

## AMTLICHES ORGAN DES „DEUTSCHEN FLIEGERBUNDES“

Herausgeber: Deutscher Flieger-Bund,  
Charlottenburg. Successtr. 31.  
Schriftleitung: Wartenburg.  
Charlottenburg, Rothenstr. 7.  
Fernspr.: Steinplatz 6462.

Technische Zeitschrift für das gesamte Flugwesen

Charlottenburg, 20. September 1917

Verlag des „Flug“ Berlin W. 35.  
Am Karlsbad 23.

Bezugspreis: Jährl. 10 M.  
einschl. freier Zusendung.

### Und ist es aus, wo wirst du steh'n?

Hör: Deutschland geht den schwersten Schritt  
Und gibt sein Bestes hin.  
Du bleibst zurück, du kommst nicht mit?  
Was hast du nur im Sinn?

Du klagst, du würdest nicht mehr satt,  
Und regst nicht mehr die Hand;  
Und fluchst und gibst dich kampfesmatt  
Und sprichst: „Was Vaterland!“

Und ist es aus: Wo wirst du steh'n? —  
Nach deinem Jammergang  
Mag dich das Vaterland nicht sehn!  
Der stolzen Fahnen Siegeswehn —  
Wird's nicht dein Grabgesang?

Karl Igen.

## Der Einfluß der Flügelform auf die Flugart der Vögel.

Von Gustav Lilienthal.

Die Form der Vogelflügel hat auf die Flugart der Vögel einen größeren Einfluß, als allgemein angenommen wird. Erhöpfend läßt sich dies Thema in einer kurzen Abhandlung nicht besprechen. Es sollen daher nur die Hauptmerkmale hervorgehoben werden, welche den Ruderflug und Segelflug bedingen.

Der vor uns auffliegende Sperling und die zum Schlag vom Hofe auffliegende Taube erheben sich mit lebhaften Flügelschlägen. Die Tauben verursachen hierbei ein klatschendes Geräusch, weil beim Aufschlag, wie beim Niederschlag, sich die Flügel spitzen berühren, so stark ist der Anschlag der Flügel.

Dieser Flug mittels kräftigen Flügelschlägen findet eine Grenze, wenn der Vogel in einem engen Raum, wie etwa einem Lichthöchst von 2 m Seitenlänge die Höhe erreichen will. Es ist dies dem Vogel nicht möglich, weil hierbei die für Erzeugung des nötigen Luftwiderstandes erforderliche Vorwärtsgeschwindigkeit nicht erreicht werden kann.

Ein gleiches Unvermögen zum Fliegen droht dem Vogel, wenn ihm an jedem Flügel je drei der Haupt schwungfedern genommen werden. Der Vogel hat damit ein vortreibendes Glied eingebüßt, da ohne genügenden Vortrieb auch der Auftrieb des Flügelschlagens an Wirkung verliert. Die Schwungfedern sind der Propeller des Vogels.

Wer auch nur oberflächlich den Flug eines größeren Vogels beobachtet, findet, daß die die Flügel spitzen bildenden Schwungfedern im Fluge gespreizt stehen. Der Vate hält diese Schwungfederstellung für eine Art Ventillappeneinrichtung und nimmt an, daß sich die Federn nur beim Aufschlag voneinander trennen, um die Luft hindurchzulassen. Beim Niederschlag sollen sich die Federn dann dicht aneinanderlegen, um so recht wirkungsvoll den hebenden Luftwiderstand zu erzeugen. Diese Ansicht ist irrig. Die Schwungfedern stehen beim Auf- wie beim Niederschlag gespreizt, beim Niederschlag eher noch mehr als beim Aufschlag, ja auch beim Segelflug behalten sie die gespreizte Stellung. Die Propellerwirkung der Schwungfedern wird durch Fig. 1 erläutert. Sie zeigt die Ansicht einer Kondor-Feder und Querschnitte durch die Spitze des auf- und niederschlagenden Flügels. Die Kiele der Schwungfedern sind auf den Fingerknöchen in Taschen gelagert und hierin bis zu einem gewissen Grade drehbar in der Längsachse des Kieles. In Stellung werden sie erhalten durch Bänder, welche mit dem Kiel verwachsen sind und mehr oder weniger durch einen besonderen Muskel gespannt werden können. Vom aero-dynamischen Standpunkte wäre es von außerordentlicher Wichtigkeit, zu wissen, ob die Federn willkürlich vom Vogel in die günstige Lage ge-

bracht werden oder durch den Luftdruck ihre Drehung erhalten. Ich bin der Ansicht, daß die Drehung beim Niederschlag durch den Luftdruck geschieht, aber durch den Muskel begrenzt wird, während beim Aufschlag die Drehung durch den Muskel direkt bewirkt wird. Beim Niederschlag muß der Hinterrand der Fähne höher liegen als die Vorderkante. Beim Aufschlag dagegen ist es umgekehrt.

Die Bewegung des Flügels ist während des Fluges nicht nur auf und nieder, sondern auch vorwärts. Der Flügel bewegt sich daher in einer Wellenlinie. Die Schlagbahn des Flügels ist beim Niederschlag schräg abwärts. Die Federn erzeugen hierdurch einen starken Vorwärtszug, wovon man

zwischen dem Auf- und Niederschlag, man kann dies bei Möven deutlich beobachten. Die Hauptfedern des Ober- und Unterarmes stehen niemals gespreizt oder zeigen während des Fluges eine Durchsicht, vielmehr liegen sie auch beim Aufschlag des Flügels geschlossen nebeneinander, so daß die Hinterrante des Flügels eine ungebrochene Linie darstellt.

Um die Verdrehung der Schwungfedern zu ermöglichen, dürfen sich die Fähnen nicht gegenseitig berühren, sondern sie müssen gespreizt stehen. Die Spreizung tritt von da ein, wo die obere Deckfederlage abschließt.

Die Schwungfeder spreizung finden wir bei allen kleineren Vögeln mit Ausnahme der Kolibri und

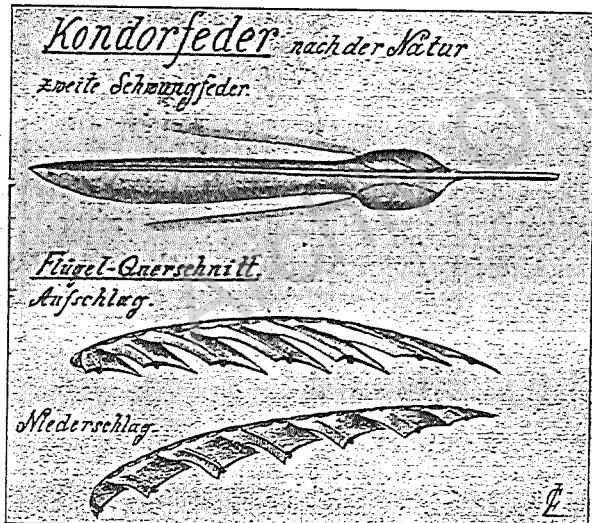


fig. 1.

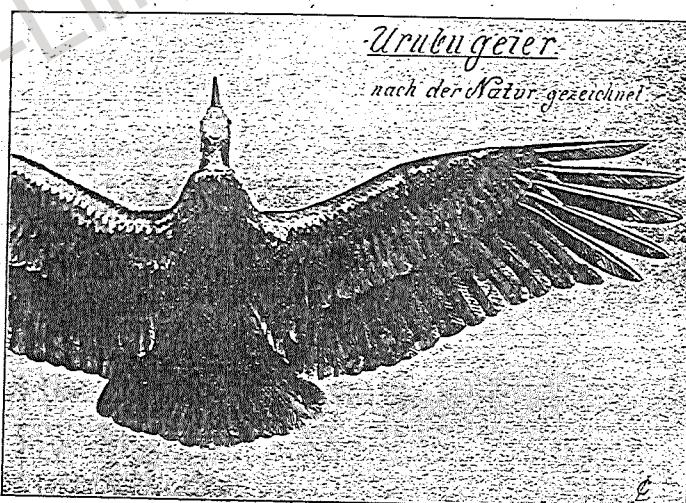


fig. 2.

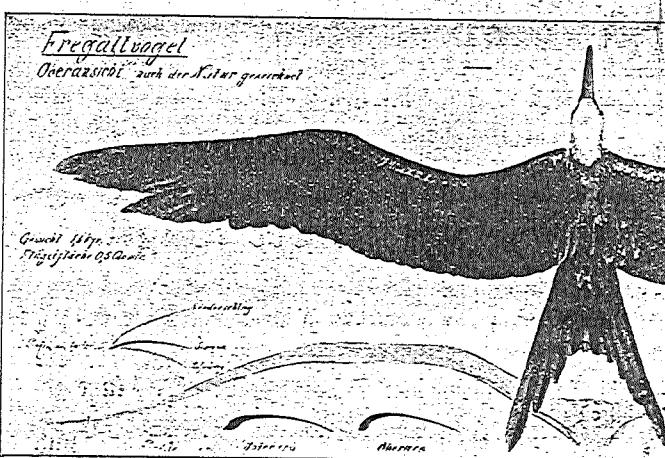


fig. 3.

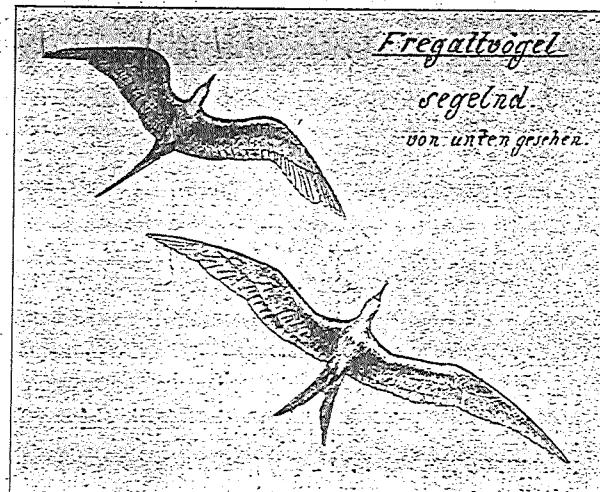


fig. 4.

sich leicht überzeugen kann, wenn man mit einem Lineal in schräger Lage herunterschlägt. Beim Aufschlag stellt der Vogel den Flügel und noch mehr die Schwungfeder in die Richtung der aufwärts steigenden Schlagbahnen. Unter diesen Umständen erhalten seine Schwungfedern aber auch noch Auftrieb, also Druck von unten. Es liegt also kein Bedürfnis für eine Ventilkappenwirkung vor.

Der Vogel kann auch die Federn des Ober- und Unterarmes um ihre Längsachse verdrehen. Da die Federn des Ober- und Unterarmes auch während des Fluges eine starke Längskrümmung haben, so bewirkt eine Drehung der Federn eine Änderung des Profils und zwar eine Abflachung. Die Fähnen sind elastisch genug, um sich trotz der Verdrehung flach aneinander legen zu können durch den von unten wirkenden Luftdruck. Der Vogel bewirkt durch die Abflachung eine Anpassung an die Geschwindigkeit des Fluges. Auch der ganze Flügel verdreht sich

der Schwäbeln. Von den größeren Vögeln fehlt dieselbe bei den Seevögeln. Hervorragend ausgebildet ist sie bei den Hühnervögeln, deren dicker Kumpf eines besonders kräftigen Vortriebs bedarf. Sumpf- und Staubbögel haben eine ausgeprägte Schwungfeder spreizung. Fig. 2. Die Flügel der Schwäbeln und Seevögeln zeichnen sich durch besondere Länge aus, ich nenne diese Vögel ohne Schwungfeder spreizung daher Langflügler im Gegensatz zu den Breitflüglern mit Schwungfeder spreizung. Bei den Langflüglern wirkt der ganze Flügel wie eine einzige Schwungfeder. Er dreht sich zwischen Auf- und Niederschlag in ausreichendem Maße um seine Längsachse, so daß beim Niederschlag Auftrieb und Vortrieb erzeugt wird, während beim Aufschlag geringerer Auftrieb aber auch etwas Rückwärtsdruck entsteht. Dieser Rückwärtsdruck ist am stärksten, wenn der Vogel bei Windstille fliegt, er kann aber durch Zurückslegen der Flügel spitzen beim

Auflschlag vermindert werden, allerdings auch auf Kosten des gleichzeitig entstehenden Auftriebs. Der Vogel erzeugt daher durch einen größeren Auflschlag der Flügel im Ganzen größeren Auftrieb und legt beim Auflschlag die Flügelhand stark rückwärts, wie es Momentaufnahmen Marehs zeigen. Diese bekannten Aufnahmen Marehs haben leider zu der Annahme geführt, als flöge der Vogel immer in dieser Weise. Dies ist keineswegs der Fall. Es liegt hierfür kein Bedürfnis vor, wenn ein genügend starker Wind weht. Der Vogel erhält dann durch den Niederschlag einen so ausreichenden Vortrieb, daß er den Rückwärtsdruck des Auflschlags in den Raum nehmen kann, besonders da bei Wind die Druckrichtung des Luftwiderstandes mehr als  $30^\circ$  weniger gerichtet ist. Die Versuchstiere Marehs flogen in einem windgeschützten Raum und geängstigt beschleunigten sie den Flug soviel als möglich, sie waren daher genötigt, die Hand beim Auflschlag stark zurückzulegen.

Bei im Wind rudernden großen Seebögeln konnte ich ein Zurücklegen beim Auflschlag nie beobachten,

glaubt vielfach, daß der Segelflug an der Beschreibung einer Kreis- oder Zyklidenbahn gebunden sei, weil Vögel, welche ihren Flug nicht weit von ihrem Standort entfernen wollen, kreisen. So sehen wir Störche kreisen in der Nähe ihrer Nester und auch Raubbögel, wenn sie auf ihrem Revier nach Beute ausspähen. Möven, welche zur Zeit der einlaufenden Flut die Watten auffuchen, kann man kreisen sehen, wenn die Flut verspätet einläuft. Sie ändern ihre Flugart zum eiligen Ruderflug, wenn der erste Schaumstreifen am Horizont erscheint. Die Erklärung des Segelfluges durch das Kreisen ist schon insofern hinfällig, als die Segler weit häufiger im geraden Fluge sich bewegen. Man denke nur an die das Schiff tagelang begleitenden Mövenschwärme.

Andere Erklärungen stützen sich auf die Annahme, daß die Differenzen in der Windgeschwindigkeit dem Vogel die Energie liefert, um sein Gewicht zu heben und noch Vortrieb zu geben. Ein Nachweis, wie eine solche Kräftewirkung sich aus der Geschwindigkeitsdifferenz ergeben soll, ist mehrfach

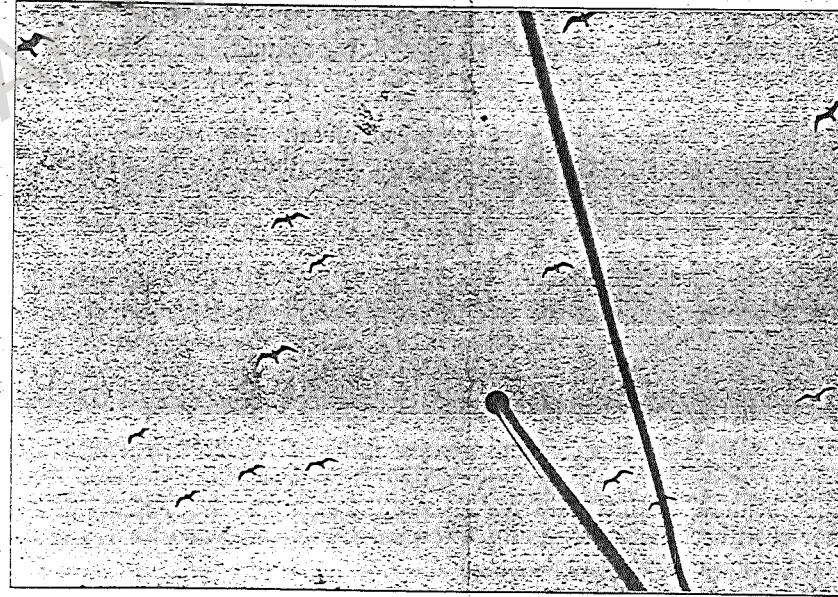


Fig. 5.

auch an hunderten von Momentaufnahmen trat dieselbe nicht in Erscheinung.

Beim Fregattvogel Fig. 3 habe ich bemerkt, daß zwischen den Schwungfedern und den ersten Handfedern eine Lassung gelegentlich eintritt. Dies bewirkt aber nur eine Vergrößerung der Flügelfläche an der sonst sehr schmalen Spitze. Diese Flächenvergrößerung wird auch einseitig ausgeübt, wenn der Vogel in einer Kurve beim Segeln liegt, Fig. 4 und zwar bei dem nach außen gerichteten Flügel. Er wird hierdurch an der Außenseite angehoben, während der an der Innenseite der Kurve liegenden Flügel etwas eingezogen wird und eine Senkung veranlaßt. Dies Manöver ist nötig, da der Vogel in der Kurve schräg liegen muß. Unsere Flugzeuge erreichen dies durch die von Gebr. Wright zuerst angewandte Verwindung der Flügelspitzen. Die Verwindung bedingt aber gleichzeitig eine Vermehrung des Rückwärtsdruckes, also Hemmung der Geschwindigkeit und hiermit auch Verminderung des Auftriebs. Beides tritt beim Vogel nicht ein, weshalb er dem Flugzeug überlegen ist.

Die vollendete Flugart, der „Segelflug“ wird von Langflüglern und einigen Breitflüglern ausgeübt. Während alle Langflügler segeln können, sind nur die größeren Breitflügler hierzu befähigt.

Der Flug mit bewegunglosen Flügeln wird in der verschiedensten Weise zu erklären gesucht. Man

versucht, aber immer nur hat man den Auftrieb errechnen wollen ohne Rücksicht auf den sehr notwendigen Vortrieb, niemals aber hat man in Rechnung gezogen, daß der Vogel nicht nur gegen den Wind, sondern auch in jeder beliebigen Richtung zu dem Wind segeln kann, sogar auch mit der Windrichtung. In einem solchen Fall überholt der Vogel den Wind, so daß der Unterschied in der Geschwindigkeit des Windes für den Vogel in umgekehrtem Sinne eintritt als die schönste Beweisführung zur Voraussetzung gemacht hat. Tatsache ist nun, daß die Vögel den Segelflug nur in solchen Höhen oder an solchen Orten ausüben, wo der Wind möglichst gleichmäßig ist, also dort, wo die Luftströmung nicht durch Bodenunebenheiten gestört wird. Dies ist auf dem Lande in größerer Höhe und auf der See auch in niederen Lagen der Fall.

Die hinfälligste aller Erklärungen ist wohl die Zittertheorie, welche von der Annahme ausgeht, daß der Vogel überhaupt die Flügel nicht unbewegt hält, sondern ganz kleine Zitterbewegungen macht, welche dem Beobachter entgehen. Abgesehen davon, daß durch minimale Bewegungen auch nur minimale Arbeit geleistet werden kann, so spricht sich schon Darwin hiergegen aus, indem er hervorhebt, daß sich die Flügel des Kondors nicht unverwischbar von dem blauen Himmel abheben könnten, wenn eine Zitterbewegung stattfände. Ich möchte dem noch

hinzufügen, daß dann auch ein summendes Geräusch entstehen würde, wie bei den Mücken oder Fliefern, was doch keineswegs der Fall ist.



Fig. 6.

Die aufsteigenden Ströme, welche über stark erwärmtem Gelände auftreten, erleichtern wohl das Segeln, sind aber nicht unbedingt erforderlich, da die Vögel bei jeder Wetterlage, bei Tag und bei Nacht segelnd angetroffen werden können.

Während bei einem Schwarm bei Windstille flie-

gender Möven die Flügelstellungen voneinander abweichen, Fig. 6, lassen die bei Wind segelnden Möven, Fig. 5, eine scharfe Gesetzmäßigkeit in ihrer Stellung zur Windrichtung und in ihrer Flügelhaltung erkennen.

Für mich liegt die Erklärung des Segelfluges in der Flügelform. Ich behaupte, daß diese wesentlich abweicht von der Flügelform nicht segelnder Vögel. Es muß aber auch ein Wind wehen, der die Kraftquelle gibt zur Überwindung der Schwerkraft und zur Erzeugung des Vortriebes.

Bei schwachem Winde ist der Segelflug langsamer als bei starkem Wind. Bei einem Wind von 6 m überholst der Dampfer die segelnde Möve, so daß diese, um in der Nähe des Schiffes zu bleiben, von Zeit zu Zeit Flügelschläge einzulegen muß, die sie wieder etwas voreilen lassen, dann stellt sie die Arbeit ein und bleibt wieder langsam zurück, wobei sie gierig nach den Abfällen auslugs, die von Zeit zu Zeit über Bord geworfen werden. Die Vögel halten sich naturgemäß hinter dem Schiff und an der vom Wind abgefehrten Unterseite auf, weil an dieser Seite der Rechricht und die Küchenabfälle herausgeworfen werden. Oberflächliche Beobachter haben daher geglaubt, die Vögel könnten nur an dieser Seite hinter dem Schiff segeln.

Auch der Engländer Dr. Hankin, dessen Flugbeobachtungen an den großen Raub- und Sumpfvögeln Indiens ein dieses Buch ausfüllen, versäßt in diesen Fehler, obgleich er zu meiner Verwunderung an einer anderen Stelle ausführen muß, daß er Möven auch in weiterer Entfernung vom Schiff und in größerer Höhe hat segeln gesehen.

(Fortf. folgt.)

## Der Flieger und das Wetter.

Die Erfahrungen dieses Krieges haben gelehrt, daß das Flugzeug unserer Tage bei jedem Wetter geflogen werden kann, dennoch werden Witterungsunfälle, genau wie bei der Seefahrt, auch für die Luftfahrt stets eine gewisse Gefahr in sich schließen. Das Flugzeug schwimmt in der Luft, wie das Schiff auf dem Wasser, und wie der erfahrene Seefahrer alle Tücken und Eigenheiten des Weltmeeres bis ins Kleinste kennen muß, um den Ozean sicher durchqueren zu können, so ist es erste Aufgabe des Fliegers, das Luftmeer kennen zu lernen. Nicht der Wind oder der Sturm an und für sich ist der Feind des Fliegers, sondern die Art wie er durch Temperaturreinflüsse von Sonne und Erde beeinflußt wird. Deshalb ist es auch verkehrt, anzunehmen, daß ein völlig wolkenloser Himmel und Sonnenschein stets das beste Wetter zum Fliegen ist, oft ist gerade an solchen Tagen das Wetter „böig“, d. h. Schwankungen der Windgeschwindigkeit machen dem Flieger viel zu schaffen. Am ruhigsten ist die Luft, wenn die Sonnenstrahlen noch nicht oder nicht mehr die volle Wirkung haben, also am Morgen und am Abend oder wenn eine gleichmäßige Wolkenstich den Himmel bedeckt.

Alles das muß der Flugzeugführer wissen. Deshalb werden an allen Militärfliegerchulen neben der praktischen Ausbildung im Flugzeug theoretische Unterrichtskurse in der Meteorologie abgehalten. Das Studium der Wetterkarte ist für den Flugzeugführer ebenso wichtig, wie das Studium der Landkarte für den Beobachter. Man hat deshalb über ganz Deutschland einen regelmäßigen Wetterdienst eingerichtet. Das Meteorologische Institut in Berlin dient mit seinem Netz von Stationen erster bis dritter Ordnung und von Regen- und Gewitterstationen in erster Linie der wissenschaftlichen Erforschung des

Luftmeeres. Der öffentliche Wetterdienst dient besonders durch Herausgabe der Wetterkarten und Wetteransagen der See- und Luftfahrt, aber auch der Landwirtschaft und der Industrie. Die Wettermeldungen werden chiffriert telephonisch und telegraphisch weitergegeben. Auch an allen Fliegerchulen sind Wetterstationen eingerichtet, die täglich mehrfach telephonisch miteinander in Verbindung stehen und gegenseitig die örtliche Wetterlage austauschen. So ist es möglich, den Fliegern stets von drohenden Wetterumschlägen Nachricht zu geben, sie bei großen Überlandflügen rechtzeitig zu warnen und ihnen die Wetterlage für den ganzen Luftweg im voraus mitzuteilen.

Die meteorologische Wissenschaft, die aus der Erforschung der freien Atmosphäre mittels bemannter Luftfahrzeuge den größten Nutzen auch für die bessere Ausgestaltung der Wettervorhersage gezogen hat, leistet jetzt der Luftfahrt Gegenleistungen, indem sie Witterungsumschläge zu rechter Zeit, ja, im Notfalle sogar auf drahtlosem Telegraphischen Wege während der Fahrt anzugeben vermag. Es ist nicht uninteressant zu wissen, daß die meteorologische Wissenschaft ihre Kenntnis der Atmosphäre in erster Linie der Luftfahrt verdankt. Durch viele Hunderte von flugtechnischen Aufzeichnungen mit Anwendung von Drachen, von bemannten Ballons und von frei-schwingenden Registrierballons ist z. B. der Nachweis erbracht worden, daß die Abnahme der Temperatur bis zu 11 000 m Höhe eine Grenze von fast  $-60^{\circ}\text{C}$  erreicht, eine Tatsache, die vordem zweifelhaft war.

Großer Verdienst gebührt endlich den deutschen Feinmechanischen Fabriken, die es verstanden haben, dem Wetterdienst die notwendigen, subtilen Apparate zur Verfügung zu stellen, die dieser zur Lösung seiner Aufgabe bedarf. Dieser prophylaktische Wetter-

# FLUG

## AMTLICHES ORGAN DES „DEUTSCHEN FLIEGERBUNDES“

Herausgeber: Deutscher Flieger-Bund,  
Charlottenburg, Suarezstr. 31.  
Schriftleitung: Lt. Wassermann.  
Charlottenburg, Roscherstr. 7.  
Fernspr.: Steinplas 6462.

Technische Zeitschrift für das gesamte Flugwesen

Charlottenburg, 30. September 1917

Verlag des „Flug“ Berlin W. 33.  
Um Karlsbad 23.

Bezugspreis: Jährl 10 M.  
einschl. freier Zusendung.

### Der Einfluß der Flügelform auf die Flugart der Vögel.

Von Gustav Lilienthal.

(Fortsetzung.)

Um eine Erklärung für den Segelflug durch die eigenartige Form der Flügel zu begründen, muß ich zunächst auf eine eigentümliche Wirkung des Windes aufmerksam machen, welche durch Versuche im Windkanal der aero-dynamischen Laboratorien nicht nachgewiesen werden kann, und daher von den Vertretern dieser Anstalten in Abrede gestellt wird. Diese Eigentümlichkeit der Windwirkung besteht darin, daß schwelende Körper im Wind einen Auftrieb erfahren.

Schon Anfang der 80er Jahre haben wir Brüder festgestellt, daß im Wind horizontal schwin-

gend zwar dahin, wo die Reibung geringer ist, also nach der Mitte des Stromlaufs.

Auf atmosphärische Verhältnisse angewendet, muß demnach ein durch das Gewicht nicht behinderter Körper nach oben abgetrieben werden, weil nach der Erdoberfläche die Geschwindigkeit des Windes durch die Reibung behindert ist. Wie jedem bekannt ist, nimmt die Geschwindigkeit des Windes in Erdnähe beträchtlich ab. Wie hoch der Auftrieb über der Erde sich äußert, ist bis jetzt noch nicht bekannt, doch hat Prof. Angot in Paris auf der obersten Plattform des Eiffelturms denselben noch festgestellt, und zwar während der Dauer eines ganzen Jahres. Er erhielt bei mittleren Winden genau wie wir einen Auftrieb von  $3-4^{\circ}$ , nur in den windstarken Monaten stieg der Winkel bis auf  $5\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Wird eine ebene Fläche in ruhender Luft bewegt, oder im Windkanal einem Gebüschstrom von mäßiger Geschwindigkeit ausgesetzt, so zeigt sie keinen Auftrieb. Eine schwach gewölbte Fläche dagegen, auch wenn sie mit Hinter- und Vorderkante gleich hoch liegt, erhält Auftrieb und stellt sich, wenn sie frei schwelen kann, in einen Winkel von  $3^{\circ}$  mit der Hinterkante höher. Es war dies unsere Entdeckung, welche noch heute die Grundlage aller Flugzeugkonstruktionen bildet.

Wird die gewölbte Fläche aber dem freien Winde ausgesetzt, so stellt sie sich aber in einen Winkel von  $6\frac{1}{2}^{\circ}$ , also  $3\frac{1}{2}+3^{\circ}$  nach oben ein, sie wirkt also erheblich günstiger als eine ebene Fläche.

Ich habe mich lange bemüht, eine Flächenform zu finden, welche noch größeren Auftrieb im Winde erfahren würde. Ich griff hierbei auf meine Beobachtungen in Wasserläufen zurück und hatte gefunden, daß breite Brettsstücke weit schneller die Mitte der Strömung erreichen, als lange, dünne Stäbe. Ich folgerte hieraus, daß eine gewölbte Fläche mit verdickter Vorderkante einen größeren Auftrieb erhalten würde als eine dünne gewölbte Fläche. Die hierüber angestellten Versuche haben dies bestätigt. Auf einem quer zum Winde gespannten Draht waren die verschiedenen Versuchsfächen in Abständen von 2 m gelagert, Fig. 8. Die Flächen sind an Latten

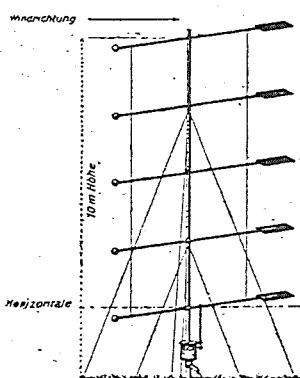


Fig. 7.

gende Fäden, aus ebenen Flächen bestehend, vom Wind angehoben werden und sich durchschnittlich in einem Winkel von  $3-4^{\circ}$  über dem Horizont einstellen, Fig. 7 (veröffentlicht im „Vogelflug 1889“. R. Oldenbourg's Verlag, München). Die Errscheinung beruht auf dem Gesetz, daß schwimmende Körper nach dem Zentrum der größten Geschwindigkeit abgetrieben werden. Man erkennt dies deutlich an der Abtrift nach der Mitte wenn in fließendes Wasser schwimmende Körper in der Nähe des Ufers hineingeworfen werden, die dann nach der Mitte abtreiben. Die durch das Gefälle bestimmte Stromgeschwindigkeit wird am Boden und an den Ufern durch die Reibung behindert oder gestaut. Infolge dieser Stauung müssen die nachdringenden Wasserteile ausweichen

festigt, welche an einem Ende mit einem Gegen gewicht belastet sind, so daß die Latten mit der Fläche im windgeschützten Raum im Gleichgewicht liegen. Dem Winde ausgesetzt hebt sich die ebene Fläche ganz rechts wieder  $3\frac{1}{2}^{\circ}$ , die dünne gewölbte Fläche  $6\frac{1}{2}^{\circ}$  und die dicke gewölbte Fläche auf  $16^{\circ}$ . Selbst eine runde Trommel, die zweite rechts, erhielt starken Auftrieb. Hierin lag ein deutlicher Finger zeig, die Wirkung der Flügel zu verbessern. Die Lage der Flächen ist fortwährend etwas auf und nieder schwankend. Die durchschnittliche Lage müßte daher durch ein Dauerdiagramm mittels Indikator aufgezeichnet werden. Die Indikatoren waren in den Erdboden eingelassen. Durch die auf eine Papierrolle aufgezeichneten Kurven konnte die durch schnittliche Richtung der Fäden über der Horizon

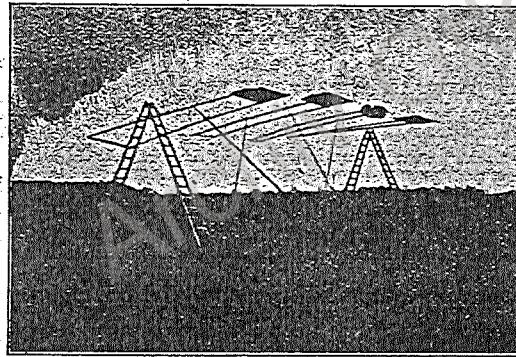


fig. 8.

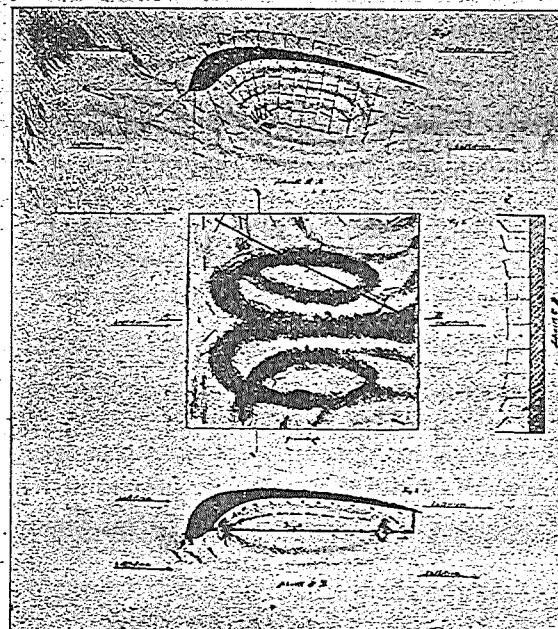


fig. 9.

talen während der Dauer von 10 Minuten leicht festgestellt werden. In etwas abweichender Weise ist eine Messung des Auftriebs einer Fläche von vogelflügelartigen Profil im freien Seewind ausgeliefert. Der Indikatorstift zeichnet hierbei auf eine Scheibe von 1 m Durchmesser, welche gleichmäßig langsam gedreht wird, Kurven auf. Die Scheibe wurde zehnmal herumgedreht. Das so entstandene Diagramm hatte eine Länge von zirka 20 m. und wurde in der Zeit von 10 Minuten aufgenommen. Aus der Entfernung der ausgleichenden Kreislinie von der inneren Kreislinie, welche die horizontale Lage der Fläche entspricht, ergibt sich ein Winkel von  $13^{\circ}$  aufwärts. Die Energie menge, welche der Wind auf die Flächen ausübt, muß in jedem Fall dieselbe gewesen sein, sie wird bestimmt durch den Sinus des Winkels von  $3\frac{1}{2}^{\circ}$

des Auftriebwinkels der ebenen Fläche, die größere Erhebung der dicken, gewölbten Fläche kann daher nur die Folge der Profillinie sein. Ich entschloß mich daher, zu untersuchen, welchen Weg die über oder unter der Fläche fortstreichende Luft nimmt, besonders, da es mir aufgefallen war, daß die Flügel der segelnden Vögel hervorragend dicke Bordränder haben.

Herr Geheimrat Braun, Direktor des natur historischen Museums gestattete mir, Messungen an einigen thypischen Vögeln vorzunehmen, welche ich später durch Messungen an frisch erlegten Vögeln vervollständigte. Ich fand hierbei folgende Werte für die Flügeldicke im Verhältnis zur Flügelbreite und der Länge der dicken Flügelteile, also von der Schulter bis zum Handgelenk, zur ganzen Flügellänge:

Tabelle der Flügeldicke zur Flügelbreite und der Flügellänge bis zum Handgelenk zur ganzen Flügellänge.

	Am Oberarm	Am Unterarm	Länge bis zum Handgelenk
Hasan	1:20	1:30	0,4
Brandgans	1:17	1:15	0,35
Krähe	1:13	1:20	0,4
Utrubie	1:10	1:17	0,5
Milan	1:8	1:14	0,5
Schwan	1:7	1:13	0,6
Steinadler	1:5 $\frac{1}{2}$	1:12 $\frac{1}{2}$	0,66
Pelikan	1:6	1:13	0,7
Fregattvogel	1:6 $\frac{1}{2}$	1:10	0,7
Condor	1:6 $\frac{3}{4}$	1:8 $\frac{1}{4}$	0,7
Albatros	1:5	1:8	0,75

Es wäre sehr wünschenswert, festzustellen, ob die Vögel durch die Luftsäcke ihre Form und besonders ihr Querprofil am Ober- und Unterarm verdicken können. Möglich könnte dies sein, da sowohl längs

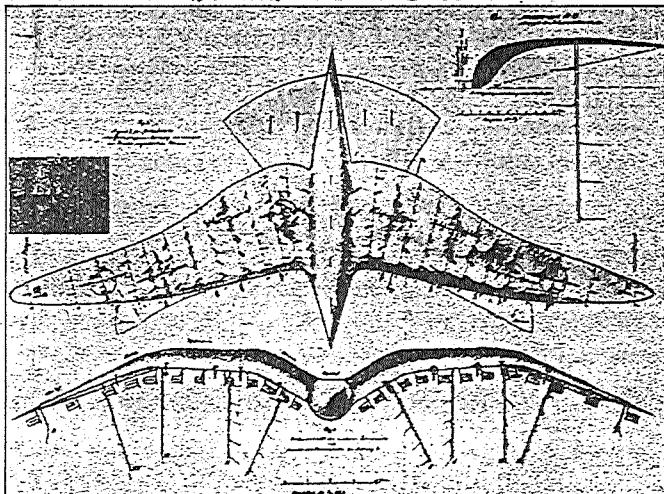


fig. 10.

des Oberarmknochens, sowie Ellenbogens und Speiche des Unterarmgliedes Luftfläche liegen.

Der herrliche Flug der Fregattvögel, über dem Hafen von Rio veranlaßten mich, bei einem längeren Aufenthalt dort meinen Vorsatz zum Studium des Stromlinienverlaufs bei der Bewegung vogelflügelartiger Flächen auszuführen. Anfangs durch Modelle, welchen einen Flügelausschnitt, Fig. 9, vom Unterarm und später einen ganzen Vogel darstellen, Fig. 10, konnte ich feststellen, daß bei einer Bewegung des Modells mit einer Geschwindigkeit von 6—8 ms, wenn die Bordränder mit der Hinterkante in gleicher Höhe lag, oberhalb des Modells die Luft gleichmäßig der Oberflächenkrümmung folgte. Unterhalb des Modells trat aber eine Wirbelsbildung ein und zwar floß die Luft von der Flächenhinterkante nach vorne, dann nach unten um-

biegend rückwärts laufend und dann wieder umkehrend aber gleichzeitig seitwärts abweichend und wieder vorströmend. Ich konnte diesen Vorgang durch angestellte Kartonschalen an Nadeln drehbar einwandfrei feststellen. Eingehend beschrieben im Flugsport 2. Jahrgang?

Die seitliche Abweichung, (siehe die Pfeilrichtung in Fig. 10) der wirbelnden Luft geschieht von dem Unterarmgliede aus teilweise nach dem Kumpf und teilweise nach der Spitze zu. Man stelle sich die Luftströmung vor wie sich die Hörner des Widderwinds winden, ich bezeichne die Erscheinung daher als Widderhornwirbel.

Obgleich durch die Centrifugalwirkung der wirbelnden Luft auch das Unterarmglied Auftrieb erhält, was ich durch besondere Messung feststellen konnte, so muß doch die Stellung des Oberarmgliedes und die Flügelspitze zu der seitlichen Strömung des Wirbels von Bedeutung sein. Beobachtungen an segelnden Vögeln zeigten, daß der Oberarm schräg aufwärts und die Spitze schräg abwärts gerichtet ist. Durch die seitliche Strömung müssen sie daher Auftrieb erhalten. Es tritt hierbei dieselbe Drachenwirkung ein, wie bei den Flugzeugen, nur mit dem Unterschied, daß beim Flugzeug der entstehende Auftrieb gleichzeitig um mehrere Grade rückwärts gerichtet ist, also auch Rückwärtsdruck erzeugt, während beim Vogelflügel diese Abweichung von der Senkrechten rechtwinklig zur Bewegungsrichtung liegt, es kann also keine hemmende Wirkung eintreten. Erwähnt muß hierbei noch werden, daß der vorgelehrte Flügeldaumen eine Änderung der Stromlinien veranlaßt. Siehe Fig. 10. Es wird der seitliche Abfluß nach der Spitze teilweise nach vorn gerichtet, wodurch der Auftrieb vermindert wird. Das Abspreizen des Daumens bemerkt man, wenn der Vogel sich segeln will. Er läßt hierbei auch die Beine herunterhängen und hemmt damit ebenfalls die Geschwindigkeit.

Im Mittelteil der Flügel erzeugt der Vorstrom einmal durch Reibung an den unteren Deckfedern des Vorderrandes einen Vortrieb, der stark genug ist, um den Stirnwiderstand auf Kopf und Kumpf nicht zu überwinden, sondern auch einen geringen Überschuß zur Beschleunigung der Bewegung zu erzeugen. Dieser Überschuß kann sehr gering sein bei schwachen Winden. Wie ich schon bemerkte, genügt dem Vogel gelegentlich die Segelgeschwindigkeit nicht, wenn er schnell seinem Ziel zustrebt, er hilft dann mit Flügelschlägen nach. Bei Sturm dagegen habe ich den Albatros mit rasender Geschwindigkeit dahinschießen sehen. Man erkennt ein Paar der großen Vögel am Horizont und nach einer Minute schon streichen sie durch die Tafelage des stampfenden Schiffes.

Nach Deutschland zurückgekehrt, konnte ich durch das Entgegenkommen des Kriegsministeriums und der Nationalflugschule meine Arbeiten über den Gegenstand im großen Maßstab wiederholen. Ich arbeitete dabei mit großen Flächen und Modellen bis zu 20 qm im freien Seewind am Stettiner Haff. Zwischen zwei 20 m hohen Türmen war ein Seil gespannt, Fig. 11, in dessen Mitte über Rolle mit

Gegengewicht meine Modelle in Versuchsfächen aufgehängt wurden.

Den Auftrieb der Flächen konnte ich hierbei bei verschiedenen Windstärken feststellen. Auch der Vortrieb ließ sich an den freihängenden Versuchsfächen nachweisen, der selbe braucht nur wenige Gramm zu betragen, um schon von großer Wirkung zu sein, da er als Beschleunigung dauernd wirkt.

Wie sehr einige Vögel besonders der Schwan, mit seinem mächtigen Kumpfquerschnitt auf die möglichst große Erzeugung des Vortriebes angewiesen

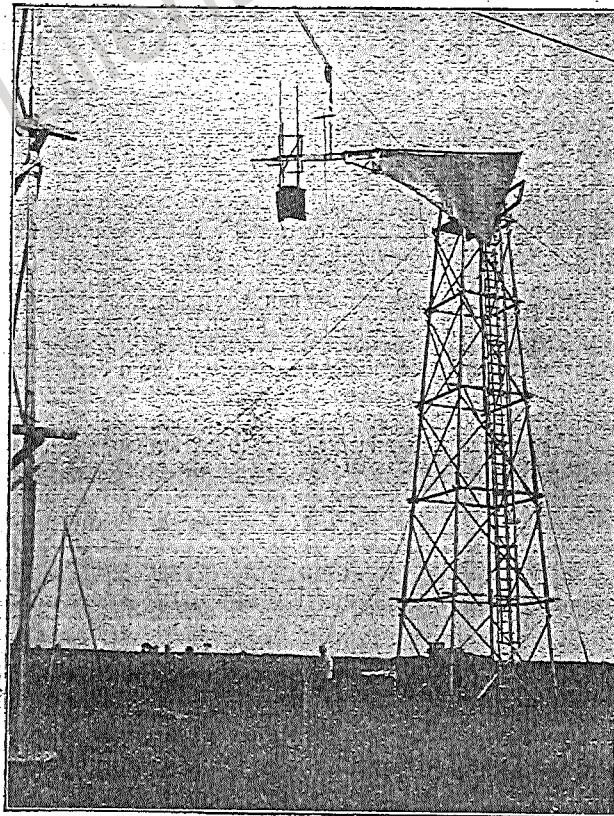


Fig. 11.

sind, geht aus der Form der unteren Deckfedern hervor, deren ausgekrüppelte Enden der vorströmenden Luft einen guten Widerhalt gewähren.

Ferner habe ich feststellen können, daß mit der Zunahme der Windstärke der hintere Drehpunkt des Wirbels mehr und mehr sich der Flügelhinterkante nähert. Die starken Winde, in denen der Albatros zu fliegen beliebt, werden den Drehpunkt der Hinterkante ganz nahe bringen. Die unteren Deckfedern erreichen daher die Länge der Hauptfedern des Ober- und Unterarms. Die Luft kann in die Lücke förmlich hineinblasen und bedeutenden Vortrieb bewirken.

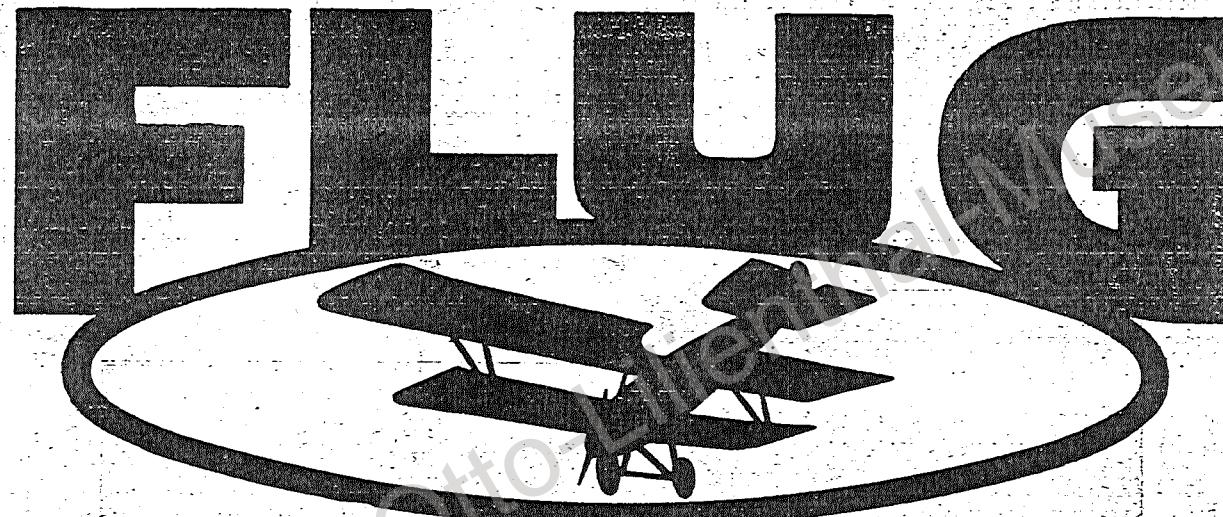
Bei segelnden Störchen habe ich durch starkes Fernrohr die Bewegung der unteren Deckfedern deutlich erkennen können. Ich habe auch meinen Beobachter hierauf aufmerksam gemacht, der gleichfalls die Bewegung feststellte. Die vorströmende Luft gegen den Federstrich rauht die Federn auf. Möglicher, daß dieses Zittern der unteren Deckfedern die Ursache zur Entstehung der Zittertheorie gewesen ist.

(Schluß folgt.)

## Das Modellflieger-Abzeichen.

Um den Bau der Flugzeugmodelle auf ernstere Arbeit zu führen und das Bauen der beliebten Stockmodelle, die doch meist nur für große Flugtreffen gebaut werden, einzuschränken, hat die Ortsgruppe Leipzig des Deutschen Fliegerbundes für seine Mitglieder Bewerbung um das Modellflieger-Abzeichen und Modellflugmeister-Abzeichen eingeführt.

Die verschiedenen Anregungen in dieser Zeitschrift, den Bau der Modelle auf ernsteren Grundlagen zu unterstützen und zu fördern, wird somit am besten entsprochen. Auch ist der äußerst rege Flugbetrieb der hiesigen Ortsgruppe auf diese Umstände zurückzuführen. Die Mitglieder unserer wohl mit zahlreichsten Ortsgruppen bauen Modelle in allen erdenklichen Ausführungen.



## AMTLICHES ORGAN DES „DEUTSCHEN FLIEGERBUNDES“

Herausgeber: Deutscher Flieger-Bund,  
Charlottenburg, Saarstr. 31.  
Schriftleitung: Lt. Watenphul  
Charlottenburg, Roßherstr. 7.  
Fernspr.: Steinplatz 6462.

Technische Zeitschrift für das gesamte Flugwesen

Verlag des „Flug“ Berlin W. 35,  
Am Karlsbad 23.

Charlottenburg, 6. Oktober 1917

Bezugspreis: Jährl. 10 M.  
einschl. freier Zusendung.

### Der Einfluß der Flügelform auf die Flugart der Vögel.

Von Gustav Lilienthal.

(Schluß.)

Die im Winde hängende Fläche, Fig. 12, einen Flügelausschnitt darstellend, zeigt deutlich die Richtung einer Anzahl angefechter Fäden. Diese zeigen von hinten nach vorn, während die an der äußersten Vorderkante in einem Abstand von 30 cm angefeckte Kontrollfahne die Richtung des Windes von vorn nach hinten angibt.

Die seitliche Abtrift nach der Spitze ist aus der Aufnahme eines großen Vogelmodells zu ersehen, Fig. 13. Obgleich der Wind mit 15 m/S gegen die Fläche bläst, steht die Fähne am Ende doch in der

dem Schwanz die Luft von hinten nach vorn strömt. In den weichen Federn des Kumpfes und den Federhosen vieler Raubvögel findet die Luft einen guten Reibungswiderstand.

Es ist oft behauptet worden, daß Flugzeug benütze das Höhensteuer im gleichen Sinne wie der

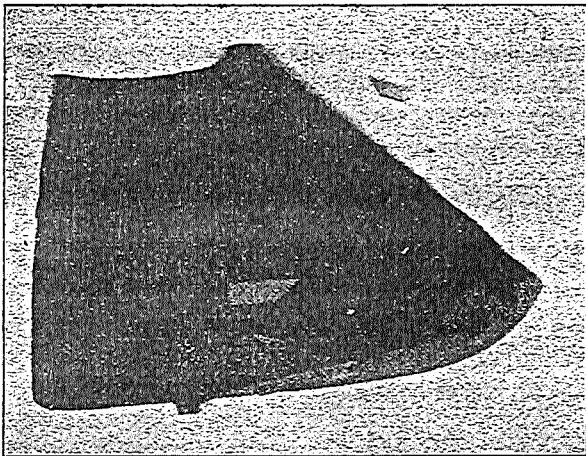


Fig. 12.

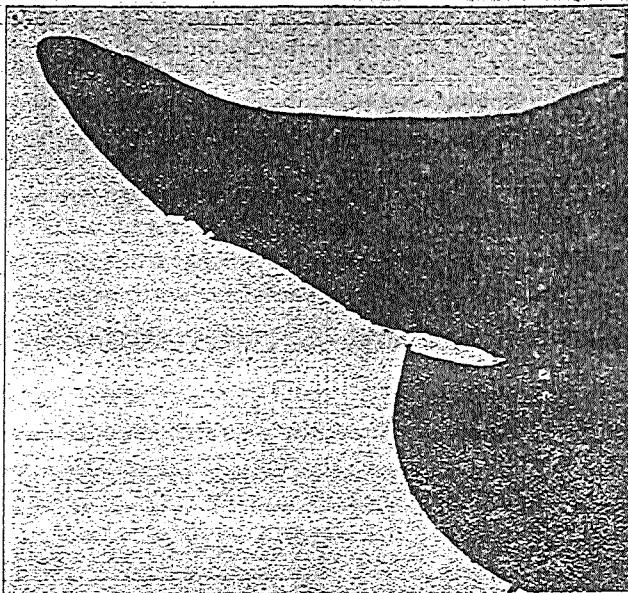


Fig. 13.

Längsrichtung des Flügels also senkrecht zur Windrichtung. Erst bei stärkeren Winden wendet die Stromrichtung etwas nach hinten. Die Vögel folgen dann durch Rückwärtsdrehung der Spitze dieser Richtung.

Andere freihängende Flächen und kleinere Vogelmodelle bei Windstärken von 8—15 m/S werden vom Wind nicht zurückgedrückt werden, sondern vielmehr nach vorn, Fig. 14, 15, obgleich unter diesen Umständen durch den gleichzeitig eintretenden Auftrieb die Versuchsstoffe fast nichts mehr wiegen.

Es soll hier noch bemerkt werden, daß auch unter

Vogel den Schwanz. Dies ist falsch. Der Vogelschwanz wirkt genau im umgekehrten Sinne. Beim Aufstieg ist der Schwanz mehr angehoben als beim Aufstieg, dies ist dadurch bedingt, daß der Schwanz auch als Tragfläche wirkt. Der Schwerpunkt des Vogels liegt hinter der Drucklinie der Flügel. Durch den Auftrieb des Schwanzes wird das Gleichgewicht hergestellt bei der mittleren Schwanzstellung. Wird der Schwanz nach unten gesenkt, so vermindert sich der Auftrieb. Die Folge ist ein Überwiegen des Flügeldruckes, also ein Heben des Vogels vorn. Bei der Hebung des Schwanzes verstärkt sich die Hebe-  
wir-

lung desselben, folglich eine Hebung hinten. Die Wirkung des Höhensteuer am Flugzeug ist genau umgekehrt. In seinem Buch „Animal flight“ hebt Hankin besonders die Bewegung des Schwanzes hervor mit der Bemerkung, daß sie gerade in umgekehrtem Sinne stattfindet als beim heutigen Flugzeug. In meinen im Wind hängenden Modellen habe ich diese Wirkung des Schwanzes schon vor mehreren Jahren feststellen können.

denkbar sei, es sei denn, die Luft entströme der Erde. Dies ist keineswegs nötig, ebenso wenig, wie das Wasser des Baches oder Mühlengerinnes dem Ufer zu entströmen braucht, um schwimmende Teile der Mitte zu treiben.

Meine Veröffentlichungen über die Umkehr der Stromwirkung unter Vogelflügen sind von der Flugzeugindustrie nicht beachtet worden. Um so mehr hat es mich gefreut, daß in Süddeutschland der

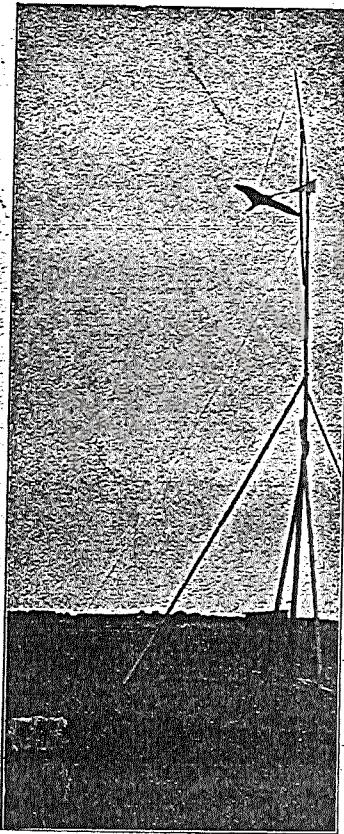


fig. 14.

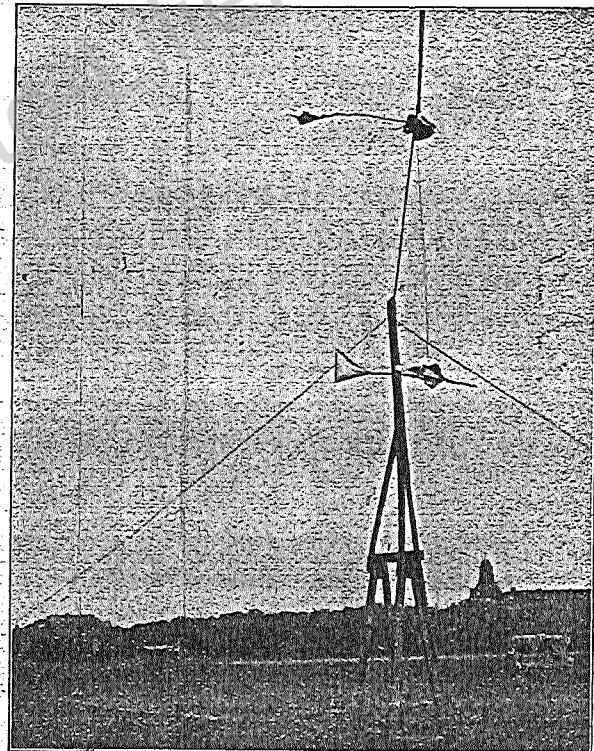


fig. 15.

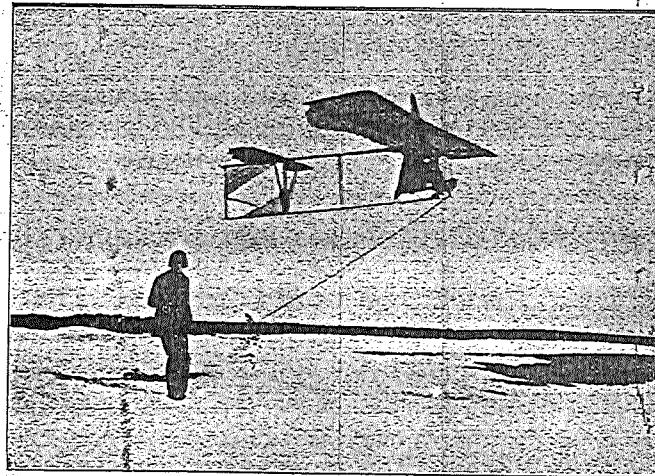


fig. 16.

Die Seitensteuerung beim Ruderflug erreicht der Vogel durch entsprechende Flügelstellung, bzw. vermehrte oder vermindernde Verdrehung der Schwanzfedern. Beim Segeln dient aber auch der Schwanz als Seitensteuer. Der Segregattvogel, legt hierbei seinen großen gabelförmigen Schwanz dachartig zusammen.

Meine veröffentlichten Beobachtungen und Maßresultate haben selbst bei den berufenen Vertretern der Wissenschaft nicht die Annahme gefunden, welche ich erwarten konnte. Man wendet sich besonders gegen meine Ausführungen über den Auftrieb des Windes, und hält mir entgegen, daß derselbe nicht

Regierungsbaumeister Friedrich Harth mit einem Flugzeug ohne Motor aber mit Flächen nach dem von mir gezeigten Querprofil von ebenem Gelände aufsteigend Flüge bis zu 500 m Länge und 40 m Höhe ausgeführt hat. Fig. 16 zeigt einen Segelflug Harths, bei dem die Halteleine nachgeschleppt werden.

Die Tragflächen des Harthschen Flugzeuges sind der Länge nach nicht gekrümmmt. Die Wirkung der Wirbelloft ist daher noch unvollkommen, auch ist kein eigentlicher Rumpf und kein vogelartiger Schwanz vorhanden. Das Flugzeug ist daher durch Verwindung der Flügelenden und Betätigung eines

Höhensteuers im Gleichgewicht zu erhalten, weshalb der Vortrieb eine starke Einbuse erhielt und die Flüge nicht sehr weit ausgedehnt werden konnten. Es ist aber zweifellos der Beweis erbracht, daß auch künstliche Flächen Segelfähigkeit besitzen können.

Die Hartthichen Segelflüge betrachte ich als eine historische Tat, geeignet, unsere Flugzeugindustrie endlich auf ein neues Gleis zu bringen und unsere Flugtechniker endlich zu überzeugen, von der Haltlosigkeit der Kreis-Turbulenz und Zittertheorie als Erklärung für den Segelflug. Durch Einführung dieser Erkenntnis in der Praxis wird man den Motor aber noch nicht zum alten Eisen werfen können. Um auch ohne Wind fliegen zu können, wird man des Motors nicht entraten können. Man wird aber die

Stärke des Motors erheblich vermindern können und selbst dann noch mehr Tragkraft und größere Geschwindigkeit erzielen, weil keine nach rückwärts gerichtete Druckkomponente mehr zu überwinden ist.

Zur vollkommenen Ausnutzung wird der Segelflug aber erst gelingen, wenn es möglich sein wird, mit denselben Flügeln, welche das Segeln gestatten, auch Flügelschläge auszuführen, die bei schwachen Winden dann das Flugzeug heben und vorwärts treiben und es Regionen zu führen, in denen die Windstärke das Segeln ermöglicht.

Ich hoffe, durch meine Ausführungen trotz der gedrängten Kürze doch die Meisterschaft der Natur bewiesen zu haben, von der wir eifrig zu lernen haben, wenn wir der Flugtechnik zu größerer Vollkommenheit verhelfen wollen.

## Zum Geleit!

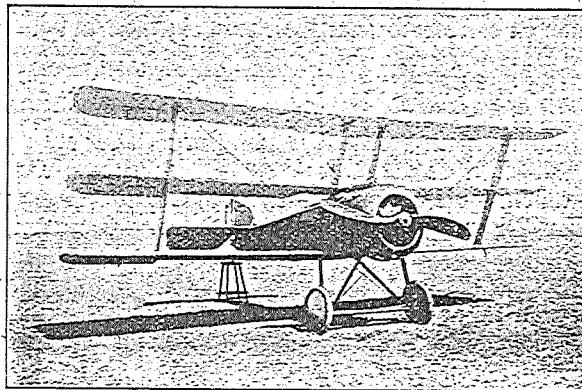
Deutsch sein heißt vor allem: seine Pflicht tun! Wer darum nicht die höchste Ehre hat, als Soldat draußen vor dem Feind sein Leben fürs Vaterland einzehn zu dürfen, der tue auf andere ihm gebotene

Art und Weise seine Pflicht und gebe, wenn er geben kann, Geld zur Kriegsanleihe, gebe, so viel er kann!

franz Grosch.

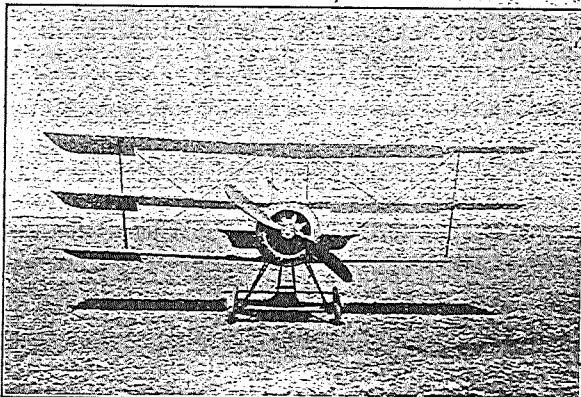
## Der englische Sopwith-Dreidecker-Kampfeinsitzer.

Die ersten Flugzeuge dieser Art tauchten im Frühjahr 1917 an der Westfront auf. Trotzdem die Engländer große Hoffnungen auf diesen neuen Typ gesetzt haben, und ihm alle möglichen Vorteile nachtrümmten, zeigt er sich doch verhältnismäßig selten und es werden monatlich kaum mehr als durchschnittlich sechs von ihnen abgeschossen.



Ihr zahlreiches Auftreten wird ganz von den gemachten Erfahrungen abhängig sein, die im allgemeinen aber nicht sehr günstig zu sein scheinen. Die Auslandsprese schweigt sich vorläufig noch ganz aus. Interessant ist der Sopwith-Dreidecker aber insofern, als er der erste Typ dieser Art ist, der praktische Verwendung im Kriege gefunden hat. Dreidecker sind zwar schon seit Jahren gebaut worden, doch sind die ersten Versuche damit, die in Deutschland durch Hans Grade ausgeführt wurden, wenig günstig ausgefallen. Erst die amerikanischen Flugzeugwerke von Curtiss haben wieder einen Dreidecker gebaut, und zwar im Herbst 1916, und damit auch andere Konstrukteure zu erneuten Versuchen angeregt. Dieser Anregung dürfte auch der Sopwith-Dreidecker sein Entstehen verdanken. Er ist verhältnismäßig klein. Die Spannweite beträgt 8 m bei einer Rumpffläche von 5 m. Jedes der drei Tragdecks ist wenig über 1 m breit. Diese selbst

sind stark gestaffelt und haben einen lichten Abstand von 1 m voneinander. Das untere Tragdeckpaar ist an die Unterseite des Rumpfes angesetzt, während das obere an einem Baldachin, der auf zwei parallel laufenden Stützen sitzt, befestigt ist. Die mittleren Tragdecks sind am unteren Teil der Baldachinstützen befestigt, etwa in Augenhöhe des Führers.



Alle drei Tragdecks tragen an ihren Enden Verwindungslappen, die durch ein Stahlband miteinander verbunden sind. Auf jeder Seite ist nur ein Stiel vorhanden, der auf dem unteren Tragdeck aufliegt, das mittlere durchläuft und im oberen befestigt ist. Die Stiele gleichen in der Flugrichtung stehenden Brettern. Die Verspannung ist sehr einfach und besteht aus einem doppelten Kabel, das vom oberen Ansatz der Strebe zum Rumpf läuft und einem einfachen Kabel, daß die Baldachinstützen mit dem unteren Teil der Streben verbindet.

Rumpf- und Steuerflächen sind die gleichen wie beim Sopwith-Doppeldecker. Die Kraftquelle bildet ein 110 PS Clerget-Umlauf-Motor, für den Betriebsstoffe für eine zweistündige Flugdauer mitgeführt werden. Das Flugzeug ist nur mit einem starken Maschinengewehr bewaffnet, und damit auch hierin unseren modernen Jagdflugzeugen unterlegen.

E. B.