe von vereinzelt stehenden Häusern zu fliegen gewohnt ist. Dies gilt auch für den Mauersegler, der einer der allerbesten Segler ist.

Dem Vogel stehen nun bei Ausnutzung der Luft-

<sup>1)</sup> Müllenhoff glaubt die Einwirkung von Schiffen auf die Turbulenz (aufsteigenden Luftstrom) darin feststellen zu können, daß der Albatros stets in gleichem Abstand hinter denselben hersegelt.



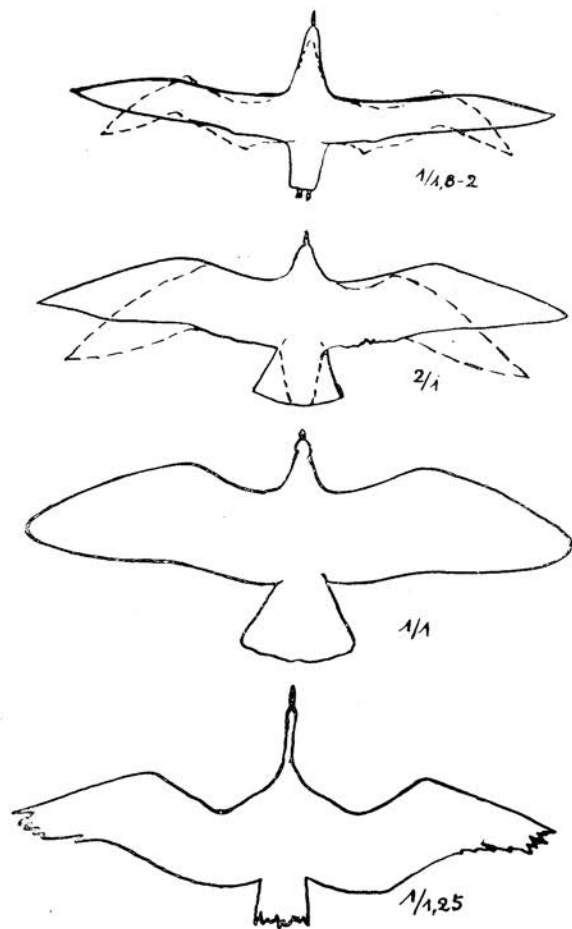


Fig. 9. Flugbilder von Albatros (oben), Möwe, Steinadler und Pelikan mit charakteristisch schmaler, bzw. breiter Segelfläche. Die Zahlen geben an, in welchem Verhältnis zur Größe des Wanderfalcken auf Fig. 10 (von 1 m Spannweite) die anderen Vögel zu klein gezeichnet sind.

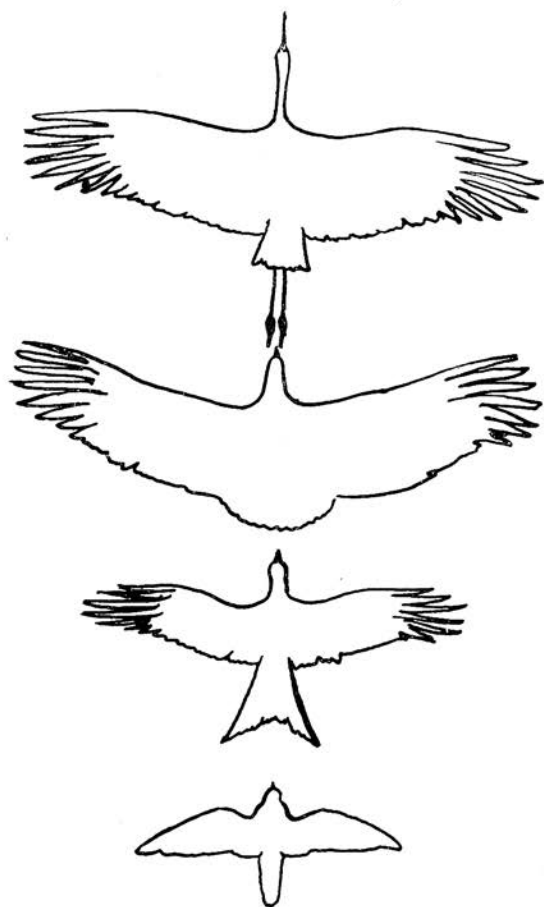


Fig. 10. Flugbilder von Storch, Fahlgeier, Gabelweihe und Wanderfalke, alle in gleichen Verhältnis gezeichnet (Wanderfalke hat 1 m Spannweite).

strömungen verschiedene Arten der Kraftumsetzung zu Gebote. Diese liegen, abgesehen von der allseitigen Beweglichkeit des Schwanzes, in der Veränderung der Flügelform. Der gute Segler arbeitet verhältnismäßig wenig mit dem Schwanze, sondern erreicht alle Bewegungen und allen Kraftgewinn durch Veränderungen im Flügel (vgl. Fig. 9 und 10). Die Landsegler (Adler, Storch usw.) haben in ihren sog. Schwungfedern eine Vorrichtung, die außerordentlich vielseitig verwendet werden kann und zweifellos in erster Linie zur Erreichung des Vortriebes dienen. Diese Schwungfedern können mehr oder weniger gespreizt werden, je nachdem ob sie mehr oder weniger Luft auffangen und Luftstrom ausnutzen sollen. Auch zur Gewinnung seitlicher Einflüsse können sie nahezu senkrecht von der Hand ab nach unten geklappt werden (s. a. Ahlborn, Der Segelflug, S. 22, Verlag Oldenburg).

Bei allen Vögeln, insbesondere aber bei den weitklafternden Seeseglern, können die Flügel mehr oder weniger zusammengezogen werden, je nachdem, wieviel tragende Fläche jeweils erforderlich ist. Diese Veränderungen im Flugbild sind aus Fig. 11 erkenntlich. Mit diesen Veränderungen kann aber auch, abgesehen von der Verschiedenartigkeit des Einstellwinkels, eine Schwerpunktsverschiebung erreicht werden, durch welche es dem Vogel außerordentlich leicht ist, auch die feinsten Schwankungen des Luftstromes sich nutzbar zu machen.

Wir müssen annehmen, daß die Segler besonders begabt sind, Luftströmungen schnell zu fühlen, ja sogar sie vielleicht voraus zu fühlen, eine Eigenschaft, die den schlechten Seglern abgeht. Es läßt sich dies

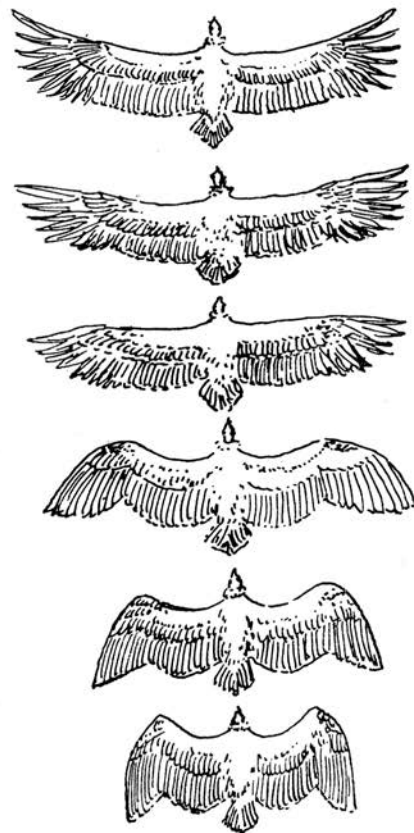


Fig. 11. Veränderungen des Flugbildes vom Geier im Segelflug.

sehr leicht im Winter an Ufern feststellen, die einerseits von Möwen und außerdem von Krähen aufgesucht werden. Während die Möwen mühelos in ge-

radester Linie dahinjagen, kann man bei den Krähen, besonders wenn sie in größerer Schar fliegen, die Wirkung jeden Windstoßes beobachten. Sie werden hoch und nach der Seite gerissen, und daran kann man außerordentlich gut sehen, wie die Windwelle durch den Krähenschwarm hindurchläuft.

Daß die Segler ihre Kraft zum Segeln dem Winde entnehmen, ist dadurch klar erwiesen, daß ohne Wind ein Segeln ausgeschlossen ist. Weder der Albatros noch die Möwe ist dann in der Lage zu segeln, und man sieht letztere mit langsamen schweren Schlägen ihre Beute suchen, die sie sonst spielend im Segelflug erhascht. Beim Albatros genügt aber schon ein außerordentlich geringer Wind, um seine Segelfähigkeit wachzurufen. Und da der Wind mit zunehmender Höhe über der Erde im allgemeinen an Stärke zunimmt, so findet es sich oft über dem Meere, daß der Albatros die ersten 100 Meter über dem Wasser sich flügelschlagend emporarbeiten muß, bis er in einen zum Segeln geeigneten Windbereich kommt. Die Stärke des zum Segeln erforderlichen Gegenwindes ist bei den verschiedenen Vogelarten größer oder kleiner. Zweifellos erreichen die Meeressegler mit ihren schmalen langen Flügeln den stärksten Segel-effekt. Vielleicht finden wir in ihren Fluggebieten aber auch den stärksten Wechsel in der Windkraft. Da wir annehmen müssen, daß der Segeleffekt, wie der Widerstand, mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, so können wir hieraus auf die immerhin erheblichen Kräfte, die der Turbulenz für den Segelflug entnommen werden können, schließen. Wenn auch der Segler bei Windstille überhaupt nicht zu

segeln imstande ist, so gewährt immerhin schon ein schwacher Wind einen Segeleffekt, der hinreicht, große Strecken ohne Flügelschlag zurückzulegen.

## 2. Das Kreisen.

Die Meinungen der Fachwelt gehen noch darüber auseinander, ob ein andauerndes Segeln in gerader Richtung möglich sei, oder ob Kurven bzw. Kreise notwendige Bewegungen beim Segelflug sind. Zweifellos dienen Kurven oder seitliche Abbiegungen dazu — sofern sie nicht durch die Nahrungssuche veranlaßt sind — günstig einfallende Luftströmungen auszunützen; schwieriger zu lösen bleibt die Frage des Kreisens, d. h. das fortgesetzte Segeln in kreisförmiger oder elliptischer Flugbahn. Die Theorien hierüber sind außerordentlich mannigfaltig. Ahlborn (Mechanik des Vogelfluges) z. B. ist der Ansicht, daß das Kreisen unbedingt zum Segelflug erforderlich sei, da die hierbei auszuwirkenden Zentralkräfte dazu notwendig seien, fortgesetzt den erforderlichen Segel-effekt auszulösen. Er stellt auch fest, daß mit zunehmender Windstärke die Kreise immer enger werden.

Es ist bisher vielleicht zu wenig bei den Beobachtungen Rücksicht auf die gleichzeitig im Gebiet der Kreisflüge auftretenden vertikalen Luftströmungen genommen worden. Die großen Raubvögel, wie Adler und Geier, kreisen wohl stets auf aufsteigenden Luftsäulen. Die anderen Landsegler, wie Habichte, Sperber, Bussarde usw. nützen beim Kreisen, wie man wohl annehmen darf, die Verschiedenartigkeit zweier benachbarter Luftströme aus. In diesem Falle wird

wohl auch immer die von Ahlborn als unerläßlich angesehene Schräglage der Kreisbahn vorhanden sein. Aber gerade bei diesen Vögeln kann man auch oft beobachten, daß sie bestimmte Stellen zum Kreisen aufsuchen, an denen sie aufsteigende Luftströme verwerten. Von diesen Strömen lassen sie sich ohne Flügelschlag einige hundert Meter hoch heben, um dann in gestrecktem Segelflug nach einem anderen Punkte zu fliegen, wo sie das Spiel wiederholen. Man darf aber auch nicht unberücksichtigt lassen, daß bei den Raubvögeln das Kreisen auch für das Suchen der Nahrung erforderlich ist, da aus den großen Höhen nur durch dauernde Beobachtung eines bestimmten Platzes die Beute auffindbar ist. Unerklärlich allerdings erscheint uns der Zweck des Kreisens beim Storche, und gerade diese Vogelart ist es, die eigentlich überhaupt nur beim Kreisen segelt.

Über Kreisflüge innerhalb einer steigenden Luftströmung hat Charles Weyher im *L'Aéronaute* 1890 eine interessante Darstellung gebracht. Er beschreibt wie ein Habicht auf der Leeseite eines ein Tal überquerenden Viaduktes (Fig. 12) sich durch den Luftwirbel emporheben läßt. Der Vogel hatte seinen Nistplatz in einer Mauerspalte bei *A* über dem Scheitel einer Bogenöffnung. Er ließ sich von da unter allmählicher Ausbreitung seiner Flügel herunterfallen, bis er in den durch die Bogenöffnung hindurchströmenden Wind bei *B* gelangte, der ihn zunächst ein kleines Stück mit sich riß, bis der Vogel bei *C* sich richtig eingestellt hatte. Und nun begann auf dem hier entstehenden Luftwirbel ein Kreisen, bei dem er sich 250—300 m hochheben ließ. In der Höhe *D* scheint, wie

auch aus der immer kleiner werdenden Steigung der Kreise hervorgeht, der Luftstrom nicht mehr zum

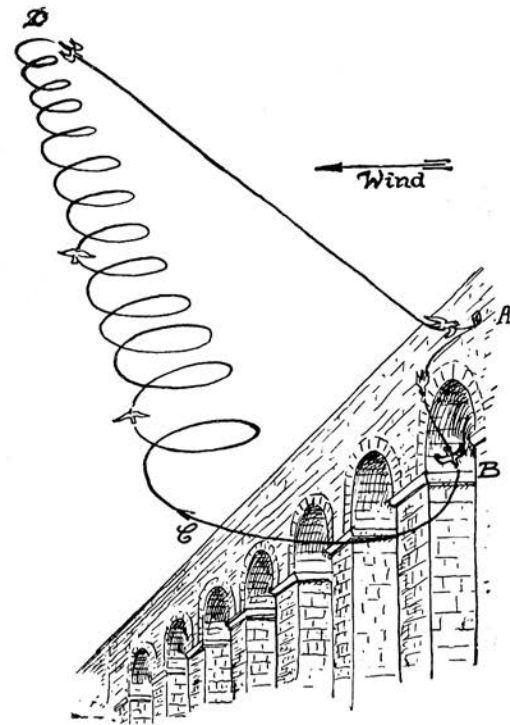


Fig. 12. Kreisen eines Habichts in aufsteigendem Luftwirbel hinter der Bogenöffnung eines Viadukts.

Heben ausgereicht zu haben, worauf der Vogel mit zusammengezogenen Flügeln sich gegen den Wind nach dem Abflugplatz heruntergleiten ließ. Aus der



Figur geht auch hervor, daß während des Kreisens eine geringe Abdrift stattgefunden hat.

Daß die Stärke des Windes auf die Stellung des Vogels beim Kreisens von Einfluß ist, hat W. Winter



Fig. 13. Kreisens bei schwachem Wind. Die Abstände werden in gleichen Zeiten durchflogen: B—C = langsamster Flug; D—A = größte Fluggeschwindigkeit.

eingehend beobachtet, und in seinem Buch über den Vogelflug zur Darstellung gebracht. Unsere Figuren 13 und 14 zeigen einmal das Kreisens bei schwachem und bei starkem Wind. Bei schwachem weicht die Achse

des Vogelkörpers von der Tangente an dem Kreis nur wenig ab und der Vogel ist immer in der Flugrichtung eingestellt. Bei starkem Winde läßt sich der

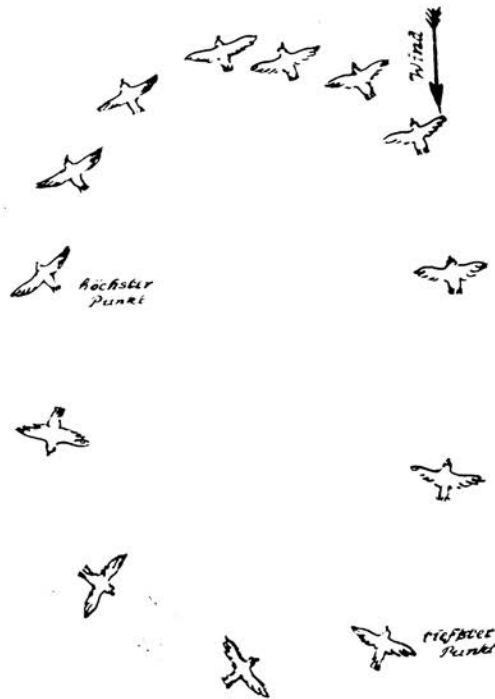


Fig. 14. Kreisens bei starkem Wind.

Vogel jedoch vom vorderen Punkte der Kreisbahn unter allmählichem Steigen noch ein Stück rückwärts treiben, wo er dann am höchsten Punkte eine schnelle Kehrtwendung machen muß, die nicht ohne starke

Bewegung des ganzen Körpers durchführbar ist, und bei der er zur Verringerung der Abdrift die Flügel etwas einziehen muß. Eine eingehende Darstellung des Kreisens nach Ahlborns Theorie bringt Dr. Prochnow.

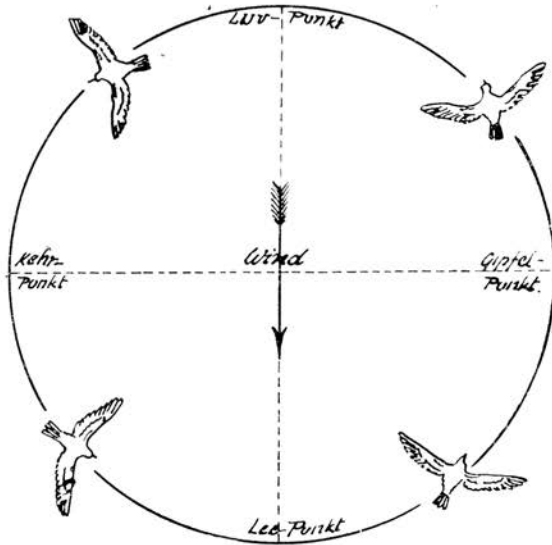


Fig. 15. Die Erklärung des Kreisens von Dr. O. Prochnow.

Bemerkung zu Fig. 15. Luvpunkt: Wachsende Geschwindigkeit; Flugbahn ansteigend; höchste Beschleunigung. Kehrpunkt: Höchste Geschwindigkeit; tiefster Punkt der Flugbahn; Beschleunigung = 0. Leepunkt: Abnehmende Geschwindigkeit; Flugbahn ansteigend; größte Hemmung. Gipfelpunkt: Geringste Geschwindigkeit; Gipfel der Bahn; Beschleunigung = 0.

now in seinem Buch: Vogelflug und Flugmaschine, dem wir Fig. 15 entnehmen, aus dem der ganze Vor-

gang erklärlich ist. Interessant ist dabei zu sehen, daß die Achse des Vogels auf der Leeseite nach innen, auf der Luvseite nach außen im Sinne der Kreisbahn gerichtet ist.

Jedenfalls ist auch das Kreisen bei Windstille ausgeschlossen und im allgemeinen festgestellt worden, daß mit stärkerem Winde die Kreise enger geflogen werden. Wenn wir auch annehmen, daß wir uns über den Segelflug ziemlich klar sind, so werden in der Frage des Kreisens noch viele Untersuchungen erforderlich sein, sowohl hinsichtlich der Entstehung des Segeleffektes, als auch hinsichtlich der kleinen und kleinsten Veränderungen in der Haltung und Formung des Vogelflügels. Betz und Knoller haben sogar nachgewiesen, daß nach jedem Viertel eines Kreisfluges durch das Verhältnis von Fluggeschwindigkeit zur Luftströmung ein neuer, mithin ein vierfacher Segeleffekt im Kreisen zustande kommt.

Aus dem Ganzen erkennen wir, daß die Physik der Atmosphäre und die Meteorologie wichtige Aufgaben für die Erforschung und Entwicklung des Gleit- und Segelflugwesens haben. Denn zur praktischen Ausübung des Fluges ist die Kenntnis der Ursachen, der Stärke, Richtung und Ablenkung der Luftströmungen erforderlich. Zwei sehr interessante Aufsätze über die Windbeeinflussung durch Gebirge hat Dr. W. Georgii in der Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt (1922, Januar und März) gebracht. Die wissenschaftliche Meteorologie muß uns einen Teil von dem ersetzen, was der Vogel instinktiv dem Menschen voraus hat: das Erkennen der Turbulenz und der Strömungsverhältnisse in der Luft.

## II. Vom Vogel zum Flugzeug.

Wie wir gesehen haben, sind wir uns über die Grundlagen der Vorgänge beim Segelflug der Vögel heute wenigstens einigermaßen klar. Es tritt nun die Frage an uns heran, wie wir die Prinzipien des Vogel- fluges mechanisch umwerten und umgestalten können, um mit einem künstlichen Flügel ähnliche oder gleiche Effekte zu erreichen. Es gilt hierbei, möglichst von den Konstruktionsgrundlagen des Motorflugzeuges abzusehen und neue zu schaffen. Denn wir müssen uns immer vor Augen halten, daß wir es hier mit großen Gegensätzen zu tun haben. Beim Motorflugzeug gab die Stärke des Motors die Fluggeschwindigkeit und die Flugleistung überhaupt an. Jede Böe und Windströmung bildete einen mehr oder weniger unangenehmen Eingriff in die durch die Propellerachse gegebene Flugrichtung, die auf solche Weise gewaltsam gestört wurde. Beim Segelflugzeug dagegen bildet der Wind die Grundlage zu jedem Erfolg und ohne Wind ist er überhaupt nicht möglich. Kurz könnte man sagen, es liegt der Unterschied darin, daß für das Motorflugzeug der Begriff „Schönwettermaschine“ eine Rolle spielt, während umgekehrt das Segelflugzeug eigentlich gerade eine „Schlechtwettermaschine“ ist, oder darin, daß das Flugzeug labil, der Segler jedoch stabil ist. Freute man sich, mit dem ersteren starke Böen durch den Kraftüberschuß

des Motors bewältigen und unschädlich machen zu können, so muß man beim Segelflug mit dem Segler die verschiedenen Luftströmungen gerade aufsuchen und ausnutzen. Es wäre daher von großem Vorteil, und wird zurzeit von verschiedener Seite angestrebt, Windfühler zu konstruieren, das sind Instrumente, die Anschwellungen und Richtungsänderungen des Windes so zeitig angeben, daß der Seglerführer sie noch auszunutzen imstande ist. Dr. Ing. Rumppler regte sogar an, noch weiter zu gehen und Wind- sichter<sup>1)</sup> anzustreben, worunter er Instrumente versteht, die die Windströmungen nicht erst, wie der Windfühler, am Segler oder wenige Meter vor diesem anzeigt, sondern die möglichst weit vor dem Flugzeug schon die Turbulenz der Luft irgendwie anzuzeigen fähig wären. Erst mit Hilfe solcher Instrumente wäre man einmal in der Lage, zu entscheiden, wo die Grenze zwischen Gleitflug und Segelflug liegt. Auch ein Geschwindigkeitsmesser, der feine Unterschiede schnell anzeigt, wäre von Bedeutung. Es hat sich bis jetzt im allgemeinen gezeigt, daß die Relativgeschwindigkeit bei schlechteren und besseren Gleitern und Seglern immer ungefähr dieselbe war. Zweifellos müßten sich aber hier bei genauer Untersuchung stärkere Unterschiede geltend machen. In einem Bericht über seine Erfahrungen teilt Klemperer (Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftfahrt 1921, Heft 23) mit, daß bei seinem 13 Minutenfluge die mittlere Geschwindigkeit zwischen 10—12 m/sec. lag, daß er aber vorübergehend 22 m/sec.

<sup>1)</sup> Schumacher wies auf den „Windseher“ schon früher 1921 im Flugsport hin; s. Aufsätze: „Ein neuer Weg zum Ziel“, und: „Zum Weg nach dem wirtschaftlichen Flugzeug“.

und bei starkem Anziehen seines Eindeckers nur 4,5 m/sec. Fluggeschwindigkeit hatte. Jedenfalls war die Fluggeschwindigkeit (die gegenüber der eines Motorflugzeuges ungewohnt gering ist und nur etwa  $\frac{1}{6}$  davon beträgt) dauernd so, daß er in der Lage war, Schmetterlinge, Käfer, Blumensamen, Blättchen usw. neben sich in der Luft zu beobachten. Diese Beobachtung ersetzte ihm den Windsichter insofern, als er, wenn er merkte, daß solche Gegenstände auf der einen Seite von ihm relativ zum Flugzeug aufwärts, auf der anderen Seite sich abwärts bewegten, sofort nach der aufsteigenden Luftströmung hin steuerte, was ihm immer einen Höhengewinn eintrug. Es sind schon im Prinzip verschiedene Windfühler konstruiert worden, und auch eine automatische Steuerung durch Winddruck von Fr. Butig beim Rhön-Wettbewerb 1921 (s. Fig. 47) gezeigt worden, aber eine befriedigende Lösung wurde noch nicht gefunden. Solche Instrumente sind aber unbedingt erforderlich, um den natürlichen Fluginstinkt des Vogels mechanisch für das motorlose Flugzeug zu ersetzen.

Die Bedeutung der gesamten Befiederungsstruktur überhaupt und der einzelnen Schwungfedern im besonderen ist noch nicht klar erfaßt. Jedenfalls stellen die Federn einen wichtigen Bestandteil des Vogelflügels dar, wie wir ihn in statischer Hinsicht und in seiner Zweckdienlichkeit und Feinheit niemals nachbauen können. Dies wird sich hauptsächlich in der Hinsicht bemerkbar machen, daß wir Segler nur für eine mehr oder weniger eng umgrenzte Windstärke bauen können, während der Vogel durch sein Gefieder seine Flügel so einstellen kann, daß sie zu einer bestimmten

Windstärke den zugehörigen Segeleffekt erwirken<sup>1)</sup>. Hierzu gehört z. B. auch der Umstand, daß wir ein ideales Segelflugzeug, solange es günstigen Wind hat, eigentlich nicht bremsen können, ohne eben durch eine äußere Steuerung sehr gewaltsame Eingriffe in das Flugvermögen vorzunehmen. Solche Steuerflächen lehnen wir aber bei dem eigentlichen Segelflugzeug in der Hauptsache ganz ab. Der Vogel vermag durch Flügelformänderung, insbesondere aber durch Profiländerung mittels Vordrücken des Daumens ohne weiteres den Segeleffekt so stark zu beeinträchtigen, daß eine natürliche Bremswirkung entsteht.

Wir sind davon überzeugt, und werden dies auch an anderer Stelle in dieser Abhandlung wiederfinden, daß der richtige Segler ausschließlich mit den Tragflächen selbst steuern soll, da eine Schwanzsteuerung insofern ungünstig wirkt, als sie meist schon in einer Luftströmung arbeitet, die bereits über die Tragflächen hinweggegangen ist und an diesen nicht mehr vorliegt, sondern sogar dort bereits einen umgekehrten Sinn haben kann. Von diesem Gesichtspunkte der Flügelsteuerung aus sind die Segler der Segelflugzeugwerke Baden-Baden, von Harth-Messerschmitt und vom Bayerischen Aeroklub konstruiert, auf die wir unten näher eingehen werden. Wir wollen hier vorausnehmen, daß der Eindecker des Bayerischen Aeroklubs, den Finsterwalder nach Ideen von Dipl.-Ing. E. v. Lössl konstruiert hat, weder ein Kurs-

<sup>1)</sup> Lanchester sagt in seinem Buch „Aerodynamik“, daß der Mauersegler ohne eine Änderung der Flügelstellung seine Geschwindigkeit sehr schnell von 6 auf etwa 15 m/sec. ändern könne.

runder noch ein Seitensteuer besaß. Die Seitensteuerung sollte durch spreizbare Klappen an den Flügelspitzen erreicht werden. Es stellte sich aber heraus, daß die dort vom Flügel sich ablösenden Wirbelzöpfe die Wirkung der Klappen außerordentlich stark beeinträchtigte. Dadurch war man gezwungen, ein provisorisches Seitensteuer am Schwanz anzubringen. Aber die Flugversuche ohne Seitensteuer haben gezeigt, daß es zweckmäßig ist, gegen seitlich einfallende Böen nicht anzusteuern, sondern ruhig den Luvflügel hochheben zu lassen und nach Lee mit der Böe mitzugehen, um die dabei gewonnene überschüssige Kraft dann wieder zu einer Kurve nach Luv zu benutzen. Dabei ist ein zweimaliger Höhengewinn zu erreichen. Diese Methode verfolgen z. B. die Krähen, von denen wir schon früher erwähnt haben, daß sie gegen Böen nicht ankämpfen, sondern sich von ihnen tragen lassen. Sind bei Seitenböen große senkrechte Schwanzflächen vorhanden, so versucht der Segler, sich gegen die Böe einzustellen, die die Schwanzfläche vor sich wegdrückt. Es ist fraglich, ob dann der gleiche Effekt erreicht werden kann, wenn die Böe nun die Tragflächen mehr oder weniger von vorne trifft und dabei den Widerstand ungünstigerweise erhöht.

Die Höhensteuerung hängt eng mit der ganzen Flügelgestaltung zusammen. Wir wissen, daß der Vogel die Höhensteuerung ausschließlich durch Formgebung der Flügel bewirkt und nur bei ganz starken Änderungen in der Höhenrichtung den Schwanz als Steuer heranzieht, so beim Abflug und bei der Flugbeendigung, um an einer bestimmten Stelle sich niederzulassen. Während des Fluges aber ist beim

Segler eine Änderung der Höhenlage nicht zu bemerken, obwohl er doch andauernd durch abwechselnd starke Luftströmungen hindurchzieht. Es werden also die eigentlich zu erwartenden Höhengschwankungen im Flügel vernichtet und dadurch die Flugbahn ausgeglichen. Ähnlich müssen wir auch beim Segelflugzeug erreichen, daß die Verschiedenartigkeit der Luftströmung zwar einen Segeleffekt bewirkt, aber eine Veränderung der Höhenlage vermieden wird. Es wird allgemein angenommen, daß dies erreichbar ist, wenn man den Flügeln eine weitgehende Elastizität gibt. Messerschmitt äußert sich hierzu in einer Denkschrift folgendermaßen: „Die größtmögliche Energie wird der Turbulenz der Luft dann entzogen, wenn das schwebende Flugzeug in ruhiger Lage verharrt, wenn es also nach einer Richtung hin Beschleunigungen erfährt. Erst ein Überschuß an Energie wird in Beschleunigung verwandelt werden, entweder zum Steigen oder zur Vergrößerung der Geschwindigkeit. Wir werden also beim idealen Segelflugzeug keine Lagenänderungen, außer vom Führer gewollte, feststellen können. Um diesem Idealfalle nahezu kommen ist es nötig, anpassungsfähige Flügel zu schaffen, Flügel, die sich in allen Teilen möglichst den Luftströmungen anpassen“.

Solche Segelflugzeugbauarten (wie die erwähnten) zeigen eine Flächenanordnung derart, daß sowohl die ganze Fläche während des Fluges im Einstellwinkel geändert werden kann, als auch die beiden Flügelhälften sich wechselseitig einstellen lassen, d. h. mit einer Verminderung des Einstellwinkels auf einer Seite ist dessen Vergrößerung auf der anderen Seite



verbunden. Es hat sich gezeigt, daß dabei ein geringes Spiel in der Steuereinrichtung, d. h. ein teilweise selbständiges elastisches Nachgeben zweckmäßig ist, während wir beim Motorflugzeug dauernd bestrebt waren, das Spiel in der Steuereinrichtung auf ein Minimum zu reduzieren.

Ebenso entgegengesetzt sind beim Motorflugzeug und Segler die Anschauungen hinsichtlich der Elastizität der Flügel. Jeder Fachmann, der die ganze Entwicklung des Flugwesens seit 1908 mitgemacht hat, wird sich der traurigen Stunden entsinnen, in denen man vor die Aufgabe gestellt war, mit jenen elastischen verwindbaren Flügel des Wright-Doppeldeckers zu brechen und absolut starre Flügel zu konstruieren. Wir waren überzeugt, daß dies eine Verschlechterung in der Wirksamkeit der Quersteuerung und Querstabilität bedeutete, aber wir durften uns den durch die immer stärker werdenden Motoren sich stark erhöhenden Beanspruchungen der Flügelfestigkeit und den statischen Forderungen im Flügelaufbau nicht verschließen.

Ich führe dies deshalb hier ausführlicher an, weil viele glauben, wir würden durch die Erfahrungen mit motorlosen Segelflugzeugen auf andere Forderungen und Formen bei späteren Motorflugzeugen kommen. Ich selbst teile diese Ansicht nicht und glaube, daß sie auch von anderen Flugzeugkonstruktoren nicht geteilt wird. Man darf diese Ansicht wohl auch aus einer Bemerkung in einer Schrift des Bayerischen Aeroklubs: „Motorloser Flug“ herauslesen, wo es über die Gleitflugzeuge, die wir in einem späteren Abschnitt als „flugzeugähnliche“ näher betrachten wer-

den, folgendermaßen heißt: Mit motorlosen Motorflugzeugen(!), das heißt Flugzeugen, welche im Aufbau und Steuereinrichtungen dem Motorflugzeug der Kriegszeit nachgebildet sind, lassen sich gute Gleitflugleistungen erzielen, und natürlich auch aufsteigende Luftströmungen ausnützen; zu einem



Fig. 16. Zusammenstellung der Flügelformen von bisher gebauten Gleitern und Seglern.

eigentlichen Erfolg aber kann diese Richtung nicht führen, da wesentliche Faktoren des Segelfluges unberücksichtigt bleiben.

Wir haben nun noch die äußere Flügelform und den Rumpf von Vogel und Segelflugzeug zu betrachten. Wir finden auf Fig. 16 eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten bisher verwendeten Flügel-

Umriss der Gleit- und Segelflugzeuge. Man hat von jeher dahin gestrebt, das Verhältnis von Tiefe zur Spannweite der Tragflächen dem der Flügel von Land- oder Meerseglern nachzubilden, das bei diesen zwischen 1 : 10 und 1 : 15 schwankt. Je geringer die Flügeltiefe, desto günstiger liegen die Verhältnisse für Luftwiderstand, Druckpunktswanderung und Beweglichkeit in der Querachse. Manche glauben nun, den Vogelflügel sklavisch nachahmen zu müssen und bringen diesem Nachahmungstrieb große Baugewichte und meist verunglückte Konstruktionen zum Opfer. Die oben erwähnte Denkschrift des Bayerischen Aero-klubs sagt hierzu: „Eine weitere Richtung sucht die Vögel nachzubauen; aber nicht auf Grund richtiger Erkenntnis des Wesentlichen am Flug der Vögel, sondern in meist ziemlich äußerlicher Weise unter Anwendung absurder Konstruktionsmittel zur Nachbildung von dem „Erfinder“ wesentlich erscheinenden Flugorganen des Vogels. Viel Drolliges hat man sich hier geleistet. In dieser Gruppe finden sich alle zusammen, welche die „Frage des Flugproblems“ endgültig gelöst haben.“

Der Vogelflügel hat bei den verschiedenen Arten in der Querrichtung, d. h. vom Rumpf zur Flügelspitze, eine Wölbung, deren höchster Punkt im allgemeinen am Handgelenk liegt. Dazu hat der Flügel im Grundriß noch eine besondere Form insofern, als die Hand meist etwas schräg nach hinten an die Armknochen angelenkt ist, so daß eine schwache Zickzackform entsteht, wie wir sie im späteren Abschnitt und auf Fig. 42 bei dem Eindecker der Segelflugzeugwerke Baden-Baden finden. Die beiden eben erwähn-

ten Formen am Vogelflügel sind zweifellos für die Segelwirkung von großer Bedeutung, bieten aber der Umsetzung in künstliche Segelflugzeugflächen große Schwierigkeiten. Mit Ausnahme des erwähnten Eindeckers haben alle Gleiter und Segler Flügelgrundrisse in einfacher geometrischer Form (rechteckig oder trapezförmig), wobei höchstens eine V-Form der beiden Flügelhälften zueinander, aber keine in der Flugrichtung angewendet ist. Der Auslauf der Flügelenden in schlanke Spitzen wird von manchen, insbesondere von Lilienthal-Anhängern, für sehr wichtig gehalten. In Fortsetzung der Untersuchungen Otto Lilienthals hat sein Bruder Gustav am fliegenden Vogel die Entstehung von Widderhornwirbeln feststellen zu können geglaubt. Diese Wirbel wälzen sich vom inneren Teil des Flügels nach außen und etweichen unter den Flügelspitzen. Auf diese Weise will er den bisher noch nicht aufgeklärten Vortrieb beim Segelflug erklären. Wissenschaftlich genau durchgeführte Untersuchungen lassen zwar die Behauptung vom Entstehen der Widderhornwirbel zu, konnten aber den Beweis für das Vorhandensein eines Vortriebs nicht erbringen.

Wir sehen hieraus, daß die Ausgestaltung einer mechanischen Segelfläche nicht unter Nachahmung des natürlichen Vorbildes, des Vogels, durchgeführt werden kann. Wie weit wir uns im großen Ganzen dem Vorbild einmal nähern werden, läßt sich heute noch nicht absehen. Daß mit den Versuchen mit Segelflugzeugen eine genaue Beachtung und Erforschung des Vogelfluges Hand in Hand gehen muß, ist selbstverständlich. Aber die technische Lösung wird zu anderen Formen als den natürlichen führen.

wie wir dies ja auch auf anderen technischen Gebieten gewöhnt sind.

Eine Frage von anscheinend nebensächlicher Bedeutung ist die der Rumpfausgestaltung. Daß wir hier uns am allerwenigsten an das natürliche Vorbild halten können, liegt in der Natur der Sache. Denn die Beweglichkeit und die Formänderungsmöglichkeit, die dem Vogelkörper einschließlich des Schwanzes gegeben ist, werden wir nie nachzuahmen vermögen. Es kommt also nur darauf hinaus, bestrebt zu sein, den Übergang vom Flügel zum Rumpf ebenso harmonisch auszugestalten, wie wir es beim Vogel finden. Eine geschlossene Rumpfform wird zweifellos ihre Vorteile haben, aber auch ihre großen Nachteile, auf die wir später noch zu sprechen kommen werden. Wenn wir auch davon überzeugt sind, daß wir heute noch nicht alle Möglichkeiten für den Aufbau von Seglern kennen, so lehren uns doch die Erfahrungen auf anderen technischen Gebieten, daß eben die Technik und der Menschenverstand Mittel und Wege finden sollen und müssen, die Vorgänge der Natur auf mechanische Weise zu erzeugen, ohne dabei die äußere Form des Mechanismus in eine von der Natur gegebene vorbildliche Form einzukleiden. Schließlich werden wir ja doch mit unseren Leistungen die der Natur überbieten, wie wir heute mit dem Flugzeug schon größere Geschwindigkeiten und größere Höhen erreichen als irgend ein Vogel, wie wir mit anderen Fahrzeugen Geschwindigkeiten auf dem Lande und auf dem Wasser verwirklicht haben, die die Natur nicht kennt. Und wie sich die natürlichen Gebilde, z. B. das des Vogels vom Archeopteryx zum Vogel

nur langsam entwickelt haben, um sich dabei von Stufe zu Stufe zu verbessern, so müssen auch wir in der Technik der Entwicklung Zeit lassen und sehen beim heutigen Stande des motorischen Flugwesens noch verhältnismäßig primitive, neben bereits mehr vervollkommeneten Bauarten, die wir nun einzeln näher betrachten wollen.

### III. Gleit- und Segelflugzeuge.

#### A. Allgemeines.

Wie es verschiedene Arten von Vögeln gibt, nämlich solche, die nur kurze Flüge machen können, solche, die gute Flieger und Gleiter, aber schlechte Segler, und solche, die ausschließlich Segler sind, so finden wir auch bei den motorlosen Flugzeugen ähnliche Unterschiede. Wir sind heute eigentlich noch nicht so weit, daß wir sie endgültig klassifizieren können, aber die Festlegung von Unterscheidungen ist nun einmal erforderlich. Die Ausschreibung zu dem Rhönsegelflug 1922 unterscheidet erstmals in ihren Bestimmungen drei Gattungen in der Art, wie ich sie ungefähr in der Zeitschrift „Luftfahrt“ (im September 1921) vorgeschlagen hatte.

Die Ausschreibung sieht — ohne damit endgültig die Bezeichnung festlegen zu wollen — folgende drei Gruppen vor:

1. Segelflugzeuge, bei denen die geringste Sinkgeschwindigkeit gewertet wird, wobei für die Zulassung maximal 1,5 m/sec. Sinkgeschwindigkeit vorgesehen ist,
2. Gleitflugzeuge, die durch Ruderlegen gesteuert werden, und
3. Gleitflugzeuge, die durch Verlegen des Körpergewichtes gesteuert werden.

Im folgenden möchte ich in umgekehrter Reihenfolge die Gruppen näher erklären, aber dabei gleichzeitig meinem Vorschlag Raum geben, überhaupt bei motorlosen Flugzeugen die Bezeichnung „Flugzeug“ wegzulassen, und somit andere Bezeichnungen folgendermaßen begründen:

1. Hängegleiter, das sind einfache kleine, im Ein- oder Doppeldeckersystem (auch als Mehrdecker) ausgebaute Flugflächen, in denen nach Lilienthals Vorbild der Führer mit den Achseln hängt. Eine seltenere Nebenart hierzu wären die Liegegleiter nach dem Vorbilde von Wright. Während bei den Hängegleitern im allgemeinen nur durch Verlegung des Körpergewichtes gesteuert wird, wird der Liegegleiter meist eine Betätigung von beweglichen Steuerflächen erfordern, da der liegende Körper nicht genügend für die Veränderung der Schwerpunktslage verschoben werden kann. Man hat bisher bei den Hängegleitern von beweglichen Steuerflächen abgesehen, da ja die Hände nicht frei waren. Aber es hat sich doch beim Rhönflug 1921 bei dem Hängegleiter von Pelzner (Fig. 17) gezeigt, daß ein bewegliches Seitenruder schon von großem Vorteil ist. Konnte Pelzner zu Anfang des Wettbewerbs nur Gleitflüge bis 400 m erreichen, so gelangen ihm, nachdem er auf meinen Vorschlag hin ein bewegliches Seitensteuer angeordnet hatte, später Flüge von 750—850 m Länge, die es ihm ermöglichten, den Preis für die größte durchflogene Gesamtstrecke zu erringen. Schon Chanute und Herring hatten 1896 festgestellt, daß die Verlegung des Körpergewichtes nicht in allen Fällen ausreicht, die gewünschte Steuerwirkung zu erzielen.

Sie gingen daher damals dazu über, die ganzen Flächen um einen festliegenden, wohl mit den Achseln festgehaltenen Drehpunkt zu verschieben und haben mit diesem Gleiter 1902 recht gute Erfolge erzielt. Diese Beweglichmachung der Flugflächen an Stelle der Bewegung des Menschen angeregt zu haben, ist ihr großes Verdienst, und wenn wir auf dem Gebiete des Hänggleiters noch weiterkommen wollen, müssen wir auf diesem Wege vorwärts zu kommen suchen.

2. Die flugzeugähnlichen Gleiter bilden die zweite Gruppe von motorlosen Flugzeugen. Sie sind mehr oder weniger den üblichen Flugzeugformen nachempfunden und mit einer vollständigen Steuerung ausgerüstet. Mit Höhen-, Seiten- und Querruder läßt sich ein solcher Gleiter bei genügender Geschwindigkeit nach jeder Richtung hin steuern. Wohl können hierbei auch Höhen und aufsteigende Flugströmungen ausgenützt werden, wie dies beim Segelflug ja auch der Fall ist. Aber in der Hauptsache liegt die Flugfähigkeit solcher Apparate in der potentiellen Energie der Schwerkraft und der Anfangsgeschwindigkeit begründet, ohne daß die Flügelflächen, die fast völlig starr sind, geeignet wären, von selbst aus der Turbulenz der Luft einen Segeleffekt zu gewinnen. Die in der Ausschreibung hierfür gewählte Bezeichnung „Gleitflugzeuge“, womit die Bedingung einer mittleren Fallgeschwindigkeit von mehr als 1,5 m in der Sekunde verbunden ist, ist eigentlich zu wenig sagend und wäre besser, vielleicht durch Gleitsegler ersetzt, wenn auch dieses Wort uns zunächst noch ungewohnt ist. Es soll jedoch damit ausgedrückt werden, daß solche Apparate ihren Flug teils aus Gleit-, teils aus

Segelflügen zusammensetzen. Natürlich ist es stets schwer zu sagen, wo der Gleitflug anfängt und der Segelflug aufhört. Aus dieser Unsicherheit heraus wäre auch die Bezeichnung „Gleitsegler“ angebracht.

3. Als Segler (Segelflugzeuge) bezeichnen wir Bauarten, die durch besondere Konstruktionen, z. B. elastische Flügel, Flügel nach Vogelform, Weglassung eines Schwanzes mit Steuerflächen, d. h. Flügelsteuerung usw. besondere Segeleffekte erzielen und tatsächlich sich die Turbulenz der Luft zur Gewinnung von Vortrieb und Auftrieb zunutze machen. Es ist erklärlich, daß solche Bauarten, mit denen man Kräfte gewinnen will, über deren Ursprung wir noch nicht genügend aufgeklärt sind, die größten Anforderungen an den Konstrukteur und Flieger stellen, und daß ihre Entwicklung noch im ersten Anfangszustand ist. Wir werden solche Bauarten unten eingehend betrachten. Vorläufig dient als einziger Wertmaßstab für diese Gruppe die Sinkgeschwindigkeit, wie sie die Rhön-Wettbewerb Ausschreibung 1922 vorsieht.

Wir sind zurzeit noch zu stark von den Anschauungen des Motorflugzeuges befangen, um uns im konstruktiven Aufbau ganz von der Form des Motorflugzeuges freizumachen. Die Vernichtung des deutschen Flugwesens durch den Versailler Vertrag und das Verbot des Baues von Motorflugzeugen auf bestimmte Zeit durch spätere Diktate unserer Feinde hat Deutschland mehr oder weniger gezwungen, seinem flugtechnischen Forschungsdrang auf dem Gebiete des motorlosen Fluges Spielraum zu geben. Und es bleibt



ein stets anzuerkennendes Verdienst des bekannten Flugzeugingenieurs Oskar Ursinus, des Herausgebers des „Flugsport“, daß er bald nach dem Waffenstillstand mit großer Energie Zielpunkte für die Bewegung zur Erforschung und zur praktischen Ausübung des motorlosen Fluges aufstellte. Er hat, unterstützt von der Südwestgruppe des deutschen Luftfahrerverbandes, der Modell- und Segelflugvereine und der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt, in den Jahren 1920/21 auf der Wasserkuppe in der Rhön, unweit Fulda, Wettbewerbe ins Leben gerufen, die von außerordentlich großem Einfluß auf diese ganze Bewegung gewesen sind, und auf die wir daher unten näher eingehen werden, nachdem wir die einzelnen, dort zur Verwendung gelangten Apparate kennen gelernt haben.

## B. Die einzelnen Gleiter- und Segler-Bauarten.

### 1. Hängegleiter.

Otto Lilienthals unvergängliches Verdienst beruht in der Hauptsache darauf, daß er als erster es wagte, größere Sprünge mit den von ihm geschaffenen Hängegleitern auszuführen, und systematische Reihen von Versuchsflügen zu Forschungszwecken durchführte. Er hat eine ganze Reihe von Hängegleitern gebaut, teils als Eindecker, teils als Doppeldecker. Das Titelbild zeigt ihn vor einem seiner letzten Flüge mit einem Eindecker, während Fig. 2 ihn im Fluge mit einem seiner Doppeldecker darstellt. Die ganze Steuerung

erreichte er durch Verlegung des Körpergewichtes ohne bewegliche Steuerflächen. Nähere Angaben über Lilienthals Flüge und Gleiter finden sich in vielen flugtechnischen Büchern. Bei dem auf dem Titelbild wiedergegebenen Eindecker wollte er versuchen, durch Schlagbewegung mit den äußeren Flügelen einen mechanischen Vor- und Auftrieb zu erzielen. Er hatte zu dem Zweck auch bereits einen Motor konstruiert, zu dessen Einbau er aber infolge seines Todessturzes nicht mehr gelangte.

Wir müssen hier davon absehen, auf die einzelnen Bauarten einzugehen, wie sie die Lilienthal-Schüler Pilcher, Chanute, Herring, Ferber, Nimführ u. a. benutzt haben. Wir haben ja den einen oder anderen schon in früheren Abbildungen kennen gelernt und wiesen schon darauf hin, daß Herring festgestellt hatte, daß eine ausreichende Steuermöglichkeit nur durch Schwerpunktsverschiebung nicht durchführbar ist. Auf den besonders interessanten Gleiter der Brüder Wright, der für die Entwicklung des Flugwesens von sehr großem Einfluß war, näher einzugehen, können wir uns ersparen, da er in der Literatur oftmals behandelt wurde. Nur soweit er uns hier direkt interessiert, werden wir ihn unten noch kennen lernen.

Unter den deutschen Gleitflugzeugbauern dürfte Friedrich Richter in Berlin einer der ältesten sein. Er hat schon seit Jahren Versuche durchgeführt, über die er in der Zeitschrift „Flugsport“, auf die hier überhaupt allgemein für alle Einzelheiten hingewiesen sei, mehrfach berichtete. Er hat sich beim Rhön-Wettbewerb 1920/21 mit Gleitflugzeugen beteiligt, ohne allerdings besondere Leistungen zu zeitigen.

Von diesen beiden Flugzeugen war das eine (1920) ein Sitzgleiter-Dreidecker (siehe unten), das andere (1921) ein Gleitsegler in Flugzeugform.

Andere deutsche Gleitflugzeugbauer, die ebenfalls schon seit einer Reihe von Jahren sich mit Versuchen befaßten, werden wir später noch kennen lernen.

Der zweifellos erfolgreichste Hängegleiter-Erbauer ist W. Pelzner (Nürnberg), der ausschließlich kleine, leichte Doppeldecker baut. Er hat in der Rhön 1921 einen solchen gehabt, der nur 5,4 m Spannweite mit 14 qm Fläche und 9,5 kg Gewicht hatte. Dabei war der Doppeldecker noch recht fest und gut gebaut und stellte somit eine besondere Leistung auf diesem Gebiete dar. Die anderen Doppeldecker Pelzners schwankten zwischen 6 und 7 m Spannweite mit 14—16,5 qm Flächenausmaß und 17—19 kg Gewicht. Sie waren, wie Fig. 17 und 43 zeigen, derart gebaut, daß der Vorderholm der Flügel auch gleichzeitig die Vorderkante bildete, während der zweite Holm etwa im letzten Drittel der Flügeltiefe lag. (Eine eingehende Darstellung mit Zeichnung findet sich im „Flugsport“ 1922.) Die Verbindung zwischen Ober- und Unterflügel wird durch vier Streben erreicht, die durch Drähte gegeneinander verspannt sind. In der Mitte des Unterflügels ist ein etwa 50 cm breiter Spalt gelassen, zu dessen beiden Seiten zwei leichte Stäbe nach hinten führen, um die Stabilisierungsfläche zu tragen, die durch einen kleinen Sporn gegen Berührung mit dem Boden geschützt ist. Die beiden Schwanzträger sind nach oben gegen die beiden hinteren Innenstiele durch zwei weitere Streben abgestützt. Die Seitenrichtung wird durch eine auf

der Stabilisierungsfläche stehende Kielflosse erreicht, deren hinteres Teil bei den neueren Versuchen als bewegliches Seitenruder ausgebildet worden ist. Mit einem solchen Hängegleiter brachte es Pelzner fertig, beim Rhön-Wettbewerb 1921 an einzelnen Tagen



Fig. 17. Pelzner in seinem Hängegleiter, kurz vor der Landung die Beine vorwerfend.

sechs bis acht Flüge von einer Gesamtlänge von nahezu 5 km auszuführen. Man muß bedenken, daß diese Flüge jeweils 2 Minuten dauerten und daß nach dem Fluge der Hängegleiter wieder den Abhang hinaufgetragen werden mußte. Es bedeuteten also solche Flugtage für Pelzner sehr beträchtliche körperliche

Leistungen. Durch diese zahlreichen Flüge schulte sich Pelzner in hervorragender Weise und erreichte dadurch eine körperliche Geschicklichkeit, die ihn befähigte, seinen Gleiter in weitestgehendem Maße durch Körpergewichtsverlegung zu steuern. Gegen besonders heftige und unerwartete Luftstrombeeinflussungen konnte er allerdings auch nicht aufkommen. Auf diese Weise zur Landung gezwungen, gelang es ihm fast ausnahmslos, seinen Gleiter vor Beschädigung zu schützen, und die selten eintretenden Beschädigungen bestanden nur im Bruch des äußeren Flügelrandbogens am Unterflügel.

Ähnlich dem Pelznernschen Gleiter, aber wesentlich primitiver war der von Ferdinand Schulz, einem früheren Kampfflieger, 1921 in der Rhön benutzte von 6,4 m Spannweite. Schulz hatte nur zwei dünne, runde Holme, auf denen statt der Rippen einfache Weidenruten derart befestigt waren, daß sie am Vorderholm oben und am Hinterholm unten angenagelt wurden. Die technische Kommission des Rhön-Wettbewerbes konnte zwar diesen Doppeldecker-Hängegleiter nicht an steileren Hängen und bei stärkerem Winde starten lassen, aber immerhin führte Schulz bei 4—5 m Wind am flachen Hange Sprünge bis zu 400 m aus.

Beim Rhönflug 1920 war noch ein Hängegleiter erschienen, der von Zeise (Hamburg) in Zusammenarbeit mit anderen Herrn erbaut war. Er ist insofern bemerkenswert, als er einmal mit einem Rumpf ausgestattet war, der den Luftwiderstand des Führers verringern sollte, ferner taubenflügelartige, außen stark verwindbare Flächen besaß und schließlich

kleine Schlagflügel von Libellenflügelform hinter den Hauptflügeln. Diese kleinen Flügel sollten durch eine besondere Vorrichtung zwecks Vortriebserzeugung auf- und niedergeschlagen werden (Fig. 18). Mit diesem Eindecker gelangen aber nur wenige kleine Sprünge. Im folgenden Jahr war dieser Hängegleiter zu einem sehr sauber gebauten, flugzeugähnlichen Gleiter von 12,5 m Spannweite ausgebaut worden,

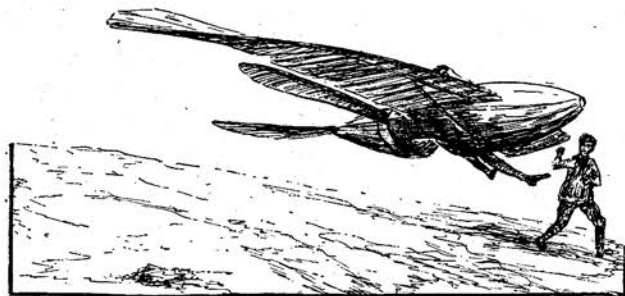


Fig. 18. Zeise-Eindecker 1920 im Gleitflug. (Zu beachten die kleinen Schlagflügel hinter den Tragflächen.)

der bei 24,5 qm Flächenausmaß 62 kg wog. Insbesondere infolge mangelhafter Flügelholmausbildung (vgl. Zeitschrift „Luftfahrt“ Nr. 9, 1921, S. 155) blieb dieser Gleiter völlig erfolglos, indem er bereits das erstemal, nachdem er vom Boden weggekommen war, nach etwa 15 m Flug senkrecht abstürzte. (Auf Fig. 44 ist der abgestürzte Zeise-Eindecker erkennbar.)

Bezüglich der Liegegleiter müssen wir auf ein altes Vorbild, das der Brüder Wright, zurückgreifen, da neuere kaum erprobt wurden.

Einzigartig waren die Versuche und die Erfolge der Brüder Wright mit ihrem Liegegleiter (Fig. 5). Sie wollten eine möglichst große Labilität ihres Gleiters erreichen und gingen deshalb von vornherein darauf aus, liegend ihre Gleiter zu steuern. Sie konnten dadurch eine größere Beweglichkeit ihrer Arme erreichen und daher mit der Hand ein vor die Flächen des Doppeldeckers vorgebautes Höhensteuer betätigen. Das wichtigste ist aber, daß sie dem Vogel die Verwindbarkeit des Flügels absahen und in außerordentlich sinnreicher Art eine Verwindungseinrichtung für ihren Doppeldecker konstruierten. Diese, durch seitliches Verschieben des auf einem Schlitten gelagerten Körpers betätigt, bewirkte eine Sicherheit und Wirksamkeit der Quersteuerung, wie sie durch keine andere Einrichtung nachher übertroffen wurde, die dazu dienen sollte, daß von Wright patentierte Verwindungssystem zu umgehen. Die Erforschung der Seitensteuerung in Verbindung mit der Verwindung ist in der von mir übersetzten Darstellung von Wilbur Wright im „Flugsport“ an der bereits angeführten Stelle veröffentlicht worden. Es ist bemerkenswert, daß bei den Versuchen der Brüder Wright sich niemals ein Unfall ereignet hat, obwohl sie Hunderte von Flügen ausgeführt haben und dabei sogar im Jahre 1911 (Oktober) Orville Wright einen Gleitflug von 10 Minuten Dauer vollbrachte, wobei er über 1 Minute an derselben Stelle in der Luft stehen blieb. Leider wurden in neuerer Zeit noch keine dahingehenden Untersuchungen gemacht, festzustellen, inwiefern beim Liegegleiter die Steuerung gegenüber dem Hängegleiter erleichtert ist.

## 2. Flugzeugähnliche Segelgleiter.

Die Gruppe der flugzeugähnlichen Segelgleiter, d. h. der mit einer vollkommenen Steuerung (Seiten-, Höhen- und Quersteuerung) ausgerüsteten Gleiter, die unter Umständen auch vorübergehend, in der Lage sind, durch Ausnutzung von Böen zu segeln, ist außerordentlich groß und weist die verschiedensten Bauarten auf. Wir können dabei zwei Untergruppen erkennen, nämlich die sog. Sitzgleiter (ohne Rumpf) und Rumpfgleiter.

Die Sitzgleiter stellen in gewisser Beziehung eine einfachere Bauart der Rumpfgleiter dar — rein äußerlich betrachtet. Tatsächlich sind sie aber doch prinzipiell von ihnen zu unterscheiden. Wir müssen beim Gleit- und Segelflugzeugbau auf denkbar geringes Gewicht hinarbeiten, wogegen — umgekehrt wie beim Motorflugzeugbau — die Verminderung des Luftwiderstandes keine so große Rolle spielt, da es sich hier um verhältnismäßig geringe Geschwindigkeiten (10—15 m in der Sekunde) handelt (gegen 40—65 m/sec. beim Motorflugzeug).

Den ersten Sitzgleiter dürften wohl die Brüder Wright 1901 oder 1902 nach den mit ihren Liegegleitern gesammelten Erfahrungen gebaut haben. Der Sitzgleiter hatte genau dieselbe Form, die, mit einem Motor ausgerüstet, das erste Motorflugzeug der Welt darstellte, indem mit ihm am 17. Dezember 1903 vier Motorflüge ausgeführt wurden. Es ist interessant festzustellen, daß auch nach diesen Motorflügen noch bis zum Jahre 1907 Gleitflugversuche von den Brüdern Wright ausgeführt wurden!

Diese Versuche sind zweifellos von großem Einfluß auf die Arbeiten von E. Offermann in Seffent b. Aachen gewesen, der seit 1908 mit Sitzgleitern Versuche machte. Er hat darüber im „Flugsport“ 1920 Heft 22 interessante Veröffentlichungen gemacht, auf die näher einzugehen wir uns hier durch diesen Hinweis ersparen können. Die dort abgebildete zweite Doppeldeckerbauart gleicht dem Doppeldecker der Brüder Wright außerordentlich, vor allem auch, was die Verwindungseinrichtung der Flügel

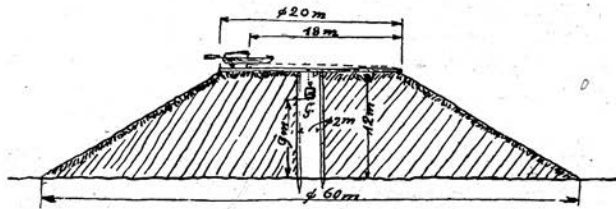


Fig. 19. Künstlicher Hügel von 12 m Höhe mit Fallgewicht im Mittelschacht) als Startvorrichtung für Gleitflugzeuge. (Nach „Flugsport“.)

anbetrifft. Hier hat Offermann eine sehr nette Lösung ausgeführt. Er konnte jedoch an seinem Flugzeug auch den Anstellwinkel während des Fluges verändern. Besonders erwähnenswert ist aber der von ihm angelegte künstliche Hügel mit Startvorrichtungen, den wir auf Fig. 19 (nach „Flugsport“) wiedergeben. Man sieht, daß auch das von den Brüdern Wright damals für ihre Motorflugzeuge bei der Startvorrichtung verwendete Fallgewicht hier in gut gelöster Weise zur Anwendung kam. Offermann gebührt mit diesen Versuchen ein Platz in der Reihe

der Pioniere des deutschen Gleit- und Segelflugwesens.

Auch die Flugsportvereinigung Darmstadt, der von jeher eine große Anzahl von Studierenden der dortigen Technischen Hochschule angehörte, verdient unter die Vorkämpfer dieser Bewegung gerechnet zu werden. Wie wir später sehen werden, sind überhaupt die deutschen Studenten von jeher in den Reihen der Flugforscher stark vertreten gewesen.<sup>1)</sup> Ich darf mir erlauben, an dieser Stelle, um gerade die studentische Mitarbeit möglichst lückenlos zu erwähnen, anzuführen, daß die erste studentische Gruppe für Luftfahrt in Deutschland von mir im Sommer 1909 an der Technischen Hochschule zu Berlin ins Leben gerufen wurde. Wir haben damals uns nicht nur in Vorträgen, Besichtigungen und Mitarbeit bei der ersten und folgenden Nationalen Flugwoche in Berlin zu betätigen gesucht, sondern wir bauten auch im Winter 1909/10 einen Gleitdoppeldecker, der verschiedentlich in Bork erprobt wurde. Leider wurde nach meinem Weggang im Frühjahr 1910 gerade in dieser Hinsicht von der studentischen Gruppe nicht mehr weitergearbeitet, da es an den nötigen Mitteln fehlte.

Die flugsportliche Vereinigung Darmstadt hatte mehr Glück mit dem ihr zur Verfügung stehenden Gelände als wir seinerzeit in Berlin. Angeregt durch die „Ila“ in Frankfurt 1909 baute sie aus

<sup>1)</sup> In Erkenntnis dieser Tatsache hat Dr. K. Kotzenberg, Frankfurt a. M., der Vorsitzende der Südwestgruppe des Deutschen Luftfahrt-Verbandes, einen „Kotzenberg-Hochschul-Wanderpreis“ für Studierende gestiftet.



Bambus 14 verschiedene Gleiter und hat schon 1911 die geeigneten Hänge der Wasserkuppe in der Rhön für ihre Versuche benutzt. Nachdem K. Pfannmüller 1911 dort 450 m weit geflogen war, gelang unter Führung des als Flieger gefallenen Guthermut 1912 auf dem auf Fig. 20 dargestellten Doppeldecker-Sitzgleiter eine größte Fluglänge von 838 m bei 112 Sekunden Dauer. Diese Leistung ist um so größer, als sie bei 3,5 m/sec. Wind erreicht wurde mit einer

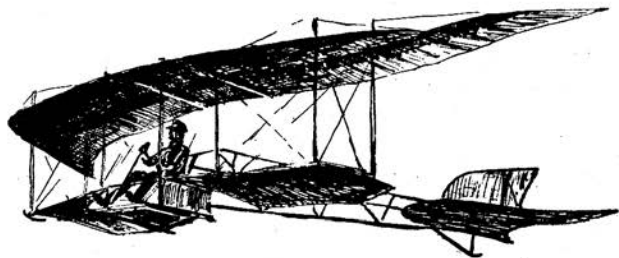


Fig. 20. Guthermut auf Darmstadt-Sitzgleiter.

Fluggeschwindigkeit von nur 7,5 m/sec. Der Gleiter der im „Flugsport“ 1912 Nr. 24 eingehend dargestellt ist, hatte eine obere Spannweite von 10 m und 1,5 m Flächentiefe. Die äußeren Enden des Oberflügels sind nach hinten spitz zulaufend stark zurückgezogen und bildeten sehr elastische Querruderorgane. Die Schwanzflächen wurden von einem im Dreiecksverband konstruierten Gerüst getragen.

Von den neueren Sitzgleitern sei hier noch der Dreidecker von Friedrich Richter, den wir schon bei den Hängegleitern nannten, erwähnt, der auf der

Rhön 1920 erprobt wurde, ohne allerdings große Erfolge zu erzielen. (Fig. 21.) Im gleichen Jahre haben auch die Herren Paul Schlack, Willi Trude und Ernst Schalk einen Dreidecker in die Rhön gebracht. Der erstere Dreidecker hatte nur 4 m Spannweite, 3,8 m Länge, 2,10 m Höhe und wog bei 18 qm Flächeninhalt 30 kg. Der zweite Dreidecker hatte

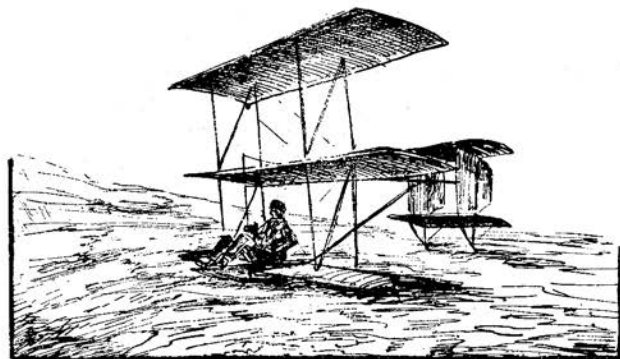


Fig. 21. Friedrich Richter auf seinem Dreidecker-Sitzgleiter von nur 4 m Spannweite.

6 m Spannweite bei gleicher Länge und 16 qm Inhalt. Zweifellos wollte man bei diesen Dreideckern eine größere Beweglichkeit erzielen. Wie ich in einem Aufsatz im Frühjahr 1920 im „Flugsport“ darlegte, gewährt die Dreideckerbauart die Vorteile geringerer Spannweite, leichterer Unterbringung, leichterer Holme, geringerer Schwanzlänge und leichterer Steuerfähigkeit, alles Gesichtspunkte, die auch für das Gleitflugzeug von großer Bedeutung sind. Ich möchte



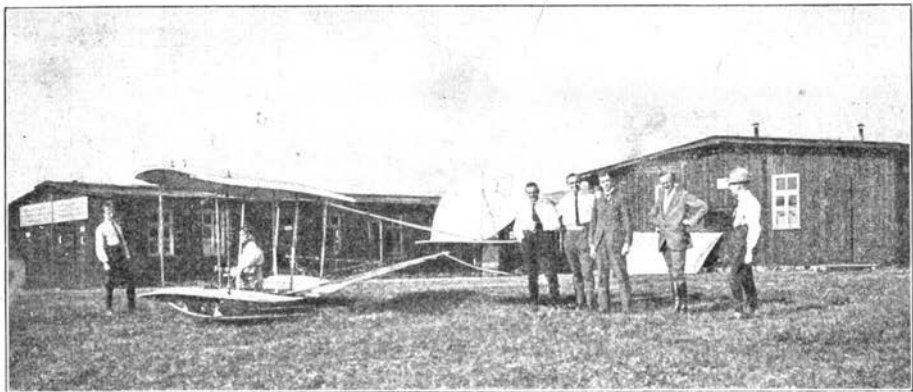


Fig. 22. Sitzgleiter des Nordbayerischen Luftfahrt-Verbandes (Nürnberg) vor den Baracken der Weltensegler-Gesellschaft Baden-Baden auf der Wasserkuppe beim Schulbetrieb.

damit aber nicht den Dreidecker allgemein über den Ein- oder Doppeldecker stellen.

Der Rhön-Wettbewerb 1921 zeigte einen vorzüglichen Sitzgleiter in der Bauart, die der Nordbayerische Luftfahrerverband (Gruppe Nürnberg) zum Start brachte und die in Fig. 22 zu erkennen ist. Der Doppeldecker hatte 6,5 m Spannweite und wog bei 16,5 qm Flächeninhalt 40 kg. Zwei Gitterträgerdreiecke trugen hinten ein ziemlich großes Höhenleitwerk, auf dem eine Kielflosse mit Seitensteuer stand. Der Sitzgleiter wurde zwar im Wettbewerb kaum geflogen, diente aber um so mehr nachher zur Schulung und bewährte sich dabei vorzüglich. Das Bild zeigt die Holzbaracken und die Gleitflugschüler auf der Wasserkuppe in der Rhön.

Die Segelflugzeugwerke Baden-Baden haben im Winter 1921/22 nach meinen Plänen ein Schulflugzeug gebaut, das folgenden besonderen Bedingungen entspricht:

Schnelle und einfache Zerlegbarkeit, leichte Zugänglichkeit aller Teile zwecks Ausbesserung und Kontrolle, möglichst wenig Verspannung, einfache und geschlossene Flügelform, leichte Verpackungsmöglichkeit in einem Eisenbahnwagen, gute Steuerfähigkeit, beste Übersicht vom Führersitz aus und möglichst bruchsicheres Landungsgestell. Wie Fig. 23 zeigt, handelt es sich hier um einen Eindecker mit durchlaufendem Flügel, der aus einem Mittelteil und den Außenflügeln besteht. Am Mittelteil hängt an zwei W-förmigen Strebensystemen der niedrige, kräftige Schlitten. Der Schwanz besteht aus zwei Kastenholmen, die nach dem Schlitten zu abgestützt sind

und an ihren Enden über einem einflächigen Höhenleitwerk ein doppeltes Seitenleitwerk tragen. Die Außenflügel werden durch je ein Strebenpaar abgefangen. Diese Bauart hat den Vorteil (wie alle Sitzgleiter), daß das Gewicht des Führers bei der Landung sofort abgefangen wird, ohne durch lange Stiele übertragen werden zu müssen. Kufen- und Strebenbrüche werden dadurch nahezu völlig vermieden. Die Flügelrippen sind fast ganz starr, sollen

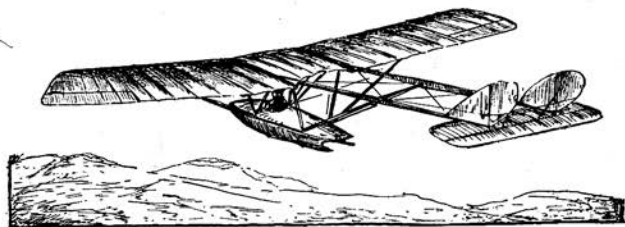


Fig. 23. Schulgleitflugzeug der Segelflugzeug-Werke Baden-Baden, Typ R 12 (Bauart Eisenlohr).

aber bei der nächsten Ausführung ein wenig elastisch ausgestaltet werden. Schon in der ersten Ausführung zeigte der Eindecker über Erwarten gute Segeleigenschaften. Unter Führung des Fliegers Stahmer bewies auch beim Landen der Schulgleiter die erwartete Bruchsicherheit.

Soeben wurde schon kurz angedeutet, worin einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Sitz- und Rumpfgleiter begründet ist. Daß bei letzterem die Steuerflächentragkonstruktion mit dem Führersitz zu einem geschlossenen Rumpf ausgestaltet ist, ist

ja mehr eine Formsache. Wesentlich ist aber, daß beim Rumpfgleiter das Gewicht des Führers fast immer zuerst vom Rumpfsystem und dann erst vom Landungsgestell aufgenommen wird, was eine große Komplikation im Aufbau bedeutet. Ferner ist aber auch die Schwerpunktlage beim Rumpfgleiter ein schwieriges Problem. Meist kommt nämlich der Führer in die Achse des Vorderholms zu sitzen, was entweder zu Bauschwierigkeiten oder zu Kompromissen führt, die ungünstig sind. Beim Schulflugzeug, wo Personen verschiedener Größe und verschiedenen Gewichtes nacheinander den Gleiter besteigen, muß eine leichte Ausgleichmöglichkeit in der Schwerpunktlage vorhanden sein, die durch einen Rumpf beeinträchtigt wird. Auch würde gerade bei einem Schulflugzeug ein Rumpf das Freikommen des Insassen nach mißglückter Landung erschweren. Und dennoch haben weitaus die meisten der flugzeugähnlichen Segelgleiter einen Rumpf, wofür die an den Motorflugzeugen gewonnene Anschauung über Unterbringung des Führers ausschlaggebend gewesen sein mag.

Es seien im folgenden nur die hauptsächlichsten der erfolgreicherer Rumpfgleiter näher betrachtet.

Auch hier ist Darmstadt vorangegangen. Waren schon vor dem Kriege Versuche mit solchen Gleitern gemacht worden, so war es 1920 insbesondere Freiherr v. Lössl, der für die akademische Fliegergruppe Darmstadt zwei Rumpfgleiter baute. Der erste war ein Doppeldecker von 7,2 m Spannweite, 21 qm Fläche und 43 kg Leergewicht. Es lag also bei diesem Doppeldecker eine Flächenbelastung von nur 5,15 kg

vor. Die Spannweite am Oberflügel war um Rumpfbreite kleiner als am Unterflügel, weshalb, um oben und unten gleiche Feldlängen zu erhalten, die Stiele schräg nach innen gestellt waren. Der Rumpf von viereckigem Querschnitt war 4,8 m lang und trug hinten ein Höhenruder ohne davorliegende Flosse und darüber das Seitensteuer. Freiherr v. Lössl selbst führte das Flugzeug und erreichte am 8. August 1920 bei 6,5 m/sec. Wind einen Flug von 40 Sekunden und rund 400 m Länge. Der Gleiter erreichte dabei eine Geschwindigkeit von 16,5 m/sec. Am folgenden Tage startete v. Lössl zu einem Weitflug bei etwas unruhigem Wetter. Die Windgeschwindigkeit schwankte zwischen 5 und 8 m. Nur langsam an Höhe verlierend glitt v. Lössl über den Steilhang hinweg, wo offenbar eine starke Luftwelle von unten auf den Gleiter traf. Hierdurch trat wohl eine zu starke Belastung des schwach gebauten Höhenruders ein, dessen linke Hälfte abbrach und dadurch den Absturz v. Lössls nach einem Fluge von 80 Sekunden und 770 m Entfernung zur Folge hatte (vgl. auch Fig. 37: Rhönkarte). Damit verloren wir einen Vorkämpfer für das Gleit- und Segelflugwesen, der außerordentlich viel für dieses getan und gewirkt hatte. Ein Zufall war es, daß ihn auch am 9. August, wie einst Otto Lilienthal, das Schicksal erreichen sollte. (Fig. 24.)

Am 9. August 1921 haben wir auf der Wasserkuppe E. v. Lössl eine Pyramide aus Feldsteinen errichtet, die nunmehr das zweite Denkmal auf der Wasserkuppe darstellt, nachdem die Darmstädter akademische Fliegergruppe bereits vorher einen Ge-

denkstein für ihre im Weltkriege gefallenen Kameraden, die schon vor dem Kriege in der Rhön Gleitflugversuche unternommen hatten, errichtet hatte. Auch auf diesem Steine ist einer aus der Familie v. Lössl genannt.

Ein Eindecker, den v. Lössl noch nahezu fertiggestellt hatte, kam 1921 zum Wettbewerb in die Rhön.

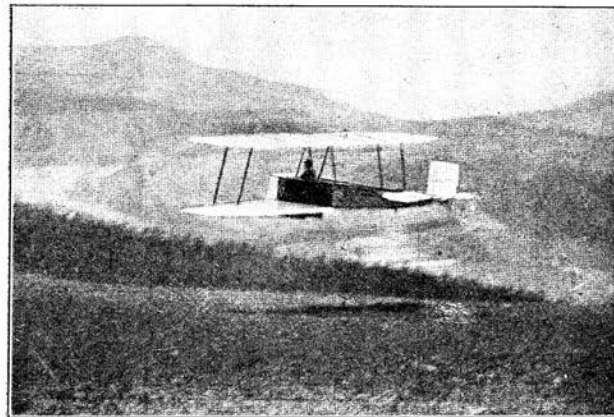


Fig. 24. E. von Lössl auf seinem Flug am 9. August 1920 vor dem Steilhang, über dem er abstürzte.

Dieser Gleiter weist eine ganz neue Bauart insofern auf, als die Elastizität der Flügel hier durch eine völlige Verwindung ersetzt ist und derartig betätigt wird, daß die nach außen laufenden Fangstielpaare durch die Rumpfwandung hindurchgehen und sich am unteren Ende des Steuerknüppels treffen. Es ist also dadurch dem Führer an die Hand gegeben, die

Fläche seitlich zu heben und auf der Gegenseite zu senken. Der Eindecker (Fig. 25) hatte 10 m Spannweite, 20 qm Fläche und 50 kg Gewicht. Es gelangen damit allerdings nur kurze Flüge. Immerhin ist er durch die Art der Verwindbarkeit eine sehr interessante Konstruktion, die noch manche Anregung geben kann.

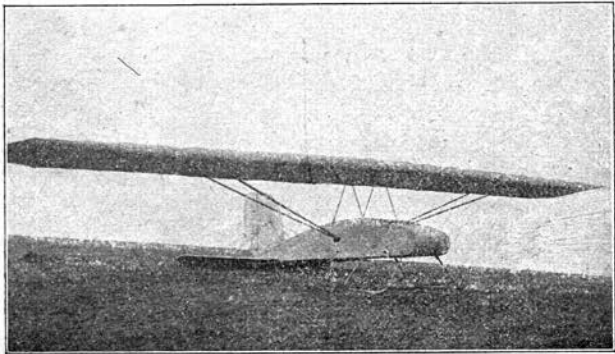


Fig. 25. Eindecker E. von Lössls (Darmstadt) mit verschiebbarem Fangstielknotenpunkt.

Zum Rhön-Wettbewerb 1921 brachten die Darmstädter außer dem Lössl-Eindecker nicht weniger als drei Maschinen — sie waren damit die am stärksten beteiligte Fliegergruppe — einen Doppeldecker und zwei verspannungslose Eindecker. Der Doppeldecker gehörte eigentlich in die Gruppe der rumpflosen Sitzgleiter und zeigte einen eigenartigen Aufbau. Auf zwei verhältnismäßig hohen Kufengestellen ruhte eine kurze Karosserie, von der aus nach hinten unter

Abstützung nach dem Oberflügel eine eigenartige Auslegerkonstruktion zum Tragen der Steuerflächen angeordnet war. Fig. 26 zeigt diesen Gleiter, von dem noch erwähnt werden soll, daß die Steuerflächenscharniere derartig hergestellt waren, daß an der Hinterkante der Flosse und an der Vorderkante des Ruders ein Seil von etwa 4 mm Stärke an einzelnen

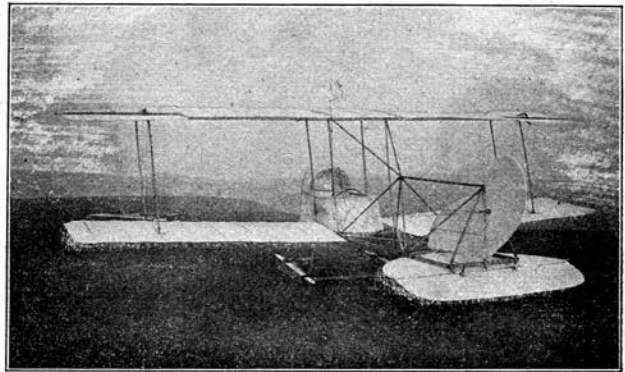


Fig. 26. Gitterschwanz-Doppeldecker des Flugtechnischen Vereins Darmstadt.

Stellen durch Schnurwicklungen befestigt war. Diese Scharnierart ist sehr einfach in der Herstellung, billig und leicht. Näheres über diesen Gleiter s. „Luftfahrt“ vom Oktober 1921 und „Flugsport“ vom 15. März 1922.

Von den beiden verspannungslosen Eindeckern war der auf Fig. 27 und 28 dargestellte der interessantere. Es besaß eine Spannweite von 10 m, eine Flügeltiefe am Rumpf von 1,8 m, an der Außenkante von 1,40 m und einen Flächeninhalt von 16 qm.

Das Verhältnis von Flügelspannweite zu mittlerer Tiefe ist 1 : 6,25 (vgl. Fig. 16).<sup>c</sup> Der Flügelquerschnitt ist ziemlich hoch und hat einen im Dreiecksverband aufgebauten Vorderholm in Doppel-T-Trägerform, während der Hinterholm als Kastenholm ausgebildet ist. Die Rippen sind als Gitterträger aufgebaut. Der Führer sitzt dicht vor dem Vorderholm derart, daß der Kopf in einem Ausschnitt der Flügel Nase geborgen

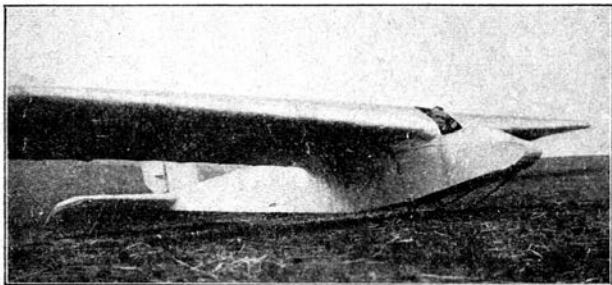
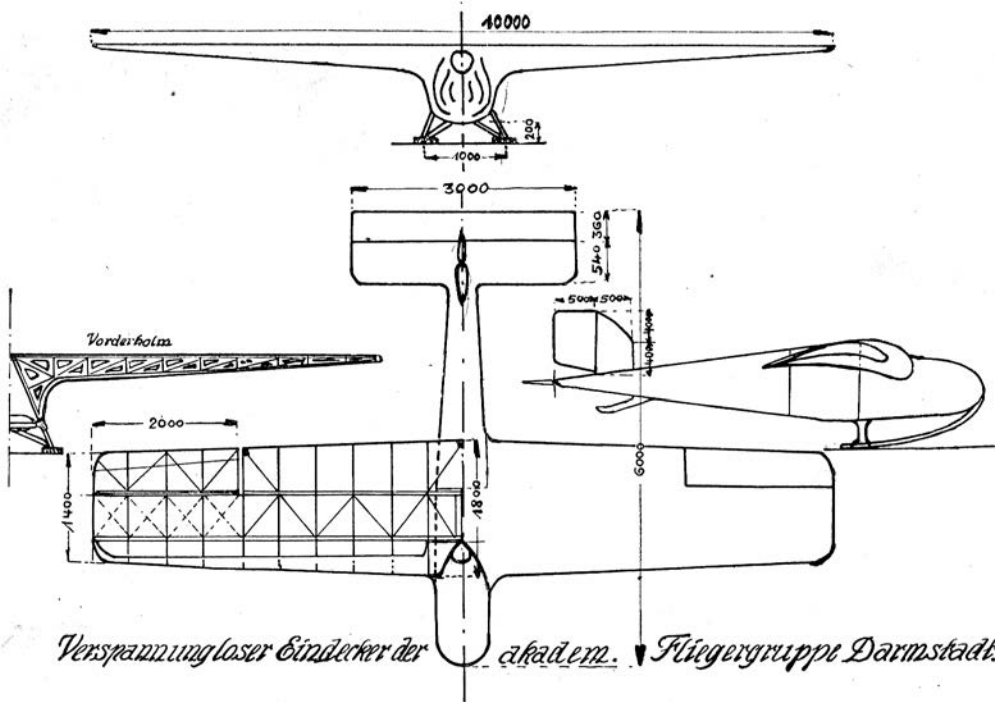


Fig. 27. Verspannungsloser Eindecker der Akademischen Fliegergruppe Darmstadt. Man beachte, wie der Führer geborgen im Rumpf sitzt.

ist. Es wird dadurch zwar der Luftwiderstand vermindert, aber auch die Sicht des Führers etwas beeinträchtigt. Die Flügel sind mit dem Rumpfmittelteil (s. Fig. 28) starr zusammengebaut. Das vorn angesetzte Kopfstück trägt die Steuerung und die Anschlüsse der flachen Kufen; wie die Übersichtszeichnung zeigt, sind die Kufen außer am vorderen Punkte nur noch einmal gelagert, und zwar unter dem Führersitz durch ganz kurze, nach innen ab-



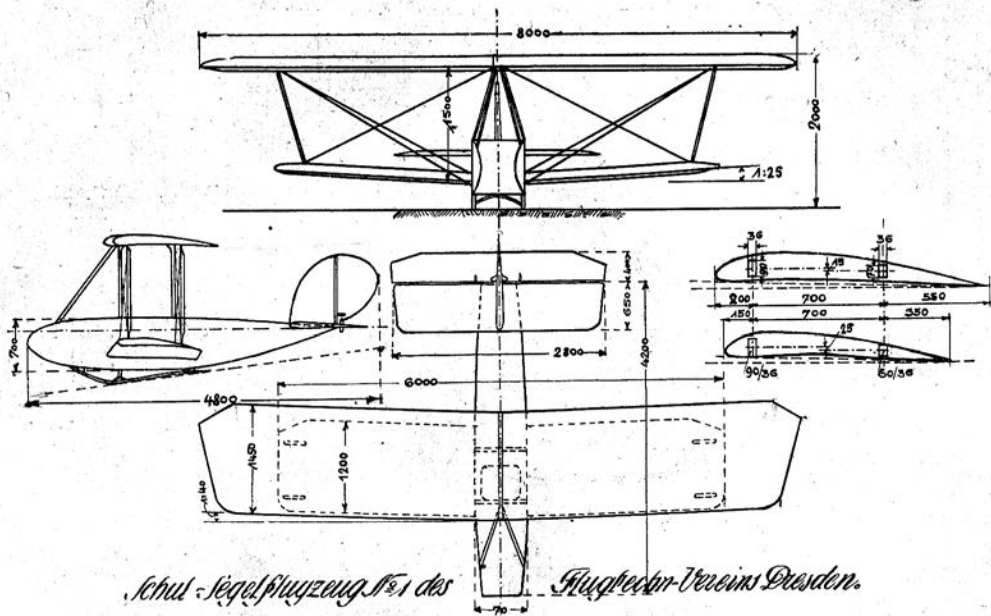


*Verspannungloser Eindecker der akadem. Fliegergruppe Darmstadt.*

Fig. 28. Eindecker der Akademischen Fliegergruppe Darmstadt. (Vgl. Fig. 27.)

gestrebte Stützen. Der gedrungene Bau dieses Kufen-  
gestells verbindet zweifellos Elastizität mit beträcht-  
licher Festigkeit. Das hinter den Hinterholmen an-  
geschlossene Rumpffende sollte ursprünglich rund  
ausgeführt werden, wurde aber dann der Einfachheit  
halber als Dreikant ausgebildet im Dreiecks-Gitter-  
trägerverband. Das an ihm abnehmbar angeordnete  
Höhenleitwerk hat 3 m Breite. Das Gewicht betrug  
43 kg, wovon die Flügel, das Rumpfmittelstück und  
die Querruder 24 kg und das Rumpfkopfstück mit  
Führersitz, Steuerung und Landungsgestell 12 kg  
wogen. Die außerordentlich leicht und sauber gebaute  
Maschine mit ihrer interessanten Flügelausgestaltung  
zeitigte recht gute Erfolge bei den Versuchsflügen, die  
aber aus Mangel an Mitteln abgebrochen werden  
mußten. Es sei hier nicht unterlassen, festzustellen,  
daß das erfolgreiche Arbeiten der Darmstädter Stu-  
dierenden nur durch die weitgehende Unterstützung  
von seiten der dortigen Technischen Hochschule er-  
möglicht wurden, die nicht nur einen Raum, sondern  
auch Werkzeuge zur Verfügung stellte.

Die Studierenden der Technischen Hochschule  
Dresden brachten zum Rhön-Wettbewerb 1921  
einen Doppeldecker, der bei einer oberen Spannweite  
von 8 m und einer unteren von 6 m (V-Form!) ein  
Tragflächenausmaß von 17,6 qm hatte und 70 kg  
wog. Die Landungskufe war ähnlich wie bei dem  
letztgenannten Darmstädter Eindecker nur einmal  
abgestützt, sehr niedrig gehalten und hinten wieder  
an den Rumpf angeschlossen. Der Rumpf von  
quadratischem Querschnitt war mit Stoff überzogen.  
Da aus Fig. 29 alles Nähere darüber hervorgeht,



*Schul-Segelflugzeug No. 1 des Flugtechn. Vereins Dresden.*

Fig. 29. Doppeldecker des Flugtechnischen Vereins Dresden.

können wir uns eine weitere Beschreibung des Flugzeugs ersparen. Auch diese Studierenden werden von der Hochschule tatkräftig unterstützt und durch die Herren Professoren Dr. Föppl, Kutzbach und Gehler gefördert. Der Doppeldecker soll ein Schulflugzeug sein, um Führer für später zu bauende Segelflurzeuge zu schulen. Die beste bisher mit diesem Doppeldecker erreichte Leistung war ein Flug von der Wasserkuppe

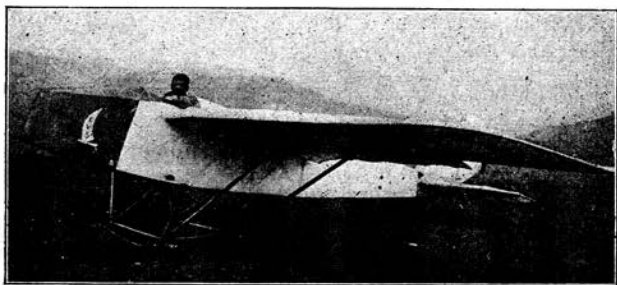


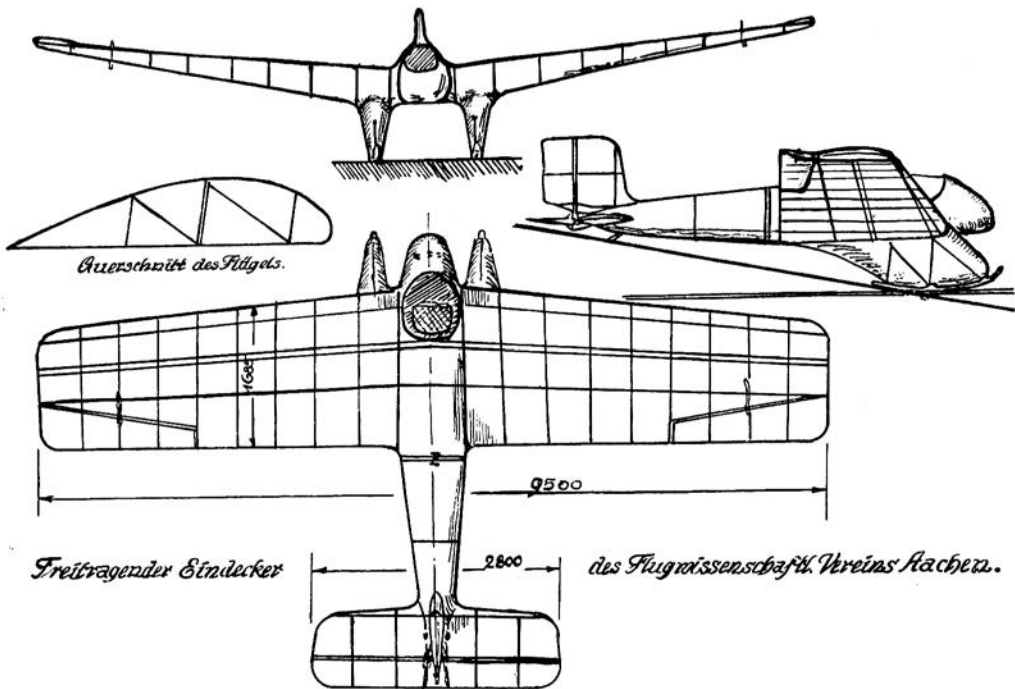
Fig. 30. Der Eindecker des Stuttgarter Flugtechnischen Vereins mit Brenner vor dem Start.

ins Tal mit 2,25 km Länge und 4 Minuten 40 Sekunden Dauer.

Der Flugtechnische Verein Stuttgart, dem viele Studierende der dortigen Technischen Hochschule angehören, hatte einen Eindecker von 9,4 m Spannweite in die Rhön gebracht, dessen vom Rumpf abnehmbare Flügel durch Fangstiele nach dem Fahrgestell verstrebt waren. Der Aufbau des Eindeckers geht aus der Fig. 30 hervor. Das breitgespreizte und ziemlich hohe Fahrgestell hat sich nicht besonders gut bewährt und manche Brüche bei Landungen er-

halten. Immerhin war es stets leicht wieder herzustellen, so daß der Eindecker ausgiebig zum Schulan benutzt werden konnte, zu dem sich der Eindecker mit seiner schnittigen Form recht gut eignete. Eine eingehende Darstellung mit Einzelheiten über den Eindecker ist in der Zeitschrift „Flugsport“ Nr. 20, 1921 und in einer Denkschrift: „Der motorlose Flug“, herausgegeben vom Flugtechnischen Verein Stuttgart, erschienen. Besonders erwähnt sei hier die Bauart der Landungskufe, die auf Fig. 30 zu erkennen ist. Die sehr elastische Kufe ist einmal an dem vorderen Knotenpunkt gelenkig angeschlossen und dann an dem hinteren Punkte unter Zwischenschaltung eines Schäkels, der mit seinem unteren Ende die Bewegung der federnden Kufe mitmacht. Der Eindecker war in der Rhön 1921 eine der am saubersten und schönsten gebauten Maschinen und wurde von dem Studierenden Brenner mit Erfolg geflogen.

Zu den erfolgreichsten deutschen Segelfleitern von Flugzeugform gehört der nach einem Entwurf von Dipl.-Ing. Klemperer mit Unterstützung der Professoren Dr. Hopf und v. Karman, dem Leiter des Aerodynamischen Instituts in Aachen, gebaute verspannungslose Eindecker. Die Abmessungen gehen aus der Systemskizze (Fig. 31) hervor. Wie die Fig. 31—33 zeigen, hat der Eindecker ein sehr hohes (42 cm) Flügelprofil und zeichnet sich durch eine ganz außerordentlich leichte Konstruktion des nur aus starren Teilen bestehenden Flügels aus, der ganz im Dreiecksverband hergestellt ist. Sämtliche Rippen zusammen wiegen nur 3,75 kg. Der Teil des Flügels vor dem Vorderholm trägt eine Kartonumkleidung.



*Querschnitt des Flügels.*

*Freitragender Eindecker*

*des Flugwissenschaftl. Vereins Aachen.*

In der Vorderansicht zeigen die Flächen eine ziemlich starke V-Form, wobei die Unterkante noch gleichzeitig eine schwache Konkavität nach Art der Vogel-  
flügel besitzt. Der ganze Flügelaufbau wiegt fertig etwa 25 kg, d. s. 1,66 kg/qm! Die schräg angesetzten Querruder wiegen nur je 870 g und weisen eine geringe

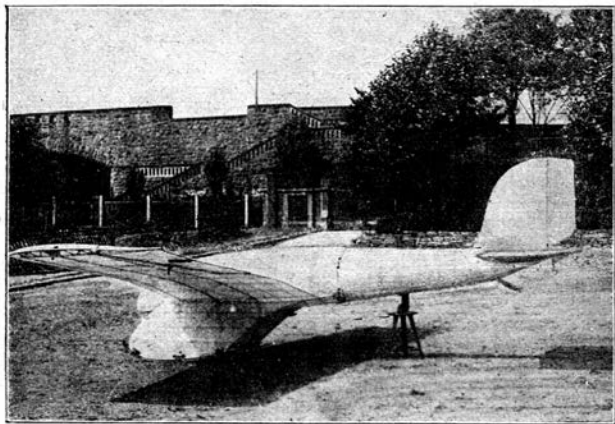


Fig. 32. Der Aachener Eindecker mit freitragenden Flügeln und verkleideten Kufengestellen.

Aufbiegung gegen das Ende zu auf. Der Rumpf ist wie bei dem Darmstädter Eindecker in drei Teilen ausgeführt, von denen der mittlere starr mit den Flügeln zusammengebaut ist. Der Vorderteil, aus Bambusstäben bestehend, soll den Führer bei Kopfständen zu schützen imstande sein und ist, wie der ganze Rumpf, mit einem leichten Voilestoff überzogen, der vermittlems eines kollodiumhaltigen Präpa-



rates imprägniert ist, wodurch eine feste, glatte und wasserdichte Bespannung entsteht. Der Rumpf hat runden Querschnitt, aus dem hinten die Steuerflächen in Rundungen herauswachsen. Der Führer sitzt über dem Vorderholm ziemlich hoch im Rumpfe und hat dadurch eine sehr gute Übersicht beim Fluge.

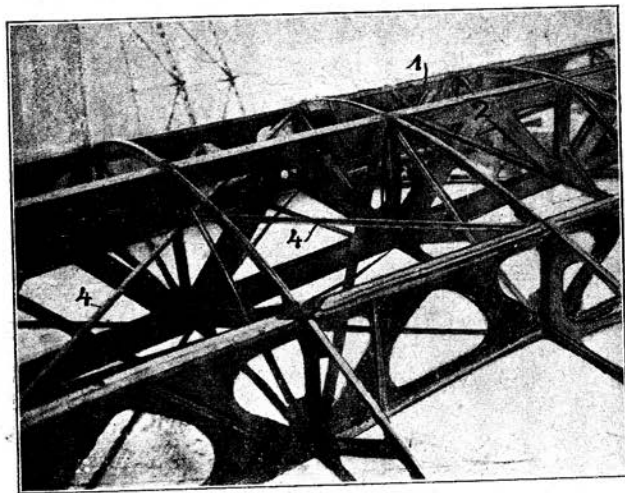


Fig. 33. Flügelgerippe des Aachener Eindeckers. Man beachte die drei Holme 1, 2 und 3 und die Diagonalverstreungen 4.

Es hat dies zweifellos dazu beigetragen, daß die Landungen fast nie mit einem Bruch verbunden waren und daher ein ununterbrochenes Schulen ermöglicht wurde. Das führte wieder dazu, daß Klemperer, der österreichischer Feldpilot war, es zu einer staunenswerten Beherrschung des Eindeckers auch bei böigem Wetter brachte.

Besondere Erwähnung verdient der Kufenunterbau, der auf den Bildern gut erkennbar ist. Er besteht aus beiderseits des Rumpfes aus den Flügelansätzen nach unten herauswachsenden, in tropfenförmigem Längsschnitt gehaltenen, etwa 65 cm hohen Stromlinienkörpern, die mit Stoff verkleidet sind und 70 cm vor die Flügelvorderkante vorspringen. Gebogene, allseitig durch Gummi gefederte Eschenkufen sind an der Unterkante angeordnet und gestatten vorzügliche Landungen auf jeder Art von Gelände. Seitliche Abstützungen dieser Kufengestelle sind nicht vorhanden, sondern die seitliche Festigkeit wird durch den inneren Aufbau derselben erreicht. Obwohl die Kufengestelle ziemlich große senkrechte Leitflächen darstellen, sollen sie sich bei der Steuerung doch nicht unangenehm bemerkbar gemacht haben. Mit diesem Flugzeug stellte Klemperer beim Wettflug 1920 in der Rhön einen Rekord mit 1830 m Fluglänge und 143 Sekunden Flugdauer auf (4. September), und drei Tage nachher führte er einen aufsehenerregenden Flug aus, indem er bei einem Wind von 15 bis 18 m/sec. Geschwindigkeit während 75 Sekunden nur 220 m weit vorwärts kam und sich dabei 10 m über den Startpunkt hochheben ließ. Auch im Jahre 1921 zeichnete sich Klemperer durch hervorragende Flüge aus und drückte seinen Rekord am 30. August, indem er, um den Eindecker von der Wasserkuppe nach dem Bahnhof Gersfeld zu bringen, bei 11—13 m/sec. Wind einen Zielflug von 13½ Minuten Dauer und etwa 7 km Flugweg zurücklegte (s. Rhönkarte Fig. 37 u. 46). Dabei wurde er er mehrmals 50—80 m fast senkrecht in die Höhe gehoben und vermochte längere Zeit sich

an einer Stelle schwebend zu halten. Es war ein überraschender Anblick, zu sehen, welche Geschwindigkeit der Eindecker beim Fluge mit dem Winde erreichte, und daß er dabei auch noch an Höhe gewann.

Klemperers Rekord, mit dem er den von Orville Wright aus dem Jahre 1911 (10 Minuten Segelflug) an Deutschland brachte, wurde bereits am 5. September durch Martens auf dem Eindecker der Technischen Hochschule Hannover überboten. Der verspannungslose Eindecker der akademischen Fliegergruppe Hannover ist entstanden mit Unterstützung von Prof. A. Pröll und Dr.-Ing. Madelung in konstruktiver Hinsicht und wurde in den Werkstätten der einst durch ihre hervorragenden Flugzeuge bekannten Hannoverschen Waggonfabrik hergestellt. Es war so nicht verwunderlich, wenn dieses Flugzeug in seinem Aufbau und seiner Ausführung unter den ilugzeugähnlichen Bauarten überragend an erster Stelle stand. Der Grundgedanke war der, eine nach Art der Segelvögel weitspannende Flügelform von geringer Tiefe zu verwenden. Über die Bedeutung dieser Frage werden wir uns klar, wenn wir die auf Fig. 16 einander gegenübergestellten Flügelgrundrisse betrachten. Es ist dort jeweils das Verhältnis von Spannweite zu Tiefe beigeschrieben, und wir sehen, daß dieses bei dem Hannover-Eindecker 1 : 10,8 beträgt. Mehr wie bei jedem anderen der beschriebenen Gleitsegler wollte man also hier „Segeleffekte“ erzielen. Mit diesem Flugzeug verlassen wir also eigentlich die genannte Gruppe und wenden uns mehr den ausgesprochenen Seglern zu, wenn man es auch noch

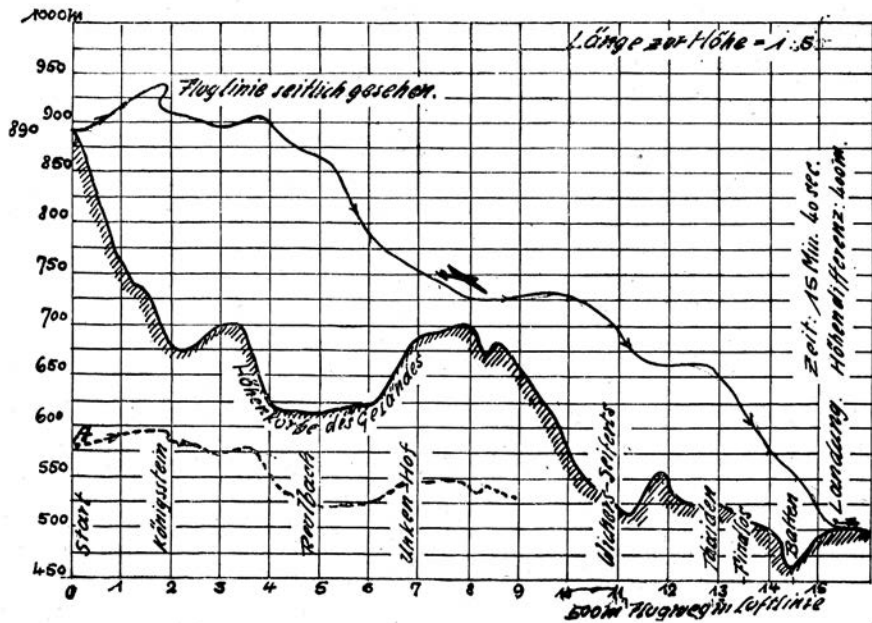


Fig. 34. Kurve des 15-Minuten-Rekordfluges von A. Martens auf Hannover-Eindecker.  
 (Die Höhen sind im Verhältnis zur Länge 5 mal zu hoch aufgetragen. Richtig gezeichnet  
 wäre die punktierte Linie entsprechend von A ab durchzuführen.)

nicht ganz letzteren zurechnen kann. Daß es aber allen seinen Mitbewerbern überlegen war, zeigten die großen Erfolge, die der ehemalige Flügzeugführer A. Martens zeitigte. Schon beim ersten Fluge erreichte er in 108 Sekunden eine Flugstrecke von nahezu 3 km, obwohl ein Seitensteuerdefekt während des Fluges eingetreten war. Ein Erfolg von außerordentlicher Tragweite war demselben Flieger am 28. August 1921 beschieden, wo er in  $5\frac{1}{2}$  Minute 3580 m (gerade Luftlinie, also größere tatsächliche Flugstrecke) zurücklegte, dabei zwei vollkommene Kreise durchsegelte und nur 344 m tiefer als der Abflugsort landete. Unter Zugrundelegung der kürzesten Entfernung zwischen Abflug- und Landeplatz betrug der Gleitwinkel (Sinkwinkel) 1:10,4 und war also in Wirklichkeit noch flacher. Am 4. September endlich schlug Martens den fünf Tage vorher von Klemperer aufgestellten Weltrekord, indem er in  $15\frac{3}{4}$  Minuten 7,5 km zurücklegte und dabei nur 400 m Höhe verlor. Er erreichte also hier, und zwar bei einem Wind von 5—8 m/sec., einen Gleitwinkel von 1:20. Die auf Fig. 37 dargestellte Rhönkarte gibt sowohl die Fluglinie von Klemperer als auch von Martens an und zeigt also die beiden ersten großen Erfolge des deutschen Segelflugwesens. Fig. 34 zeigt (in verzerrtem Maßstabe) die Flugkurve von Martens und die Höhenkurve des überflogenen Geländes. (Man beachte auch die punktierte Linie!)

Die Konstruktion des „Hawa-Segeleindeckers“ weist außerordentlich interessante Einzelheiten auf. Die Fläche besteht aus einem 6,6 m breiten, auf Fig. 35 ersichtlichen Mittelteil, der auf den Rumpf

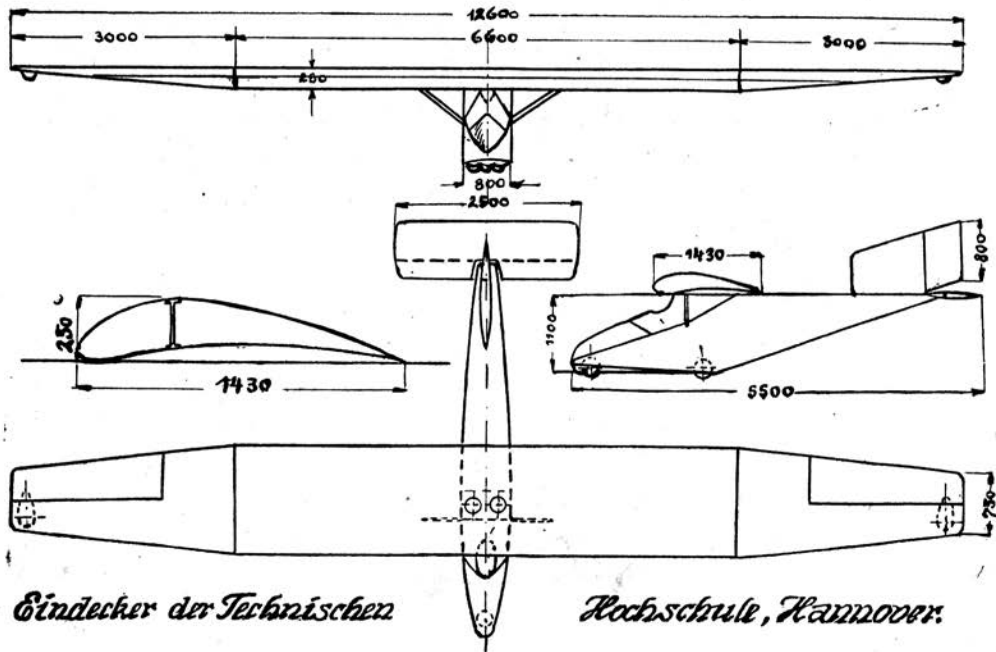


Fig. 35. Hawa-Segler mit durchlaufender, freitragender Tragfläche.

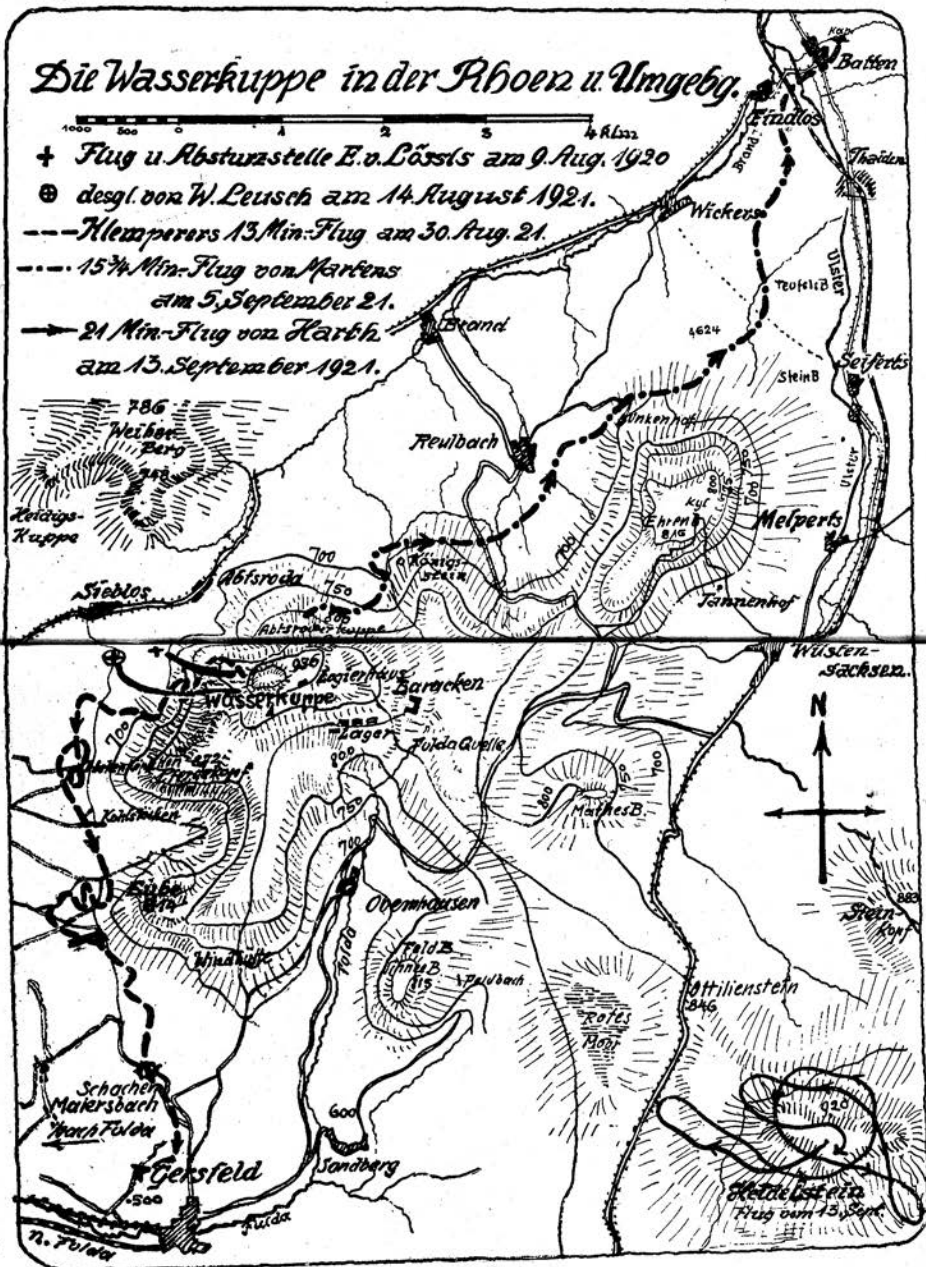


Fig. 37. Das Gebiet der Wasserkuppe in der Rhön mit den bedeutendsten Flügen.



aufgelegt und an diesen durch zwei Streben angeschlossen wird. Außen sind dann zwei 3 m lange, sich stark verjüngende und die Querruder tragende Außenflügel angesetzt. Der Flügelaufbau hat einen in der Druckmittellinie liegenden etwa 25 cm hohen Gitterträgerholm von Doppel-T-Querschnitt. Der ganze davorliegende Teil des Flügels ist durch Sperrholz zu einem festen Träger ausgebildet. Die Rippen sind außerordentlich leicht in einer Gitterträger-

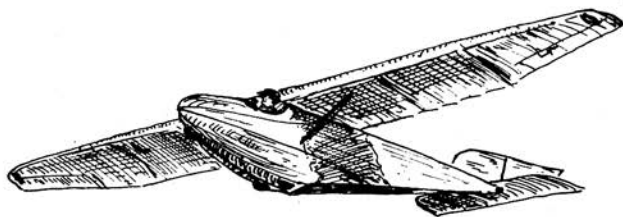


Fig. 36. Hawa-Segler, mit dem Martens den Weltrekord mit 15 Minuten Flugzeit aufstellte.

bauart von hoher Festigkeit hergestellt. Der Rumpf zeigt rechteckige Hauptquerschnitte. Seine eigenartige Form geht aus der Zeichnung hervor. Der Führer sitzt unter dem Vorderteil der Tragfläche. Die Öffnung des Führerraumes wird durch eine um den Hals des Führers zuzubindende Segeltuchbahn geschlossen. Eigenartig ist die Verwendung von drei auf Achsen gelagerten Fußbällen zur Aufnahme des Landungsstoßes statt eines Kufengestells. Ähnliche Luftpuffer sind an den Enden der Flügel zum Schutz gegen die Berührung mit dem Boden angeordnet. Als Höhensteuer dient eine beiderseits gewölbte, aus-

gegliche Fläche, der keine Leitfläche vorgelagert ist. Dagegen ist vor dem Seitenruder eine ziemlich große Kielflosse angeordnet. Der Eindecker wiegt leer etwas über 70 kg, so daß sich eine Flächenbelastung von beinahe 10 kg auf den Quadratmeter ergibt. Durch die Geschlossenheit seiner Formen bietet der Eindecker einen außerordentlich schönen Anblick. (Fig. 36.)

Hatten wir es hier mit vollkommen starren Flächen zu tun, so streben die Konstrukteure der eigentlichen Segelflugzeuge, wie wir nun sehen werden, möglichst elastische und den Windströmungen nachgebende Flügel an.

### 3. Die eigentlichen Segler.

Von diesen gibt es bis jetzt nur zwei Bauarten, von denen die des Reg.-Baumeisters Fr. Harth (Nürnberg) sich an die Form der früher erwähnten Sitzgleiter ohne Rumpf anschließt. Zusammen mit W. Messerschmitt begann Harth seine Versuche auf Grund von Studien über die Versuche der Brüder Wright. 1910—1914 wurden diese Versuche auf der Ludwiger Kulm bei Bamberg durchgeführt, worauf man auch nach der Rhön übersiedelte, wo mittlerweile der Darmstädter Flugtechnische Verein eigene Versuche begonnen hatte. Wie bei den Brüdern Wright bildete auch bei Harth-Messerschmitt das Prinzip der Erhaltung des Gleichgewichts den Hauptgegenstand der Untersuchungen, und interessanterweise gelangten auch sie zu dem Ziel der Quersteuerung durch Flügelverwindung, während man damals bei den Motorflugzeugen aus Gründen der Baufestigkeit von dieser abgegangen war. Aber die

Beanspruchungen beim Segelflug sind ja bedeutend geringer als beim Motorflug. Harth-Messerschmitt fanden nun ein neues System der Flächenverwindung, indem sie ihrem Flügel einen Hauptholm gaben, der drehbar gelagert war und so eine Verwindung sehr leicht zuließ, ohne damit die Nachteile eines zwei-holmigen Verwindungsflügels aufzuweisen. Schon 1914 gelang es diesen Flugforschern, bei Wind von 15 m/sec. Flüge ohne Höhenverlust auszuführen. Im August 1916 gelang ihnen bereits ein Flug von  $3\frac{1}{2}$  Minute ohne Höhenverlust, wobei sogar die Abflugstelle in 15 m Höhe überflogen wurde. Unter den damals etwa 75 ausgeführten Flügen war einer von 220 m Länge, bei dem während 67 Sekunden Flugdauer der Eindecker nur 7,7 m sank. Umgerechnet auf Flugdauer und Fallhöhe des oben erwähnten Rekordfluges von Martens bedeutet dieser Flug eine viermal bessere Gleitzahl, die also etwa 1:80 betragen würde. Während damals erst Wendungen von  $180^\circ$  gelangen, stellte Harth am 13. September 1921 auf dem Heidestein in der Nähe der Wasserkuppe in der Rhön einen Weltrekord von  $21\frac{1}{2}$  Minuten Dauer auf bei einem Winde von 10–12 m/sec. Geschwindigkeit und einer Böigkeit bis zu 20 m/sec. Auf diesem denkwürdigen Fluge, der einen Markstein in der Geschichte des Segelfluges bedeutet, wurden zahlreiche Kreise über der Abflugsstelle gezogen (s. Rhönkarte Fig. 37 unten), wurden Strecken über Land hin und zurück durchsegelt, und endlich landete Harth nur 150 m entfernt vom Abflugsort und nur 12 m tiefer. Leider rutschte bei einem späteren Fluge der Eindecker aus unbekanntem Grunde unerwartet

ab, wobei Harth ziemlich schwere Verletzungen davontrug. Der Eindecker (Fig. 38) besitzt eine über dem Führer durchgehende Fläche, die sehr elastisch ist. Ursprünglich glaubte Harth ohne Seitenruder auskommen zu können, entschloß sich aber dann doch dazu, ein solches über dem Höhenruder anzuordnen.

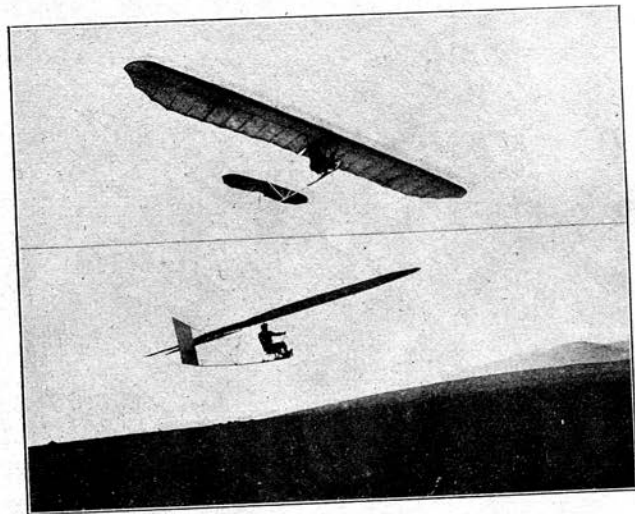


Fig. 38. Harth-Messerschmitt-Segeleindecker. (Oben ohne, unten mit Seitenruder.)

Dem Eindecker von Harth-Messerschmitt war der des Aeroklubs von Bayern unter Finsterwalders Leitung gebaute Eindecker nachempfunden. Diesen sehen wir auf Fig. 39 in einer Systemskizze, wobei zu erkennen ist (auf der Seitenansicht), wie der Flügel um einen Punkt drehbar gelagert ist und durch einen

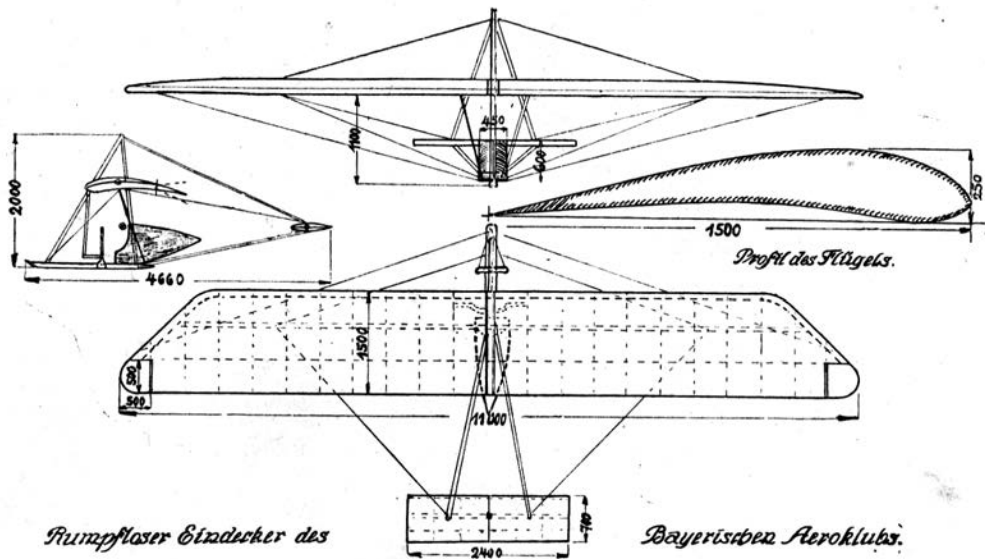


Fig. 39. Rumpflloser Segler des Bayerischen Aeroklubs. (Ohne Seitensteuer, mit Eckklappen.)

Winkelhebel die beiden Flügelhälften an der Vorderkante gehoben bzw. gesenkt werden können. Entsprechend dem Prinzip von Harth-Messerschmitt trug auch dieser Eindecker anfangs kein Seitensteuer (das aber später doch angeordnet wurde), sondern man wollte durch Spreizen zweier kleiner Klappen an den Flügelenden die Seitensteuerung erreichen (auf der Zeichnung eingezeichnet). Der von Koller geführte

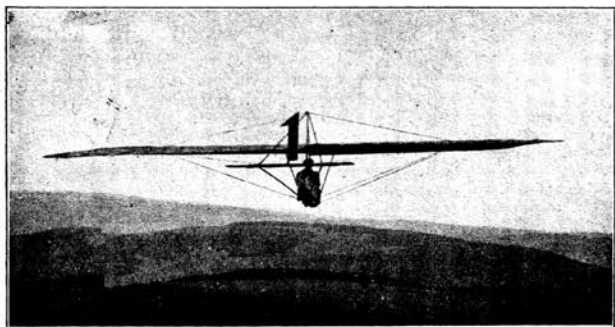


Fig. 40. Koller im Fluge mit Segel-Eindecker des Bayerischen Aeroklubs. (Mit Seitensteuer nach Entfernung der Eckklappen.)

Eindecker (Fig. 40) zeichnete sich beim Rhön-Wettbewerb durch seinen außerordentlich ruhigen, elastischen Flug und große Beweglichkeit aus. Wenn nicht Kollers Eindecker vorzeitig durch eine Fehllandung aus dem Wettbewerb geschieden wäre, hätte er zweifellos noch Leistungen erzielen können, die denen von Klemperer und Martens ebenbürtig gewesen wären. Weiteres über den Eindecker zu sagen, können wir uns unter Hinweis auf die Zeichnung ersparen. Ich

möchte nur noch besonders auf die kurze Karosserie hinweisen, die eigentlich nur eine Hinterkleidung des Körpers des Führers in Stromlinienform ist und eine ganz vorzügliche Lösung darstellt.

Die bedeutendste Leistung auf dem Gebiete des Segelflugbaues hat zweifellos Fr. Wenk vollbracht mit dem in den Segelflugzeug-Werken Baden-

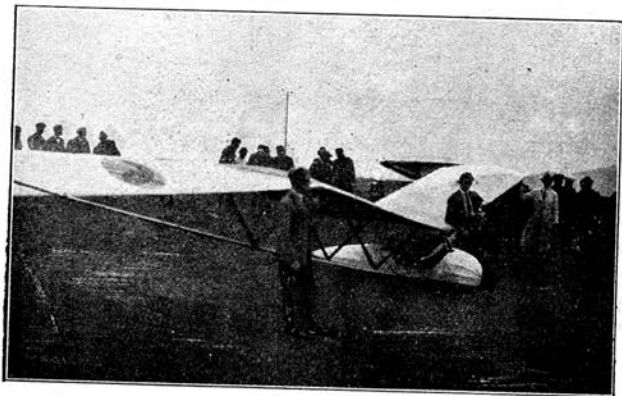


Fig. 41. W. Leusch vor dem Start zum Todesflug am 14. August 1921 auf Weltensegler-Eindecker.

Baden erbauten „Weltensegler-Eindecker“. Der Grundriß des 16 m spannenden Seglers, der ein Seitenverhältnis von 1:13,5 (vgl. Fig. 16) aufweist, läßt erkennen, daß hier der Albatrosflügel zum Vorbild gedient hat. Die Innenflügelteile haben eine ziemlich starke V-Form und sind durch eine niedrige Brückenkonstruktion versteift. Stark nach hinten gerichtet sind schmalere Außenflügel angelenkt, die einen negativen Einstellwinkel und eine im Vergleich zu den

Innenflügeln negative V-Form haben. Diese Außenflügel sind sehr elastisch und dienen zur Höhen-, Quer- und Seitensteuerung. Mit einem solchen Segler wurde am 15. August 1920 auf der Feldbergspitze ein 8-Flug erreicht, bei dem der Segler die Abflugstelle zweimal in etwa 20 m Höhe überflog. Der Flug endete nach 2 $\frac{1}{2}$  Minuten unweit des Abflugortes. Der zur Rhön 1921 erschienene Eindecker sollte am 14. August seinen ersten größeren Flug machen unter Führung des im Kriege durch 18 Luftkampfsiege bewährten Kampffliegers Wilhelm Leusch aus Neuß. Schwere Gewitterböen und Regenwolken zogen dicht über uns dahin, als sich der Flieger zum Start anschickte (Fig. 41). Nachdem der Eindecker mit der Brücke von drei Leuten auf die Schultern genommen war, liefen diese bei 8—10 m/sec. Wind gegen den Wind an. Nach 5—6 Schritten schon hob sich der Eindecker von ihren Schultern ab und zog nun nach kaum merklicher Senkung immer langsam steigend vollkommen ruhig liegend gegen die Böen an. Das Erstaunen und die Verwunderung unter dem gewaltigen Eindruck war unbeschreiblich. Wir alle, die wir damals tagtäglich kleinere Gleitflüge erlebt hatten, waren überwältigt von dem Eindruck, den der einem riesigen Raubvogel gleichende Eindecker auf uns machte. Immerfort langsam ansteigend segelte Leusch (Fig. 42) dem aufkommenden Gewitter entgegen. Nach 100 Sekunden und etwa 1 km Flug, nachdem längst der einst v. Lössl so verhängnisvoll gewordene Steilhang überflogen war (Fig. 37), wollte Leusch wohl den Wolken ausweichen und weiter zum Tal heruntergehen, über dem er in etwa 400 m Höhe schwebte.

Dabei legte sich das Flugzeug immer mehr in die Rechtskurve, und bald mußten wir erkennen, daß offenbar an der Steuerung ein Defekt eingetreten war. In wenigen Sekunden hatte der Eindecker eine nahezu senkrechte Lage erhalten, als plötzlich die Flügel abbrachen und senkrecht nach oben flatterten. So mußte der Eindecker schnell in die Tiefe stürzen, wo er den kühnen Flieger unter seinen Trümmern be-

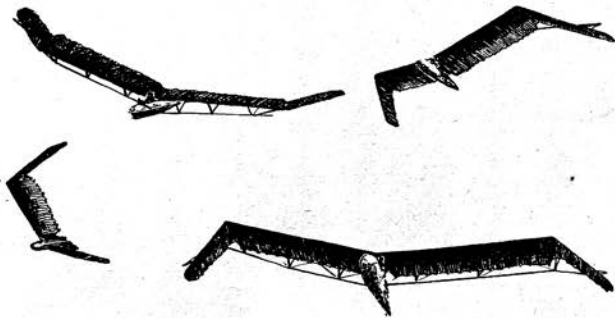


Fig. 42. Vier Flugbilder des Weltensegler-Eindeckers beim Todesflug von W. Leusch am 14. August 1921.

grub. Als einer der ersten, die an der Unglücksstelle angekommen waren, fand ich nur einzelne Streben der Brücke, während sonst alle Teile des Flugzeuges beisammengeblieben waren. Die kleine, vorn über die kurze Gondel gesetzte Karosserieverkleidung war auch einige 100 m von der Aufschlagstelle gelegen. Ob diese noch vom Führer weggestoßen war, um beim Aufschlagen vielleicht noch aus der Gondel herauskommen zu können, oder was sonst vorlag, war natürlich nicht mehr festzustellen. Es war uns in Leusch

ein lieber Kamerad und ein kühner Vorkämpfer verlorengegangen, der uns zum ersten Male in Wirklichkeit gezeigt hatte, was motorloser Segelflug ist. Wir waren alle davon überzeugt, daß, wenn nicht ein tückisches Schicksal uns dieses Fliegers beraubt hätte, er berufen gewesen wäre, auf dem interessanten Segler von Wenk hervorragende Leistungen zu zeitigen.

Das Prinzip des schwanzlosen, albatrosähnlichen Seglers in der Bauart von Wenk beruht darin, daß eine möglichst hohe inhärente Stabilität angestrebt wird, die selbst bei geringen Geschwindigkeiten noch vorhanden ist. Durch die Formgebung des Flügels und die elastischen Außenflügel sollen die natürlichen Segeleffekte ausgewirkt werden und eine schnelle und leichte Steuerwirkung infolge Fehlens hinterer und nachzeitig wirkender Steuerflächen eintreten. Einhende Modellversuche von Wenk (seit 1912) haben zu der hier verwirklichten Seglerbauart geführt.

Auf Versuchsbauarten anderer Form als die „Weltensegler“-Bauart können wir hier nicht eingehen. Eine derselben, bei der eine neue Art Flächenverwindung erprobt wurde, sehen wir in Fig. 47 in der Mitte. Die Segelflugzeug-Werke Baden-Baden haben Versuchsmodelle von der Form der „Weltensegler“-Bauart herausgebracht, die käuflich sind und außerordentlich interessante und lehrreiche Versuche erlauben. Diese Modelle stehen mitunter minutenlang im Winde, manchmal auf- und niedersteigend und Kreise beschreibend, bis sie endlich durch irgendeine Luftströmung abgetrieben in nahezu horizontalem Fluge forteilten. Manchem, der an der Möglichkeit der



Verwirklichung des künftigen Segelfluges zweifelt, werden Versuche mit solchen Modellen Einblicke in das Geheimnis und die Schönheit des Segelfluges geben und seine Zweifel beheben.

Die Bestrebungen, Segeleffekte aus Flächen, die genau dem Vogelfluge nachgebildet waren, zu erzielen, waren bisher ergebnislos. Um nicht näher auf die verschiedenen Bauarten dieser Art eingehen zu müssen, verweise ich auf die Zeitschrift „Flugsport“, in der z. B. der vogelförmige Eindecker des Freiherrn v. Lüttwitz (s. Fig. 47) beschrieben ist (Jahrg. 1921). Wenn dieser Eindecker auch verschiedene interessante Einzelheiten aufzuweisen hatte, wie Flügelverwindung, wechselseitige und gleichzeitige Verminderung des Flächenausmaßes der Flügelhälften, Verwindung und Höhen- und Seitensteuerung durch eine kurze Schwanzfläche u. a. m., so gelang es doch nicht, irgendwelche Erfolge damit zu erzielen.

#### IV. Die Wettbewerbe in der Rhön und die Praxis des Gleit- und Segelfluges.

Die praktische Ausübung des Gleit- und Segelfluges in größerem Umfange wurde, wie schon eingangs erwähnt, in aner kennenswerter Weise außerordentlich stark durch den Herausgeber der Zeitschrift „Flugsport“, Herrn Ing. Oskar Ursinus, gefördert, der im Jahre 1919 zum ersten Male einen Wettbewerb in der Rhön anregte und organisierte. Die ganze Entwicklung der Rhön-Segelflüge 1920 und 1921 ist in der genannten Zeitschrift festgelegt, auf die ich hier verweisen möchte. Es ist sehr interessant, aus der Ausschreibung zum ersten Wettbewerb 1920 (s. Flugsport 1920 Heft 9) zu ersehen, wie wenig bestimmt damals noch alle Begriffe und Bezeichnungen waren. Es war bei jener ersten Ausschreibung folgende Klasseneinteilung der zugelassenen Bauarten ins Auge gefaßt:

1. Motorlose Gleitflugzeuge für sportmäßig betriebenen Gleitflug von erhöhtem Abflugort aus.
2. Segelflugzeuge, welche die Ausnutzung der Energie des Windes als Antriebskraft für motorlose Flugzeuge anstreben.

3. Menschenkraftflugzeuge, welche Einrichtungen aufweisen, durch die auf Verlängerung des Gleitfluges bzw. über Dauer kurzer Perioden unvollkommener Erfassung der Energiequellen des Windes mit Hilfe menschlicher Muskelkraft der Besatzung hingearbeitet wird.
4. Hilfsmotorflugzeuge, in denen zu gleichem Zwecke ein schwacher Motor eingebaut ist. Oberste Grenze der PS-Zahl für zuzulassende Maschinen ist 5 PS.

Die Bestimmungen sagen ferner aus, daß sich eine Scheidung zwischen den Klassen 1 und 2 wohl nicht immer streng durchführen lassen werde. Eine weitere Klasseneinteilung nach Bauart, insbesondere bei den Gleitern und Seglern in Ein- und Mehrdecker, oder nach Unterbringung der Besatzung (hängend, sitzend, liegend), ferner nach der Art des Landungsgestells oder der Steuerung (Steuereinrichtung oder Schwerpunktsverlegung), ob mit oder ohne Verspannung, mit elastischen Flügeln oder Fühlflächen, sollte als besondere Grundlage zur differenzierten Bewertung nur, wenn sich die unbedingte Notwendigkeit ergeben sollte, nicht aber prinzipiell, vorgesehen werden.

Man ersieht hieraus, wie mannigfaltig man sich damals die Lösungsmöglichkeiten noch dachte. Wir haben im Verlauf unsrer Abhandlung gesehen, daß sich eigentlich verhältnismäßig wenige Bauarten haben verwirklichen lassen. Wir hoffen aber zuversichtlich, daß insbesondere das Problem des reinen Segelflugs noch weitere Bauarten, die wir heute noch nicht übersehen können, zeitigen wird. Es war zu erwarten, daß bei dem Anfangsstadium, in dem sich

diese ganze Bewegung noch befindet, auch minderwertiges Material finden würde. Es war daher schon bei der ersten Ausschreibung vorgesehen, daß bei solchen Maschinen, über deren offenbare Wertlosigkeit bei fachmännischer Beurteilung kein Zweifel aufkommen kann, die Zulassung von einer fachmännischen, weitherzig zu handhabenden Begutachtung durch die Gleitprüfstelle des Verbandes deutscher Modell- und Gleitflugvereine abhängig gemacht werden soll. Beim Wettbewerb 1921 hatte dann die Einrichtung einer technischen Kommission von drei Fachleuten die Zulassung auszusprechen, wobei insbesondere Rücksichten auf den statischen Aufbau und die Festigkeit der Materialien ausschlaggebend waren. Einzelne Gleiter waren nur mit  $1\frac{1}{2}$ —2facher Sicherheit gebaut. Es mußte aber 5—6fach verlangt werden. Zur Prüfung wurden die Flügelenden unterstützt, worauf der im Gleiter sitzende Führer den Aufbau ruckweise beanspruchen mußte. Dies stellt aber die Mindestgrenze der Festigkeitsprüfung dar! Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt. Es waren damals von 45 gemeldeten Flugzeugen nur 30 anwesend, von denen 22 zugelassen wurden. Es traten jedoch nur 11 in den eigentlichen Wettbewerb ein. Um nicht Flugsportbegeisterten, die unter Aufwendung beträchtlicher finanzieller Mittel nach der Rhön gekommen waren, ihre Bestrebungen zu verleiden, wurden einzelne der für den Wettbewerb abgelehnten Flugzeuge bedingt für kleinere Flüge am Übungshang zugelassen.

Auch für die Art des Abflugs war großer Spielraum gelassen. Die Ausschreibung 1920 unterschied:

1. Laufstart, bei welchem der Führer des Gleiters durch eigenes Anlaufen den Abflug bewirkt (bezieht sich auf Hängegleiter).
2. Laufstart mit Hilfsmannschaften (Näheres s. unten).
3. Impulsstart durch ein Katapult oder ähnliche Startvorrichtungen, welcher einen bestimmten, vorher aufgespeicherten Energievorrat verwendet (z. B. Fallgewicht, wie auf Fig. 19).
4. Rollstart auf Anlaufrädern bei abschüssigem Gelände.
5. Kraftstart, bei dem für die Einleitung des Abfluges eine Triebkraft (Menschen, Zugtiere oder Kraftfahrzeug) so lange zur Verfügung steht, bis der Führer des Gleiters sie ausschaltet.

Ein Start mit Hilfsmotor wurde nicht in Betracht gezogen oder wäre unter 4. einzureihen gewesen.

Bezüglich der damals gedachten Bewertung der Flugleistungen verweise ich auf die oben genannte Zeitschrift.

Daß man sich für den Segelflugwettbewerb in der Rhön 1921 schon viel klarer war, beweist der Umstand, daß die Ausschreibung nur noch neun kurze Bestimmungen enthielt. Darin war festgelegt, daß irgendein motorischer Antrieb, außer durch Menschenkraft nicht zulässig ist. Ferner verlangte man nun sowohl vom Führer wie vom Flugzeug Zulassungsprüfungen, und zwar vom Führer einen freien Flug von 0,3 km Länge oder 30 Sekunden Dauer, und vom Gleiter bzw. Segler einen Flug von mindestens 0,3 km Länge und 30 Sekunden Dauer oder aber mehrere Flüge von je mindestens 0,15 km Länge oder 15 Sekun-

den Dauer mit einem Gesamtbetrag von 0,4 km Länge oder 40 Sekunden Dauer. Führer- und Flugzeugprüfung konnten miteinander verbunden werden. Man sah bei dieser Ausschreibung davon ab, über die Segler oder Gleiter und über Abflugart irgend etwas festzulegen. Es hatte sich beim Wettbewerb 1920 gezeigt,

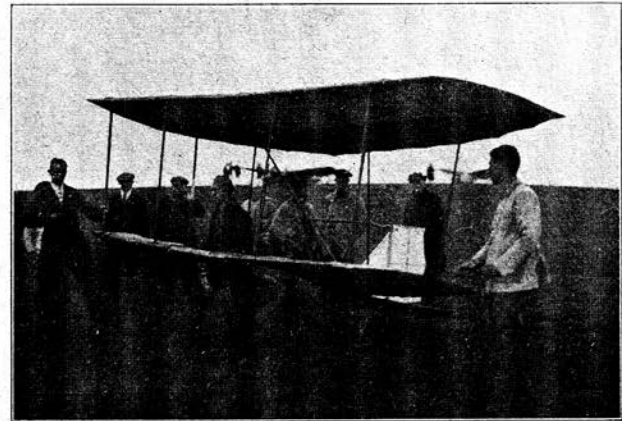


Fig. 43. Pelzner in seinem Hängegleiter stehend, bereit zum Anlaufen.

daß nur der Laufstart in Frage kam. Beim Hängegleiter erfolgt dieser einfach durch Anlaufen des Führers gegen den Wind (Fig. 43) oder durch Anlaufen einer Ziehmannschaft. Bei dem „Weltensegler“-Eindecker allein wurde eine Ausnahme gemacht, der, wie oben erwähnt, von drei Leuten auf der Achsel gegen den Wind angetragen wurde. In allen übrigen Fällen erfolgte der Abflug auf folgende Weise: Um

die Kufen oder einen besonderen „Starthaken“, der möglichst im Schwerpunkt des Flugzeuges angeordnet sein soll, wird ein langer, kräftiger Gummizug gelegt, an dessen Enden noch Taustücke angeschlossen sein können. Steht der Gleiter in der Windrichtung am flachen Abhang, so laufen die (meist vier) die beiden Enden haltenden Mannschaften auf Zuruf des Führers bei günstiger Windströmung gegen diese an. Sobald der Führer merkt, daß unter dem Einfluß der zunehmenden Geschwindigkeit die Kufen den Boden verlassen, was je nach den vorliegenden Verhältnissen nach 10—20 m Anlauf der Fall ist, so ruft er „Los“, worauf die Seilenden losgelassen werden. Gleichzeitig zieht sich der ausgezogene Gummistrang nach Loskommen des Gleiters vom Boden zusammen und gibt dabei dem Gleiter einen erhöhten Antrieb. Nunmehr fällt das Seil von den Kufen bzw. vom Starthaken ab und der Gleiter ist frei. Während des Fluges hat der Führer nach Möglichkeit alle Luftschwankungen, soweit er sie zu fühlen in der Lage ist, auszunutzen. Bei dem oben erwähnten 13-Minuten-Flug von Klemperer z. B. konnte man noch auf große Entfernungen das dauernde Arbeiten der Querruder und des Höhensteuers verfolgen. Wie geschickt Klemperer die Böen ausnutzte, ließ sich daraus ersehen, daß er nicht nur an einzelnen Punkten längere Zeit stehen blieb, sondern auch mehrmals sich viele Meter fast senkrecht hochheben ließ (einmal sogar etwa 100 m). Im Gegensatz dazu konnte man bei dem fabelhaften Fluge von Leusch auf dem „Weltensegler“-Eindecker, trotz der mindestens gleichen Bögigkeit, überhaupt keine Steuerbewegungen beobachten. Auch bei dem

Eindecker der Akademischen Fliegergruppe Hannover waren die Steuerausschläge und Schwankungen nur gering. Man muß letzteren beiden Flügen daher vielmehr die Eigenschaft eines Segelfluges zusprechen, als dem des Aachener Eindeckers. (Über die Flugeigenschaften des Eindeckers von Harth-Messerschmitt kann ich hier nicht urteilen, da ich selbst den Ver-

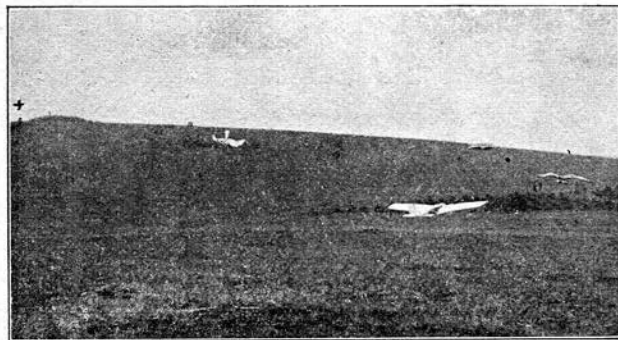


Fig. 44. Der flache Ostabhang der Wasserkuppe. Vorn der Aachener Eindecker, links der abgestürzte Zeise-Eindecker, rechts zwei vogelartige Eindecker. † oben das Denkmal für die gefallenen Rhönleitflieger aus Darmstadt.

suchen nicht beigeohnt habe; doch dürften sie denen des „Weltenseglers“ wohl ziemlich entsprechen.)

Daß die Wasserkuppe in der Rhön sich für alle Arten von Gleit- und Segelflugversuchen durch die Verschiedenartigkeit der Beschaffenheit der Hänge hervorragend gut eignet, wurde schon früher erwähnt. Die Karte (Fig. 37) läßt das auch erkennen. Auf den folgenden drei Figuren sehen wir zunächst (Fig. 44)



den von der Kuppe nach Südwesten sehr sanft abfallenden Hang. Oben ist die Spitze der Kuppe und das Denkmal für die im Kriege gefallenen Jünger des Gleitflugsports erkennbar. Ein gleich flacher Hang erstreckt sich nach Norden, und von einem nördlichen Seitenvorsprung ein etwas steilerer nach Süden. Nach Westen und Nordwesten sind dann die steilsten Hänge (vgl. Fig. 24 und 37) vorhanden, was insofern sehr



Fig. 45. Zeltlager auf der Wasserkuppe 1921, davor Schlafbaracke (1) und Küchenzelt (2) und einige Gleiter. Rechts die Kuppe (1972 m über den Meere).

günstig ist, als ja auch die Westwinde, die für Flüge in dieser Richtung in Betracht kommen, die stärksten und die brauchbarsten für den Segelflug sind.

Fig. 45 zeigt das Zeltlager vom Wettbewerb 1921 von Nordosten her gesehen, wobei auch oben wieder das Denkmal erkenntlich ist. Die Zelte sind im Windschatten der Westwindrichtung angelegt. Auf dem nördlichen Vorsprung hat die „Weltensegler“-Gesellschaft Baden-Baden eine große Holzbaracke in Hufeisenform aufgeschlagen, in der auch die Sportleitung

und die Technische Kommission untergebracht waren. Fig. 22 läßt diese Anlage gut erkennen. Nachdem auf Beschluß aller an solchen Wettbewerben interessierten Kreise in Deutschland die Wasserkuppe auch weiterhin als hauptsächlichstes Übungs- und Wettbewerbsgelände verwendet werden soll, dürfte ein weiterer Ausbau mit Unterkunftsbaracken usw. nur noch eine Frage der Zeit sein. In den Holzbaracken haben die Segelflugzeugwerke Baden-Baden auch ihre Schulflugzeuge und die Segelflugschüler untergebracht und unterhalten daselbst eine dauernde Flugschule.

In neuester Zeit haben Harth und Messerschmitt mit Unterstützung bayerischer Luftfahrtverbände einen Segelflugübungsplatz in Pähl am Ammersee eingerichtet, wo auch ein Schulbetrieb organisiert werden soll.

Wir wollen nun zum Schlusse noch einmal kurz betrachten, wie sich die Leistungen vom Gleit- und Segelflug im Laufe der letzten Jahre gesteigert haben. Von den erfolgreichen Flügen mit den Eindeckern von Harth-Messerschmitt müssen wir absehen, da sie außerhalb der allgemeinen Veranstaltungen stattgefunden haben. Es sei nur noch einmal daran erinnert, daß mit ihnen bereits 1914 Flüge ohne Höhenverlust, 1916 ebensolche, davon einer mit  $3\frac{1}{2}$  Minuten Flugdauer und 1920 Flughöhen von mehr als 50 m über dem Abflugort erreicht wurden.

Solche Leistungen hat auch nur annähernd keine andere Bauart zu verzeichnen gehabt. Der Darmstädter Gutermuth hat 1912 wohl schon 112 Sekunden

Flugdauer erreicht, aber die Leistungen in der Rhön 1920 waren demgegenüber wieder ziemlich gering. Der Durchschnitt lag etwa zwischen 15 und 20 Sekunden, und die besten Leistungen wurden von Klemperer auf dem Eindecker der Flugwissenschaftlichen Vereinigung Aachen erzielt. Ihm gelangen Flüge von 28, 32, 75 und 142 $\frac{1}{2}$  Sekunden, wobei 315, 360, 220 und 1830 m Entfernungen zurückgelegt wurden. Dieser letztere Flug wurde damals unter Außerachtlassung der Erfolge von Harth als Rekord anerkannt. Diese Höchstleistung wurde aber nach kurzer Zeit, am 15. August 1920, bereits überboten, und zwar mit einem Eindecker der Segelflugzeugwerke Baden-Baden, mit dem es auf dem Feldberg im Badischen Schwarzwald gelang, einen Flug von über 150 Sekunden (2 $\frac{1}{2}$  Minuten) durchzuführen, bei dem eine geschlossene 8 bei Überfliegen des Abflugpunktes durchflogen wurde. Schlechte Witterungsverhältnisse verhinderten uns, später auf dem Feldberg den Eindecker weiter zu erproben und diese Höchstleistung zu überbieten.

Die Ausschreibung für den großen Rhönpreis 1921 verlangte bereits einen Flug von 5 Minuten Dauer, wobei der Höhenunterschied zwischen Abflugs- und Landungsstelle 50 m nicht überschreiten durfte. Dieser Preis wurde zwar nicht gewonnen, da die zweite Bedingung unerfüllt blieb, aber mit der Forderung der Flugdauer hatte man das Richtige getroffen. Erreichten schon die leichten Hängegleiter von Pelzner eine Flugdauer von anfangs 40—50 Sekunden, die durch Übung später bis zu 1 $\frac{1}{2}$  Minuten ausgedehnt werden konnten, so wurden eigentlich die Flüge mit besser gebauten Gleitern und Seglern von weniger

als 1 Minute Dauer schon kaum mehr beachtet. Die erste Höchstleistung stellte Koller auf dem Eindecker des Bayerischen Aeroklubs durch einen Flug von 169 Sekunden auf, bei dem er 1900 m weit flog. Zwei Tage nachher gelang ihm als erstem eine glatte Wendung um 200°. Nun trat Martens mit dem Hannover-Eindecker auf den Plan und schlug am 21. August zunächst den Entfernungsrekord mit fast 3 km und am 25. drückte er den Dauerrekord auf 5 $\frac{1}{2}$  Minuten hinauf, wobei er über 3 $\frac{1}{2}$  km zurücklegte und zwei völlige Kreise beschrieb. Klemperer versuchte die Leistung zu überbieten, erreichte aber nur eine Flugzeit von 3 Sekunden weniger als die von Martens. Erst nach Schluß des Wettbewerbs, in dem Koller den überhaupt weitesten Flug mit 4080 m in 305 Sekunden zurückgelegt hatte, kamen nun ganz gewaltige Leistungen. Wenn wir diese auch schon oben erwähnt haben, so seien sie hier noch einmal im Zusammenhang genannt. Es waren [s. auch Karte Fig. 37.]:

Klemperer auf Aachen-Eindecker, 13 $\frac{1}{2}$  Minuten am 8. August (Bild 46);

Martens auf Hannover-Eindecker, 15 $\frac{3}{4}$  Minuten am 4. September, und

Harth auf Harth-Messerschmitt-Eindecker, 21 $\frac{1}{2}$  Minuten am 13. September 1921.

Die Ausschreibung für 1922 muß diesen Leistungen natürlich Rechnung tragen. Die Bedingungen für den großen Rhön-Segelpreis 1922 verlangen daher einen Flug von mindetsens 10 Minuten bei einer mittleren Sinkgeschwindigkeit von höchstens 0,20 m pro Sekunde, d. i. 1:5. Zweifellos werden beide Bedingungen weit überboten werden. Ferner sind Preise für die





Fig. 46. Klemperer über dem Westhang fliegend bei seinem Rekordflug am 30. August 1921.

kleinste mittlere Fluggeschwindigkeit ausgesetzt bei Flügen von mindestens 100 Sekunden Dauer, Preise für die größte Flugstrecke bilden die letzte Preisgruppe für Segelflugzeuge.

In ähnlicher Weise, aber mit bedeutend leichteren Bedingungen sind Preisgruppen für „Gleitflugzeuge, welche durch Ruderlegen gesteuert werden“ und „Gleitflugzeuge, welche durch Verlegung des Körpergewichts gesteuert werden“ ausgesetzt.

Einen Preis von doppelter Höhe des Rhön-Preises, also von 100 000 *M*, hat der Verband Deutscher Luftfahrzeug-Industrieller für einen Segelflug ausgesetzt unter folgenden Bedingungen: „Nach dem Verlassen des Bodens oder des Wassers, gegebenenfalls nach Unterbrechung einer Fesselverbindung mit der Erde oder dem Wasser, muß der bemannte Apparat nach einem ununterbrochenen Fluge von mindestens 40 Minuten die Abflugstelle gegen den Wind zwischen zwei Marken, die 100 m voneinander entfernt quer zum Wind rittlings der Abfluglinie angebracht sind, überfliegen und ohne Zwischenlandung anschließend einen Flug von mindestens 5 km Luftlinie ausführen. Derjenige Bewerber erhält den Preis, dessen Flug insgesamt am längsten dauert.“

Schließlich hat der Deutsche Luftfahrt-Verband einen 75000 *M*-Preis für ein zweiseitiges Segelflugzeug ausgesetzt, das ohne Kraftquelle mindestens 150 kg trägt. Der Segler muß 3 glatte Landungen ausführen, je einen vollen Kreis nach rechts und einen nach links geflogen haben, und einen Flug von mindestens 5 km Länge, in gerader Richtung zwischen Abflug- und Landungsstelle gemessen, zu-

rücklegen. Als besondere Bedingung ist damit verbunden, daß der Segler in 15 Minuten aufgebaut, und ebenso abgebaut werden und dann in einem Raume von  $3 \times 3 \times 9,5$  m untergestellt werden kann, nachdem er flugbereit in einem Raume von  $15 \times 15 \times 7$  m untergebracht sein konnte. Diese Ausschreibung muß als besonders anregend und zweckentsprechend angesehen werden.

Diese Bedingungen sind, an den Höchstleistungen des Vorjahres gemessen, außerordentlich schwer. Aber nur so wird der Ansporn zu großen Leistungen gegeben werden. Erinnern wir uns daran, daß die den Prinz-Heinrich-Flügen 1912, 1913 und 1914 zugrunde gelegten Bedingungen auch anfangs unerfüllbar erschienen und doch so außerordentlich segensreich für die Entwicklung des deutschen Flugwesens gewesen sind, so dürfen wir hoffen, daß durch die gute Finanzierung und Organisation der obigen Preisausschreibungen der Anreiz zu großen Leistungen auf dem Gebiete des motorlosen Fluges, insbesondere des Segelfluges, gegeben ist. Wenn gleichzeitig zur Schonung der vollkommeneren Segler gute Schulflugzeuge gebaut werden und ein zweckmäßiger Schulbetrieb für Gleit- und Segelflugzeuge eingerichtet sein wird, dann dürfen wir erwarten, daß das Jahr 1922 neue erfreuliche Steigerungen der Höchstleistungen bringen wird. Daß die Ausschreibung des großen Segelpreises nicht an die Rhön und den dort abzuhaltenden Wettbewerb gebunden ist, und auch in der Zeit ein Spielraum vom 1. April bis 31. Oktober gelassen ist, dürfte wesentlich zur Verbreitung der Idee des Segelfluges in ganz Deutschland beitragen, da zu jeder Zeit und an jedem Orte, der

günstig erscheint, Flüge um diesen Preis ausgeführt werden können.

In England und Frankreich hat man mit Interesse, aber auch mit Staunen und mit Neid unsere Erfolge im motorlosen Flug betrachtet, und hat dort auch ähnliche Versuche und Wettbewerbe ins Leben gerufen.

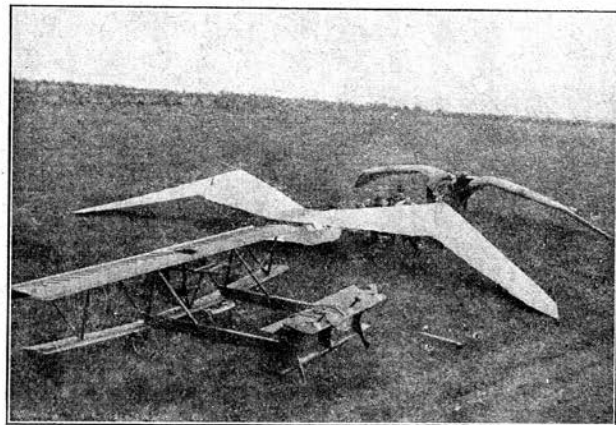


Fig. 47. Drei Typenvertreter in der Rhön 1921. Von links nach rechts: Butigs flugzeugähnlicher Gleiter mit automatischer Höhensteuerung; Versuchssegler der Segelflugzeugwerke Baden-Baden; vogelähnliche Maschine des Freiherrn von Lüttwitz.

Ja es fehlte selbstverständlich in Frankreich nicht an Leuten, die, wie man das ja gewohnt ist, den Ruhm der ersten Segelflugforscher für ihr Land in Anspruch nehmen wollten. Der Kenner der Geschichte des Flugwesens wird sich von solchen Machereien ebensowenig beirren lassen, wie wir der festen Hoffnung sein wollen,

daß das deutsche, von Otto Lilienthal begründete Segelflugwesen, wie es nun einmal vorbildlich für alle Länder von diesen unerreichte Höchstleistungen gezeitigt hat, immer diese führende Stellung sich zu sichern fähig sein und nach allen Richtungen im Gleiter- und Seglerbau (Fig. 47) Neues hervorbringen und erfolgreich sein wird.

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

## Handbuch der Flugzeugkunde

Unter Mitwirkung des Reichsamtes für Luft- und  
Kraftfahrwesen herausgegeben von

**W. Wagenführ**

Oberstleutnant a. D.

vormals Major und Kommandeur der Flugzeugmeisterei

\*

*Bisher sind folgende Bände erschienen:*

Band VI · 1. Teil:

### **Prüfung, Wertung und Weiterentwicklung von Flugmotoren**

von Dipl.-Ing. H. Dechamps und Prof. K. Kutzbach  
265 Seiten mit 307 Abbildungen im Text

Band VI. · 2. Teil:

### **Kühlung und Kühler für Flugmotoren**

von Dr.-Ing. Pütz

200 Seiten mit 171 Abbildungen im Text

Band VIII:

### **Flugzeuginstrumente**

von Dr. K. Bennewitz

320 Seiten mit 386 Abbildungen

Band IX:

### **Funkentelegraphie für Flugzeuge**

von Erich Niemann

Oberleutnant und Kommandeur der Fliegerfunken-  
Versuchsabteilung der Flugzeugmeisterei

400 Seiten mit 343 Abbildungen

Ausführlichen Prospekt über diese Bände auf Wunsch unberechnet

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

Tel.: Lützow 5147

Berlin W 62

Tel.: Lützow 5147

## **Motorschiff- und Jacht-Bibliothek**

- Band 1: **Bootsmotoren**  
Konstruktion, Einbau und Behandlung  
Von Ing. Walther Isendahl  
200 Seiten mit 121 Abbildungen. Zweite Auflage
- Band 2: **Das Motorboot  
und seine Behandlung**  
Von M. H. Bauer  
6. Aufl. (Der „Autotechn. Bibliothek“ früherer Band 15.)  
260 Seiten mit 100 Abbildungen im Text
- Band 3: **U-Boote**  
Von Georg Schulze-Bahlke  
210 Seiten mit 81 Abbildungen im Text
- Band 4: **Rohölbootsmotoren**  
Von Ing. H. Franz  
140 Seiten mit 67 Abbildungen
- Band 5: **Vom Segelwesen**  
Von G. Ewald  
110 Seiten mit 24 Abbildungen
- Band 6: **Motorjachten,**  
ihre Einrichtung und Handhabung  
Von Walther Isendahl  
Zweite Auflage. 180 Seiten mit 76 Abbildungen
- Band 7: **Maschinenanlagen  
für Motorboote**  
Von Bruno Müller.  
320 Seiten mit 135 Abbildungen
- Band 8: **Küsten- und Fischerei-  
Motorfahrzeuge**  
Von Bruno Müller  
120 Seiten mit 43 Textabbildungen, darunter 3 großen Tafeln

*Weitere Bände über Kanusport, Bootsmotorentypen u. a. m.  
sind in Vorbereitung*

Die führende Zeitschrift  
auf dem Gebiete des Gleit- u. Segelfluges

ist der



illustrierte technische Zeitschrift  
für das gesamte Flugwesen

\*

Die gesamte

**Entwicklungsgeschichte  
des Gleit- und Segelfluges**

ist in den letzten Jahrgängen verzeichnet.  
Enthält Zeichnungen und Skizzen  
bewährter Gleit- und  
Segelflugzeuge

Bezugspreis pro Vierteljahr 45 Mark

Komplett gebundene Jahrgänge in künst-  
lerischer, mehrfarbiger Einbanddecke sind  
noch in wenigen Exemplaren beziehbar

\*

**Verlag Flug-Sport**  
Frankfurt am Main, Bahnhofsplatz 8

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

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

Band 17

## Praxis des Flugzeugbaues

Ein Handbuch der Flugtechnik in 3 Bänden  
zum praktischen Gebrauch für Betriebsleiter  
und Werkmeister sowie zum Selbstunterricht  
und für Studierende technischer Lehranstalten

von

**Kurt Anacker**

Ingenieur und Flugzeugführer

Band 1

## Das Flugzeug und sein Aufbau

170 Seiten mit 148 Abbildungen und  
Zeichnungen im Text

**INHALTSVERZEICHNIS:** Einleitung — Arten der Flugzeuge — Bewaffnung — Allgemeine Beschreibung des Flugzeuges — Grundformen des Flugzeuges — Flugzeugmotor — Luftschraube — Stellung der Flächen und deren Verspannung — Anleitung zur praktischen Verspannung eines Flugzeuges — Fehler in der Flugzeuggelage beim Fluge — Fertig-Montage — Abnahmevorschriften — Startbereitschaft — Im Flugzeugbau bzw. bei Reparaturen vorkommende Spezialarbeiten: Spleißen — Tischlerarbeiten — Klempner- und Kupferschmiedearbeiten — Tapezier-, Sattler- und Malerarbeiten — Schlosser-, Dreher- und Schmiedearbeiten — Laufradbehandlung und Bereifung — Schweißen — Luftschraubenprüfung und Nabeneinbau — Baustoffkunde — Belastungsproben.

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

**Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik**

Band 18

## Praxis des Flugzeugbaues

Ein Handbuch der Flugtechnik in 3 Bänden  
zum praktischen Gebrauch für Betriebsleiter  
und Werkmeister sowie zum Selbstunterricht  
und für Studierende technischer Lehranstalten

von

**Kurt Anacker**

Ingenieur und Flugzeugführer

Band 2

## Der Flugzeugmotor

260 Seiten mit 226 Abbildungen im Text

Inhalt:

Vorwort — Einleitung — Allgemeines über Explosionsmotoren — Flugzeugmotoren — Arbeitsverfahren — Berechnung der Motorenleistung — Wirkungsgrad der Motoren — Abbremsen von Motoren — Brennstoffe — Der Sechszylinder-Flugzeugmotor — Die Einzelteile des Standmotores — Vergaser — Brennstoffzuführung — Zündung — Schmierung — Schmiermittel — Kühlung — Auspuffsammler — Motoren-Ab- und -Zusammenbau — Einbau des Motors in das Fahrzeug — Behandlung und Wartung der Motoren — Betriebsstörungen und deren Beseitigung — Kraftübertragung und Steuerung der Motoren — Moderne Flugzeugmotoren-Typen — Der Umlaufmotor — Ab- und Neuaufbau von Umlaufmotoren.





**Verlagsbuch-  
handlung**

Berlin W 62

Telephon:  
Amt Lützow 5147

**Richard Carl  
Schmidt & Co.**

Lutherstr. 14

Telephon:  
Amt Lützow 5147

Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik  
Band 16

# Die Statik im Flugzeugbau

von

Ober-Ing. Schwengler-Berlin

200 Seiten mit 79 Abbildungen

★

## 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.

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

★

## INHALT:

Vorwort — Baustoffe — Holz — Stahl — Aluminium und Aluminiumlegierungen — Kupfer und Kupferlegierungen — Metallanstriche — Flugzeuglacke — Bauteile — Bauteile des Flugzeuggestells — Drähte — Stahlband — Drahtseile — Stahlrohre — Kupferrohre — Messingrohre — Aluminiumrohr — Holzplatten — Holzrohre — Bespannungsstoffe — Stahlfedern — Gummifedern — Spannschrauben — Kabelklemmhülsen — Seilrollen — Laufräder — Bauteile des Antriebs — Zahnräder — Stirnräder — Kegeiräder — 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 — Steuerräder — Bedienungshebel — Zubehörteile — Wind- und Fluggeschwindigkeitsmesser — Kompass — Stabilisatoren — Zugmesser — Flugzeugbeleuchtung.



Verlagsbuchhandlung  
Richard Carl Schmidt  
& Co.



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

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

3. vom Verfasser völlig umgearbeitete Auflage

\*

Die Neuauflage des allseitig geschätzten Handbuchs 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.



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

## Autotechnische Bibliothek

Bd.

1. **Anleitung und Vorschriften für Kraftwagenbesitzer und -führer**, nebst Fragen und Antworten für die Prüfung. Von Max R. Zechlin. 330 Seiten mit 32 Abbildungen. 6. vermehrte und verbesserte Auflage.
2. **Automobil-A-B-C**. Ein Reparaturrenbuch in alphabet. Reihenfolge von B. von Lengerke u. R. Schmidt. 5. Auflage. 280 Seiten mit 163 Abbildungen im Text.
3. **Die Kunst des Fahrens**. Von B. Martini. 170 Seiten mit 93 Abbildungen. (Z. Z. vergriffen.)
4. **Automobil-Touristik**. Von B. Martini. 180 Seiten mit 76 Abbildungen im Text.
5. **Automobil-Karosserien**. Von Wilh. Romeiser. (Vergriffen. Siehe Bd. 57 und 58.)
6. **Das Automobil und seine Behandlung**. Von Zivilingenieur Julius Küster in Berlin. 8. Aufl. 380 Seiten mit 218 Abbildungen im Text.
7. **Der Automobil-Motor**. Von Ingenieur Theodor Lehmbek in Berlin. 240 Seiten mit 107 Abbildungen und 1 Tafel. 6. verbesserte Auflage.
8. **Automobil-Getriebe und Kupplungen**. Von Ing. Max Buch. 3. Aufl. 170 Seiten m. 88 Abbildungen.
9. **Die elektrische Zündung bei Automobilen, Motorfahrrädern, Motorbooten und Luftfahrzeugen**. Von Ingenieur Josef Löwy in Wien. 5. verb. u. stark verm. Aufl. 270 Seiten mit 172 Abbildungen im Text.
10. **Automobil-Vergaser**. Von Johannes Menzel, staatlich geprüfter Bauführer in Berlin. 300 Seiten mit 170 Abbild. im Text. 5. völlig umgearbeitete Auflage von Ing. A. König.
11. **Automobil-Steuerungs-, Brems- und Regulierungs-Vorrichtungen**. (Vergriffen.)
12. **Der Lastwagen-Motor**. Von M. Albrecht †. 4. Aufl., völlig neu bearb. von Ing. Herm. Augsburger in Braunschweig. 400 Seiten mit 320 Abbild. im Text.

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

13. **Automobil-Rahmen-, Achsen und -Federung.** Von Ing. Max Buch. (Vergriffen.)
14. **Nutz- und Lastkraftwagen.** 2., völlig umgearbeitete Auflage von Ing. Herm. Augsburg. 280 Seiten mit 220 Abbildungen im Text.
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. Jul. Küster in Berlin. 234 Seiten mit 170 Abbildungen im Text.
18. **Das Motorrad und seine Behandlung.** Von Ing. Walter Schuricht in München. 250 S. m. 195 Abb. im Text. 4. verbess. u. vermehrte Aufl. (Neudruck.)
19. **Der Motor in der Landwirtschaft.** Von Theodor Lehmbeck, Ing. in Berlin. 170 Seiten mit 121 Abbildungen im Text. 2. Auflage von O. Barsch.
20. **Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe.** Von Ing. A. Heller. 116 Seiten mit 82 Abbildungen im Text.
- 21—24. **Viersprachiges Autotechnisches Wörterbuch:**  
**Deutsch-Französisch-Englisch-Italienisch.**  
240 Seiten (Bd. 21). 2. Auflage. (Vergriffen.)  
**Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch.**  
131 Seiten (Bd. 22).  
**Englisch-Deutsch-Französisch-Italienisch.**  
207 Seiten (Bd. 23). (Vergriffen.)  
**Italienisch-Deutsch-Französisch-Englisch.**  
200 Seiten (Bd. 24).
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. (Vergriffen.)
27. **Leichte Wagen bis inkl. 10 Steuer PS.** Von B. Martini. (Siehe Bd. 51 und 64.)
28. **Chauffeurschule.** Theoretische Einführung in die Praxis des berufsmäßigen Wagenführers. Von Julius Küster, Zivilingenieur in Berlin. 5. verb. Auflage. 320 Seiten mit 175 Abbildungen im Text. (Neudruck.)
29. **Wagenbautechnik im Automobilbau.** Von Wilhelm Romeiser. (Vergriffen. Vgl. Bd. 57 und 58.)

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

30. **Patent-, Muster- u. Marken-Schutz in der Motoren- und Fahrzeug-Industrie.** Bearbeitet von Julius Küster, Zivilingenieur in Berlin. 323 Seiten u. 4 Abb.
31. **Der Motor in Kriegsdienst.** Von Walter Oertel. 157 Seiten mit 20 Abbildungen im Text.
32. **Motor-Yachten, ihre Einrichtung und Handhabung.** (Siehe Motorschiff-Bibl. Bd. 6).
33. **Das moderne Automobil, Konstruktion und Behandlung.** Von B. Martini. 6., verb. Auflage. 280 Seiten mit 202 Textabbildungen.
34. **Praktische Chauffeurschule.** Von Zivilingenieur B. Martini. 300 Seiten mit 213 Textabbildungen und 3 Tafeln. 5. verbesserte Auflage.
35. **Taschenbuch der Navigation f. Motorbootführer.** Von H. Méville (Nautikus). (Vergriffen.)
36. **Das Cyclecar.** Von Otto Lehmann. 190 Seiten mit 136 Abbildungen im Text. 2. Auflage.
37. **Motor-Luftschiffe.** Von Ing. Ansbert Vorreiter. (Vergriffen.)
38. **Rezeptchemie für Autler.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. Sa. 300 S. mit Abbildungen, Tabellen usw.
39. **Autler-Chemie.** Von Wa. Ostwald, Großbothen i. S. (Vergriffen. Siehe Bd. 38).
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. 240 Seiten m. 197 Abb. 2. Auflage.
42. **Kühlung u. Kühlvorrichtungen von Motorwagen.** Von A. Bauschlicher. 140 Seiten mit 53 Abbild. 2. Auflage.
43. **Anlassen und Anlaßvorrichtungen der Verbrennungsmotoren.** Von Ing. König. (Vergriffen.)
44. **Schmierung und Schmiervorrichtungen.** Von A. Bauschlicher. 160 S. mit 74 Abb. (Vergriffen.)
45. **Ankauf u. Unterhaltung gebrauchter Kraftwagen.** Von Ing. A. König. 160 Seiten. 2. Auflage.
46. **Magnetelektrische Zündapparate für Explosionsmotoren.** Von E. Schimek. 3. Auflage. 240 Seiten mit 113 Abbildungen und 23 Tafeln.
47. **Chauffeurkursus.** Von Ing. A. König. 400 Seiten mit 168 Abbild. 6. verb. Auflage.
48. **Automobil-Beleuchtung.** Von Ing. Jos. Loewy. 130 Seiten mit 118 Abbildungen. (Vergriffen.)

**Verlagsbuchhandlung Richard Carl Schmidt & Co.**

49. **Die Zweitaktmotoren und ihr Anwendungsgebiet.** Von Hans Ledertheil, Zivilingenieur. 3. Auflage (Neudruck). 240 Seiten mit 166 Abbildungen.
50. **Moderne Automobilkühler.** Von Richard Hofmann. 120 Seiten mit 68 Abbildungen.
51. **Autokauf.** Von Ing. W. Liebau. 130 Seiten mit 83 Abbildungen.
52. **Warum, wann und wieweit ist der Automobilhalter haftpflichtig.** Von Dipl.-Ing. K. Everts. 120 Seiten.
53. **Die Automobilbetriebsstoffe.** Von Ing. Ernst Jaenichen. 160 Seiten mit 36 Abb. im Text. 2. Auflage.
54. **Die Kosten des Automobilbetriebes.** Von Ing. A. König. M. 45 Beispielen, mehr Tab. usw. 2. Auflage.
55. **Störungen am Kraftwagen und seinen Teilen.** Angaben über Merkmale, Ursachen und Abhilfe. Von Dipl.-Ing. Schwaiger. 160 S. m. 1 Tafel. 2. Auflage.
56. **Das moderne Motorrad.** Konstruktion, Behandlung, Ausrüstung. Von Ing. G. Caesar. 4. Auflage von B. W. Thäter. 160 Seiten mit 72 Abbildungen.
57. **Karosseriebau. Bd. 1. Karosserietypen, Holz- und Blecharbeiten.** Von Ing. K. Reise. 160 Seiten mit 116 Abbildungen. 2. Auflage.
58. **Karosseriebau. Bd. 2. Lack- und Polsterarbeiten.** Von Ing. K. Reise. 120 Seiten mit 42 Abbildungen.
59. **Motorpflüge, Vorzüge und Nachteile der einzelnen Systeme.** Von Ing. Otto Barsch, Stettin. 2. Auflage. 260 Seiten mit 171 Abbildungen.
60. **Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion von Motorpflügen.** Von Ingenieur Otto Barsch. 190 Seiten mit 106 Abbildungen im Text.
61. **Technische Ratschläge für den Ankauf von Motorpflügen.** Von Ing. Otto Barsch.
63. **Mod. Automobil - Straßenreinigungsmaschinen.** Von Otto Barsch, Ingenieur 160 Seiten mit 55 Abb.
64. **Deutsche Krafträder und Kleinkraftfahrzeuge.** Von Ing. B. W. Thäter. 140 Seiten mit 103 Abbild.
65. **Störungen am Kraftwagenmotor, mit einem Anhang: Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit eines Wagens.** Von E. v. Pirch. 150 Seiten mit 29 Abbildungen und 2 Tafeln.
66. **Tanks, Entstehung, Bauart u. Verwendung im Kriege.** Von Ing. R. Krüger. 125 Seiten mit 46 Abb. u. 4 Tab.

*(Weitere Bände sind in Vorbereitung)*



**Verlagsbuch-**  
**handlung 00**

**Richard Carl**  
**Schmidt & Co.**

**BERLIN W 62, Lutherstr. 14 — Tel.: 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.

**Band 2:**

**Grundzüge der praktischen Luftschiffahrt**

von Victor Silberer, Wien. 240 Seiten mit 30, zum Teil ganzseitigen Abbildungen und vielen Vignetten. Groß-Oktavformat.

**Band 3:**

**Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**

(Vergriffen. Siehe Band 14 u. 18.)

**Band 4: Die Kunst zu fliegen**

ihre Anfänge, ihre Entwicklung. Von F. Ferber †. Deutsche Übersetzung von A. Schöning. 215 Seiten mit 108 Abbildungen. (Zur Zeit vergriffen.)

**Band 5: Theorie und Praxis der Flugtechnik**

von Painlevé und Borel. Deutsche Übersetzung mit Nachträgen von A. Schöning. 256 Seiten mit 76 Abbildungen. (Vergriffen.)

**Band 6: Das Flugzeug in Heer und Marine**

von Olszewsky und Helmrich v. Elgott. 300 Seiten mit 59 Textabbildungen. (Zur Zeit vergriffen.)

**Band 7: Aeronautische Meteorologie**

von Fr. Fischli  
213 Seiten mit 49 Abbildungen, Karten und Tafeln

**Band 8: Der Fallschirm**

Seine geschichtliche Entwicklung und sein technisches Problem  
von Gustav von Falkenberg  
190 Seiten mit 83 Abbildungen im Text

**Band 9: Hilfsbuch für den Flugzeugbau**

von Dipl.-Ing. O. L. Skopik. 220 Seiten mit 44 Abbildungen.  
(Zur Zeit vergriffen.)

**Band 10:**

**Handbuch für Flugzeugkonstruktoren**

von Camillo Haffner. 270 Seiten mit 218 Abbildungen. 2. Aufl.  
(Neuaufgabe in Vorbereitung.)

(Fortsetzung nächste Seite)

**Band 11: Wie berechnet, konstruiert und baut man ein Flugzeug?**

von Dipl.-Ingenieur O. L. Skopik. 3. Auflage  
260 Seiten mit 200 Abbildungen

**Band 12: Flugzeug-Modellbau**

von P. L. Bigenwald, Ziv.-Ing. 2. Auflage  
171 Seiten mit 158 Abbildungen und Konstruktionszeichnungen

**Band 13: Fliegerhandbuch**

von k. k. Hauptmann und Feldpilot Robert Eyb. 3. Auflage.  
300 Seiten mit 224 Abbildungen

**Band 14:**

**Motoren für Luftschiffe und Flugapparate**  
von Dr. Fritz Huth. 3. Auflage. 230 Seiten mit 218 Abbildungen

**Band 15: Baustoffe und Bauteile**

von Dr. Fritz Huth. 200 Seiten mit 98 Abbildungen

**Band 16: Statik im Flugzeugbau**

von J. Schwengler, Ob.-Ingen. 200 Seiten mit 70 Abbildungen

**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

**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

**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 Textabbildungen und 5 Tafeln

**Band 21: Navigation und Seemannschaft im Seeflugzeug**

Ein Handbuch für Marineflieger von Theo E. Sönnichsen  
170 Seiten mit 52 Abbildungen und Tafeln

**Band 22: Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges**

von Dr. R. Nimfähr. 150 Seiten mit 26 Abbildungen

**Band 23:**

**Skizzenbuch für Flugzeugkonstruktoren**

von W. Weikert und G. Haenisch. Mit 40 Tafeln.

(Weitere Bände sind in Vorbereitung)

# Steffen & Heymann

LIEFERANTEN DEUTSCHER U. AUSLÄNDISCHER  
ARMEEN - MARINEN - LUFTFLOTTEN

STOCKHOLM OSAKA **Berlin** MADRID HELSINGFORS  
BARCELONA PRAG RIGA BELGRAD KANTON SHANGHAI AMSTERDAM  
ATHEN ROM KABUL

Stammhaus:

**Berlin W 50**

Taurentzienstraße 14

Fernsprecher:

Steinplatz 13034, 13035  
13036, 13037



Telegramm-Adresse:

**'Aviamotor' Berlin**

Codes: ABC

5. Edition und 5. Improved

Rudolf Mosse

Code

## Abteilung Luftfahrt

LIEFERT:

**I. FLUGZEUGE MIT SÄMTL. FLUGZEUGZUBEHÖR U. ERSATZTEILEN** z. B.

Motoren, Luftschrauben, Kühler, Instrumente, Baustoffe, Bordstationen für drahtlose Telegraphie und Telephonie, Flugzeugkamera; usw.  
Segelflugzeuge

\*

Projektierung und Ausführung

**FLUGPLATZBAUTEN:** Flughallen, Flugzeugzelte, Flugzeugwerften, Flugzeugreparaturwerkstätten usw.

**MASCHINENEINRICHTUNG VON FLUGPLATZANLAGEN,** Werkzeugmaschinen, Kraftzentralen, Motoren-Prüfstände, Tankanlagen, Chemische Laboratorien, Übungsgeräte usw.

**HAFENSTATIONEN FÜR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE U. TELEPHONIE USW.**

**Abteilung: Heeresgerät**

**Abteilung: Optik und Vermessung**

**Abteilung: Industriebedarf**

**Abteilung: Sanitätswesen**

**Abteilung: Nachrichtenmittel**