Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 51/52 (1908)
Heft: 18

Artikel: Der gegenwärtige Stand der Luftschiffahrt: Kritische Betrachtungen
Autor: Steiger, Carl
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-27416

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

INHALT: Der gegenwärtige Stand der Luftschiffahrt. — L'architecture contemporaine dans la Suisse romande. — Der Einsturz der Quebec-Brücke. — Berechnung kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck. — Miscellanea: Einsturz eines Eisenbetongebäudes in Mailand. Statistik des Schweizer. Schiffsparks. Jakob Kauffmann. Aufgaben der Denkmalpflege. Hauensteintunnel. Wasserversorgung des Selz-Wiesbachgebietes. Internationale Ausstellung der angewandten Elektrizität in Marseille 1908. Zürcher Gewerbekunst-Ausstellung in Zürich 1908. Neubau der Universität in Zürich und der «Aussonderungsvertrag». Markuskirche in Stuttgart. Schiffahrt auf dem Oberrhein. St. Othmarskirche in St. Gallen. Denkmal für Max v. Eyth in Berlin. Neue Bahnlinie im badischen Schwarzwald. — Literatur: Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung. Konkurrenzen der Deutschen Gesellschaft für christliche Kunst. Literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Adressverzeichnis; Stellenvermittlung.

Bd. 51. *Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.* Nr. 18.

Der gegenwärtige Stand der Luftschiffahrt.

Kritische Betrachtungen von Carl Steiger, Kilchberg.

(Schluss zu Seite 178.)

Wenn in folgendem die Drachenflieger, die bisher samt Insassen wirklich geflogen sind, und ihre Erfolge beschrieben werden, so mögen durch die genannten Zahlen zu enthusiastische Erwartungen für die Zukunft zum voraus etwas gedämpft werden. Auch wird man sehen, dass der mit ihnen Fahrende immer noch mehr oder weniger ein „Flugkünstler" sein muss und dass ihr Verhalten bei stürmischem Wetter bezüglich Stabilität noch unbekannt ist. Solange aber der Fahrer mehr Geschicklichkeit und mehr Geistesgegenwart anwenden muss als ein gewöhnlicher Automobil- oder Motorvelofahrer, so lange fänden die Drachenflieger, auch wenn sie im Stande wären, hunderte von Kilometern zurückzulegen und abgesehen von ihren Kosten, keine allgemeine Verbreitung, denn es ist nicht jedermanns Sache, wegen eines kleinen Fehlgriffes den Hals zu riskieren. Man könnte einwenden, das Radfahren müsse auch gelernt werden, der Radfahrer müsse auch unter allen Umständen durch seine Geschicklichkeit das Gleichgewicht erhalten. Das ist richtig; er kann dies auch, weil er seinen Weg vor sich *sieht,* er kann also einer gefährlichen Vertiefung, die ihn zu Falle brächte, ausweichen. Der Luftfahrer sieht aber *nicht* zum Voraus die verschiedenen Windstösse, die seinen Sturz verursachen würden, wenn nicht seine Apparatform und etwaige automatische Funktionen einzelner Teile derselben an und für sich schon selbsttätig für Erhaltung des Gleichgewichtes sorgen würden, sodass auch bei den widrigsten Winden jedes Umkippen, sogar schon starkes seitliches Neigen verbunden mit raschem Sinken ausgeschlossen wäre. Ferner dürfte weder ein Aufundabtanzen vorkommen, noch dürften Drehtendenzen, Schwankungen der langen Rumpfachse (Stampfen) oder gar ein Pendeln um letztere (Rollen) sich zeigen. Auch der Vogel würde ohne automatische Stabilität mit seinen „Hülfen", seinem „Muskelgefühl" der kippenden Wirkung eines Windstosses gegenüber aus psychologischen Gründen zu spät kommen. Bei einer in stürmischem Gegenwind an Ort und Stelle schwebenden Möve beobachtet man die auffallende Ruhe ihrer Längsachse; bloss die leichten Schwanz- und Hinterrandpartien der Flügel scheinen sich der schwankenden Windrichtung anzupassen. Auch kann man gelegentlich beobachten, dass Möven mit teilweise oder ganz fehlenden Schwanzfedern keinerlei Unstabilität zeigen. *Geringen* seitlichen Drehungen um die Längsachse des Apparates, also geringfügigen Schieflagen und damit verbundenen ungewollten Abirrungen vom Kurs kann der Insasse durch seine Lenkvorrichtung leicht begegnen, dazu braucht er nicht mehr Geschicklichkeit als der Automobilfahrer, der im analogen Falle auf links oder rechts abfallenden Feldstrassen mittels seines Lenkrades Kurs behalten muss.[1])

Nach einem plötzlich auftretenden seitlichen Wind liegt die lange Apparatachse nicht in der tatsächlichen Fahrrichtung (vergl. Abb. 9), und zwar liegt sie in der Resultierenden von Wind- und Fahrtrichtung, ob letztere nun nach *A* oder nach *B* gerichtet sei. Man kann dies bei jeder segelnden Möve beobachten. Während des Eintreffens dieses Seitenwindes darf der Apparat sich nicht seitlich um jene Achse neigen und ein Abirren nach *C* oder *D* verursachen. Erst dann dürfte seine Form als *völlig automatisch stabil* bezeichnet werden.

Eines haben die bisher erprobten bemannten[1]) Drachenflieger bewiesen, nämlich, dass weder der Abflug vom Boden mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist, noch dass die Ankunft bei rasanter Flugbahn gefahrbringend gewesen wäre. Ein entsprechend gebautes Rädergestell unterstützte den nötigen An- und Auslauf der Apparatmasse. Die Hauptsache ist, dass kein Hindernis die Anlauf-, Flug- und Auslaufbahn kreuzt. In dieser Beziehung würde sich eine Wasserfläche für anfängliche Versuche am besten eignen, wobei der Anlauf vom Ufer aus zu geschehen hätte und der Auslauf nach Beendigung von Lenk- und andern Manövern auf der Wasserfläche absolut stossfrei erfolgen würde. Selbstverständlich müssten Insasse und Motor in einer wasserdichten und günstig geformten, die Stabilität fördernden statt störenden Rumpfhülle eingeschlossen sein. Beim Anlauf vom Boden müssen sich die Schrauben natürlich schneller drehen als beim Horizontalflug, dann erfolgt nach Ueberschreitung der Eigengeschwindigkeit des Apparates die Erhebung von selbst ohne besondere Höhensteuerung. Beim Beschreiben von Bahnkurven, beim „Lenken", ist ebenfalls eine vermehrte Schraubentätigkeit nötig, um nicht zu sinken, weil, den Kurven entsprechend, der Apparat nach innen geneigt ist. Herrscht starker Wind, so muss die Eigengeschwindigkeit des Drachenfliegers mindestens so gross sein, dass, wenn er gegen den Wind fährt, ein stärkeres Anschwellen und nachheriges rasches Nachlassen desselben (was oft vorkommt) keine plötzliche, starke Hebung und Aufdrehung und nachher steiles Senken des Fliegers zur Folge hat. Letzteres wäre auch der Fall, wenn beim Fahren mit dem Winde dieser plötzlich stärker würde. Je grösser die Eigengeschwindigkeit (bis zu gewissen Grenzen) im Verhältnis zur Windstärke ist, um so weniger wird die Stabilität durch Windstösse gefährdet.

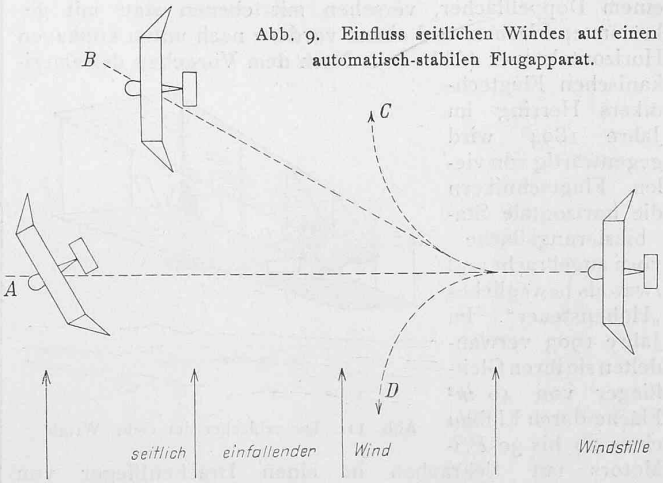

Abb. 9. Einfluss seitlichen Windes auf einen automatisch-stabilen Flugapparat.

[1]) Durch eine pendelartige Einrichtung, die mit beweglichen, verstellbaren Enden der Tragfläche in Verbindung steht, könnte übrigens diese Tätigkeit des Insassen automatisch übernommen werden. Seinerzeit vom Verfasser gemachte Versuche zeigten, dass auch die Lenkung besser durch solches leichtes Verstellen der Enden geschieht, als durch ein senkrechtes Seitensteuer.

[1]) In Modellform traten Drachenflieger, „Aeroplane", in verschiedenen Konstruktionen schon ziemlich früh auf: Henson 1843, Springfellow (mit drei Tragflächen übereinander) in den sechziger Jahren. Tatin 1878, Penaud, Villeneuve, Kress (drei Tragflächen über- und hintereinander), Langley, Hargrave (Zellendrachen, für meteorologische Beobachtungen in Anwendung) u. a. m. Solche Modelle wurden meistens in geschlossenen Räumen durch Kautschukschnüre als Motor auf kurze Strecken zu horizontalem oder aufsteigendem Fluge gebracht.

Nach diesem notwendigen Verweilen bei den Arbeitserfordernissen und den Sicherheits- oder Stabilitätsfragen der Drachenflieger soll vorerst der *Lilienthal'sche Gleitapparat* (Abb. 10) erläutert werden, der auch die drei typischen Teile aufweist, aus denen die Mehrzahl der Drachenflieger dem Wesen nach besteht, nämlich den *tragenden Teil* (bei Lilienthal eine gekrümmte Fläche, deren Höhlung im Maximum $^1/_{12}$ der Breite besitzt) und ferner eine kleinere *horizontale* und eine *vertikale Stabilisierungsfläche*. Letztere wird bei den meisten Apparaten auch als „Seitensteuer", als Lenkmittel benützt.

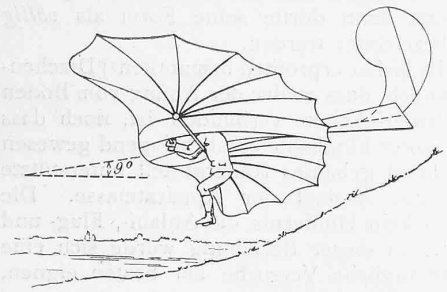

Abb. 10. Lilienthals Gleitflieger.

Durch längere Uebung im Kunstflug, wie er ihn nannte, brachte *Lilienthal* Gleitflüge von bis gegen 300 *m* Länge zu stande. Mittels Körperverschiebung musste er trachten, den Schwerpunkt des Systems jeweils an geeigneter Stelle zu erhalten. Als er 1896 die hinten gelegene horizontale Stabilisierungsfläche beweglich machte, wahrscheinlich um die Schwerpunktsverschiebungen zu ersetzen, wurde der Bahnbrecher des dynamischen Fluges leider das Opfer seines Versuches infolge eines senkrechten Sturzes aus einer Höhe von 15 *m*. Sein Bestreben ging dahin, einen Motor einzubauen und durch Schlagbewegungen der beiden Tragflächenhälften nach Art der Vogelflügel den Vorwärtsflug zu bewirken, also einen sog. „Schwingenflieger" zu konstruieren. Er machte unter anderm bei seinen Gleitflügen auch Versuche mit zwei übereinanderliegenden Flächen, um Areal zu gewinnen, ohne die Spannweite vergrössern zu müssen und zugleich grössere Festigkeit gegen Durchbiegen zu erhalten. Man nennt eine solche Anordnung „Doppelflächer" oder „Doppeldecker".

Die *Gebrüder Wright* aus Dayton im Staate Ohio machten in der Nähe ihres Wohnortes Gleitversuche mit einem Doppelflächer, versehen mit ebenen statt mit gekrümmten Flächen und einem vordern nach unten konkaven Horizontalsteuer (Abb. 11). Nach dem Vorgehen des amerikanischen Flugtechnikers Herring im Jahre 1894 wird gegenwärtig von vielen Flugtechnikern die horizontale Stabilisierungsfläche vorn angebracht und zwar als bewegliches „Höhensteuer". Im Jahre 1903 verwandelten sie ihren Gleitflieger von 46 m^2 Fläche durch Einbau eines 20 bis 30 *PS*-Motors mit Schrauben in einen Drachenflieger von rund 400 *kg* Gesamtgewicht, dessen Flächenbelastung $\frac{G}{F}$ somit 9 kg/m^2 betrug.

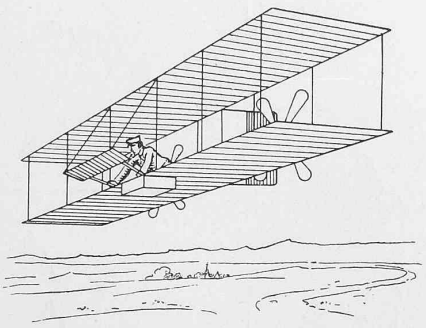
Abb. 11. Doppelflächer der Gebr. Wright.

Mit Hilfe dieser einfachen Einrichtung machten die Gebrüder Wright den ersten horizontalen Flug von 260 *m* Länge am 17. Dezember 1903. Dies wäre also der denkwürdige Tag, an dem zum ersten Male eine Flugmaschine einen Menschen auf grössere Strecke horizontal durch die Luft getragen hat. Die dabei erreichte Geschwindigkeit betrug etwa 14 *m/Sek.* oder 50 *km/Std.* Im Herbst 1904 sollen sie, wie Augenzeugen bestätigen, Flüge von fünf Minuten langer Dauer gemacht und dabei je nach Wunsch kreisförmige Flugbahnen beschrieben haben.

Am 5. Oktober 1905 sollen die Gebrüder Wright sogar eine Strecke von 40 *km*, und zwar in der Zeit von 38 Minuten, zurückgelegt haben. Zur Erreichung dieser Schnelligkeit dürfte der Wind etwas mitgeholfen haben. Die selbständige Erhebung vom Boden (die Apparaträder liefen beim Anlauf auf Holzschienen) und ebenso die Ankunft seien bei der grossen Reihe von Flügen, die sie machten, stets völlig ungefährdet vor sich gegangen.[1]) Dass die Gebrüder Wright keine technische Prüfungskommission, sondern nur harmlose Bürger als Zuschauer und Zeugen einluden, ist sehr begreiflich, denn alle Einzelheiten bezüglich Formgebung, Schwerpunktslage u. s. f., um möglichste Stabilität herbeizuführen, sehen, wenn einmal gefunden, sehr einfach aus; sie sind leicht nachzumachen und bei den gegenwärtigen verlockenden Preisausschreibungen eventuell auch geschäftlich zu verwerten.

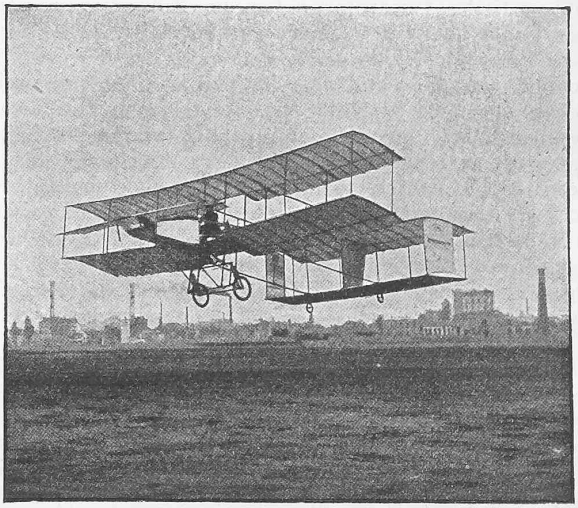
Abb. 12. Ein Versuchsflug Farmans über dem Manöverfeld Issy-les-Moulineaux.

Auf unserm Kontinent war der Brasilianer *Santos-Dumont* der erste, der es im Herbst 1906 mit seinem Drachenflieger zu einmaligem freiem Horizontalfluge von 220 *m* Länge brachte. Der bisher erfolgreichste Drachenflieger ist derjenige des Engländers *Henri Farman*, dem es am 13. Januar d. J. gelungen ist, durch einen ununterbrochenen Rundflug von über 1 *km* Länge mit einer Eigengeschwindigkeit von rund 15 *m/Sek.* den von Deutsch-Archdeakon ausgesetzten Preis von 50 000 Fr. zu gewinnen. Dieser Preis hatte die Konstruktions- und Versuchstätigkeit der Flugtechniker mächtig angeregt und in der Nähe von Paris ist unter der Leitung der Brüder Voisin eine eigentliche Konstruktionswerkstätte für Flugmaschinen entstanden, wo aus Eschenholz, gefirnisstem Leinenzeug, Aluminium und Stahldraht nach den Angaben der Erfinder die verschiedensten Systeme gebaut werden, deren Herstellungskosten sich samt Motor usw. auf 10 000 bis 20 000 Fr. stellen mögen. Auf dem Manöverfelde von Issy-les-Moulineaux machte auch Farman seine Versuchsflüge. Hier flog er am 17. Oktober 1907 in 52 Sekunden 771 *m* weit, später sogar gegen 1500 *m*, wobei er allerdings beim Wenden einigemale den Boden berührte. Abbildung 12 zeigt Farmans Drachenflieger während eines Fluges, während Abbildung 13 seine Bauart schematisch darstellt, im Moment des Abfluges. Der Apparat ist zusammengesetzt aus einer nach unten konkaven Doppeltragfläche von 10 *m* Spannweite und je 1,8 *m* Breite, und einer im Abstande von 4,5 *m* weiter hinten liegenden Stabilisierungszelle, in deren Mitte das senkrechte Seiten-

[1]) Die Angaben der Gebrüder Wright werden in flugtechnischen Kreisen gerne angezweifelt. Beurteilt man vorurteilslos ihren Apparat, so ist nicht einzusehen, warum derselbe bei genügender Motorleistung nicht mindestens ebenso erfolgreich hätte sein sollen wie letzten Herbst die verschiedenen Pariser Apparattypen. Bei windigem Wetter ist er wahrscheinlich stabiler als letztere.

steuer angebracht ist, während vor der Doppelfläche das ebene, horizontalliegende Höhensteuer befestigt ist. Die durch einen 50 *PS* V-Antoinette-Motor direkt angetriebene Luftschraube hat 2,1 *m* Durchmesser und soll bis 2000 Umdrehungen in der Minute machen können. Die ganze Einrichtung mag fahrbereit 400 *kg* wiegen. Die Abbildung 14 zeigt den Einbau eines solchen V-Motors samt Luftschraube in einen Flugapparat (System Gastambide-Mangin).

Bei Farmans Versuchen gingen Abflug und Ankunft völlig sicher von statten, wie auch beim Apparat von *Robert Esnault-Pelterie*, einem „Einflächer", von dem man sich viel verspricht und der ebenfalls im Oktober 1907 auf einer gegen einen See schwach geneigten Ebene südlich von Versailles probiert wurde und dabei in einer Höhe von etwa 6 *m* schon gegen 800 *m* weit geflogen ist. Die schwach gekrümmte, geteilte Tragfläche (vergleiche Abbildung 15) ist bei 10 *m* Spannweite nur 16 m^2 gross, das Gewicht des Apparates beträgt bei voller Belastung 240 *kg*. Sein Fächer-Motor hat eine Stärke von 30 bis 35 *PS* und wiegt samt vierflügeliger Schraube von 2 *m* Durchmesser und samt den Lagern und allem Zubehör nur 60 *kg*. Jede Hälfte der Tragfläche lässt sich vom Insassen aus etwas verdrehen. Die Schwanzfläche ist auf- und abwärts, sowie auch seitlich beweglich und in Verbindung mit dem Fahrer, der zumteil in einer Rumpfhülle sitzt. Während dem Abfahren vom Boden stützt sich der Apparat auf die zwei Anlaufräder am Rumpfe und auf eines der Rädchen, die an jedem Flügelende angebracht sind.

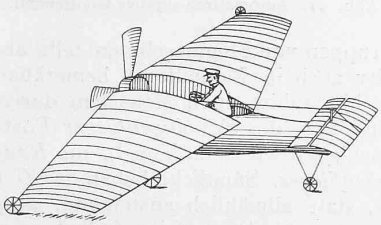

Abb. 15. Esnault-Pelteries Einflächer.

Die Stabilität dieses Apparates, sowie des ihm ähnlichen Einflächers von Gastambide-Mangin (Abb. 14) erscheint deswegen fraglich, weil die hintenliegenden kleinen horizontalen Stabilisierungsflächen auch tragen müssen, bezw. weil der Systemschwerpunkt bei beiden Apparaten zu weit hinten liegt. Gleitmodelle dieser Form mit entsprechender Schwerpunktslage beschreiben, wenn sie sich selber überlassen werden, Wellenbahnen oder auch nur eine grosse nach unten konkave Kurve, auf der sie sich, in einem gewissen Punkte angelangt, nach vorn überschlagen. Obige Flugmaschinen dürften bei unregelmässigem Wind oder unregelmässiger Motortätigkeit in fatale Situationen kommen.[1])

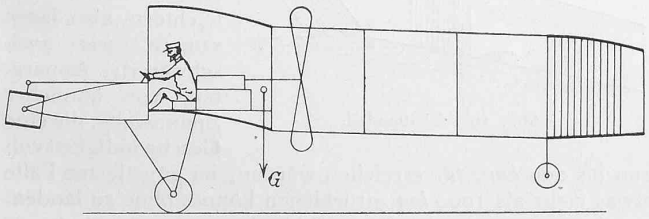

Abb. 13. Schematische Darstellung von Farmans Apparat.

Ein Versuch, den der Flugtechniker *Blériot* auf den erwähnten Manöverfeldern bei Paris im Dezember 1907 mit seiner Flugmaschine nach dem System Langley (Abbildung 16) nur unter Weglassung des hintern Flächenpaars unternahm, endigte durch einen Sturz bei einer längern Fahrt, wobei der Fahrer merkwürdigerweise ohne grössere Verletzungen davonkam. Vorher waren ihm Fahrten von über 500 *m* anstandslos gelungen. Im Sommer 1906 wurden auch schon Versuche gemacht von Bildhauer *Delagrange*, der mit einem dem Farmanschen vorbildlichen Apparat 60 *m* weit flog, und im letzten Sommer führte in der Nähe von Wien Ingenieur *Franz X. Wels* 200 *m* lange Gleitflüge aus mit einem stabilen Gleitapparat, der aus einer an den Enden etwas aufgebogenen Fläche von 38 m^2 und ∽ förmigem Querschnitt besteht; das Gewicht samt Fahrer betrug 227 *kg*.

[1]) *Anmerkung der Red.* Diese Arbeit war bereits gesetzt, als dem Apparate Gastambide-Mangin die erste Erhebung vom Boden gelang. Die Fahrt endigte nach kaum 150 *m* langer *wellenförmiger Flugbahn*, auf der der Apparat *auch seitlich* stark schwankte, mit einem Sturze.

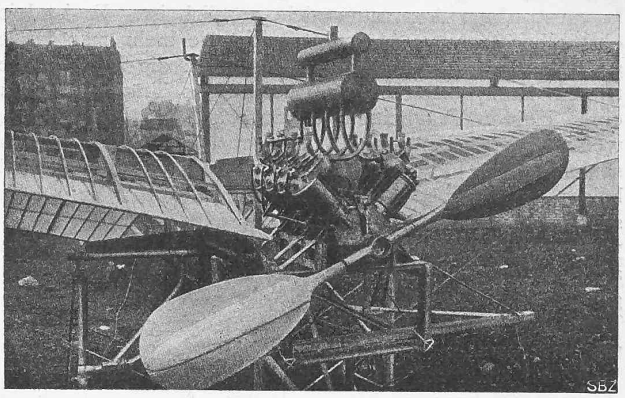

Abb. 14. Einbau des achtzylindrigen Antoinette-Motors in den Einflächer Gastambide-Mangin im Bau.

In München macht gegenwärtig Ingenieur *Wolfmüller* Gleitversuche mit einem dem Lilienthal'schen Doppelflächer ähnlichen Apparat, bei dem eine automatische Flugstabilität dadurch zu erreichen gesucht wird, dass der Körper des Fahrers durch Schnurläufe usw. mit beweglichen Flächenteilen in Verbindung steht, die in Wirkung treten sobald der Fahrer bei einer Gleichgewichtsstörung seine normale Stellung wieder einnehmen will.

Aus dem Geschilderten kann man entnehmen, dass, dank der bisher erzielten Fortschritte in der Gewichtsverminderung der Benzinmotoren, es selbst nicht einwandfreien Drachenfliegerformen möglich geworden ist, sich in die Luft zu erheben und eine gewisse Strecke zu durchfliegen.

* * *

Um über Wirkungsweise und Stabilitätseigenschaften verschiedene Flächenanordnungen Aufschluss zu erhalten, bedient man sich am besten des *Modellversuches*.

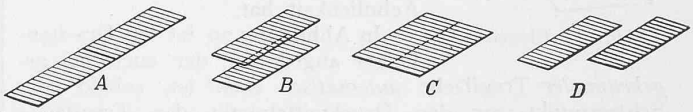

Abb. 17. Verschiedenartige Anordnung eines gegebenen Flächenareals.

Dabei ist zu beachten, dass es sehr wichtig ist, dass die Vorderkanten der Tragflächen möglichst viel ruhende Luft treffen. Es werden also bei gegebenem Flächenareal inbezug auf die Fahrrichtung als Längsachse kurze Anordnungen nach *A* und *B* in Abbildung 17 zweckmässiger sein als solche nach *D*, die länger gebaut sind. Zu den Vertretern der kürzern Bauart gehören u. a. die Gleit- und Drachenflieger der Gebr. Whrigt, von Lilienthal, Herring, Chanute, Esnault-Pelterie, zu denen der zweiten Art die Apparate von Kress, Langley, Maxim und Farman. Aber nicht nur inbezug auf die günstige Ausnutzung des Flächenareals, sondern auch hinsichtlich der Stabilität ist erstere Anordnung, falls die übrigen Stabilitätsbedingungen erfüllt sind, besser als die zweite, was durch Modellversuche bei windigem Wetter leicht festgestellt werden kann, indem kurze Modelle durch seitliche Windstösse viel weniger ins Abirren und Schwanken und damit in seitliches Abwärtsgleiten geraten.

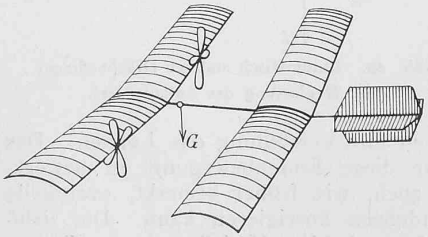

Abb. 16. Langleys Flächenanordnung.

Bei ganz kurzen Apparaten, zum Beispiel bei der Whrigt'schen Anordnungsart, hat auch eine geringe seitliche Schwerpunktsverschiebung oder eine Unsymmetrie der Konstruktion (die übrigens möglichst zu vermeiden ist und nur künstlich zu Lenkungszwecken erzeugt werden darf) viel weniger gefährliche Folgen; sie kämpfen selber gegen Drehungen um die Längsachse, während dies den langgestreckten Apparaten nicht möglich ist. Es ist leicht einzusehen, dass es umso besser ist, je mehr man bei gegebener Spannweite das Gewicht gegen die Mitte konzentrieren kann, um ein möglichst kleines Trägheitsmoment, einen kleinen Trägheitsradius, zu erhalten. Bei einer gewöhnlichen Lachmöve z. B. beträgt das Flügelgewicht zusammen nur $^1/_6$ des Gesamtgewichtes, das Gewicht der beiden Schwungfederpartien zusammen sogar nur $^1/_{24}$ desselben. Beim Wright'schen Drachenflieger macht das Gewicht der Doppelflächen etwa ein Drittel des Gesamtgewichtes aus; beim Lilienthal'schen Gleiter betrug das Flächengewicht etwa $^1/_5$ davon usw. Ist es möglich, auch die Tragkraft gegen innen zu vergrössern, so ist dies ein weiterer Vorteil.

Auf ungemein einfache Weise kann sich jeder aus starkem Zeichnungspapier und etwas Wachs ein kleines Gleitmodell herstellen, das die erste Grundbedingung der automatischen Stabilität bei Windstille erfüllt und das auch bei Wind, wenn es nur steif und gross und schwer genug gemacht wird, um gegen den Wind anzukämpfen, noch eine ganz respektable Stabilität besitzt. (Vergl. Abb. 18.) An ein längliches, viereckiges Stück Papier klebt man hinten eine senkrechte Stabilisierungsfläche und vorn oder hinten oder an beiden Orten leicht aufwärts gebogene, kleine horizontale Stabilisierungsflächen und bringt mittels eines Wachsstückchens den Schwerpunkt ins vordere Drittel der Flächenbreite. Es braucht zuerst eine gewisse Uebung im Abwerfen. Je nachdem man das eine oder andere Ende der Tragfläche vorn etwas aufbiegt, geht das Modell nach links oder rechts. Befestigt man zwei solcher Dinger nach Abbildung 19 übereinander, bringt unten das Wachs und oben vorn die kleine horizontale Stabilisierungsfläche an, so erhält man ein Gleitmodell, das mit dem Wrightschen Doppelflächer Aehnlichkeit hat.

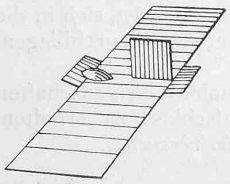

Abb. 18. Gleitmodell.

In Abbildung 20 ist ein Drachenflieger angegeben, der auch bei *gegekrümmter* Tragfläche *automatisch stabil* ist, sobald sein Schwerpunkt *vor* den Druckmittelpunkt der Tragfläche in die Nähe des Vorderrandes gerückt wird. Die hinten angebrachte horizontale Stabilisierungsfläche ist nach *oben* konkav, empfängt daher während der Fahrt beständigen *Druck von oben* und wirkt dem aus Schwerkraft und Flächendruck entstehenden Drehmoment, also der nach vorn gerichteten Kipptendenz des Systems entgegen; sie ist unbeweglich und liegt um Tragflächenbreite nach hinten. Ebensogut wird die Stabilität, wenn nach Abbildung 21 die nach unten konkave Tragfläche beidseitig ansteigend geformt und mit *rückwärts* und *abwärts* gerichteten aber nicht tragenden Enden versehen ist. Diese ersetzen dann die senkrechte Stabilisierungsfläche und ermöglichen durch ihre Verstellung das Lenken. Der Fahrer hat also nur diese Endenbewegung zu bewerkstelligen, womit er auch, wie früher bemerkt, eventuelle seitliche Neigungstendenzen korrigieren kann. Der ziemlich grosse Rumpf dieser beiden Modelle, dessen Durchmesser gleich $^1/_7$ der Spannweite der tragenden Flächenteile ist, ermöglicht die Vornahme der Flugversuche über Wasser; er verursacht eigentümlicherweise keine steilere Gleitbahn als wenn sein Gewicht durch ein kleines Bleistück ersetzt wird. Ausserdem bietet er sehr gute konstruktive Anhaltspunkte. Mit Modellen dieser zwei Bauarten machte Verfasser schon 1898 die ersten Versuche [1]); mit Spannweiten von 40 bis 60 *cm*, bei denen $\frac{G}{F} = 3$ bis 5 kg/m^2 ist, bewähren sie sich auch in ziemlich starkem Winde als durchaus stabil.

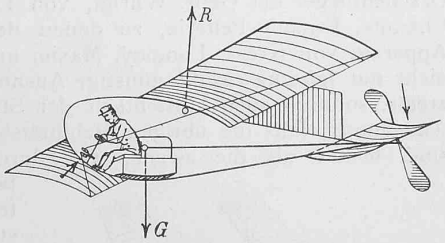

Abb. 20. Automatisch stabiler Drachenflieger (mit Weglassung der Anlaufräder).

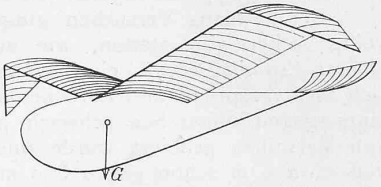

Abb. 21. Automatisch-stabiles Gleitmodell.

Ausser den Drachenfliegern haben sich bis jetzt noch drei andere Gruppen von Flugmaschinen teils als Vorschläge, Projekte oder auch in Modellform bemerkbar gemacht, aber keine hat bis anhin einen Menschen durch die Luft getragen. Es sind dies die *Schwingenflieger* (Fortbewegung mittels Flügelschlagen wie beim Vogel), die *Radflieger* und die *Hubschraubenflieger*. Sämtliche haben das Ziel im Auge, sich senkrecht, statt allmählich ansteigend, also ohne Benötigung einer längeren hindernisfreien Anlauf- oder Ankunftsstelle, vom und zum Boden zu bewegen, sind aber, der Sicherheit halber, beim Versagen des Motors auf eine entsprechend grosse fallschirmartige oder gleitende Fläche angewiesen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass bei dem immer noch fortschreitenden Leichterwerden der Motoren und der Verbesserung der Hubschrauben die senkrechte Erhebung eines Apparates samt Insassen möglich wird. Der Horizontalflug wird aber mit diesen Einrichtungen (abgesehen vielleicht vom Schwingenflieger) noch arbeitsraubender sein als beim Drachenflieger.

Dass bei diesem der Arbeitsaufwand schon so gross sein muss wie bemerkt wurde, ist nicht etwa wegen der *Kosten* des Brennstoffs bedauerlich, denn diese würden wahrhaftig vorläufig nicht in Betracht kommen, sondern wegen der im Verhältnis zum Fliegergewicht grossen *Menge*, die mitgeführt werden muss, wodurch Flugzeit und Flugweite wesentlich eingeschränkt werden. Aus den bisherigen Massangaben geht durch einfache Rechnung hervor, dass man sowohl mit leichtern, also langsamern, wie auch schwerern Apparaten von ähnlicher Spannweite, die eine Geschwindigkeit von 100 bis 200 *km/Std.* erreichen würden, im günstigsten Falle etwas mehr als 1000 *km* zurücklegen könnte ohne zu landen.

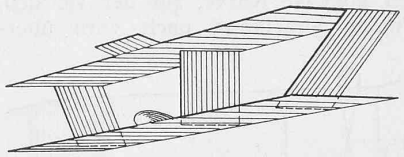

Abb. 19. Gleitmodell.

Es könnte somit noch keine Rede davon sein, mit diesen Flugmaschinen jemals grössere Entdeckungsfahrten zu machen in Länder, in denen nicht leicht Benzin erhältlich ist, oder sie zu überseeischem raschem Briefverkehr verwenden zu können, oder auf sie als Pioniere neuer Lebensmöglichkeiten zu bauen.

Sie werden sich bescheiden müssen, ein edler Sportartikel für die obern Zehntausend zu bleiben und als allermodernstes Rennvehikel der Schau- und Sensationslust der Menge zu dienen. Verglichen mit dem Zeppelinschen Ballonschiff könnten Drachenflieger dasselbe wohl an Geschwindigkeit bedeutend übertreffen, würden es aber nie auf ausgedehnten Reisen begleiten können, ein ähnliches Verhältnis, wie es zur See zwischen Linienschiff und Torpedoboot besteht.

Bei dem grossen Translationswiderstand unserer Drachenflieger ist es natürlich auch nicht denkbar, dass

[1]) Vergl. die Abhandlungen des Verfassers im Septemberheft 1906 und im Dezemberheft 1907 von «Illustrierte Aeronautische Mitteilungen.»

diese von aufsteigenden Windpartien oder von der rastlos ändernden Geschwindigkeit des Windes soviel Energie entlehnen könnten, dass ihnen das am Albatros so viel bewunderte und angestaunte mühelose Segeln möglich würde. Bei horizontalem, absolut konstantem Wind ist natürlich ein „Segeln", d. h. ein Gleiten ohne Flügelschlag in gleichbleibender oder sich vergrössernder Höhe undenkbar. Ueberdies ist die Frage berechtigt, ob überhaupt diese Windart nicht blos in unserer Vorstellung und unserem Gefühl nach existiert, in Wirklichkeit aber gar nicht vorkommt, und Unregelmässigkeiten in Windstärke und Richtung stets vorhanden sind, die einem *entsprechend gebauten* Vogel das „Segeln" ermöglichen, ihm diese Energieschwankungen des Windes („internal work of the wind" nannte sie der amerikanische Physiker Langley) zur Nutzbarmachung überlassen. Tatsächlich überwindet der Albatros stundenlang ohne Flügelschlag segelnd die stärksten Stürme mit Leichtigkeit.

Die Segelfähigkeit dieser mächtigen Meerflieger ist ein Beweis für ihre völlig automatische Stabilität und ihren äusserst geringen Widerstand in der Flugrichtung. Falls nun beim segelnden Vogel der Translationswiderstand äusserst gering ist, so muss er dies auch sein bei guten Fliegern (Raubvögeln, Tauben u. a. m.) bei der Fortbewegung mittels Flügelschlägen. Ihre Flugarbeit wäre also ein Minimum ausser in Fällen rascher Erhebungen vom Standort.

Ist man zu einer solchen Einsicht gelangt (für die auch physiologische Gründe sprechen, auf die einzutreten hier zu weit führen würde), dass beim natürlichen Flieger der Bewegungswiderstand einen viel kleinern Bruchteil des Eigengewichtes ausmacht als bei unsern Drachenfliegern mit ebenen oder leicht gekrümmten Tragflächen, so wird man in letztern auch nicht mehr eine erschöpfende Erklärung für den Vogelflügelbau finden können, wie es bis dato der Fall war. Eigene glückliche Beobachtungen an segelnden Möven, anatomische Vergleiche und experimentelle Untersuchungen wiesen in letzter Zeit dem Verfasser den Weg zu einer *prinzipiell andern Auslegung* desselben und damit vielleicht auch zu aussichtsreichern Konstruktionsmöglichkeiten.

* * *

Auf dem Gebiete der lenkbaren Ballons wird sich die zukünftige Arbeit weniger mehr um grundsätzliche Fragen drehen als um Verbesserungen der bisher gebräuchlichen Bauelemente. Auf dem Gebiete der Flugmaschinen liegt nach der Ansicht des Verfassers die Sache umgekehrt, wenn schon in neuester Zeit Autoritäten der Flugtechnik betonen, dass es sich nun nicht mehr um „neue Ideen" handeln könne, sondern nur noch um die zweckmässigsten Anordnungen der bisherigen Trag- und Stabilisierungsflächen, um möglichst gute Stabilität bezw. Fahrtsicherheit zu erhalten, damit auch die widrigsten Winde oder das Versagen des Motors keinen gefahrbringenden Einfluss mehr haben können. Angenommen, die rastlosen Anstrengungen, die in nächster Zukunft zur Erfüllung letztgenannter Forderungen voraussichtlich gemacht werden, seien von Erfolg gekrönt, so ist eben immer noch der betonte *Uebelstand des grossen Widerstandes* in der Flugrichtung bezw. die *übermässige Flugarbeit* aus dem Wege zu räumen, bevor von einer endgültigen Lösung des dynamischen Flugproblems gesprochen werden kann.

Auf eines aber wird man verzichten müssen: Luftfahrzeuge, seien es nun aerostatische (Ballonschiffe), oder aerodynamische (Flugmaschinen), als Konkurrenten der bisherigen Fahrzeuge aller Art im Lastentransport auftreten zu lassen. Die Antwort darauf, warum man von einem ähnlich bedeutenden Lastentransport durch ein einzelnes Fahrzeug obiger zwei Gattungen absehen muss, ist leicht zu geben. Beide bedürfen einer sehr grossen Ausdehnung bei relativ kleinem Gewicht. Ihre grosse Ausdehnung bedingt wieder, dass ungemein viel vom Gesamtgewicht auf die Konstruktion fällt, sodass sehr wenig *Nutzlast*-Tragkraft übrig bleibt, und drittens geht aus folgender kleiner Zusammenstellung hervor, dass bei ihnen der Arbeitsaufwand und damit der Brennstoffverbrauch im Verhältnis zum Gesamtgewicht ein bedeutend grösserer wird als bei andern Fahrzeugen, was natürlich die Nutzlast noch mehr herabmindert.

Ein moderner Schnelldampfer befördert auf	1 *PS*	=	500 *kg*
Zeppelins Ballonschiff . .	„ „ 1 „	=	70 „
Ein heutiger Drachenflieger bei Horizontalflug . .	„ „ 1 „	etwa	17 „

bei ungefähr gleichen Fahrtgeschwindigkeiten von 45 bis 50 *km* in der Stunde. Ein Postdampfer von der Ausdehnung eines Zeppelinschen Ballons hat ein Gesamtgewicht von ungefähr 12,000 *t*, das Ballonschiff ein solches von 12 *t*. Ohne zu optimistisch zu sein, darf man hoffen, dass es in kurzer Zeit gelingen wird, mit letzterm 60 bis 100 Reisende in vier bis sechs Tagen ohne Zwischenlandung 6000 *km* weit zu befördern, wenn günstige und ungünstige Windverhältnisse sich das Gleichgewicht halten. Eine Flugmaschine mit einer Reihe von zwanzig beweglichen Tragflächen, ungefähr nach Abbildung 22 ausgebildet, würde

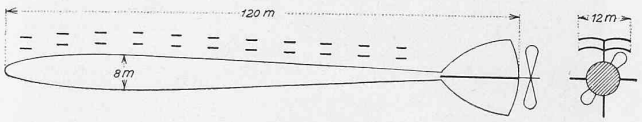

Abb. 22. Schema eines Drachenfliegers von der Grösse des Zeppelinschen Ballonschiffes.

bei ähnlichen Dimensionen (120 *m* Länge zu 12 *m* Spannweite) und gleicher Schnelligkeit ein Gewicht von nur 8 *t* erhalten dürfen, und zwar unter Voraussetzung des idealen Zustandes, dass die vordern Träger die hintern in ihrer Wirkung nicht stören. Sie hätte für Horizontalflug bei 50 *km* Geschwindigkeit eine Motorleistung von mindestens 460 *PS* mit einem stündlichen Benzinverbrauch von rund 200 *kg* nötig. Dabei wäre ihr nur ein Transport von 20 Personen auf 600 bis 700 *km*, oder von 40 Personen auf 300 *km* Entfernung möglich.

Bei einer Geschwindigkeit von 200 *km/Std.* müsste das Gesamtgewicht der selben Flugmaschine 128 *t* betragen; dabei würde ihr Bedarf an motorischer Kraft 4^3 mal grösser, also 29440 *PS*, und der Benzinverbrauch 12800 *kg/Std.* Unter diesen Verhältnissen könnte sie 40 Personen etwa 1000 *km* weit befördern, oder bei Reduktion des Benzinvorrates und Beschränkung der Flugweite eine entsprechend grössere Zahl von Reisenden oder deren Gewicht usw.

Ganz abgesehen von der Unwirtschaftlichkeit eines solchen Transportes stelle man sich die Ankunft einer der oben skizzierten, mit enormer Geschwindigkeit dahin schiessenden Flugmaschinen mit einer Flächenbelastung von rund 200 kg/m^2 und einem Gewicht von vielen Tonnen vor! Dazu müsste ein Abbremsen in der Luft der eigentlichen Landung unbedingt vorausgehen können, erfolge diese nun auf festem Boden oder auf einer Wasserfläche.

Diese wenigen Zahlen, die selbstverständlich nur Annäherungswert besitzen, und die daran zu knüpfenden Ueberlegungen mögen zeigen, welche Grenzen den jetzigen Luftfahrzeugen als Transportmittel gezogen sind.

Aber trotz der Dämpfung verschiedener noch allzu kühner Hoffnungen wollen wir uns über das bisher erreichte freuen, namentlich auch über die enormen Fortschritte in der Motortechnik, die es opferwilligen und wagemutigen Sportsleuten ermöglichten, mittels gewisser Kombinationen von ebenen oder gekrümmten Flächen, die unter spitzem Stosswinkel die Luft treffen, bei gewandter Führung sich vom Erdboden zu erheben, grössere Strecken zu durchfliegen und ohne Schaden zu leiden wieder zu landen. Diese Errungenschaften haben den Glauben an die Möglichkeit des selbständigen Fliegens ohne Mithilfe eines leichten Gases in den weitesten Kreisen geweckt. Derjenige, der sich für dieses Thema interessiert und selber mit Wort und Tat zu dessen Förderung beitragen will, kann dies heute tun, ohne wie früher fürchten zu müssen, zum mindesten schonendem Mitleid zu begegnen.