

LUFTSCHIFFFAHRT.

DIE GLEITVERSUCHE DER BRÜDER WRIGHT.

(Fortsetzung.)

Bei der Wiederaufnahme unserer Gleitversuche fanden wir, daß die alten Bedingungen der Experimente des vorangehenden Jahres zurückgekehrt waren. Nach einigen Versuchen wurde ein Gleitflug von 366 Fuß und bald darauf einer von 389 Fuß gemacht. Die Maschine mit der neuen Flächenwölbung gehorchte stets prompt selbst geringen Bewegungen des Steuers. Der Führer konnte bewirken, daß sie den Wellenlinien der Oberfläche folgend fast den Boden abschabte, oder er konnte erreichen, daß sie fast in gleicher Höhe mit dem Startpunkte segelte und weit über den Fuß des Hügels hinausschwebend allmählich zu Boden glitt. Der Wind blies an diesem Tage mit einer Geschwindigkeit von 11–14 Meilen in der Stunde. Da am folgenden Tage die Wetterverhältnisse günstig waren, wurden die Versuche fortgesetzt. Anfanglich trugen wir einigermassen Bedenken betreffs der Sicherheit, in einem so heftigen Winde mit einer Maschine von über 300 Quadratfuß freie Flüge zu wagen, wo wir doch kaum fünf Minuten lang praktisch experimentiert hatten.

Nach einigen Probeversuchen be-schlossen wir indes, doch einen Gleitflug auszuführen. Die Kontrolle der Maschine erwies sich dabei so gut, daß wir dann keine Besorgnis mehr hegten, kühn weiter zu segeln. Wir führten darnach einen Gleitflug nach dem andern aus, manchmal genau dem Boden folgend und manchmal hoch in der Luft dahinschwebend. Auch an den folgenden Tagen unternahmen wir, sobald das Wetter günstig war, Gleitflüge. Die größte Windstärke, bei welcher auf diese Weise experimentiert wurde, betrug ein wenig mehr als 12 m in der Sekunde gleich nahezu 27 Meilen in der Stunde.

Bei der Herstellung der Maschine war geplant worden, den größeren Teil der Experimente in folgender Weise auszuführen: Wenn die Windgeschwindigkeit 17 Meilen in der Stunde oder mehr betrug, wollten wir ein Seil an der Maschine befestigen und sie samt dem Führer als Drachen aufsteigen lassen. Wenn die Maschine eine geeignete Höhe erreicht hatte, sollte der Führer das Seil kappen und zu Boden gleiten wie vom Gipfel eines Hügels. Auf diese Weise wären wir der Plackereien enthoben gewesen, nach jedem Gleitfluge die Maschine wieder auf den Hügel schafften zu müssen, und hätten wenigstens zehn Gleitflüge in derselben Zeit ausführen können, welche andernfalls für einen einzigen nötig war. Als wir aber die Versuche ausführten, fanden wir, daß ein Wind von 17 Meilen, statt bei einem Einfallswinkel von drei Graden die Maschine samt dem Führer zu tragen, was ein Gesamtgewicht von 240 Pfund repräsentierte, in Wirklichkeit bei diesem Winkel nicht einmal die Maschine allein (= 100 Pfund) tragen konnte. Die Tragkraft schien kaum ein Drittel des in Anschlag gebrachten Betrages zu erreichen. Um uns zu versichern, daß diese Differenz nicht auf Rechnung der Porosität des Stoffes zu setzen sei, konstruierten wir zwei kleine Versuchsflächen von gleicher Größe, von denen die eine luftdicht war, während der Stoff für die Bespannung bei der anderen in seinem natürlichen Zustande belassen wurde; wir konnten indes keinen Unterschied im Auftriebe der beiden Flächen entdecken. Eine Zeitlang hegten wir die Vermutung, daß der Auftrieb von gewölbten Flächen jenen von ebenen Flächen derselben Größe nur wenig übertriffe; allein weitere Forschungen und Experimente führten uns zu der Überzeugung: 1. daß das von uns verwendete Anemometer die Geschwindigkeit des Windes um nahezu 15 Prozent zu hoch angab, 2. daß der bekannte Smeaton-Koeffizient von $0.005 V^2$ für den Winddruck bei 90 Grad wahrscheinlich um 20 Prozent zu groß ist; 3. daß Lilienthals Schätzung des Druckes gegen eine gewölbte Fläche bei einem Einfallswinkel von 3 Grad zu 0.545 des Druckes bei 90 Grad zu groß ist, und zwar um nahezu 50 Prozent größer, als unsere letzten Versuche mit einer speziell für Druckmessungen konstruierten Versuchsmaschine ergaben; 4. daß die Übereinanderstellung der Flächen einigermassen den Auftrieb pro Quadratfuß herabmindert im Vergleiche mit einer einzigen Fläche von gleichem Inhalte.

Bei Gleitversuchen ist indes der Betrag des Auftriebes von verhältnismäßig geringerer Bedeutung als das Verhältnis des Auftriebes (Lift) zum Rücktrieb (Drift), da dadurch allein der Winkel des Gleitfalles bestimmt ist. Bei einer ebenen Fläche steht der Druck immer senkrecht zu der Fläche und das Verhältnis von Lift zu Drift ist deshalb dasselbe wie jenes des Cosinus zum Sinus des Einfallswinkels. Bei gewölbten Flächen zeigt sich indes ein sehr bemerkenswertes Faktum. Der Druck ist nämlich, statt stets senkrecht zur Flächensehne zu sein, gewöhnlich beträchtlich in der Stirnrichtung über die Senkrechte hinaus geneigt. Die Folge ist, daß der Auftrieb (Lift) größer und der Rücktrieb (Drift) kleiner ist als bei normal angenommenen Druckrichtung.

Lilienthal war der Erste, welcher diese außerordentlich wichtige Tatsache entdeckte, die er vollständig in seinem Buche »Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst« darlegte, allein infolge einiger Mängel in der Methode, nach welcher er seine Messungen ausführte, wurde von anderen Forschern nicht allein die Genauigkeit seiner Ziffern, sondern sogar die Existenz einer Tangentialkraft überhaupt in Frage gestellt. Unsere Experimente bestätigen das Vorhandensein dieser Kraft, obgleich unsere Messungen beträchtlich von jenen Lilienthals abweichen.

Während unseres Aufenthaltes in Kitty Hawk verwendeten wir viel Zeit auf die Messung des horizontalen Druckes unserer Maschine in unbelastetem Zustande bei verschiedenen Neigungswinkeln. Wir fanden, daß bei 13 Grad der horizontale Druck gegen 23 Pfund betrug. Darin ist nicht bloß der Rücktrieb (Drift) selbst, d. i. die horizontale Komponente des Druckes gegen die Fläche, sondern zugleich auch der Stirnwiderstand des Rahmens inbegriffen. Das Gewicht der Maschine betrug zur Zeit dieses Versuches gegen 108 Pfund. Wäre der Druck normal zu der Flächensehne gewesen, so hätte sich der eigentliche Rücktrieb (Drift) zum Auftrieb (Lift) (108 Pfund) verhalten müssen wie der Sinus von 13 Grad zu dem Cosinus von 13 Grad oder wie

$$\frac{0.22 \times 108}{0.97} = 24 \text{ Pfund};$$

dies ist um wenig mehr, als der totale Zug, i. e. 23 Pfund, bei unseren Messungen gefunden wurde. Daraus ist ersichtlich, daß die Mittelkraft des Druckes gegen die Fläche, statt normal zur Sehne zu stehen, so stark nach der Stirnseite des Apparates geneigt sein mußte, daß der gesamte Stirnwiderstand des Rahmens und der Spanndrähte, welche bei der Konstruktion verwendet wurden, mehr als überwunden wurde. In einem Winde von 14 Meilen pro Stunde ist der Widerstand keineswegs ein zu vernachlässigender Faktor, so daß die Tangentialkraft eine sehr beträchtliche Größe besitzen muß. In einem stärkeren Winde, welcher die Maschine bei einem Winkel von 10 Graden in Schwebel hielt, war der Zug an der Wage 18 Pfund. Bei der Annahme eines normalen Druckes zur Flächensehne folgt daraus für den eigentlichen Rücktrieb (Drift) der Wert

$$\frac{0.17 \times 98}{0.98} = 17 \text{ Pfund},$$

so daß die Tangentialkraft, obwohl die größere Windgeschwindigkeit auch eine Zunahme des Stirnwiderstandes bedingen mußte, dennoch bis auf einen Rest von einem Pfund diesen Zuwachs weit machte.

Nach unserer Rückkehr von Kitty Hawk begannen wir eine Serie von Experimenten behufs genauer Bestimmung des Betrages und der Neigung des Winddruckes gegen gewölbte Flächen bei Neigungswinkeln von 0 bis 90 Graden auszuführen. Diese Experimente sind zwar noch nicht abgeschlossen, allein sie bekräftigen im allgemeinen die Behauptung Lilienthals, daß gewölbte Flächen günstiger wirken sowohl bezüglich des Betrages als auch der Richtung des Druckes als ebene Flächen. Wir fanden indes auch ausgeprägte Differenzen bezüglich der genauen Werte des Widerstandskoeffizienten, besonders bei Winkeln unter 10 Graden. Wir waren außerstande, direkte Messungen des horizontalen Widerstandes samt Führer anzustellen, allein durch Vergleichung der beim Gleitfluge zurückgelegten Distanz mit der vertikalen Fallhöhe konnten wir leicht berechnen, daß bei einer Geschwindigkeit von 24 Meilen in der Stunde (= 38.6 km) der gesamte horizontale Widerstand unserer Maschine samt Führer gegen 40 Pfund betrug, was ungefähr $2\frac{1}{3}$ Pferdekraften gleichwertig ist. Man darf aber nicht vermuten, daß ein Motor, welcher diese Kraft entwickelt, hinreichend ist, um eine bemannte Maschine wirksam anzutreiben. Das Nebengewicht des Motors erfordert nämlich entweder eine größere Maschine, eine höhere Flugeschwindigkeit oder einen größeren Einfallswinkel zur Erreichung des erforderlichen Auftriebes und deshalb auch mehr Kraft.

Es ist indes wahrscheinlich, daß eine Maschine von sechs Pferdekraften im Gewichte von 100 Pfund dem gewünschten Zweck entsprechen würde. Eine solche Maschine ist praktisch völlig ausführbar. In der Tat wurden Kraftmaschinen von der Hälfte dieses Gewichtes pro Pferdekraft (= 9 Pfund pro Pferdekraft) bereits von mehreren Konstrukteuren wiederholt hergestellt. Eine Vermehrung der Geschwindigkeit unserer Maschine von 24 auf 33 Meilen in der Stunde verringert den gesamten horizontalen Widerstand von 40 auf etwa 35 Pfund. Dies bedeutet einen großen Vorteil bei Gleitflügen, denn es ermöglicht, bei gegebener Fallhöhe eine um 15 Prozent längere Strecke zurückzulegen. Es würde indes wenig oder gar keinen Vorteil bringen, die Größe des Motors bei einer motorisch angetriebenen Maschine zu verringern, und zwar aus dem Grunde, weil der Verringerung des Zuges durch Erhöhung der Geschwindigkeit pro Minute das Gleichgewicht gehalten werden müßte.

(Schluß folgt.)

AÉRONAUTISCHE TERMINOLOGIE.

Die Terminologie bildet einen recht wunden Punkt der Luftschiffahrt und Flugtechnik, während doch gerade in diesen beiden Disziplinen, wo auch heute noch immer diametral entgegengesetzte Meinungen nicht selten hart aneinander prallen, eine eindeutige, klare und präzise Terminologie höchst wünschenswert und von größter Bedeutung ist. In richtiger Würdigung der Notwendigkeit einer strikten Terminologie brachte der ständige Ausschuß für Luftschiffahrt in Paris im Jahre 1889 zur Bezeichnung der wichtigsten Typen von Apparaten zur Fortbewegung durch die Luft folgende Bezeichnungen in Vorschlag, welche in der französischen Fachliteratur sich bereits ziemlich eingebürgert haben:

»Aérostat« ist die französische Bezeichnung für den gewöhnlichen Ballon; der Auftrieb desselben wird einzig und allein durch die Füllung mit einem Gase erzeugt, dessen Dichte geringer ist als die Dichte der Luft am Auf-tiegsorte; die horizontale Bewegung wird lediglich durch den Wind bewirkt.

»Aéronat« wird jedes Luftfahrzeug genannt, dessen Auftrieb ganz oder teilweise durch einen Ballon erzeugt wird und das mit Vorrichtungen ausgerüstet ist, welche die Fortbewegung in einer von dem herrschenden Winde abweichenden Richtung ermöglichen sollen.

»Aéronef« oder »Appareil d'aviation« bezeichnet jedes Luftfahrzeug, dessen Tragkraft nicht durch den Auftrieb leichter Gase erzeugt wird, sondern durch irgend welche mechanische Vorrichtungen. Das Hauptcharakteristikum des »Aéronef« oder des »Appareil d'aviation« ist also das vollständige Fehlen jedes Tragballons.

Für die einzelnen »Aéronef«-Typen wurden folgende Bezeichnungen approbiert:

»Helicoptère« heißt jedes »Aéronef«, das mit einer oder mehreren Schrauben ausgerüstet ist, deren Achsen lotrecht oder nahezu lotrecht gestellt sind.

»Aéroplane« ist ein »Aéronef«, das eine oder mehrere Tragflächen besitzt und eine oder mehrere Schrauben mit horizontaler Achse.

»Oiseau mécanique« bezeichnet ein »Aéronef«, das durch zwei oder mehrere Flügel vorwärtsgetrieben wird.