FLUG

AMTLICHES ORGAN DES „DEUTSCHEN FLIEGERBUNDES"

Herausgeber: Deutscher Flieger-Bund, Charlottenburg. Suarezstr. 31.
Schriftleitung: Watenphul. Charlottenburg. Roscherstr. 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 seh'n!
Der stolzen Fahnen Siegesweh'n —
Wird's nicht dein Grabgesang?

Karl Igen.

Digitalisat aus dem Archiv des
Otto Lilienthal MUSEUM

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. Erschöpfend 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 Flügelspitzen 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 Lichtschacht 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 Hauptschwungfedern genommen werden. Der Vogel hat damit ein vortreibendes Glied eingebüßt, da ohne genügenden Vortrieb auch der Auftrieb des Flügelschlages an Wirkung verliert. Die Schwungfedern sind der Propeller des Vogels.

Wer auch nur oberflächlich den Flug eines größeren Vogels beobachtet, findet, daß die die Flügelspitzen bildenden Schwungfedern im Fluge gespreizt stehen. Der Laie hält diese Schwungfederstellung für eine Art Ventilklappeneinrichtung 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 erklärt. Sie zeigt die Ansicht einer Kondor-Feder und Querschnitte durch die Spitze des auf- und niederschlagenden Flügels. Die Kiele der Schwungfedern sind auf den Fingerknochen 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 äro-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 Fahne 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 sich leicht überzeugen kann, wenn man mit einem Lineal in schräger Lage herniederschlägt. Beim Aufschlag stellt der Vogel den Flügel und noch mehr die Schwungfedern in die Richtung der aufwärts steigenden Schlagbahn. Unter diesen Umständen erhalten seine Schwungfedern aber auch noch Auftrieb, also Druck von unten. Es liegt also kein Bedürfnis für eine Ventilklappenwirkung 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 Fahnen 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 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 Hinterkante der Flügel eine ungebrochene Linie darstellt.

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

Die Schwungfederspreizung finden wir bei allen kleineren Vögeln mit Ausnahme der Kolibri und der Schwalben. Von den größeren Vögeln fehlt dieselbe bei den Seevögeln. Hervorragend ausgebildet ist sie bei den Hühnervögeln, deren dicker Rumpf eines besonders kräftigen Vortriebs bedarf. Sumpf- und Raubvögel haben eine ausgeprägte Schwungfederspreizung. Fig. 2. Die Flügel der Schwalben und Seevögel zeichnen sich durch besondere Länge aus, ich nenne diese Vögel ohne Schwungfederspreizung daher Langflügler im Gegensatz zu den Breitflüglern mit Schwungfederspreizung. 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 Zurücklegen der Flügelspitzen beim

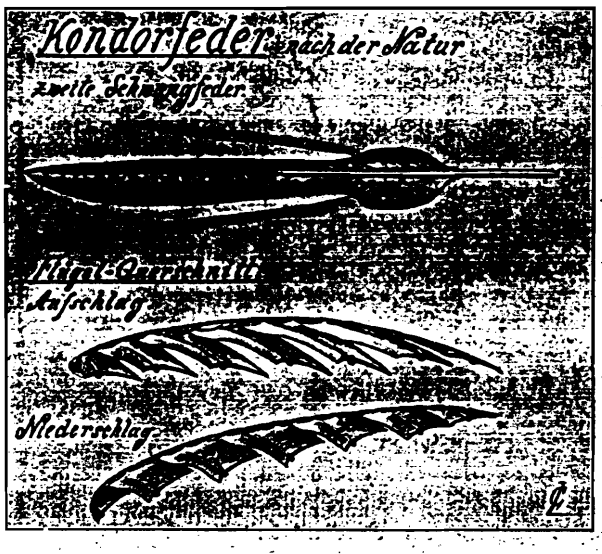

Fig. 1.

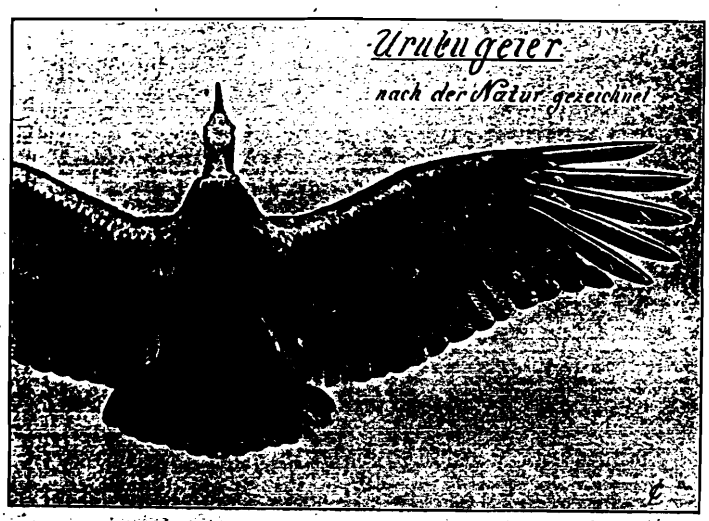

Fig. 2.

Fig 3.

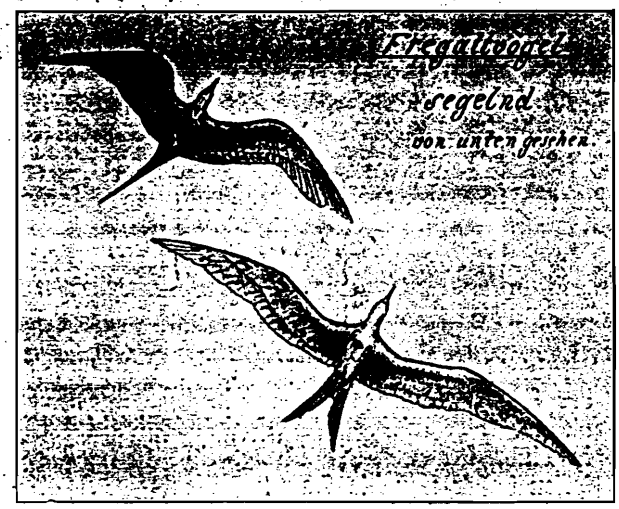

Fig. 4.

Digitalisat aus dem Archiv des Otto Lilienthal MUSEUM

Aufschlag vermindert werden, allerdings auch auf Kosten des gleichzeitig entstehenden Auftriebs. Der Vogel erzeugt daher durch einen größeren Ausschlag der Flügel im Ganzen größeren Auftrieb und legt beim Aufschlag die Flügelhand stark rückwärts, wie es Moment-Aufnahmen Mareys zeigen. Diese bekannten Aufnahmen Mareys 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 Aufschlags in den Kauf nehmen kann, besonders da bei Wind die Druckrichtung des Luftwiderstandes mehr als 3° weniger gerichtet ist. Die Versuchstiere Mareys flogen in einem windgeschützten Raum und geängstigt beschleunigten sie den Flug soviel als möglich, sie waren daher genötigt, die Hand beim Aufschlag stark zurückzulegen.

Bei im Wind rudernden großen Seevögeln konnte ich ein Zurücklegen beim Aufschlag nie beobachten, 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 Klaffung 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 vollendeste 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 bewegungslosen Flügeln wird in der verschiedensten Weise zu erklären gesucht. Man glaubt vielfach, daß der Segelflug an der Beschreibung einer Kreis- oder Zykloidenbahn 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 Raubvögel, wenn sie auf ihrem Revier nach Beute ausspähen. Möven, welche zur Zeit der einlaufenden Flut die Watten aufsuchen, 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. Fig. 5.

Andere Erklärungen stützen sich auf die Annahme, das 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

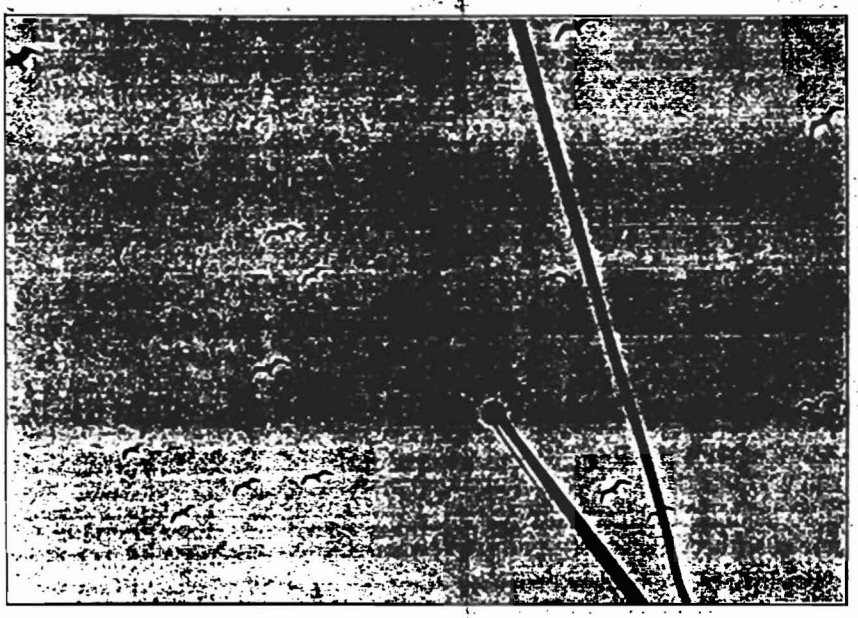

Fig. 5.

Digitalisat aus dem Archiv des Otto Lilienthal MUSEUM

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 unverwischt 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 Käfern, was doch keineswegs der Fall ist.

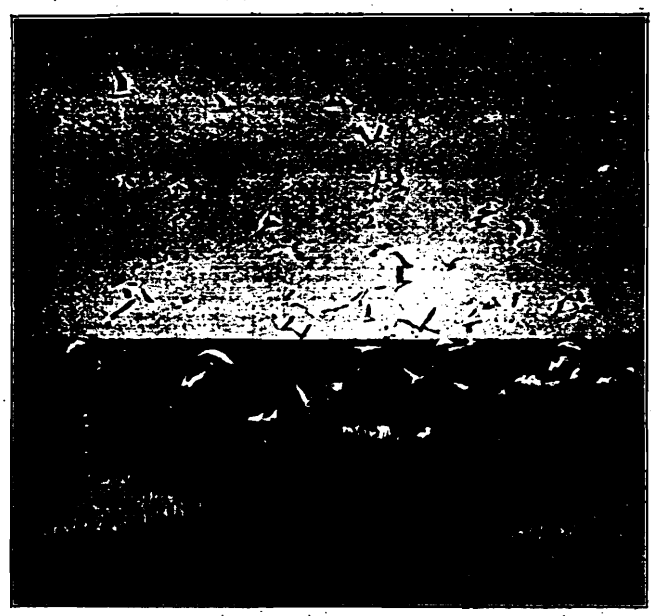

Fig. 6.

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 fliegender 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 überholt der Dampfer die segelnde Möve, so daß diese, um in der Nähe des Schiffes zu bleiben, von Zeit zu Zeit Flügelschläge einlegen muß, die sie wieder etwas voreilen lassen, dann stellt sie die Arbeit ein und bleibt wieder langsam zurück, wobei sie gierig nach den Abfällen auslugt, die von Zeit zu Zeit über Bord geworfen werden. Die Vögel halten sich naturgemäß hinter dem Schiff und an der vom Wind abgekehrten Luvseite auf, weil an dieser Seite der Kehricht 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 dickes Buch ausfüllen, verfällt 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.

(Forts. folgt.)

Digitalisat aus dem Archiv des
Otto Lilienthal
MUSEUM

Der Flieger und das Wetter.

Die Erfahrungen dieses Krieges haben gelehrt, daß das Flugzeug unserer Tage bei jedem Wetter geflogen werden kann, dennoch werden Witterungsunbilden, 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 der Flieger, sondern die Art wie er durch Temperatureinflüsse 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 Wolkenschicht den Himmel bedeckt.

Alles das muß der Flugzeugführer wissen. Deshalb werden an allen Militärfliegerschulen 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 Fliegerschulen 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 Überlandfliegen 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 Gegendienste, indem sie Witterungsumschläge zu rechter Zeit, ja, im Notfalle sogar auf drahtlos telegraphischem 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 freifliegenden Registrierballons ist z. B. der Nachweis erbracht worden, daß die Abnahme der Temperatur bis zu 11000 m Höhe eine Grenze von fast — 60° 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, Guarezstr. 31.
Schriftleitung: Lt. Watenphul. Charlottenburg, Roscherstr. 7. Fernspr.: Steinplatz 6462.

Technische Zeitschrift für das gesamte Flugwesen

Charlottenburg, 30. September 1917

Verlag des „Flug" Berlin W. 35, Am 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 schwebende Körper im Wind einen Auftrieb erfahren.

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

Digitalisat aus dem Archiv des Otto Lilienthal MUSEUM

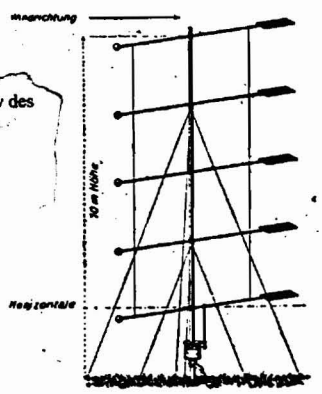

Fig. 7.

gende Fahnen, aus ebenen Flächen bestehend, vom Wind angehoben werden und sich durchschnittlich in einem Winkel von 3—4° über dem Horizont einstellen, Fig. 7 (veröffentlicht im „Vogelflug 1889". R. Oldenbourgs Verlag, München). Die Erscheinung 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 und 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 Abtrieb über der Erde sich äußert, ist bis jetzt noch nicht bekannt, doch hat Prof. Angôt 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°, nur in den windstarken Monaten stieg der Winkel bis auf 5½°.

Wird eine ebene Fläche in ruhender Luft bewegt, oder im Windkanal einem Gebläsestrom 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 schweben kann, in einen Winkel von 3° 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 6½°, also 3½+3° 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 Brettstücke 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 Versuchsflächen in Abständen von 2 m gelagert, Fig. 8. Die Flächen sind an Latten