



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299048

x
4495

AVIATIK.

Wie der Vogel fliegt und wie der Mensch
===== fliegen wird. =====

Mit 35 Figuren und Illustrationen.

Von

Ingenieur WILHELM KRESS

Ehrenmitglied des Wiener flugtechnischen Vereines.

74
F. Nr. 27 206



WIEN 1905.

SPIELHAGEN & SCHURICH

VERLAGSBUCHHANDLUNG

I. KUMPGASSE 7

H. 6. 23

AVIATIK.

Wie der Vogel fliegt und wie der Mensch
fliegen wird.

Mit 35 Figuren und Illustrationen.

II 5393



Ing. WILHELM KRESS
Herausgeber des "Aviatik" Verlags

12. 12. 1905



Wien 1905.
H. K. R. Nr. 5120/50

Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V
Der Einfluß des Windes auf frei in der Luft fliegende Körper .	1
Der Gleitflug	5
Der Wellenflug	7
Die Windwellen	9
Die Wirkung der Windwellen, respektive der wechselnden Wind- geschwindigkeiten	10
Der Segelflug des Vogels	13
Der Segelflug des Menschen	22
Das Kreisen der Vögel	23
Der Ruder- oder Schwingenflieger	26
Der mechanische Ruderflieger	29
Anforderungen an eine vollkommene dynamische Flugmaschine	32
Der Schraubenflieger (Helicoptère)	35
Die Kaptivschraube (Fesselschraube)	35
In eigener Sache	40
Der Drachenflieger (Aeroplane)	42
Meine ersten Modelle vom Drachenflieger	43
Die Konstruktion meines ersten großen Drachenfliegers . . .	50
Die ersten Fahrten auf dem Wasser	56
Die Spende Seiner k. u. k. Majestät	57
Der kostspielige Motor	58
Der Unfall auf dem Wasser.	60
Mein zweiter großer Drachenflieger	64
Was der Drachenflieger leisten kann	66

	Seite
Der Anlauf	66
Die Landung	67
Die Stabilität	68
Der Lilienthal'sche Gleitflieger	70
Die automatische Stabilität	72
Der Gummimotor	76
Der zusammenlegbare Gleitdrachen	79
Der ökonomische Flug	80
Der Drachenflieger der Zukunft	82
Der Drachenflieger für militärische Zwecke	92
Der Drachenflieger als Luftautomobil	93
Der Kugelballon	95
Der lenkbare Ballon	96
Schluß	98

Druckfehlerberichtigung.

Seite 3 zweite Zeile von oben, soll die Formel heißen:

$$v' = v + c = 10 + 10 = 20 \text{ m} \text{ statt } 10 + 20 \text{ m}.$$

Seite 85, dreizehnte Zeile von oben soll heißen:

$$174 + 16 + 17.5 = 207.5 \text{ m}^2.$$

VORWORT.

Nur selten ließ ich mich dazu verleiten, zur Feder zu greifen, und das geschah nur, um in kurzen Artikeln über einzelne Detailfragen der Flugtechnik meine Meinung zu äußern. Auch diesmal war meine Absicht, nur einen Artikel über den Einfluß und die Wirkung des Windes auf frei in der Luft fliegende Körper zu schreiben. Infolge einer Krankheit, die mir für längere Zeit jede physische Arbeit und Anstrengung verbietet, mußte ich meine Lieblingsarbeiten — das Bauen von flugtechnischen Apparaten und die praktischen Experimente — für eine unbestimmte Zeit aufgeben. So erweiterte sich denn mein erster Artikel zur weiteren Definition der verschiedenen Flugarten großer Vögel, um dann zur Besprechung des dynamischen Flugproblems überzugehen und schließlich noch um über die eigenen seit Jahrzehnten gemachten flugtechnischen Arbeiten, Leiden und Erfahrungen mein Herz auszuschütten.

Der Einfluß und die Wirkung des Windes auf frei in der Luft fliegende Körper ist selbst unter den sogenannten Flugtechnikern nur wenigen geläufig. Wem aber die Kenntnis der Wirkung des Windes fehlt, dem fehlt auch ein richtiges Urteil darüber, wie die größeren Vögel fliegen und segeln.

Was nun die Ansichten über die Möglichkeit des dynamischen Fluges des Menschen betrifft, so hat sich die öffentliche Meinung in den letzten Jahrzehnten sehr zum Besseren gewendet. In wissenschaftlichen Kreisen begegnet

man nur noch selten jemanden, der an der Möglichkeit des dynamischen Fluges zweifelt, wohl aber gibt es unter den Gläubigen viele, die der zukünftigen dynamischen Flugmaschine einen praktischen Wert absprechen oder in dem dynamischen Fluge so große Gefahren erblicken, daß sie nur mit ängstlicher Scheu an die Möglichkeit eines solchen in der Luft segelnden Verkehrsmittels denken können.

Diese irrtümlichen Auffassungen zu zerstreuen ist der Hauptzweck dieser Schrift. Ich habe mich bemüht, alle unnützen Formeln, Rechnungen und wissenschaftlichen Phrasen nach Möglichkeit zu vermeiden, damit das Büchlein jedermann lesen kann, und hoffe somit manchen Zweifler zu bekehren, manches ängstliche Gemüt zu beruhigen und vielleicht für unsere Bestrebungen zu gewinnen.

Wien, Dezember 1904.



Der Einfluß des Windes auf frei in der Luft fliegende Körper.

Um die verschiedenen Flugarten, wie Gleit-, Wellen-, Segel- und Ruderflug der Vögel richtig zu verstehen und beurteilen zu können, muß man sich erst über die Wirkung des Windes auf frei in der Luft schwebende Körper klar sein.

Man begegnet bis heute, nicht nur unter den Laien, sondern selbst bei älteren Flugtechnikern, oft ganz irrthümlichen Auffassungen über diese Frage. Selbst Lilienthal, dessen flugtechnische Arbeiten in flugtechnischen Kreisen mit Recht hochgeschätzt sind, hat seinerzeit, als er das Buch »Der Vogel als Grundlage der Fliegekunst« schrieb, die irrthümliche Auffassung gehabt, daß bei einem konstanten Winde von über 10 *m* pro Sekunde bei persönlichem Kunstfluge keine Flugarbeit mehr zu leisten ist. Auf Seite 177 seines oben erwähnten Buches befindet sich eine Tabelle, worin genau angegeben ist, welche Flugarbeit bei Windgeschwindigkeiten von 2, 3, 4, 5 u. s. w. Meter pro Sekunde zu leisten ist. Später jedoch hat Lilienthal diesen Irrtum eingesehen. In der Tat, ein jeder Körper, der in dem Luftmedium eingetaucht ist und von der Luft getragen wird, gleichgültig, ob es ein Ballon ist, der infolge seiner spezifischen Leichtigkeit in der Luft schwimmt, oder ein Vogel, der mit seinen Flügeln auf die Luftsäule drückend sich den nötigen Stützpunkt in der Luft schafft, kurz jeder Körper, der von

der Luft getragen ist, wird auch von der Luft mitgenommen; geradeso wie das Boot auf einem Wasserstrom.

Solange die Luftströmung eine konstante Geschwindigkeit hat, so befindet sich der Vogel wie in ruhiger Luft; er kann in beliebiger Richtung: mit oder gegen den Wind fliegen und wird dabei keinen andern Wind verspüren als nur den Stirnwind, der aus seiner Eigengeschwindigkeit resultiert. Dagegen hat der konstante Wind auf die Ortsbewegung des Vogels zur Erde, wie wir gleich sehen werden, einen sehr großen Einfluß.

Es sei v die Eigengeschwindigkeit des Vogels zu der ihn umgebenden Luft, v' dessen Geschwindigkeit zur Erde und c die Geschwindigkeit des Windes.

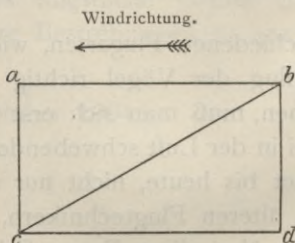


Fig. 1.

Nehmen wir nun an, der Wind habe eine konstante Geschwindigkeit von $c = 10\text{ m}$ pro Sekunde von b nach a (Fig. 1), der Vogel fliegt aber mit einer Eigengeschwindigkeit von ebenfalls $v = 10\text{ m}$ pro Sekunde, jedoch von a nach b , also gegen den Wind, so wird in diesem Falle die Geschwindigkeit des Vogels zur Erde $v' = v - c = 10 - 10 = 0\text{ m}$ pro Sekunde sein; also wird der Vogel, von der Erde aus gesehen, als stillstehend erscheinen; denn genau um so viel als der Vogel mit seiner Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft sich fortbewegt, genau eben so viel hat in derselben Zeit die Luft sich in der entgegengesetzten Richtung bewegt und den von der Luft getragenen Vogel mitgenommen. Die zwei Bewegungen haben sich gegenseitig aufgehoben. Fliegt aber der Vogel mit 10 m pro Sekunde Eigengeschwindigkeit in derselben Richtung des Windes, so

wird jetzt der Vogel von der Erde aus gesehen mit einer Geschwindigkeit: $v' = v + c = 10 + 20 m$ pro Sekunde von b nach a , also in der Richtung des Windes sich bewegen. Will aber der Vogel quer zum Winde von c nach a kommen, so muß derselbe die Richtung von c nach b einhalten, um von c nach a zu kommen. Es ist dasselbe Verhältniß wie mit einem Boote auf einem Strom.

Sobald der Vogel in bewegter Luft, respektive im Winde fliegt, so hat er mit zwei Bewegungen zu rechnen. Fliegt er mit dem Wind, dann ist dessen Geschwindigkeit zu einem Punkte der Erde $v' = v + c$. Fliegt er gegen den Wind, so ist dessen Geschwindigkeit zur Erde $v' = v - c$. Fliegt aber der Vogel quer oder schräg zum Winde, dann ist dessen Geschwindigkeit und Richtung, die Resultierende eines Parallelogramms aus diesen beiden Bewegungen.

Es folgt daraus:

1. Bei konstantem Winde befindet sich der Vogel ganz wie in ruhiger Luft und er empfindet keinen anderen Wind als nur den Stirnwind, der aus seiner Eigengeschwindigkeit resultiert und der ihn stets nur von vorn trifft.

2. Der konstante Wind hat auf die Ortsbewegung des Vogels zur Erde einen sehr großen, dagegen auf die Flugfunktion und die Stabilität gar keinen Einfluß.

Der Vogel kann also mit oder gegen den Wind fliegen, er wird bei einer Eigengeschwindigkeit von $v = 10 m$ pro Sekunde immer auch nur einen Stirnwind von $10 m$ pro Sekunde verspüren.

Man ersieht daraus, wie schwierig, fast unmöglich es ist, die Fluggeschwindigkeiten der Vögel genau zu bestimmen. Wir wissen zwar, welche Zeit zum Beispiel eine Brieftaube zur Zurücklegung eines Weges von einem Orte zum anderen an einem bestimmten Tage gebraucht hat; um aber zu wissen, mit welcher Eigengeschwindigkeit der Vogel zu dem ihn umgebenden Luftmedium sich bewegt hat, mußten wir erst genau die Geschwindigkeit und Richtung des Windes am richtigen Orte und zur richtigen Zeit

wissen. In größeren Höhen erreicht die Windgeschwindigkeit zuweilen über 50 *m* pro Sekunde.

Fliegt nun der Vogel mit einer Eigengeschwindigkeit von 25 *m* pro Sekunde in derselben Richtung eines Windes von 50 *m* pro Sekunde, so wird der Vogel zur Erde mit der Riesengeschwindigkeit $v' = 50 + 25 = 75$ *m* pro Sekunde sich bewegen, dabei aber nur einen Stirnwind von 25 *m* pro Sekunde zu überwinden haben. Darauf beruht der Irrtum mancher Ornithologen, welche glauben, daß gewisse Zugvögel eine Eigengeschwindigkeit von 75 *m* und mehr pro Sekunde erreichen können, während jeder, der da weiß, daß der Luftwiderstand zur Geschwindigkeit quadratisch und die Flugarbeit in dritter Potenz wächst, sich durch Rechnung leicht überzeugen kann, daß es keinen Vogel geben kann, der trotz des günstigsten Körperbaues, Geschwindigkeiten von 75 *m* pro Sekunde zu der ihn umgebenden Luft erreichen könnte. Es gibt wohl kaum einen Vogel, der eine Eigengeschwindigkeit von 30 *m* pro Sekunde zu der ihn umgebenden Luft erzielen könnte. Aber selbst wenn wir annehmen würden, daß zum Beispiel der Edelfalke eine Eigengeschwindigkeit von 30 *m* pro Sekunde erreichen könnte, so wird derselbe doch, sobald er gegen einen Wind von 30 *m* pro Sekunde fliegen wollte, von der Erde aus gesehen, nicht mehr von der Stelle kommen, weil jeder Flugkörper, sei es ein lenkbarer Ballon, eine dynamische Flugmaschine oder ein Vogel, sich schneller wie der Wind bewegen muß, um noch gegen den Wind fliegend weiterkommen zu können.

Das, was bisher gesagt wurde, bezieht sich nur auf eine mit konstanter Geschwindigkeit bewegte Luftströmung. Da nun aber ein starker Wind, besonders in der Nähe der Erde, nie eine konstante Geschwindigkeit hat, sondern in jeder Minute mehreremal die Geschwindigkeit und teilweise auch die Richtung ändert, so haben wir noch einen neuen wichtigen Faktor, die Windwellen in Betracht zu ziehen, auf den ich später bei Besprechung des Segelfluges zurückkommen werde.

Der Gleitflug.

Betrachten wir jetzt erst den Gleitflug. Der Vogel kann bekanntlich auf Kosten der gewonnenen Eigengeschwindigkeit als auch auf Kosten der gewonnenen Höhe, lange Strecken ohne Flügelschläge dahingleiten; im letzteren Falle ist das Gleiten gleichzeitig ein Fallen.

Jeder Vogel hat entsprechend den Dimensionen der Flügel, des Eigengewichtes, des Querschnittes seines Körperbaues u. s. w. eine gewisse Normalgeschwindigkeit, bei welcher er die geringste Flugarbeit zu leisten hat; fliegt er schneller oder langsamer als seine Normalgeschwindigkeit, so muß er sich schon mehr anstrengen, respektive größere Arbeit leisten.

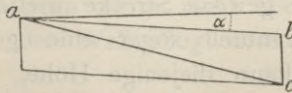


Fig. 2.

Nehmen wir als Beispiel einen uns bekannten Vogel, — einen Rabe — an, den wir häufig und wegen seines trägen Fluges sehr gut beobachten können. Dessen Normalgeschwindigkeit können wir mit zirka 10 *m* pro Sekunde annehmen, bei deren Geschwindigkeit ein Rabe schon ohne Flügelschläge mit ausgespannten Flügeln wie ein Drachenvogel durch die Luft, ohne zu sinken, gleiten kann. Wenn nun ein Rabe durch angestrenzte Flugarbeit eine größere Eigengeschwindigkeit, sagen wir 15 *m* pro Sekunde, erlangt, so kann er jetzt, wenn er seine Flügel ausgespannt hält, ohne Flügelschläge so lange horizontal fortgleiten, eventuell auch steigen, bis seine Eigengeschwindigkeit unter 10 *m* pro Sekunde gesunken ist. Bis dahin ging also das Gleiten auf Kosten der Eigengeschwindigkeit vor sich. Befindet sich der Vogel in genügender Höhe, so kann er jetzt auf Kosten der Höhe noch den mühelosen Gleitflug fortsetzen, indem er eine geringe, nach abwärts gerichtete Neigung *a b* (Fig. 2) annimmt. Dadurch bekommt der Vogel eine seitlich wirkende

Kraftkomponente $p = G \sin \alpha$. G ist hier das Gewicht des Vogels. Diese seitliche Kraftkomponente gibt dem Vogel eine beschleunigte Geschwindigkeit, welche so lange zunimmt, bis der Stirnwiderstand gleich der seitlichen Kraftkomponente wird und die beiden entgegengewirkenden Kräfte sich aufheben. Von diesem Momente an wird die Gleitgeschwindigkeit konstant bleiben. Da wir aber in der Luft, wo jeder Körper, der schwerer als die Luft ist, mehr oder weniger einsinkt, respektive beständig fällt, wir also hier mit zwei Bewegungen zu tun haben, einer seitlichen ab und einer senkrechten bc , so ist der Weg, den der Vogel zurücklegt, die Resultierende ac aus diesen zwei Bewegungen.

Den Zuwachs an lebendiger Kraft infolge der Beschleunigung kann nun der Vogel jederzeit dazu verwenden, um eine gewisse Strecke wieder horizontal fortzugleiten oder eventuell sogar eine gewisse Höhe zu erreichen. Doch kann diejenige Höhe, wo das Abwärtsgleiten begonnen wurde, ohne Flügelschläge nicht mehr erreicht werden; denn abgesehen davon, daß ein bedeutender Teil der lebendigen Kraft auf dem ganzen Wege durch den Stirnwiderstand verzehrt wird, so ist auch die Höhe bc (Fig. 2) durch das Einsinken unwiederbringlich verloren. Darum ist es klar, daß ein Wellenflug nichts weniger als kraftsparend sein kann.

Der Gleitapparat ist nichts anderes als ein lenkbarer Fallschirm und der Gleitflug somit nur ein verzögertes lenkbares Fallen.

Der Gleitflug gewinnt in den letzten Jahren immer mehr an Anhängern. Lilienthal war zwar nicht der Erste, der den Gleitflug übte, denn schon lange vor ihm wurde durch Kapitän Le Bris und andere der persönliche Gleitflug versucht. Lilienthal war aber der Erste, der den Gleitflug auf wissenschaftlicher Basis zu einer bedeutenden Vollkommenheit und zu einer gewissen Popularität unter den Flugtechnikern brachte und viele Nachahmer fand.

Während aber Lilienthal den Gleitflug als Selbstzweck betrachtete, da er hoffte, durch weitere Pflege und Übung

des Gleitfluges mit Benützung der Winde zum persönlichen Segelflug zu gelangen, über den wir später sprechen werden, betrachten die Nachahmer des Gleitfluges denselben nur als Vorschule des mechanischen Drachenflegers, was auch das Richtigere ist.

In früheren Jahren wurde sehr häufig in flugtechnischen Kreisen über den Vorteil des Wellenfluges geschrieben und diskutiert, was auch mich seinerzeit veranlaßte, in der »Zeitschrift für Luftschiffahrt« (1887, Heft 8) einen kurzen Artikel zu schreiben.

Man könnte diese Frage als abgetan betrachten, wenn nicht bis in die letzte Zeit immer wieder von gewisser Seite in Flugblättern und in Zeitungsartikeln der Wellenflug als die einzig mögliche Lösung des Flugproblems gerühmt werden würde. Es kann darum nicht überflüssig sein, wenn wir hier in Kürze den Wellenflug etwas näher prüfen.

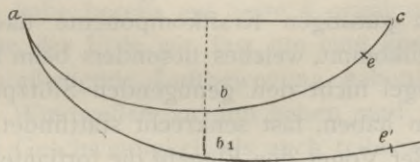


Fig. 3.

Der Wellenflug.

Wenn auf einem ebenen Schienenwege $a c$ (Fig. 3) ein Wagen ins Rollen gebracht und dann sich selbst überlassen wird, so rollt derselbe so lange weiter, bis die durch den Impuls ihm gegebene Bewegungsenergie durch Reibungs- und Luftwiderstand aufgezehrt ist. Wären keine Widerstände zu überwinden, dann müßte der Wagen nach dem bekannten Beharrungsgesetze ins Unendliche fortrollen. Wenn nun der Schienenweg ein Wellental $a b c$ bildet und man den Wagen bei a ohne Stoß die schiefe Ebene $a b$ hinabrollen läßt, so wird der Wagen bis b mit beschleunigter Geschwindigkeit hinabrollen und dann auf Kosten der auf-

gespeicherten lebendigen Kraft den Weg von b nach c mit verzögerter Geschwindigkeit fortsetzen. Wären auf dem Wege $a b c$ keine Widerstände zu überwinden, dann würde die bis b angesammelte lebendige Kraft genügen, den Wagen bis c hinaufzurollen. Da aber auf dem Wege $a b c$ durch die Widerstände ein Teil der lebendigen Kraft verbraucht wird, so kann der Wagen selbstverständlich nicht bis c , sondern etwa bloß bis e gelangen. Die noch fehlende Kraft, um den Wagen von e bis c hinaufzubringen, ist genau so groß wie die Summe der lebendigen Kraft, welche auf dem Wege $a b c$ durch die Widerstände aufgezehrt wurde. Da aber der Weg $a b c$ länger als der gerade Weg $a c$ ist, so ist es klar, daß auf dem Wege $a b c$ eine größere Summe von Widerständen zu überwinden, somit auch eine größere Arbeit zu leisten ist.

Noch ungünstiger stellt sich die Sache in der Luft, weil hier, wie schon beim Gleitfluge erklärt wurde, neben der seitlichen günstigen Kraftkomponente das schädliche Einsinken dazukommt, welches besonders beim Beginne, solange die Flügel nicht den genügenden Stützpunkt an der Luft gefunden haben, fast senkrecht stattfindet.

Wenn der Vogel den Flügeln die fortlaufende Neigung gleich der Wellenlinie $a b c$ (Fig. 3) geben würde, so wird er doch nicht den Weg $a b c$, sondern etwa den Weg $a b' e'$ zurücklegen, weil hier die zweite Bewegung, das Einsinken, dazukommt, deren GröÙe vom Flächeninhalt der Flügel zum Gewichte des Vogels abhängt. Der Weg $a b' e'$ ist die Resultierende aus den zwei Bewegungen.

Wir haben also gesehen, daß die Wellenbewegung selbst da, wo eine feste Unterlage respektive fester Stützpunkt, die Schiene, vorhanden ist, keinen Vorteil bringt, sondern im Gegenteil nur den Weg verlängert und die Arbeit vergrößert und daß in der Luft die Wellenbewegung durch das unwiederbringliche Einsinken noch viel ungünstiger sich gestaltet.

Wenn wir trotzdem häufig Wellenbewegungen bei den Vögeln während des Fluges beobachten können, so ge-

schehen dieselben nicht aus ökonomischen kraftsparenden Ursachen, sondern es sind häufig, besonders beim segelnden Vogel, nur Folgen der natürlichen Windwellen. Ebenso zur Erlangung einer nötigen Anfangsgeschwindigkeit oder bei kleinen, schnell flatternden Vögeln als Ruhepausen werden Wellenbewegungen oft benützt. Auch der Storch macht zuweilen lokale Wellen- und Kreisbewegungen. Wenn aber der letztere auf der Reise nach einem bestimmten Orte sich befindet, dann wird man stets beobachten können, wie er in gleichmäßigem Tempo mit seinen Flügeln arbeitend in schnurgerader Richtung seinem Bestimmungsorte zueilt.

Die Windwellen.

Ehe ich jetzt zu den wichtigsten und interessantesten Flugarten, zu dem mühelosen Kreisen und Segeln der Vögel übergehe, muß ich erst kurz die Windwellen in Betracht ziehen. Ich habe bereits auf Seite 4 erwähnt, daß besonders in der Nähe der Erde wir fast nie eine konstante, gleichmäßig dahinfließende Luftbewegung haben, sondern daß wir es mit Windwellen zu tun haben und daß der Wind sowohl die Geschwindigkeit als auch teilweise die Richtung in jeder Minute paarmal ändert, und zwar je schneller der Wind, desto ungleichmäßiger sind die Geschwindigkeiten der Luftbewegung. Professor Langley hat mit sehr empfindlichen Anemometern die Differenzen der Windgeschwindigkeiten gemessen und gefunden,*) daß die Geschwindigkeiten des Windes — wie die Diagramme zeigten — im Laufe jeder Minute mehreremal wechselten, und zwar sind die Geschwindigkeitsänderungen des Windes sehr bedeutend, so daß im Verlaufe von wenigen Sekunden die Geschwindigkeit des Windes zum Beispiel von 15 *m* auf 35 *m* pro Sekunde steigt, dann wieder auf 12 *m* herabsinkt, dann wieder auf 25 *m* steigt und so fort. Übrigens kann es jeder bei

*) Siehe »The internal Work of the wind.« By S. P. Langley in Proceedings on the international Conference on aerial navigation. Chicago 1893.

stürmischem Wetter am Tone hören und am eigenen Körper die Pulsationen des Windes fühlen.

Nun diese Geschwindigkeitsdifferenzen des Windes sind es eben, welche die berühmten Luftsegler wie Albatrosse als eine von außen kommende Kraftquelle in geschickter Weise ausnützen und tagelang ohne Flügelschlag den wunderbaren Segelflug ausführen. Um diesen fast mühelosen Segelflug zu begreifen, muß man erst wissen, wie außerordentlich günstig der äußere Körperbau des Seglers zur Überwindung des Stirnwiderstandes ausgestaltet ist.

Zum Beispiel. Hat ein Albatros von zirka 9 *kg* Gewicht und zirka 1 *m*² Segelfläche bei einer Eigengeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde nur einen gesamten Stirnwiderstand von 150 *g* zu überwinden, während die seitliche Kraftkomponente bei einer nach abwärts gerichteten Neigung von nur 1° schon 153 *g* beträgt. Der Vogel kann also unter so geringer Neigung von 1° bis 1½° ohne Flügelschläge eine Endgeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde erlangen und erhalten. Dabei wird er infolge der Fallverminderung bei Gleitgeschwindigkeiten bei obiger Eigengeschwindigkeit unter einem Winkel von 1½° bis 2°, also fast horizontal sich fortbewegen und auf Kosten der Höhe eine Strecke gleitend zurücklegen können, die 28 mal so lang als dessen Fallhöhe ist.*)

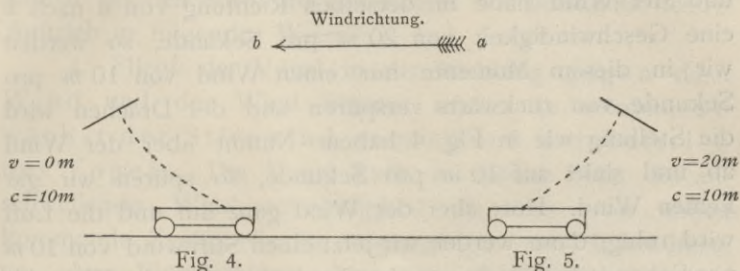
Wie nützt nun der segelnde Vogel die Windwellen, respektive die Geschwindigkeitsdifferenzen des Windes als eine von außen kommende Kraftquelle aus, um ohne Flügelschläge, also ohne merkbliche Arbeit, stunden- und tagelang sich auf dem Winde wiegen zu können?

Die Wirkung der Windwellen respektive der wechselnden Windgeschwindigkeiten.

Ehe wir diese Frage beantworten und an die Erklärung des Segelfluges gehen, müssen wir uns erst klar über die

*) Wobei vorausgesetzt ist, daß der Vogel bei Beginn des Gleitens schon eine Eigengeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde besitzt.

Wirkung der Windwellen, respektive über die Wirkung der wechselnden Windgeschwindigkeiten sein.



Nehmen wir an, es herrsche ein konstanter Wind von 10 m pro Sekunde von a nach b (Fig. 4 und 5) und wir befinden uns auf der Plattform eines offenen Güterwaggons eines Eisenbahnzuges. Solange der Waggon still steht, empfinden wir den vollen Wind von 10 m pro Sekunde und können eventuell einen Drachen zum Steigen bringen, welcher die Stellung, wie Fig. 4 zeigt, einnehmen würde. Nun denken wir uns, daß der Waggon ganz in der Richtung des Windes von a nach b ins Fahren kommt. Sobald der Waggon eine Geschwindigkeit von 5 m pro Sekunde erreicht hat, werden wir jetzt nur noch einen Wind von 5 m pro Sekunde von rückwärts verspüren. Erreicht der Waggon eine Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde, so verspüren wir nichts mehr von dem Winde und befinden uns wie in ganz ruhiger Luft. Nimmt die Geschwindigkeit des Waggons noch zu und erreicht 15 m pro Sekunde, so haben wir jetzt einen Wind von vorn, also einen Stirnwind von 5 m pro Sekunde, und wenn schließlich der Waggon eine Geschwindigkeit von 20 m pro Sekunde erreicht, dann hätten wir jetzt einen Stirnwind von 10 m pro Sekunde und können wieder eventuell einen Drachen zum Steigen bringen, aber wie Fig. 5 zeigt, wird der Drachen jetzt in der entgegengesetzten Richtung aufsteigen.

Ganz dieselben Verhältnisse treten ein, wenn der Waggon eine konstante Geschwindigkeit, der Wind aber eine veränderte Geschwindigkeit hat.

Nehmen wir an, der Waggon bewege sich von *a* nach *b* mit einer konstanten Geschwindigkeit von 10 *m* pro Sekunde und der Wind habe in derselben Richtung von *a* nach *b* eine Geschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde, so werden wir in diesem Momente nur einen Wind von 10 *m* pro Sekunde von rückwärts verspüren und der Drachen wird die Stellung wie in Fig. 4 haben. Nimmt aber der Wind ab und sinkt auf 10 *m* pro Sekunde, so spüren wir gar keinen Wind. Hört aber der Wind ganz auf und die Luft wird ruhig, dann werden wir jetzt einen Stirnwind von 10 *m* pro Sekunde haben, der aus der Geschwindigkeit des Waggons resultiert und der Drachen würde wieder die Stellung wie in Fig. 5 haben. Wir sehen also, daß trotzdem wir in derselben Richtung des Windes uns bewegen, sobald die Geschwindigkeit des Waggons oder die Geschwindigkeit des Windes sich ändert, wir nicht nur einen Wind von verschiedener Stärke, sondern denselben einmal von vorn, das anderemal von rückwärts verspüren können.

Fahren wir gegen den Wind, so ist die Sache viel einfacher, denn dann haben wir immer nur mit einem Gegenwind zu rechnen, dessen Stärke gleich ist der Geschwindigkeit des Wagens plus der Geschwindigkeit des Windes.

Jetzt kann es uns nicht mehr schwer fallen, den Einfluß der Windwellen, respektive der wechselnden Geschwindigkeiten des Windes auf den Flug des Vogels zu erklären. Wir dürfen nur nicht vergessen, was wir anfangs gesagt haben, daß der Vogel, der von der Luft getragen und vom Winde mitgenommen wird, bei konstanter gleichmäßiger Luftbewegung keinen anderen Wind verspürt als nur den, der aus seiner Eigengeschwindigkeit resultiert und darum stets nur als Stirnwind vorhanden ist.

Da wir aber nicht mit konstanten, sondern mit wechselnden Windgeschwindigkeiten zu tun haben, andererseits der Vogel kein Ballon, sondern schwerer wie die Luft ist, und dessen Trägheitsmoment respektive lebendige Kraft bei dem geringen Stirnwiderstande, den der Vogel infolge

seiner schlanken Bauart besitzt, nicht sofort überwunden wird, so wirkt jeder Wechsel der Windgeschwindigkeit sehr fühlbar auf den Stirnwind des Vogels und beeinflußt dessen Auftrieb in folgender Weise:

1. Fliegt der Vogel in der Richtung gegen den Wind und der Wind beginnt stärker zu werden, so wächst der Stirnwind, somit auch der Auftrieb des Vogels. Der Vogel kann in diesem Falle die anschwellende Windgeschwindigkeit als eine von außen kommende Kraftquelle für eine engbegrenzte Zeit benützen, um ohne Flügelschläge, also ohne Arbeit eine gewisse größere Höhe zu erreichen. Nimmt aber der Wind ab, dann nimmt auch der Stirnwind und damit auch der Auftrieb ab; somit muß der Vogel im letzteren Falle an Höhe verlieren oder den Verlust durch Arbeit ersetzen.

2. Fliegt der Vogel aber in der Richtung mit dem Winde und der Wind beginnt stärker zu werden, so nimmt der Stirnwind und damit auch der Auftrieb ab. Der Vogel wird also sinken und an Höhe verlieren. Nimmt aber der Wind ab, dann nimmt jetzt, wo der Vogel in der Windrichtung fliegt, der Stirnwind, somit auch der Auftrieb des Vogels zu; es ist hier also wieder eine von außen kommende Kraftquelle, die der segelnde Vogel auszunützen versteht, um ohne Flügelschlag größere Höhen zu gewinnen. Wir sehen also, daß, wenn der segelnde Vogel bei zunehmender Windgeschwindigkeit gegen den Wind und bei abnehmender Windgeschwindigkeit in die Windrichtung lenkt, ihm eine ununterbrochene Kraftquelle zur Verfügung steht, welche die Segelvögel in geschickter Weise auch auszunützen verstehen.

Darin liegt eben das ganze Geheimnis des mühelosen Segelfluges.

Der Segelflug.

Betrachten wir jetzt den wunderbaren Segelflug des Albatros näher. Derselbe kann bekanntlich nur bei stärkerem Winde respektive Sturm, wenn eben genügend Geschwindig-

keitsdifferenzen des Windes vorhanden sind, ohne Flügelschläge segeln. Sobald aber ruhiges Wetter eintritt, bleibt derselbe tagelang auf dem Wasser schwimmend.

Nehmen wir an, es herrscht ein stärkerer Wind, dessen Geschwindigkeiten sich zwischen 5 und 25 *m* pro Sekunde abspielen.

Sobald der Wind im Zunehmen ist und eine Geschwindigkeit von zirka 12 *m* pro Sekunde überschreitet, so braucht der Vogel, der sich auf den Wasserwellen wiegt, nichts weiter zu tun, als nur seine Flügel auszuspannen und wie ein Drachen sich gegen den Wind zu stellen, dann wird er sofort vom Winde in die Luft gehoben werden. Nimmt die Windgeschwindigkeit zu und wächst auf 15 bis 20 *m* pro Sekunde, so kann der Segler schon durch die erste Windwelle eine bedeutende Höhe erreichen. Freilich wird der Vogel gleichzeitig teilweise vom Winde infolge des Stirnwiderstandes mitgenommen werden, und wenn der Wind eine Zeitlang konstante Geschwindigkeit annehmen würde, so würde der Vogel bald vom Winde auch ganz mitgenommen werden und er seinen Stirnwind, somit auch den Auftrieb, respektive Stützpunkt in der Luft verlieren. Da wir es aber hier mit Windwellen zu tun haben, die, sobald sie ihre größte Geschwindigkeit erreicht haben, wieder abzunehmen beginnen, so wird auch der Vogel, der diesen Moment genau spürt, sofort in die Windrichtung kehren und, wie vorher erklärt wurde, auch den abnehmenden Wind als Kraftquelle ausnützen.

Zum Beispiel. Es sei wieder:

v die Eigengeschwindigkeit des Vogels zu der ihn umgebenden Luft,

*v*¹ die Geschwindigkeit des Vogels zur Erde,

c die Geschwindigkeit des Windes,

f die gewonnene Beschleunigung beim Abwärts-
gleiten,

x die Verzögerung infolge des Stirnwiderstandes,

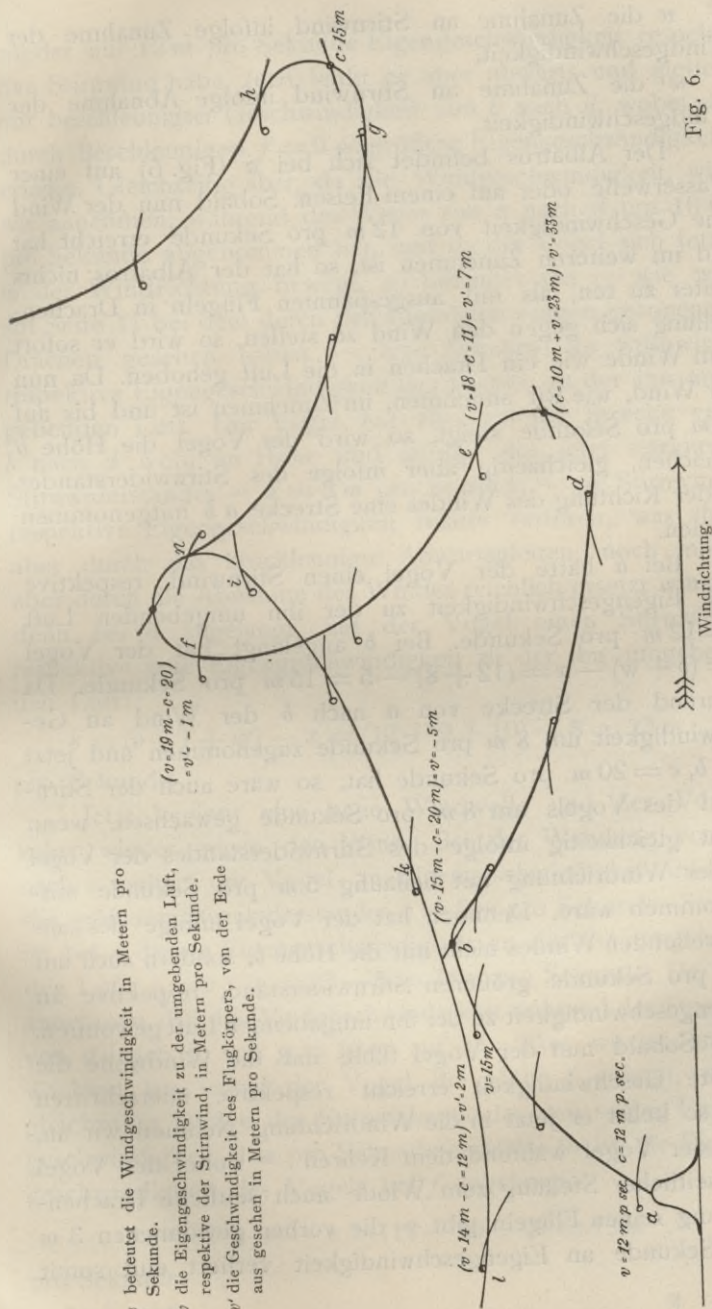


Fig. 6.

c bedeutet die Windgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde.
 v die Eigengeschwindigkeit zu der umgebenden Luft, respektive der Stirnwind, in Metern pro Sekunde.
 v' die Geschwindigkeit des Flugkörpers, von der Erde aus gesehen in Metern pro Sekunde.

w die Zunahme an Stirnwind infolge Zunahme der Windgeschwindigkeit,

w^1 die Zunahme an Stirnwind infolge Abnahme der Windgeschwindigkeit.

Der Albatros befindet sich bei a (Fig. 6) auf einer Wasserwelle oder auf einem Felsen. Sobald nun der Wind eine Geschwindigkeit von $12\ m$ pro Sekunde erreicht hat und im weiteren Zunehmen ist, so hat der Albatros nichts weiter zu tun, als mit ausgespannten Flügeln in Drachensstellung sich gegen den Wind zu stellen, so wird er sofort vom Winde wie ein Drachen in die Luft gehoben. Da nun der Wind, wie wir annehmen, im Zunehmen ist und bis auf $20\ m$ pro Sekunde steigt, so wird der Vogel die Höhe b erreichen, gleichzeitig aber infolge des Stirnwiderstandes in der Richtung des Windes eine Strecke $a\ b$ mitgenommen werden.

Bei a hatte der Vogel einen Stirnwind, respektive eine Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft $v = 12\ m$ pro Sekunde. Bei b angelangt hat der Vogel $v = (v + w) - x = (12 + 8) - 5 = 15\ m$ pro Sekunde. Da während der Strecke von a nach b der Wind an Geschwindigkeit um $8\ m$ pro Sekunde zugenommen und jetzt bei $b, c = 20\ m$ pro Sekunde hat, so wäre auch der Stirnwind des Vogels um $8\ m$ pro Sekunde gewachsen, wenn nicht gleichzeitig infolge des Stirnwiderstandes der Vogel in der Windrichtung mit beiläufig $5\ m$ pro Sekunde mitgenommen wäre. Dennoch hat der Vogel infolge des anschwellenden Windes nicht nur die Höhe b , sondern auch um $3\ m$ pro Sekunde größeren Stirnwiderstand, respektive an Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft gewonnen.

Sobald nun der Vogel fühlt, daß die Windwelle die größte Geschwindigkeit erreicht respektive überschritten hat, so kehrt er jetzt in die Windrichtung. Nehmen wir an, daß der Vogel während dem Kehren — wobei der Vogel bei seitlicher Stellung zum Winde auch seitliche Drachensstellung seinen Flügeln gibt — die vorher gewonnenen $3\ m$ pro Sekunde an Eigengeschwindigkeit verliert und somit

wieder nur 12 m pro Sekunde Eigengeschwindigkeit respektive Stirnwind habe. Jetzt lenkt er aber abwärts und gleitet mit beschleunigter Geschwindigkeit von b nach d , wobei er durch Beschleunigen $f=9\text{ m}$ größere Eigengeschwindigkeit erlangt. Gleichzeitig aber, da die Windgeschwindigkeit, wie wir annehmen, während des Weges von b nach d um 10 m pro Sekunde abgenommen hat, und da der Vogel sich jetzt in der Windrichtung bewegt, so bedeutet das — wie wir auf Seite 11 bei dem durch den Eisenbahnwaggon gezogenen Drachen gesehen haben — eine Zunahme an Stirnwind respektive Eigengeschwindigkeit des Vogels, zu der ihn umgebenden Luft. Der Vogel hat also auf der Strecke von b nach d wohl an Höhe und infolge des jetzt stärkeren Stirnwiderstandes — $x=8\text{ m}$ pro Sekunde — an Stirnwind, respektive Eigengeschwindigkeit relativ verloren, was ihm aber durch das beschleunigte Abwärtsgleiten, noch mehr aber durch die Abnahme des Windes reichlich ersetzt wurde; denn bei d angelangt, hat der Vogel einen Stirnwind, respektive eine Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft:

$$v = (v + f + w') - x = (12 + 9 + 10) - 8 = 23\text{ m}$$

pro Sekunde.

Jetzt beginnt eine neue Windwelle und der Vogel kehrt wieder gegen den Wind. Bei der Wendung von d nach e verliert der Vogel an Eigengeschwindigkeit infolge des größeren Stirnwiderstandes $x=5\text{ m}$ pro Sekunde. Somit ist bei e dessen Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft: $v = v - x = 23 - 5 = 18\text{ m}$ pro Sekunde. Da wir annehmen, daß die Windgeschwindigkeit während der Strecke von d nach f , von $c=10\text{ m}$ auf $c=20\text{ m}$ wieder angewachsen ist, wobei der Vogel die Höhe f erlangt, aber gleichzeitig infolge des Stirnwiderstandes von seiner Eigengeschwindigkeit 9 m pro Sekunde einbüßt, so ist die Eigengeschwindigkeit des Vogels bei f angelangt:

$$v = (v + w) - x = (18 + 10) - 9 = 19\text{ m}$$

pro Sekunde.

Bei f angelangt beginnt die Windgeschwindigkeit wieder abzunehmen, und wenn wir annehmen, daß auf der Strecke von n nach g die Windgeschwindigkeit von 20 m wieder auf 10 m herabsinkt, so wird der Vogel, wenn er noch eine größere Höhe erreichen will, bei f wieder in die Windrichtung kehren und von n nach $g\ h$ u. s. w. dasselbe wiederholen, was er auf der Strecke von b nach $d\ e\ f$ getan hat und so noch eine größere Höhe erlangen. Will aber der Vogel von n in die Richtung seines Abfluges gegen a zurückkehren, so wird er bei f nicht kehren, sondern von n nach $i\ k\ l$ mit beschleunigter Geschwindigkeit nach abwärts gegen den Wind gleiten. Nun wird der Vogel auf der Strecke n nach $i\ k\ l$ durch die Beschleunigung, wie wir annehmen, 12 m an Eigengeschwindigkeit gewinnen, aber gleichzeitig nicht nur infolge des Stirnwiderstandes 9 m , sondern auch infolge des abnehmenden Windes 8 m der Eigengeschwindigkeit verlieren. Die Eigengeschwindigkeit des Vogels wird also bei l angelangt:

$$v = (v + f) - (x + w) = (19 + 12) - (9 + 8) = 14\text{ m}$$

pro Sekunde sein.

Wenn bei l die Windgeschwindigkeit wieder zu wachsen beginnt, so kann der Vogel wie von e nach f wieder eine gewisse Höhe erreichen, dann ohne zu kehren wieder abwärts gleiten und so eventuell bei günstigen Differenzgeschwindigkeiten des Windes gegen den Wind in wellenförmigem Fluge seinen Weg, jedoch nur eine engbegrenzte Strecke, fortsetzen, weil in dem Falle, wo der Segler ohne zu kehren in gerader Richtung seinen Weg gegen den Wind fortsetzen würde, nur die zunehmende Windgeschwindigkeit als eine von außen kommende Kraftquelle dem Segler dienen würde, während die abnehmende Windgeschwindigkeit jetzt für den Segler ein Verlust an Stirnwind, respektive an Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft bedeuten würde.

Nur wenn der Segler bei zunehmender Windgeschwindigkeit gegen den Wind, in aufwärts gerichteter Bahn

und bei abnehmender Windgeschwindigkeit in der Windrichtung, in abwärts gerichteter Bahn segelt, kann er die verschiedenen Geschwindigkeiten des Windes als eine ununterbrochene, von außen kommende Kraftquelle für seinen mühelosen Segelflug ausnützen.

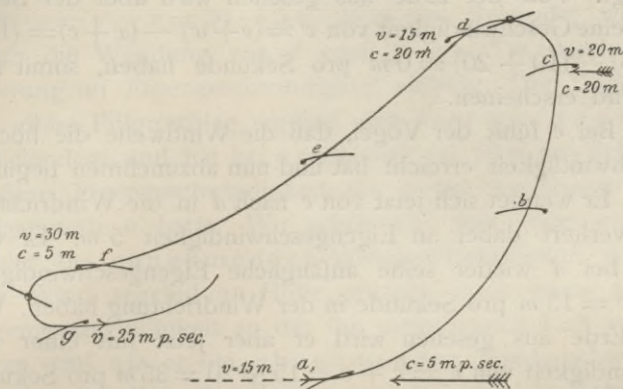


Fig. 7.

Noch einfacher läßt sich der Segelflug erklären, wenn wir von einem Punkte ausgehen, wo der Segler schon eine bedeutende Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft hat.

Nehmen wir an, der Vogel kommt bei *a* (Fig. 7) mit einer Eigengeschwindigkeit von $v = 15$ m pro Sekunde gegen einen Wind von 5 m pro Sekunde angesegelt. Von der Erde aus gesehen wird der Segler eine Geschwindigkeit von $v' = v - c = 15 - 5 = 10$ m pro Sekunde haben. Jetzt kommt eine Windwelle, d. h. der Wind beginnt an Geschwindigkeit zuzunehmen und wächst von 5 auf 20 m pro Sekunde. Der Segler benützt diesen wachsenden Stirnwind, um ohne Flügelschlag eine größere Höhe von *a* nach *b* und *c* zu erreichen. Bei *c* angelangt, wird der Vogel eine Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft $v = (v + w) - x = (15 + 15) - 10 = 20$ m pro Sekunde haben, weil der Segler auf dem Wege von *a* nach *c* durch die anwachsende Windgeschwindigkeit $w = 15$ m an Stirnwind, respektive

an Eigengeschwindigkeit gewinnt, aber gleichzeitig infolge des Stirnwiderstandes eine Verzögerung von $x = 10\ m$ erleidet. Der Segler hat also auf Kosten des anschwellenden Windes nicht nur eine größere Höhe, sondern auch eine größere Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft erlangt. Von der Erde aus gesehen wird aber der Segler bei c eine Geschwindigkeit von $v' = (v + w) - (x + c) = (15 + 15) - (10 + 20) = 0\ m$ pro Sekunde haben, somit stillstehend erscheinen.

Bei c fühlt der Vogel, daß die Windwelle die höchste Geschwindigkeit erreicht hat und nun abzunehmen beginnen wird. Er wendet sich jetzt von c nach d in die Windrichtung und verliert dabei an Eigengeschwindigkeit $5\ m$. Er wird also bei d wieder seine anfängliche Eigengeschwindigkeit von $v = 15\ m$ pro Sekunde in der Windrichtung haben. Von der Erde aus gesehen wird er aber jetzt mit einer Geschwindigkeit von $v' = v + c = 15 + 20 = 35\ m$ pro Sekunde in der Windrichtung sich bewegen.

Da nun bei d angelangt die Windgeschwindigkeit abzunehmen beginnt, so gleitet der Segler von d nach e und f mit beschleunigter Geschwindigkeit schräg abwärts und gewinnt auf dem Wege von d nach f an Eigengeschwindigkeit durch die Beschleunigung $f = 10\ m$. Da wir annehmen, daß während des Weges d bis f die Windgeschwindigkeit wieder auf $5\ m$ pro Sekunde herabgesunken, also $15\ m$ pro Sekunde an Geschwindigkeit verloren hat, so gewinnt der Vogel, der die Windgeschwindigkeit von d mitbringt, diese $15\ m$ pro Sekunde an Eigengeschwindigkeit. Freilich wird der Segler auf dem Wege von d nach f infolge des Stirnwiderstandes eine Verzögerung von $x = 10\ m$ erleiden und bei f angelangt eine Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft von $v' = (v + f + w') - x = (15 + 10 + 15) - 10 = 30\ m$ pro Sekunde haben. f ist die gewonnene Beschleunigung und w' ist der gewonnene Stirnwind infolge der abnehmenden Windgeschwindigkeit. Von der Erde aus gesehen wird er aber bei f eine Geschwindigkeit $v' = v + c = 30 + 5 = 35\ m$ pro Sekunde, also wie bei d haben. Da

jetzt wieder eine neue Windwelle, respektive anschwellende Windgeschwindigkeit beginnen wird, so wendet sich der Segler von f nach g gegen die Windrichtung, um eventuell, wenn die nächste Windwelle von derselben Stärke ist, eine noch größere Höhe erreichen zu können. Bei g hat der Vogel eine Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft: $v = v - x = 30 - 5 = 25$ m pro Sekunde, weil er durch die Wendung von f nach g : $x = 5$ m durch Verzögerung an Eigengeschwindigkeit einbüßt. Der Vogel hat also ohne Flügelschlag segelnd den Weg $a b c d e f$ und g zurückgelegt und hat bei g angelangt, um 10 m pro Sekunde größere Eigengeschwindigkeit, als er sie bei seinem Ausgangspunkte a hatte. Wir sehen also hier klar, wie der Segler bei zunehmender Windgeschwindigkeit gegen den Wind segelnd an Höhe gewinnt, ohne etwas an der Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft zu verlieren und wie er bei abnehmender Windgeschwindigkeit in der Windrichtung segelnd wohl an Höhe verliert, dafür durch das Abwärtsgleiten an Beschleunigung und zweitens dadurch, daß er die lebendige Kraft der größeren Windgeschwindigkeit bei d in die schwächere Windgeschwindigkeit bei f und g mitbringt, somit doppelt an Eigengeschwindigkeit zu der ihn umgebenden Luft gewinnt. Wir sehen also, daß die Geschwindigkeitsänderungen des Windes, respektive die Windwellen, dem segelnden Vogel eine Kraftquelle bieten, um den wunderbaren, fast mühelosen Segelflug ausführen zu können.

In der Wirklichkeit ist die Sache noch günstiger als ich es bei meiner Erklärung angenommen habe, denn die Messungen der Differenzgeschwindigkeiten des Windes des Professor Langley, mit einem leichten Robinson-Anemometer auf dem Smithsonian Institution in Washington*) im Februar 1903 zeigen, daß die Geschwindigkeit des Windes bei einer Windwelle zuweilen um 15

*) Siehe: »The internal work of the wind« von Professor Langley in Proceedings of the international conference. Chicago 1903.

bis 20 m steigt oder fällt. Auf der See sind die Änderungen der Windgeschwindigkeiten noch ausgiebiger und andauernder. Auch erzielt der Albatros infolge seines großen Gewichtes und dabei höchst geringen Stirnwiderstandes beim Abwärtsgleiten durch die Beschleunigung größeren Zuwachs an Eigengeschwindigkeit, als von mir angenommen wurde. Anderseits vollziehen sich die Windwellen nicht in solcher Gleichmäßigkeit, wie ich sie zur leichteren Erklärung angenommen habe, doch ändert das an der Sache nichts. Der segelnde Vogel nützt jede Windwelle, kurz oder lang, durch geschickte Wendungen als eine von außen kommende Kraftquelle aus. Auch bei Wendungen, wenn der Wind den segelnden Vogel von der Seite trifft, nimmt der Vogel eine seitliche Drachenstellung an, indem die Spitze des einen Flügels nach abwärts, während die Spitze des anderen Flügels nach aufwärts schaut. Da mit größerer Höhe die Geschwindigkeitsänderungen des Windes abnehmen und auch der Stirnwiderstand des Vogels im Verhältnis zur Geschwindigkeit quadratisch wächst, so ist damit der erreichbaren Höhe als auch der erreichbaren Geschwindigkeit des segelnden Vogels selbstverständlich eine gewisse Grenze gesteckt.

Der Segelflug des Menschen.

Ob es wohl je dem Menschen vergönnt sein wird, den wunderbaren Segelflug der Vögel nachzuahmen? Als ich seinerzeit mit Lilienthal, 14 Tage vor seinem unglücklichen Sturze, der ihm das Leben kostete, in Berlin beisammen war und er bei dieser Gelegenheit in meiner Gegenwart bei Lichterfelde fünf Gleitflüge in sehr geschickter Weise ausführte, da haben wir diese Frage eingehend miteinander besprochen. Lilienthal meinte, daß wenn der Gleitflug zu einem Modesport sich entwickeln würde, an dem sich recht viele junge Leute beteiligen würden, so sei er überzeugt, daß eines Tages besonders befähigte und geschickte junge Leute sich finden würden, die mit verbesserten Gleit-

apparaten den Segelflug des Vogels nachahmen würden. Ich konnte ihm nicht ganz beistimmen; denn wenn ich die Nachahmung des Segelfluges durch Menschen mit einem richtig konstruierten Flugapparat wohl nicht für unmöglich halte, so glaube ich doch, daß, abgesehen davon, daß auf dem Kontinente nur selten so starke Winde vorhanden sind, um den Segelflug zu ermöglichen, diese höchste und letzte Fliegekunst, wenn überhaupt je, der Mensch nur dann erlernen können wird, wenn bereits Hunderte von dynamischen Flugmaschinen mit Menschen in der Luft herumfliegen werden. Übrigens würde der Segelflug nur einen sportlichen Wert haben, weil derselbe an gewisse lokale und bestimmte Windverhältnisse gebunden ist.

Diese meine damals ausgesprochene Meinung habe ich bis heute nicht geändert.

Das Kreisen der Vögel.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zu dem Flug des Vogels zurück, und betrachten wir nun die aufsteigenden Kreisbewegungen der Bussarde und ähnlicher Vögel näher.

Das Kreisen der Vögel, wie sie mit bewegungslos ausgespannten Flügeln ihre Kreise ziehen und dabei wie durch eine Zauberkraft immer höher und höher steigen, können wir an warmen Sommernachmittagen sogar in Wien beobachten. Ich hatte paarmal die Gelegenheit, bei den Hofmuseen stehend zu beobachten, wie ein Bussard ziemlich genau über der Mariahilferstraße kreisend, in der Richtung gegen das Gebirge in einer Spirale zog. Als ich ihn erblickte, war er noch nahe der Ringstraße, aber schon in bedeutender Höhe, so daß ich ihn lange mit den bloßen Augen verfolgen konnte. Immer höher zog er seine Kreise und entfernte sich immer weiter in südwestlicher Richtung, bis er aus den Augen verschwand. Besonders häufig konnte ich aber in den letzten Jahren in Unter-Tullnerbach, wo meine Luftschifferhütte stand, das Kreisen der Bussarde beobachten.

Stets war es an warmen Sommertagen gegen Abend bei fast ganz ruhigem Wetter. Somit kann hier von Windwellen und großen Geschwindigkeitsänderungen des Windes gar keine Rede sein. Ich habe sogar beobachtet, daß, sobald sehr starker Wind herrschte, die Bussarde überhaupt nicht zu sehen waren; war aber mäßiger Wind, so sah ich sie häufig herumfliegen, auch wohl kurze Strecken gleitend, aber das eigentliche Kreisen konnte man — ich wiederhole es — nur an warmen Sommertagen bei fast ruhigem Wetter gegen Sonnenuntergang beobachten.

Das Kreisen der Bussarde hat also nichts Gemeinschaftliches mit dem Segelflug des Albatros und beruht auf ganz anderen Prinzipien. Während der Albatros die Geschwindigkeitsänderungen des Sturmwindes als Kraftquelle für seinen Segelflug ausnützt, benützt der Bussard die aufstrebenden Luftbewegungen als eine von außen kommende Kraftquelle für das Kreisen. Daraus erklärt sich auch, daß man verhältnismäßig nur selten und nur an warmen Sommertagen das Kreisen der Vögel beobachten kann. Daß an solchen Tagen infolge starker Erwärmung der Erde lokale aufstrebende Luftsäulen auftreten, haben schon viele Beobachter auch experimentell nachgewiesen. Auch die Niveauverhältnisse der Erde; wenn zum Beispiel die Luft gegen das Gebirge sich bewegt, so bekommt sie eine nach aufwärts gerichtete Komponente.

Wie benützt nun der Vogel die aufstrebende Luftbewegung zu seinem mühelosen Kreisen?

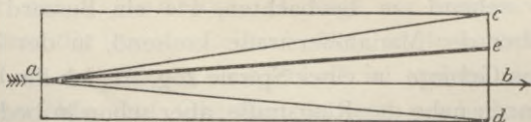


Fig. 8.

Nehmen wir an, daß in der Höhe des kreisenden Vogels die Luft sich von *a* nach *b* (Fig. 8) mit mäßiger Geschwindigkeit horizontal und gleichzeitig mit $1\frac{1}{2}$ m pro Sekunde nach aufwärts von *b* nach *c* bewegt, so ist die resultierende Bewegung der Luft von *a* nach *c*.

Wir haben nun bei der Besprechung des Gleitfluges gezeigt, daß der Vogel infolge seiner äußeren, günstigen Bauart einen so geringen Stirnwiderstand zu überwinden hat, daß selbst bei der geringen Neigung von $11\frac{1}{2}^{\circ}$ seiner Flügel nach abwärts derselbe schon eine genügende seitliche Kraftkomponente erhält, mit welcher er eine Gleitgeschwindigkeit von 15 bis 20 *m* pro Sekunde erreichen und erhalten kann. Da bei dieser Geschwindigkeit auch mit der Fallverminderung bei Gleitgeschwindigkeiten zu rechnen ist, so wird der Vogel pro Sekunde nur 0·6 bis 1 *m* im Luftmedium sinken. Wenn also der Vogel von *a* nach *d* gleitet und pro Sekunde nur 0·6 bis 1 *m* zum Luftmedium abwärts sich bewegt, aber dieselbe Luft in derselben Zeit $1\frac{1}{2}$ *m* pro Sekunde sich nach aufwärts bewegt, so wird die resultierende Bewegung des Vogels in diesem Falle von *a* nach *e* (Fig. 8) sein, das heißt der Vogel sinkt wohl im Luftmedium, steigt aber in größere Höhe im Verhältnisse zur Erde.

Warum macht aber der Vogel die kreisenden Bewegungen; denn er könnte unter den oben angeführten Umständen in gerader Richtung sich hebend bewegen? Das kommt nun daher, weil die Luft sich nicht über einem meilenweiten Terrain in einer nach aufwärts gerichteten Bewegung befindet, sondern es gibt nur lokal begrenzte, aufstrebende Luftsäulen. Wenn sich an der einen Stelle die Luft aufwärts bewegt, so ist dieselbe an einer weiteren Stelle in abwärts gerichteter Bewegung. Wenn also der Vogel eine aufwärts strebende Luftsäule trifft und dieselbe zum mühelosen Aufsteigen benützen will, so muß er sich eben im Kreise bewegen, um im Bereich der aufstrebenden Luftsäule zu bleiben. Da aber die Luftsäule gleichzeitig eine seitliche Bewegung hat, die den Vogel in der Richtung der Luftbewegung mitnimmt, so sind es, von der Erde aus gesehen, keine geschlossenen Kreise, die der Vogel macht, sondern der Vogel bewegt sich in einer Spirale, welche nach aufwärts und gleichzeitig in der Richtung der seitlichen Luftbewegung führt.

Wir sehen also, daß sowohl die mühelosen, aufsteigenden Kreisbewegungen in scheinbar ruhiger Luft, als

auch der wunderbare Segelflug im Sturme sehr gut nach unseren bekannten physikalischen Gesetzen sich erklären lassen.

Der Ruder- oder Schwingenflieger.

Wenn wir nun daran gehen, den Flug der Ruderflieger das heißt den Flug jener Vögel näher zu betrachten, welche durch Flügelschläge sich in der Luft halten und fortbewegen, so müssen wir gleich bemerken, daß von den kleinen Kolibris anfangen, welche wie eine Biene vor einer Blume stillstehend in der Luft schweben und sich auch rückwärts bewegen können, bis zur Trappe und dem Kondor, welche zu der sie umgebenden Luft weder sich vertikal bei ruhiger Luft vom Boden erheben, noch auf einem Fleck in der Luft stillstehend sich erhalten können, sondern stets einen Stirnwind, respektive eine gewisse Eigengeschwindigkeit zu der sie umgebenden Luft haben müssen, um überhaupt fliegen zu können, so gibt es fast ebensoviele Varianten des Ruderfluges, als es Arten von Vögeln gibt. Für unsere Zwecke hat nur der Ruderflug des größeren Vogels ein Interesse, und zwar in dem Momente, wenn derselbe mit gleichmäßigen Flügelschlägen durch die Luft seinem Ziele zustrebt.

Bei windigem Wetter kann auch der große Vogel leicht vom Boden sich erheben. Dagegen muß bei ruhiger Luft zum Beispiel die Trappe erst einen angestrengten Anlauf nehmen, um die nötige Anfangsgeschwindigkeit respektive den gewissen nötigen Stirnwind für den Flug zu erzielen, ehe sie den Boden verlassen kann.

Wenn wir den Flug eines großen Vogels, zum Beispiel eines Storches, beobachten, wie er mit langsamen, gleichmäßigen Flügelschlägen seinem Ziele zustrebt, so sehen wir, daß er seine Flügel nur auf- und abwärts bewegt, wobei die Abwärtsbewegung der Flügel etwas langsamer als die Aufwärtsbewegung stattfindet. Bei genauer Beobachtung kann man auch bemerken, daß die elastischen Schwungfedern der Flügel sich etwas nach aufwärts ausbiegen und die Flügel

nach den Enden einen negativen Winkel annehmen. Ich habe das öfters bei Störchen und ausnahmsweise auch beim Adler aus großer Nähe beobachten können.

Beim Auffliegen und beim Landen macht freilich der Vogel mit seinen Flügeln verschiedene Bewegungen und Manöver, die man auf den gelungenen Momentphotographien der fliegenden Störche von Anschütz sehen kann. Wir würden jedoch vergebens versuchen, durch unsere mechanischen Ruderflieger alle diese komplizierten Bewegungen der Vögel nachmachen zu wollen. Noch weniger können wir die kunstvolle Konstruktion des natürlichen Flügels kopieren. So wenig wir mit unseren Lokomotiven die Vierfüßler nachahmen, ebensowenig brauchen wir mit unserem mechanischen Ruderflieger die Vögel genau zu kopieren, um einen erfolgreichen, mechanischen Ruderflieger zu erhalten.

Die Flügel unseres mechanischen Ruderfliegers sind einfache, durch elastische Rippen versteifte, horizontale Segel, welche sich nur auf- und abwärts zu bewegen brauchen. Nur der entsprechenden Elastizität der Flügelrippen müssen wir eine besondere Sorgfalt zuwenden.

Es herrscht sehr häufig die irrtümliche Auffassung, daß die Flügel des Vogels bei der Aufwärtsbewegung einen Luftwiderstand von oben zu überwinden haben, während in Wirklichkeit das Gegenteil stattfindet. Die Flügel des Vogels haben bei der Aufwärtsbewegung, während des horizontalen Fluges, ebenso wie bei der Abwärtsbewegung der Flügel, stets einen Luftdruck von unten. Der größere Vogel ist im gewissen Sinne immer ein Drachenflieger. Bei der Aufwärtsbewegung haben die Flügel eine positive und bei der Abwärtsbewegung eine negative Drachenstellung. Die Flügel bewegen sich also in einer starken Wellenlinie (Fig. 9), während der Vogelkörper eine flachere, entgegengesetzte Wellenlinie macht (siehe punktierte Linie Fig. 9).

Wenn zum Beispiel der Vogel von *a* nach *b* (Fig. 9) mit etwa 15 bis 20 *m* pro Sekunde sich horizontal fort-

bewegt, so werden die Flügel des Vogels während der Aufwärtsbewegung bei 1, 3 und 5 eine positive Drachenstellung haben, wobei der Stirnwind die Flügel von unten

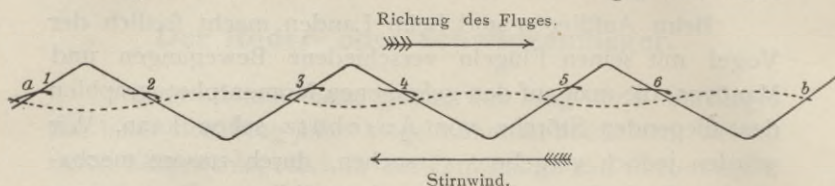


Fig. 9.

trifft. Dadurch entsteht ein Auftrieb, der je nach der Eigengeschwindigkeit des Vogels, respektive des Stirnwindes so groß als das Eigengewicht des Vogels und darüber sein kann.

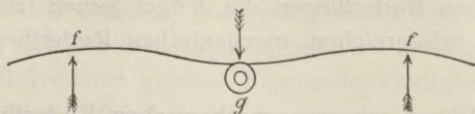


Fig. 10.

Da nun die Flügel des Vogels einen langen Hebel bilden und der Druckmittelpunkt des Auftriebes, respektive des Luftdruckes von unten auf die Flügel ziemlich weit von den Achsen entfernt ist, so werden die Flügel, da gleichzeitig der Rumpf *g* (Fig. 10) des Vogels durch sein Eigengewicht nach unten drückt, mit einer solchen Gewalt nach aufwärts getrieben, daß wenn nicht die elastischen Muskeln und die elastische Brustgabel des Vogels die gewaltige Aufwärtsbewegung der Flügel teilweise hemmen würden, so müßte der Vogel in den Achselgelenken sich beschädigen.

Die elastischen Muskeln und die elastische Brustgabel des Vogels, die während der Aufwärtsbewegung der Flügel gespannt werden und derart gewissermaßen einen Kraftakkumulator bilden, geben während der Abwärtsbewegung der Flügel die aufgespeicherte Kraft durch Entspannung wieder zurück, wodurch der Vogel befähigt wird, einen so kräftigen Niederschlag seiner Flügel zu erzielen, daß der Druck auf die Luft bedeutend stärker wird, als das ganze

Gewicht des Vogels ausmacht. Da nun die Flügel vorne eine steife Rippe haben, nach rückwärts aber die elastischen Federn dünn auslaufen und besonders die Schwungfedern dementsprechend gebaut sind, so werden die Flügel während des Niederschlages 2, 4 und 6 (Fig. 9) durch den starken Luftdruck, den sie jetzt zu überwinden haben, nach den Enden teilweise so weit verdreht, daß sie zur Horizontalen einen negativen Winkel bilden. Infolgedessen entsteht eine seitliche Kraftkomponente, welche dem Vogel eine beschleunigte Fortbewegung erteilt. Während also der Vogel beim Aufschlag der Flügel eine Verzögerung seiner Eigengeschwindigkeit erleidet, erzielt er beim Niederschlag der Flügel einen Auftrieb und Beschleunigung, welche die vorherige Verzögerung wieder einbringt.

Der mechanische Ruderflieger.

Auf diesem Prinzip baute ich im Jahre 1888 die ersten kleinen Modelle eines Ruderfliegers, welche meine Voraussetzungen vollständig bestätigten und ein überraschendes Resultat ergaben.

Auch meine gegenwärtigen Modelle der Ruderflieger von zirka 1 m Spannweite der Flügel von c bis c' sind

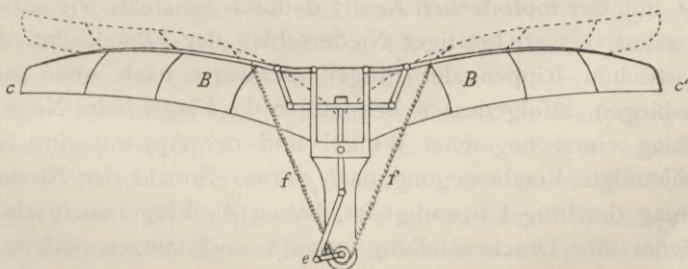


Fig. 11.

höchst einfach gebaut. Die Flügel B (Fig. 11) sind einfache Segel und bestehen aus mehreren elastischen Rippen mit Seide überzogen. Die Antriebskraft, welche die Kurbel e dreht, sind wie bei allen meinen Modellen gedrehte Gummi-

fäden, welche, nebenbei bemerkt, für den Ruderflieger sehr ungünstig sind.

Mein Modell eines Ruderflieger fliegt darum nicht wie mein Drachenflieger einen großen Saal durch, sondern macht nur ein halbes Dutzend genügend kräftige, aber langsame (zwei bis drei Flügelschläge in der Sekunde) Flügelschläge, ähnlich einem großen Vogel, die aber vollkommen klar den Auftrieb und die Fortbewegung zeigen. Wenn ich das Modell aufgezogen habe, aber dasselbe in der Hand halte, so macht es, obgleich schon aufgezogen, noch keine Flügelschläge, weil die von mir angewendete motorische Kraft absichtlich etwas schwächer ist als die elastischen Bänder *ff* (Fig. 11). Sobald ich aber den Apparat mit einem kleinen Impuls nach vorne der Luft überlasse, so beginnen die Flügel sofort ihre Flugarbeit zu verrichten. Es tritt jetzt die Wirkung ein, die ich in dem vorhergehenden Kapitel erklärte. Die Flügel in Drachenstellung stützen sich mit ihren langen Hebeln auf den entgegenströmenden Stirnwind, während das Gewicht des mittleren Rumpfes abwärts drückt. Dabei entsteht eine kräftige Aufwärtsbewegung der Flügel, welche gleichzeitig die beiden elastischen Bänder *ff* (Fig. 11) spannt. Beim Niederschlag der Flügel vereinigt sich die Spannkraft der elastischen Bänder *ff* mit der motorischen Kraft; dadurch entsteht, wie schon erwähnt, ein so kräftiger Niederschlag der Flügel, daß die elastischen Rippen der Flügel rückwärts nach oben sich ausbiegen. Infolgedessen bekommen die Flügel beim Niederschlag einen negativen Winkel und der Apparat eine beschleunigte Fortbewegung nach vorne. Sobald der Niederschlag der Flügel beendet ist, haben die Flügel auch schon wieder ihre Drachenstellung erlangt und stützen sich nun wieder auf den Stirnwind, der die Flügel wieder zur Aufwärtsbewegung zwingt. Wichtig ist bei der Konstruktion des Ruderfliegers, daß die Spannkraft der elastischen Bänder im Verhältnis zum Gewichte des Apparates einerseits und im Verhältnis zur motorischen Kraft andererseits, genau abgemessen ist. Der Apparat hat ein horizontales Steuer und

einen Kopfflügel. Da die motorische Kraft der gedrehten Gummifäden, nach wenigen Flügelschlägen schon merklich nachläßt, so ist auch bald das richtige Verhältnis zwischen der Spannung der elastischen Bänder und der motorischen Kraft gestört, darum ein längerer, dem Laien imponierender Flug dieser Modelle des Ruderfliegers mit gedrehten Gummifäden nicht zu erzielen. Dennoch zeigen die wenigen Flügelschläge vollkommen klar die oben erwähnte Flugwirkung.

So wie der Vogel muß auch jede dynamische Flugmaschine eine gewisse normale horizontale Eigengeschwindigkeit haben, um ökonomisch fliegen zu können. Diese Normalgeschwindigkeit hängt von der Größe der Tragflächen, respektive der Flügel, im Verhältnis zum Gewichte des Apparates ab. Je größer das Gewicht des Flugkörpers im Verhältnis zum Flächeninhalt der Tragflächen ist, desto größer muß die Normalgeschwindigkeit sein. Zum Beispiel haben meine größeren, dabei sehr leichten Modelle des Ruderfliegers von zirka 1 *m* Flügelspannung, eine Normalgeschwindigkeit von zirka 3 *m* pro Sekunde, während ein großer Apparat, der einen Menschen tragen soll, schon eine Normalgeschwindigkeit von 9 bis 12 *m* pro Sekunde haben müßte. Die Erzielung dieser normalen Eigengeschwindigkeit für den Ruderflieger bietet bei ruhiger Luft bedeutende Schwierigkeiten und kann nur durch Abflug von einer Höhe erreicht werden. Das bietet aber kein Hindernis und ist übrigens gar kein Zweifel, daß man mit den heutigen technischen Mitteln einen großen mechanischen Ruderflieger bauen kann, welcher mit verhältnismäßig geringer motorischer Kraft (2—3 *PS*) einen Menschen frei durch die Luft tragen könnte. Die Erfahrungen und approximativen Messungen und Rechnungen, die auf Basis der bisher erzielten Resultate mit unvollkommenen Modellen gemacht wurden, zeigen, daß ein großer mechanischer Ruderflieger bei normaler Eigengeschwindigkeit 40 bis 50 *kg* per 1 *PS* durch die Luft tragen würde.

Der Versuch, den Flug des Vogels mittels Flügelschlägen durch Menschen nachzuahmen, gehört wahrschein-

lich zu den ältesten flugtechnischen Ideen. Schon von Leonardo da Vinci aus dem Jahre 1500 stammt ein Projekt eines persönlichen Kunstfluges (Tableau d'Aviation von Dieuaide, anfangs der Achtzigerjahre, Paris), welches viel gesünder und besser durchdacht war als die meisten späteren Projekte, selbst bis auf den heutigen Tag. Kleine, frei fliegende Modelle des Ruderfliegers wurden in Paris im Jahre 1872 von Hureau de Villeneuve, Penaud, Jobert und in der letzten Zeit von Pichancourt und anderen gemacht.

Die Konstrukteure dieser kleinen Flieger, welche nur ein kurzes Flattern zeigten, haben den eigentlichen Ruderflug des großen Vogels, welcher mit langsamen Flügelschlägen die Luft durchsegelt, nicht durchschaut.

Außer dieser direkten Nachahmung der Flügelschläge des großen Vogels haben wir noch zwei Systeme, mit denen man ebenso zweifellos bei den heute vorhandenen technischen Mitteln, Menschen in die Luft frei heben kann. Es sind dies die Schrauben- und die Drachenflieger.

Anforderungen an eine vollkommene dynamische Flugmaschine.

Ehe wir in die nähere Betrachtung der nächsten zwei Flugsysteme uns einlassen, wollen wir erst prüfen, welche Anforderungen wir an eine vollkommene dynamische Flugmaschine stellen müssen.

Die zukünftige dynamische Flugmaschine

1. soll von jedem Punkte der Erde ohne Anlauf und ohne Abflug von einer Höhe sich direkt in die Luft erheben können;
2. soll ohne schädlichen Stoß bei ruhiger als auch bewegter Luft sicher landen können,
3. soll selbst bei größter horizontaler Geschwindigkeit möglichst ruhig, ohne Schwankungen, durch die Luft gleiten;
4. muß, wenn sie einen praktischen Wert haben soll, eine sehr große horizontale Geschwindigkeit von min-

destens 25 *m* pro Sekunde und darüber haben, um auch gegen stärkere Winde ankämpfen zu können;

5. soll sich in der Luft vollkommen stabil halten und jedes Kippen in der Luft ausgeschlossen sein;

6. soll möglichst ökonomisch arbeiten, das heißt, im Verhältnis zur zurückgelegten Strecke möglichst wenig an Betriebsmaterial verbrauchen;

7. soll in dem Falle, daß der Motor aus irgend welchem Grunde seine Tätigkeit versagt, noch nicht zu einem gefährlichen Sturze verurteilt sein, sondern als Gleitflieger landen können;

8. soll sich vom Wasser erheben, auf dem Wasser landen und auf dem Wasser sich bewegen können;

9. soll schließlich die Möglichkeit bieten, in so großen Dimensionen ausgeführt werden zu können, bei welcher sie nicht bloß den Führer, sondern noch mehrere Reisende mitnehmen könnte.

Es ist selbstverständlich, daß die ersten Flugmaschinen, gleichgültig, nach welchem System sie gebaut werden, keinesfalls allen den hier gestellten Anforderungen entsprechen werden. Wir wollen aber prüfen, welches von den drei erwähnten Systemen den gestellten Anforderungen am nächsten kommen kann.

Wenn wir nun zuerst den Ruderflieger betrachten, den wir schon besprochen haben, so sehen wir, daß er gleich die erste Forderung nicht erfüllen kann. Er kann aber auch keinen Anlauf wie der Drachenflieger nehmen, sondern er muß sich bei ruhiger Luft von einer Anhöhe herabstürzen, um die erste nötige Anfangsgeschwindigkeit erzielen zu können, was schon eine recht mißliche Sache ist.

Was Punkt 2 betrifft, so kann man die Möglichkeit eines sicheren stoßfreien Landens dem Ruderflieger nicht absprechen. Selbstverständlich muß ein sicheres glattes Landen bei jedem Flugsystem erst gelernt und geübt werden.

Punkt 3. Ein ruhiges Dahingleiten durch die Luft bietet der Ruderflieger nicht, da er bei jedem Flügelschlage

— wenn auch nur schwachen — Schwankungen ausgesetzt ist.

Auch Punkt 4 wird der mechanische Ruderflieger nicht voll erfüllen können, wenn auch die erreichbare Geschwindigkeit als genügend angenommen werden kann.

Die Forderungen der Punkte 5 und 6 kann der Ruderflieger voll erfüllen; besonders was Punkt 6 betrifft, so bietet der Ruderflieger bei normaler Eigengeschwindigkeit den ökonomischsten Flug. Punkt 7 kann der Ruderflieger nicht sicher erfüllen, weil in dem Falle, als der Motor versagen würde, müßten die Flügel des Ruderfliegers eine absolut horizontale Lage einhalten, um als Gleitflieger landen zu können, was aber schwer gesichert werden kann. Sind aber in solchem Falle die Spitzen der Flügel stark nach aufwärts gerichtet, so wird eine gefährliche Geschwindigkeit nach abwärts eintreten. Sind aber umgekehrt die Spitzen der Flügel in solchem Falle nach abwärts gekehrt, dann ist ein Kippen nicht mehr ausgeschlossen.

Auch Punkt 8 kann der Ruderflieger nicht erfüllen, weil er vom Wasser sich nicht erheben und auf dem Wasser sich nicht fortbewegen kann, da es unpraktisch wäre, die Flügel so hoch über dem Rumpf anzubringen, damit sie beim Niederschlag nicht auf das Wasser treffen würden.

Was Punkt 9 betrifft, so ist, soweit man heute voraussehen kann, wenig Aussicht, daß der mechanische Ruderflieger je mehr als eine Person durch die Luft wird tragen können.

Die Schlagflügel eines Ruderfliegers sind einer sehr ungleichmäßigen Beanspruchung unterworfen und müssen darum drei- bis fünfmal so stark gebaut, somit auch sovielmal schwerer im Gewicht sein als zum Beispiel die einfachen unbeweglichen Tragflächen eines Drachenfliegers. Die vielen Gelenke des Ruderfliegers machen die Konstruktion desselben kompliziert und geben Gelegenheit zu gefährlichen Brüchen. Das ist auch der Grund warum ich mich für den mechanischen Ruderflieger nicht erwärmen kann, obgleich ich von der Möglichkeit überzeugt bin, daß man einen Ruderflieger bauen

kann, der eine Person durch die Luft tragen würde. Wir haben aber aus dem bisher Gesagten gesehen, daß der Ruderflieger mehrere wichtige Anforderungen, die man an eine vollkommene Flugmaschine stellen muß, nicht erfüllen kann; auch sind die ersten Flugversuche schwieriger und gefährlicher als mit den beiden anderen erwähnten Systemen. Der mechanische Ruderflieger könnte eventuell nur einen sportlichen, aber keinen praktischen Wert erlangen.

Der Schraubenflieger (Helicoptère).

Unter Schraubenflieger verstehen wir einen Flugapparat, der nur mittels Luftschrauben sowohl in die Luft gehoben, als auch in derselben fortbewegt werden soll.

Schon die bekannten Spielzeuge, wie der Luftkreisel und die frei fliegenden papierenen Schmetterlinge, zeigen, daß eine Luftschraube sich in die Luft erheben kann. Die Luftschraube ist älter wie die Wasserschrauben und den ersten kleinen Schraubenflieger, welcher sich einige Meter in die Luft erheben konnte, bauten Launoy und Bienvenu im Jahre 1784. Weitere Experimente mit großen Luftschrauben haben gezeigt, daß man auch größere Nutzlasten respektive einen Menschen mit den heute vorhandenen Motoren mittels Luftschrauben in die Luft heben kann.

Die Kaptivschraube.

Abgesehen von dem kleinen, (bis 1 m Durchmesser) durch Gummifäden angetriebenen Schraubenflieger baute ich im Jahre 1895 auf Anregung von militärischer Seite und mit finanzieller Unterstützung des Herrn Hofrates Professor Boltzmann ein größeres Modell einer Kaptivschraube mit Luftschrauben von 4 m Durchmesser, welche durch einen Elektromotor angetrieben wurden. *) Diese Kaptivschraube (Fig. 12—16) besteht aus einer aus Stahlröhren gebauten Pyramide, zirka 2 m hoch. In der Mitte dieser Pyramide

*) »Zeitschrift für Luftschiffahrt«, Juni 1900.

Fig. 16.

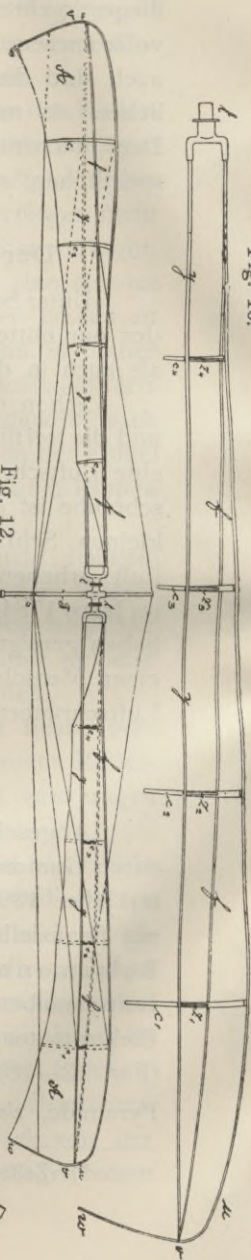


Fig. 12.

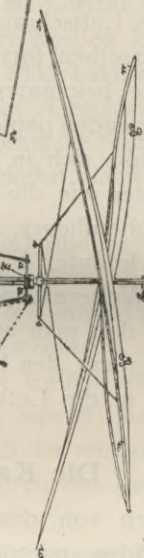


Fig. 14.

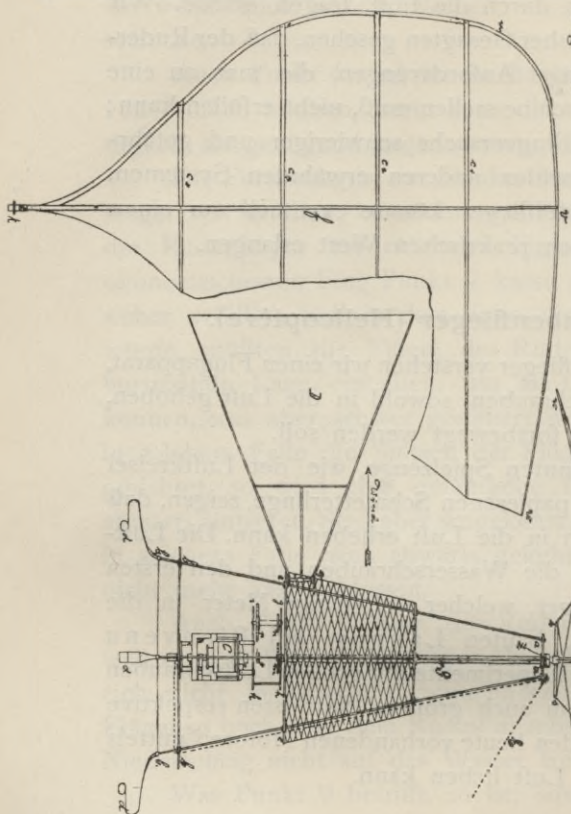


Fig. 13.

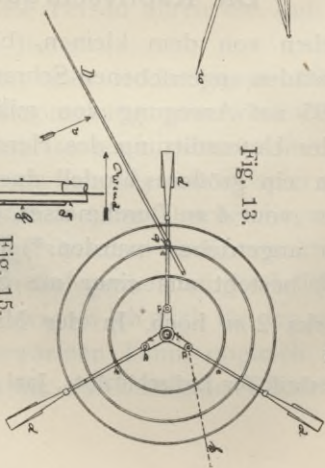
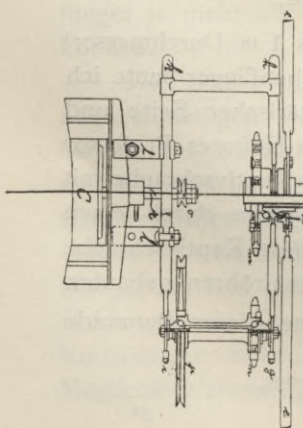


Fig. 15.



(Fig. 12) befinden sich zwei ineinandergeschobene Hohlwellen G und F , von denen die innere Hohlwelle entsprechend länger ist und aus der äußeren Welle G sowohl nach oben als auch nach unten um ein gewisses Stück hervorragt. An den oberen Enden der beiden Hohlwellen sind die zwei elastischen Segelluftschrauben angebracht, von denen die eine links, die andere rechts laufend gedacht ist. An den unteren Enden der beiden Hohlwellen hängen frei der Transmissionsrahmen und der Elektromotor, und zwar so, daß mit der äußeren Hochwelle G die Magnetfelder des Motors samt dem Transmissionsrahmen direkt, während der Anker des Elektromotors durch die Transmission mit der inneren Hohlwelle F verbunden sind. Infolge dieser Anordnung dreht sich die innere Hohlwelle G samt dem Anker des Motors und der oberen Luftschraube in einer Richtung, während die äußere Hohlwelle F samt Transmissionsrahmen, den Magnetfeldern des Motors und der zweiten Luftschraube durch die Reaktion sich in entgegengesetzter Richtung dreht.

Das Zuleitungskabel E des elektrischen Stroms führt erst zum oberen Ende der Pyramide, von da läuft das Kabel längs der Pyramide zum unteren Ende b und schließlich nach der Mitte zur Kontaktscheibe, auf der die Kontaktbürsten laufen.

Der kleine Elektromotor von Trouvé in Paris im Gewichte von 15 kg , sollte normal 1 PS leisten; das hatte Trouvé versprochen. Nach Messungen bei Siemens & Halske zeigte es sich aber, daß der Motor nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ PS leisten konnte. Bei höchster Überlastung (natürlich nur für einige Sekunden) gelang es 0,6 PS zu erreichen. Diese Kaptivschraube wurde im Militärtechnischen Komitee mehrere Wochen durch den technischen Referenten Herrn Dr. Wächter geprüft und der Auftrieb der Luftschrauben gemessen. Diese Messungen ergaben ein überraschendes Resultat. Im geschlossenen Raume zeigten die Luftschrauben einen Auftrieb von 25 kg per 1 PS und in freier Luft über 35 kg per 1 PS ; ein Nutzeffekt, der bis dahin mit keiner Luftschraube erreicht wurde. Diese Kaptivschraube wog komplett, samt Motor 34 kg . Eine große

Kaptivschraube, welche einen Menschen in die Luft heben soll, müßte doppelt so große Dimensionen annehmen, achtmal so schwer, also $34 \times 8 = 272 \text{ kg}$, mit einem Menschen und dem Kabel zirka über 400 kg wiegen und einen Elektromotor von 20 PS brauchen. Da die Kaptivschraube mit einem Steuer D ausgerüstet werden kann, welches ermöglicht, die Kaptivschraube in einem Halbkreise, soweit das Kabel langt, zu steuern, so kann selbe für militärische Rekognoszierungen, als eventuell auch dazu dienen, um einen Mann über einen Fluß, eine Schlucht oder auf eine Höhe schnell zu schaffen. Somit wird die Kaptivschraube für militärische Zwecke, im Kriege, bessere Dienste als ein Kaptivballon leisten, weil die erstere keinen Train mit komprimiertem Gas braucht, leicht transportabel ist, in wenigen Minuten in Betrieb gesetzt werden kann und eine begrenzte Lenkbarkeit besitzt.

Die Kaptivschraube (Fesselschraube) ist, wie schon der Name andeutet, kein frei fliegendes Luftschiff, sondern kann nur an einem Kabel gefesselt, wie der Kaptivballon, einen Menschen mehrere hundert Meter hoch in die Luft heben.

Da nun meine elastischen Segelluftschrauben einen sicheren Auftrieb von 25 kg per 1 PS aufweisen, so ist auch die Möglichkeit vorhanden, mit den heutigen leichten Benzinmotoren, einen frei fliegenden lenkbaren Schraubenflieger zu bauen, welcher einen Menschen durch die Luft tragen würde.

Um dem Schraubenflieger eine seitliche horizontale Eigengeschwindigkeit zu geben, gibt es ein paar Mittel. Das einfachste und sicherste Mittel ist: man macht die Achsen der Luftschrauben um einen gewissen Winkel verstellbar. Sobald sich der Apparat in die Luft erhoben hat, so werden die Achsen der Luftschrauben nach vorne geneigt. Es entsteht nun eine seitliche Kraftkomponente, welche dem Apparat eine seitliche Bewegung gibt.

Es gibt noch ein paar andere Mittel. So habe ich seinerzeit das Modell eines Schraubenfliegers gebaut und auch 1891 bei meinem Vortrage vorgeführt, bei welchem die Schraubenflügel bei der Rotation verschiedene Winkelnigungen annehmen und gleichzeitig Auftrieb und seitliche

Bewegung hervorbringen können. Jedoch alle bisher gemachten Experimente mit frei fliegenden lenkbaren Schraubenfliegern haben gezeigt, daß dieselben sehr kraftverzehrend, also unökonomisch und für schnelle horizontale Geschwindigkeit ungeeignet sind.

Wenn wir nun prüfen, welche von den aufgestellten Forderungen der Schraubenflieger erfüllen kann, so sehen wir, daß derselbe bei ruhiger Luft sicher von jedem Punkte der Erde sich erheben und auch sicher landen kann. Sobald aber ein stärkerer Wind herrscht, so darf sich der Schraubenflieger in freier Luft auf der Erde gar nicht zeigen, weil er sofort nicht nur von seitlichen, sondern von jedem Winde, er mag von beliebiger Seite kommen, umgeschmissen und beschädigt wird. Er kann also bei windigem Wetter nur von einem windgeschützten Raume auffliegen. Ebenso ist das Landen für Schraubenflieger bei windigem Wetter gefährlich. Somit kann der Schraubenflieger Punkt 1 und 2 nur bei ruhiger Luft voll erfüllen.

Punkt 3 und 5 kann der Schraubenflieger voll erfüllen, dagegen die Punkte 4 und 6 nicht, weil derselbe sehr unökonomisch arbeitet und auch größere Widerstände beim Horizontalflug zu überwinden hat als die beiden anderen erwähnten Systeme.

Ebensowenig kann der Schraubenflieger die Forderung des Punktes 7 erfüllen, weil, wenn der Motor versagt, derselbe nicht als Gleitflieger landen kann. Als Fallschirm zu landen sind aber die Flügelflächen der Luftschrauben nicht groß genug. Nur bei der Kaptivschraube, wo zwei Luftschrauben direkt übereinander auf zwei ineinander geschobenen Hohlwellen angebracht sind, kann man den Luftschrauben eventuell genügend großen Durchmesser geben, damit der Flächeninhalt der Luftschrauben groß genug ist, um bei einem Sturze aus großer Höhe als Fallschirm zu dienen um den Fall genügend zu verzögern.

Punkt 8 kann der Schraubenflieger nur bei ruhiger Luft erfüllen. (Siehe Punkt 1 und 2.)

Was Punkt 9 betrifft, so hat schon die Besprechung der Forderung 7 gezeigt, welchen großen Gefahren der Schraubenflieger ausgesetzt ist und man darum nicht denken kann, denselben in so großen Dimensionen auszuführen; damit er mehrere Personen durch die Luft tragen könnte. Obwohl also der Schraubenflieger möglich ist, so hat doch das Vorangehende gezeigt, daß derselbe keine für praktische Zwecke geeignete Flugmaschine werden kann. Nur die Kaptivschraube für eine Person und speziell für Kriegszwecke kann praktische und gute Dienste leisten.

In eigener Sache.

Bei der Gelegenheit drängt es mich, die unangenehmen Erfahrungen mitzuteilen, die ich wegen der Kaptivschraube mit der k. k. österreichischen Kriegsverwaltung gemacht habe.

Nach einem Experimentalvortrage, den ich am 15. Dezember 1891 im großen Saale des Ingenieur- und Architekten-Vereines hielt, dem auch mehrere Militärs beiwohnten, wurde ich eingeladen, im Militär-technischen Komitee meine Modelle vorzuführen, welchem Wunsche ich bereitwillig nachkam und die Modelle von meinem Drachenflieger und Luftschauben vorführte. Generalingenieur v. Heß, damals noch Major, äußerte sich bei dieser Gelegenheit dahin, daß der Drachenflieger ihm kein Vertrauen einflöße, dagegen hätte eine Kaptivschraube, welche einen Mann hoch in die Luft heben und eventuell über einen Fluß oder auf eine Höhe schnell schaffen könnte, für das Kriegswesen ein bedeutendes Interesse. Ich sollte eventuell das Projekt einer Kaptivschraube ausarbeiten und dem Militär-technischen Komitee zur Prüfung vorlegen.

Obgleich ich für die Kaptivschraube nicht dasselbe Interesse wie für den Drachenflieger hatte, so entschloß ich mich doch, in der Hoffnung, daß, wenn mir die Kaptivschraube gelingt, ich beim Kriegsministerium auch die nötige Unterstützung zur Ausführung meines Drachenfliegers finden werde, die Kaptivschraube zu studieren.

Die ersten Zeichnungen und Rechnungen befriedigten das Militär-technische Komitee nicht; man hatte immer noch neue Wünsche, die ich durch weitere Studien zu befriedigen suchte.

Die Sache zog sich jahrelang hin, bis im Jahre 1895 ich mit finanzieller Unterstützung des Herrn Hofrates Professor Boltzmann das vorher erwähnte größere Modell einer Kaptivschraube baute, welches dann mehrere Wochen im Militär-technischen Komitee geprüft wurde und die früher erwähnten günstigen Resultate ergab.

Daraufhin referierte sowohl das Militär-technische Komitee, als auch die Militär-aeronautische Anstalt an das Reichskriegsministerium in sehr günstigem Sinne. Der Chef der VII. Sektion im Kriegsministerium Herr FML. v. Brunner brachte der Sache ein wohlwollendes Interesse entgegen. Das Kriegsministerium ließ bei mehreren inländischen und ausländischen Firmen sich erkundigen, ob ein entsprechend leichter Elektromotor, der bei 20 *PS* nur 200 *kg* wiegen sollte, zu erlangen sei. Die Firma Siemens & Halske erbot sich daraufhin schriftlich, nicht nur einen entsprechend leichten Motor zu bauen, sondern denselben auch kostenfrei für die Experimente mit der Krefß'schen Kaptivschraube dem Kriegsministerium zur Verfügung zu stellen. Infolge dieser generösen Offerte hatte das Kriegsministerium nur noch 8000 Gulden zur Ausführung der großen Kaptivschraube beizutragen. Dennoch vergingen wieder mehrere Jahre, ohne eine Entscheidung zu bringen. Diese Ungewißheit war für mich höchst peinlich. Am 18. Februar 1898 erschien Seine Exzellenz der Herr FML. v. Brunner zu meinem Experimentalvortrage, den ich über dynamische Flugmaschinen hielt. Nach dem Vortrage beglückwünschte mich Seine Exzellenz, bestieg die Estrade um die Zeichnung meiner Kaptivschraube genauer anzusehen. Bei dieser Gelegenheit erkundigte ich mich bei Seiner Exzellenz, ob nicht schließlich bald eine Entscheidung über meine Kaptivschraube vom k. k. Kriegsministerium herablangen wird. Seine Exzellenz erwiderte: »Sie werden in allernächster Zeit die günstige

Entscheidung erhalten, denn es sind 8000 Gulden bereits für diesen Zweck bestimmt.«

Es vergingen aber wieder drei volle Monate, dann erhielt ich vom Kriegsministerium eine Zuschrift, in der mir bekannt gemacht wurde, daß Seine Exzellenz der Herr Kriegsminister v. Krieghammer wegen Geldmangel die Bewilligung der 8000 fl. abgelehnt hat. Weiter hieß es noch, daß, nachdem über meine Kaptivschraube so günstig referiert wurde, es mir wohl nicht schwer fallen wird, für diesen Zweck Privatkapitalien zu gewinnen. Also erst jahrelanges Hinziehen mit Prüfungen, Referaten u. s. w. und schließlich kommt das k. k. Kriegsministerium zur Erkenntnis, daß es für diesen Zweck keine 8000 fl. zur Verfügung hat.

Ich ging zu Seiner Exzellenz Herrn FML. v. Brunner und beschwerte mich darüber. Seine Exzellenz klingelte und ließ einen Herrn Major rufen, der wohl die Angelegenheit in den Händen hatte. Als der Herr Major eingetreten war, sagte Seine Exzellenz zu ihm in meiner Gegenwart: »Was ist denn das mit der Kreß'schen Kaptivschraube, man hat ja Kreß rein zum Narren gehalten?« Ich erinnere mich nicht mehr, was der Herr Major erwiderte. Seine Exzellenz gab mir schließlich den Rat, ich solle bei dem Herrn Kriegsminister eine Audienz nehmen und über die Angelegenheit bei ihm persönlich mich erkundigen, welchen Rat ich auch befolgte.

Seine Exzellenz der Herr Kriegsminister ersuchte mich, ihm die Zuschriften zu überlassen, er werde sich über diese Angelegenheit informieren. Seit der Zeit habe ich weder die Zuschriften zurückerhalten, noch sonst etwas über die Sache gehört. Somit waren jahrelange Studien, Arbeiten und Geldopfer für mich verloren, was ich in meiner bescheidenen Lage bitter empfinden mußte.

Der Drachenflieger (Aëroplane).

Professor Langley nennt seinen Drachenflieger »Aérodrome«. Als ich im Jahre 1879 für meinen Drachenflieger Patente erwarb, mußte ich dem Kinde einen Namen geben,

und so nannte ich denselben auf den Rat eines französischen Freundes »Aérovéloce«. Unter diesem Namen gab ich 1880 auch eine kleine Broschüre aus. Der Drachenflieger ist das einfachste System einer dynamischen Flugmaschine.

Als ich im Jahre 1864 bereits einige Luftschrauben gebaut hatte, die einen guten Nutzeffekt zeigten, und ich eines Tages im selben Jahre mich damit unterhielt, einen gewöhnlichen Papierdrachen zum Steigen zu bringen, war mir zum erstenmal der Gedanke gekommen, einen Drachenflieger zu bauen. Der Wind war nämlich zu schwach und ich mußte einen angestregten Anlauf erst nehmen, um den Drachen hoch zu bringen. Da kam mir eben der Gedanke, daß, wenn ich den Drachen mit meinen Luftschrauben verbinden würde, die durch einen entsprechend leichten Motor angetrieben werden, so müßte der Drachen bei vorausgesetzter Stabilität sich selbsttätig auch bei ruhiger Luft erheben und fortfliegen. Damit wäre aber die Flugmaschine ohne Ballon geschaffen und das dynamische Flugproblem gelöst.

Dieser Gedanke packte mich so stark, daß ich nicht eher ruhte, bis ich ein paar Wochen später schon das Modell eines Drachenfliegers fertig hatte, dessen Luftschrauben durch eine Uhrfeder angetrieben wurden. Dieses Modell kam aber nicht zum Fliegen, weil es zu schwer war. Alle meine Bemühungen, ein frei fliegendes Modell eines Drachenfliegers herzustellen, scheiterten bis zum Jahre 1877 an den zu schweren Motoren. Erst 1877 gelang es mir, mit Hilfe zusammengedrehter Gummifäden das erste Modell zum freien Flug zu bringen. Dieses Modell zeigte ich damals dem Präsidenten der Wiener Akademie der Wissenschaften Herrn Professor Stephan, welcher sich sehr dafür interessierte und mir den Rat gab, eine versiegelte Beschreibung meines Apparates zur Wahrung der Priorität in der Akademie zu deponieren, was ich auch befolgte.

Dieses Modell hatte vorne eine Tragfläche, welche schwach nach oben unter einem Winkel von zirka 30° im Verhältnis zu den horizontalen Achsen der Luftschrauben

geneigt war; rückwärts ist eine zweite kleinere Tragfläche als horizontales Steuer angebracht, welches verstellbar ist und den Apparat während dem Fluge mehr oder weniger nach oben lenkte, während der Schwerpunkt so weit nach vorne verlegt ist, daß der Apparat im Verhältniß zum Druckmittelpunkt der Tragflächen ein entsprechendes Übergewicht nach vorne hat, wodurch eine automatische Stabilität erzielt wurde. Zwischen diesen zwei Tragflächen sind die zwei Luftschrauben an den Seiten angebracht, welche sich in entgegengesetzter Richtung zueinander drehen. Unter dem horizontalen Steuer ist noch ein vertikales Steuer angebracht, welches dem Apparate in der Luft die nötige Richtung gibt. Außerdem hat das Modell vorne einen Puffer

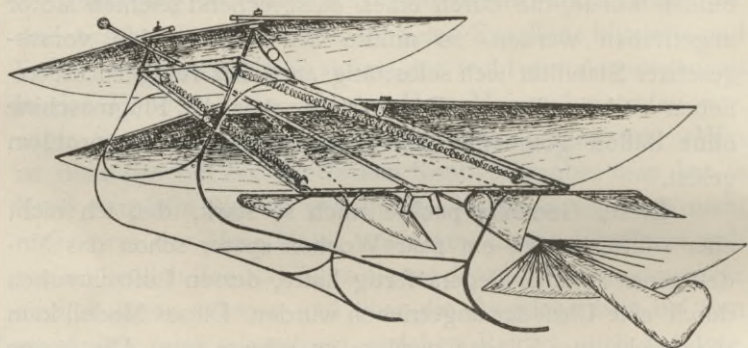


Fig. 17.

Frei fliegendes Modell eines Drachenfliegers.

dessen Stange, nach rückwärts verlängert, mit dem Sperrer in Verbindung steht.

Das ganze ist auf einem Schlitten montiert und nimmt, nachdem der Gummimotor aufgezogen ist, auf einem längeren Tische oder auf dem Boden selbsttätig einen Anlauf, und verläßt — je nach der Größe des Modells — bei einer Eigengeschwindigkeit von 3 bis 4 *m* pro Sekunde den Boden und fliegt in einer sanft nach aufwärts gerichteten Bahn frei durch einen großen Saal. Das war das erste freifliegende Modell eines Drachenfliegers. Meine gegenwärtigen, etwas größeren Modelle (Fig. 17) von $1\frac{1}{2}$ *m* Spannweite der größeren

Tragfläche, haben vorne zwei hintereinander stufenweise angeordnete Tragflächen von $0.4 m^2$ gesamten Flächeninhalt. Sonst ist die Konstruktion dieselbe wie vor 27 Jahren. Die gegenwärtigen Modelle wiegen $0.6 kg$ und verlassen bei einer Eigengeschwindigkeit von $4 m$ pro Sekunde den Boden. Im Jahre 1879 erwarb ich für meinen Drachenflieger deutsche, französische und österreichisch-ungarische Patente und am 15. März 1880 demonstrierte ich zum erstenmal bei meinem Vortrage im großen Saale des Gewerbevereines mein Modell und ließ dasselbe über die Köpfe frei durch den Saal fliegen.

Gleich nach diesem Vortrage meldeten sich bei mir die Herren Ingenieure Lippert und Graf Buonacorsi, die sich mit der flugtechnischen Frage beschäftigten. Jetzt erst erfuhr ich, daß sich auch andere Herren in Wien mit derselben Frage beschäftigten, und was bis dahin in der Welt in dieser Frage bereits geleistet war. Das älteste bekannte Projekt eines Drachenfliegers stammt aus dem Jahre 1842 von Henson. Auch in den Fünfziger- und Sechzigerjahren wurden einige Modelle von Drachenfliegern gebaut, darunter das beste von Strinzfellow in England im Jahre 1868, die aber alle nicht zum freien Flug gebracht werden konnten.

Im Jahre 1871 demonstrierte Penaud in Paris einen kleinen Apparat, den er Planophore nannte (Fig. 18), welcher mittels gedrehter Gummischnüre frei durch die Luft horizontal fliegen konnte.

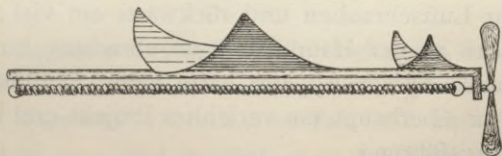


Fig. 18.

Planophore von Penaud.

Auf einer leichten Stange (Fig. 18) ist vorne eine größere und rückwärts eine zweite kleinere Tragfläche aus Papier angebracht, deren Enden zu dem Zwecke nach aufwärts

gebogen sind, damit infolge des einseitig wirkenden Gummimotors, welcher die rückwärts angebrachte kleine Luftschraube antreibt, der Apparat durch die Reaktion nicht zum Kippen komme. Dieser kleine Apparat, welcher nur wenige Gramm wog, legte sich im Fluge, wegen der einen Luftschraube, infolge der Reaktion mehr oder weniger auf die Seite und konnte darum nicht in gerader Richtung, sondern, da er kein Steuer hatte, nur im Kreise fliegen. Er hatte also keine seitliche Stabilität und konnte leicht, sobald die Gummischnur zu stark gespannt war, um seine eigene Achse sich drehen. Es war eben kein Modell eines Drachenfliegers zu nennen, wohl aber war es der erste überzeugende physikalische Beweis, daß der Drachenflieger möglich ist. Auch hatte schon dieser kleine Apparat in der Längsrichtung der Achse, so wie meine Modelle, eine automatische Stabilität, auf welche wir später noch zu sprechen kommen. Um auch eine seitliche Stabilität zu haben, muß ein solcher Apparat stets zwei Luftschrauben besitzen, welche sich in entgegengesetzter Richtung zueinander drehen. P e n a u d war jedenfalls einer der intelligentesten Flugtechniker seinerzeit und hätte in dieser Frage gewiß noch Tüchtiges geleistet, wenn er nicht als junger Mann hätte sterben müssen.

Später, im Jahre 1876, vereinigte sich P e n a u d mit dem Mechaniker G a u c h o t zur Ausführung eines großen Drachenfliegers, welcher zwei Menschen tragen sollte. Dieses letztere Projekt — P e n a u d war schon krank — bestand aus einer großen elipsenförmigen Tragfläche, welche vorn zwei kleine Luftschrauben und rückwärts ein viel zu kleines und zu nahe an der Hauptfläche angebrachtes horizontales Steuer besaß. Dieser Apparat hätte keine Stabilität haben können, war überhaupt ein verfehltes Projekt und kam auch nicht zur Ausführung.

Im Jahre 1879 baute T a t i n in Paris ein Modell eines Drachenfliegers, dessen Motor mit komprimierter Luft angetrieben wurde. Dieses mit guter Fachkenntnis gebaute Modell lief an einer Schnur im Kreise und verließ bei einer Geschwindigkeit von 8 *m* pro Sekunde den Boden,

machte in einem Bogen einen Sprung und zerbrach; zum freien Flug kam es nicht. Ich kann mir schmeicheln, 1877 das erste Modell eines Drachenfliegers gebaut zu haben, welches mit horizontalem und vertikalem Steuer und mit einem Puffer ausgerüstet, als Schlitten selbsttätig auf dem Boden oder auf einem langen Tisch den Anlauf nehmend, lenkbar und mit voller Stabilität einen großen Saal durchfliegen konnte, ohne vorher eine Ahnung von ähnlichen Bestrebungen anderer gehabt zu haben.

Den großen Beifall und das Interesse, welche meine Experimente im Jahre 1880 fanden, war bald wieder eingeschlummert, weil zu jener Zeit keine Aussicht war, entsprechend leichte Motoren zu beschaffen. Es wurde, mit wenigen Ausnahmen, in wissenschaftlich technischen Kreisen an die Möglichkeit des dynamischen Fluges nicht geglaubt, die Sache nicht ernst genommen und meine Modelle nur als interessantes Spielzeug betrachtet. Daß es dennoch schon damals wissenschaftlich gebildete Techniker in Wien gab, welche an die Möglichkeit der Lösung des dynamischen Fluges glaubten, beweist, daß im selben Jahre, 1880, bald nach meinem ersten öffentlichen Vortrage im Niederösterreichischen Ingenieur- und Architektenverein sich eine Fachgruppe für Flugtechnik konstituierte, welche mehrere bekannte Ingenieure und Professoren der Technik als Mitglieder zählte. Mit wenigen Ausnahmen, zu denen hauptsächlich der alte Oberingenieur Ritter von Loeßl zählte, waren die meisten Mitglieder Gegner des Drachenfliegers.

Erst nachdem in England der bekannte Erfinder der Schnellfeuerkanone Hiram Maxim, einen großen Drachenflieger im Jahre 1894 baute, welcher mit zwei Personen über 3600 *kg* wog und welcher zwar bei dem ersten Versuche kippte und zerbrach, aber einen Auftrieb von 4560 *kg* zeigte und damit die Möglichkeit, große Lasten in die Luft zu heben, bewiesen wurde, weiters bald darauf in Washington Professor Langley mit einem frei fliegenden Modell folgte, wurde auch in Wien in wissenschaftlichen

Kreisen den Bestrebungen der Flugtechniker größere Aufmerksamkeit zugewendet.

Das Modell des Professor Langley wurde durch eine kleine Dampfmaschine angetrieben und wog 30 *kg*. Die Experimente mit diesem Modell waren insofern besonders beweiskräftig, weil dasselbe in Gegenwart des Erfinders des Telephons Bell, eine Strecke von 1 *km* frei und stabil über den Potomak durch die Luft flog.

Hand in Hand mit dem Fortschritte der Flugtechnik schreiten die Erfindungen und Verbesserungen der leichten Motoren. Heute sollen bereits Motoren zu haben sein, die bloß 4 bis 5 *kg* per 1 *PS* wiegen. Wenn im Jahre 1880, als die Motoren noch Hunderte von Kilogramm per 1 *PS* wogen, jemand prophezeite, daß man mit der Zeit Motoren bauen wird, die nur 4 bis 5 *kg* per 1 *PS* wiegen werden, so wurde derselbe als Utopist ausgelacht.

Einer der tüchtigsten Förderer des dynamischen Fluges und besonders auch des mechanischen Drachenfliegers war, merkwürdigerweise gegen seinen eigenen Willen, Herr Otto Lilienthal in Berlin. Otto Lilienthal war ein Gegner der Luftschrauben und des mechanischen Drachenfliegers; sein Ideal war der reine persönliche Segelflug ohne Motor. Mr. Chanute in Chicago, der hervorragende Verfasser des ausgezeichneten Werkes »Progress in Flying-Machines«*) nahm sich besonders warm der Lilienthal'schen Arbeiten an. Durch seine Schriften wurden erst die Lilienthal'schen Arbeiten in der flugtechnischen Welt richtig gewürdigt, während Lilienthal seinerzeit in Berlin von seinen flugtechnischen Kollegen nicht nach Verdienst gewürdigt wurde.

Chanute ging selbst daran, die Lilienthal'schen Arbeiten fortzusetzen. Er baute verschiedene Gleitapparate und suchte das Lilienthal'sche System zu verbessern, was ihm auch gelang. Der letzte Gleitapparat von Chanute besteht aus zwei übereinander gelagerten Tragflächen und

*) 1894 in Chicago, welches wir hiemit besonders empfehlen.

ähnelt sehr dem Hargrave-Drachen. Mit diesem letzteren Apparate machten seine Assistenten — da Chanute selbst zu alt ist — Hunderte von gelungenen Gleitflügen.

Diese letztere Type übernahmen dann von Chanute die Gebrüder Orville und Wilbur Wright und verbesserten diesen Apparat noch insofern, als sie nicht mehr wie bisher an dem Apparate hängend ihre Gleitversuche machten, sondern sie legten sich flach auf den Bauch, auf die untere Tragfläche; infolgedessen wird der schädliche Stirnwiderstand sehr bedeutend verringert. Die nächste Folge der horizontalen Lage des Experimentators war die Anbringung des horizontalen Steuers vorne als Kopfflügel, wodurch eine bequeme und leicht zu beherrschende Steuerung erzielt wurde. So gewann denn durch die Gebrüder Wright der persönliche Gleitflug an Sicherheit und Dauer und man konnte wieder einen kräftigen Schritt nach vorne zur Lösung des dynamischen Fluges verzeichnen.

Wir verlassen einstweilen unsere geschickten amerikanischen Gleitflieger und kehren jetzt zu unserem eigenen Drachenflieger zurück.

Nachdem die flugtechnischen Arbeiten und Experimente von Maxim in England, Langley in Amerika, Hargrave in Australien u. s. w. in Wien bekannt wurden, schwand bei wenigen das Mißtrauen gegen die flugtechnischen Bestrebungen und der Glaube an die Möglichkeit der dynamischen Flugmaschine wuchs von Jahr zu Jahr, besonders in den wissenschaftlichen Kreisen. Als ich dann im Jahre 1893, als alter Herr mit 57 Jahren als außerordentlicher Hörer an der Technischen Hochschule in Wien eintrat und dort auf Einladung der Herren Professoren Hofrat Hauffe und Hofrat Radinger eines Tages für die Studienkollegen des dritten und vierten Kurses des Maschinenbaues einen Experimentalvortrag über dynamische Luftschiffahrt hielt und meine frei fliegenden Modelle vorführte, da waren schließlich auch die Herren Professoren und die technische Jugend für die Flugtechnik gewonnen. Man zweifelte jetzt nicht mehr an der Möglichkeit des dynamischen Flugproblems

und besonders war die Zahl der Anhänger des Drachenflegers angewachsen. So kam es denn, daß im Jahre 1898, nachdem schon seit 20 Jahren meine frei fliegenden Modelle des Drachenflegers in Wien bekannt waren, jetzt ein sogenanntes Kreß-Komitee von Gelehrten und Technikern sich konstituierte, welches sich zur Aufgabe stellte, einen Fond zu beschaffen, um die Ausführung eines großen Drachenflegers nach meinem System zu ermöglichen. Die Beschaffung dieses Fondes ging freilich bei uns in Wien nicht recht vorwärts, dennoch erlebte ich in meinen alten Tagen die Freude, daß mir die Möglichkeit geboten wurde, an die Ausführung eines großen Drachenflegers zu gehen, welcher einen Menschen durch die Luft tragen sollte. Nun machte ich aber dieselbe Erfahrung wie 1864 bei meinem ersten Modelle: ich konnte einen entsprechend leichten Motor nicht beschaffen. Nur war insofern ein Unterschied zwischen damals und der Gegenwart, als die Möglichkeit, einen entsprechend leichten Motor zu bauen, jetzt zugestanden wurde. Es boten sich auch Motorfabrikanten an, den entsprechend leichten Motor zu liefern.

Erst war es eine österreichische Firma, die sich beim Komitee meldete und in einer Komiteesitzung versprach, nach Fertigstellung der Konstruktionszeichnungen in zwei Monaten einen vierzylindrigen Benzinmotor zu liefern, welcher bei 20 *PS* effektiver Leistung höchstens 200 *kg* wiegen sollte. Daraufhin wurden die Konstruktionszeichnungen sowohl des Flugapparates als auch des Motors fertiggestellt. Der ganze Flugapparat sollte samt Motor und meiner Person 600 bis 650 *kg* wiegen.

Die Figuren 19 bis 24 zeigen die Konstruktion meines ersten großen Drachenflegers. Auf zwei aus Aluminiumblech gebauten Schwimmern, welche 1·32 *m* voneinander entfernt sind und deren Kiele zugleich die Kufen des so gebildeten Schlittenbootes waren, wurde aus leichten Mannesmannstahlröhren ein langes Keilgerüst gebaut, welches vorne in eine lange Spitze auslief. Das Keilgerüst wurde unten am Boden, an den Seiten, die Spitze auch von oben mit

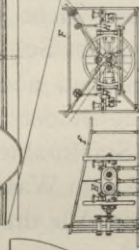
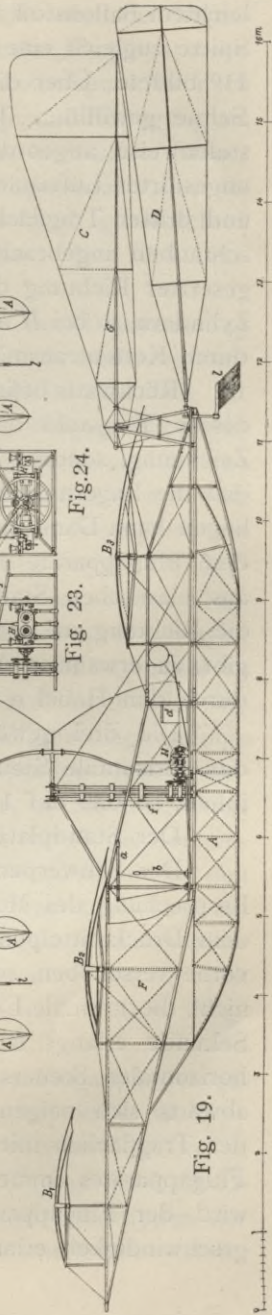
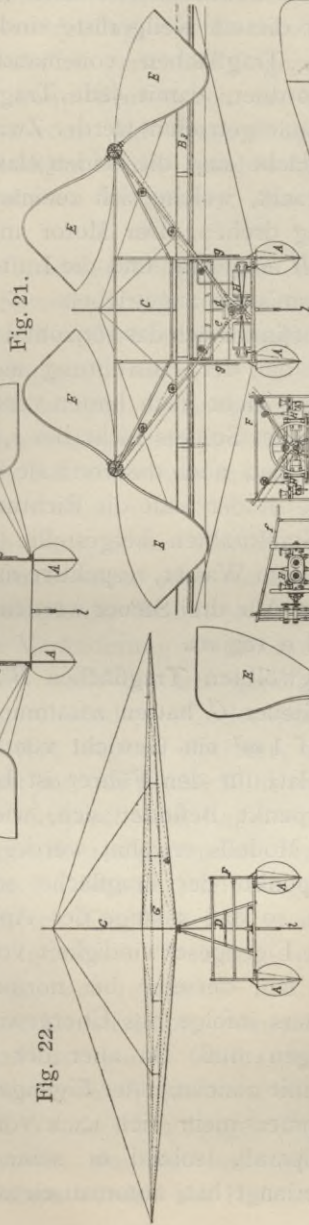
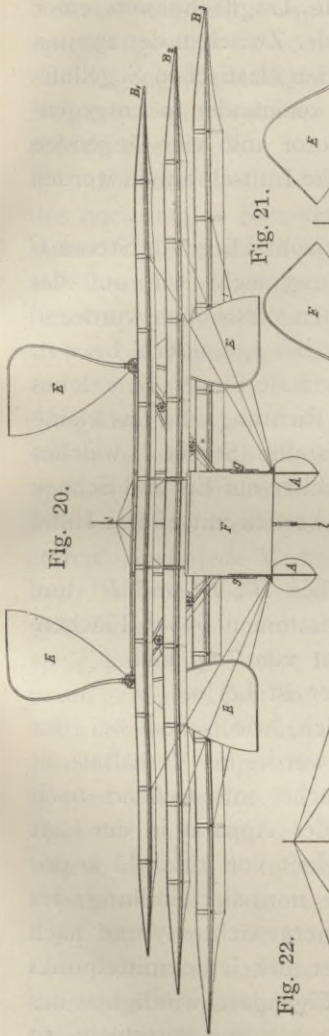


Fig. 24.

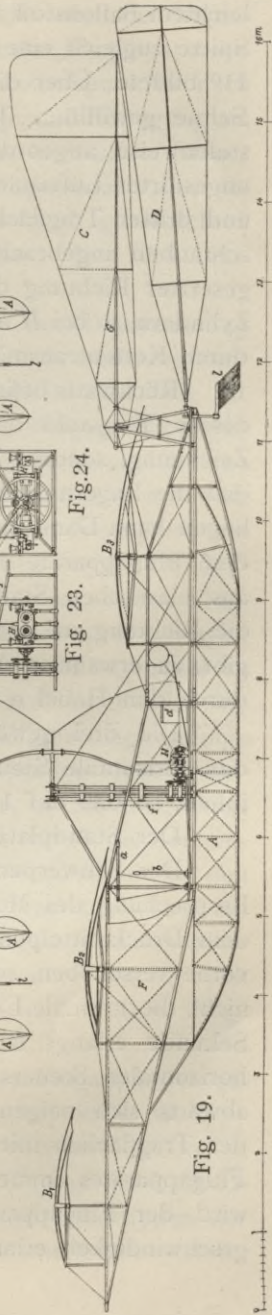
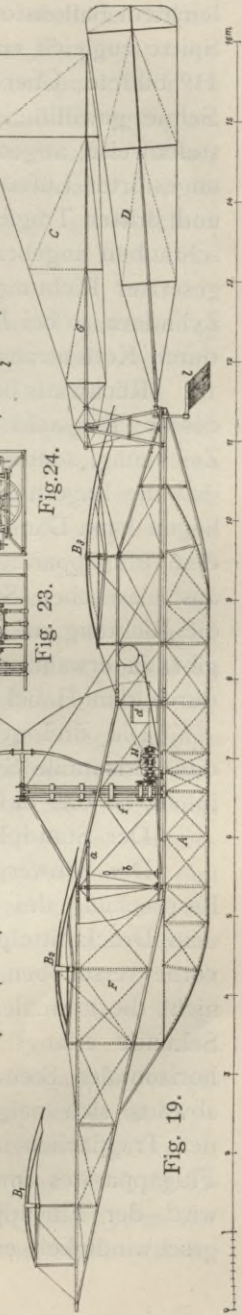


Fig. 19.



leichtem Ballonstoff überzogen, so daß die untere Seite der Spitze zugleich eine Drachenfläche unter einem Winkel von 110° bildete. Über diesem Keilgerüste sind die drei $\frac{1}{12}$ zur Sehne gewölbten Tragflächen voneinander getrennt und stufenweise angeordnet, damit jede Tragfläche von einer ungestörten Luftsäule getroffen werde. Zwischen der zweiten und dritten Tragfläche sind die beiden elastischen Segelluftschrauben angebracht, welche sich zueinander in entgegengesetzter Richtung drehen. Der Motor mit vier liegenden Zylindern ist bei H eingebaut und die Luftschrauben werden durch Kettentransmission angetrieben.

Rückwärts befindet sich das horizontal liegende Steuer G dessen Tragstuhl bei der Ausführung nicht wie auf der Zeichnung, sondern mehr nach hinten verschoben wurde, so daß die Lagerung des Steuers nicht bei e , sondern bei c zu liegen kam. Dann sind noch das vertikale Steuer D , welches dem Flugapparate in der Luft die Richtung, und das kleine aus elastischen Stahldrähten hergestellte Steuer l , welches die Richtung auf dem Wasser, respektive auf Eis und Schnee gibt, zu erwähnen. Alle drei Steuer werden mit einer Hand durch den Hebel a regiert.

Die drei gewölbten Tragflächen B^1 , B^2 und B^3 und das horizontale Steuer G hatten zusammen 94 m^2 Flächeninhalt, so daß auf 1 m^2 ein Gewicht von 7 kg kam.

Der Standplatz für den Führer ist bei a .

Der Schwerpunkt befindet sich, wie schon bei der Besprechung des Modells erwähnt wurde, im Verhältnis zu dem Druckmittelpunkte der Tragfläche entsprechend nach vorne verschoben, so daß solange der Apparat in der Luft nicht die normale Eigengeschwindigkeit von zirka 11 m pro Sekunde erlangt hat, derselbe bei normaler Stellung des horizontalen Steuers infolge des Übergewichtes vorne nach abwärts sich neigen muß. Da aber der Druckmittelpunkt der Tragflächen mit zunehmender Eigengeschwindigkeit des Flugapparates immer mehr sich nach vorne verschiebt, so wird der Flugapparat, sobald er seine normale Eigengeschwindigkeit erlangt hat, automatisch auch seine normale

horizontale Lage einnehmen. Wird die normale Eigengeschwindigkeit überschritten, so nimmt der Flugapparat infolge weiterer Verschiebung des Druckmittelpunktes nach vorne, eine nach aufwärts gerichtete Lage und Bewegung an. Selbstverständlich kann dem durch das horizontale Steuer entgegengewirkt werden. Um dem Flugapparate bei jeder Eigengeschwindigkeit den entsprechend gewünschten Neigungswinkel erhalten zu können, dient eben das horizontale Steuer G .

Da nun bei meinem Flugapparat mit Hinzurechnung des horizontalen Steuers G , vier in der Achsenrichtung voneinander getrennte Tragflächen sich befinden, die jede für sich ihren Druckmittelpunkt hat, so ist der Flugapparat gegen Schwerpunktverschiebungen sehr unempfindlich, wie ich mich davon bei meinen frei fliegenden Modellen, welche mit dem horizontalen Steuer, drei hintereinander angeordnete getrennte Tragflächen haben, vollkommen überzeugen konnte. Der Mitfahrende wird sich somit in der Gondel eines solchen Flugapparates sehr frei nach vorne oder nach rückwärts bewegen können, ohne merklich die Stabilität in der Längsachse zu stören. Auch jede Veränderung aus der horizontalen in eine nach aufwärts oder nach abwärts gerichtete Lage infolge geänderter Eigengeschwindigkeit oder infolge einer Windwelle, kann nur höchst langsam eintreten, so daß der Steuermann genügend Zeit hat, mit großer Ruhe mittels des horizontalen Steuers die entsprechende Lage einzuhalten. In den hintereinander angeordneten getrennten Tragflächen liegt ein großer Vorzug für die Stabilität im Vergleich zu den übereinander angeordneten Tragflächen. Später werden wir auch sehen, wie die longitudinale Stabilität bei meinem Flugapparate sich automatisch reguliert.

In betreff der Konstruktion meines Flugapparates sei noch bemerkt, daß das ganze Gerüst respektive Gerippe desselben aus Mannesmann-Stahlröhren von verschiedensten Durchmesser und Wandstärken hergestellt und durch Stahldrähte versteift wurde. Nur die elastischen Querrippen der gewölbten Tragflächen wurden aus Holzlamellen hergestellt.

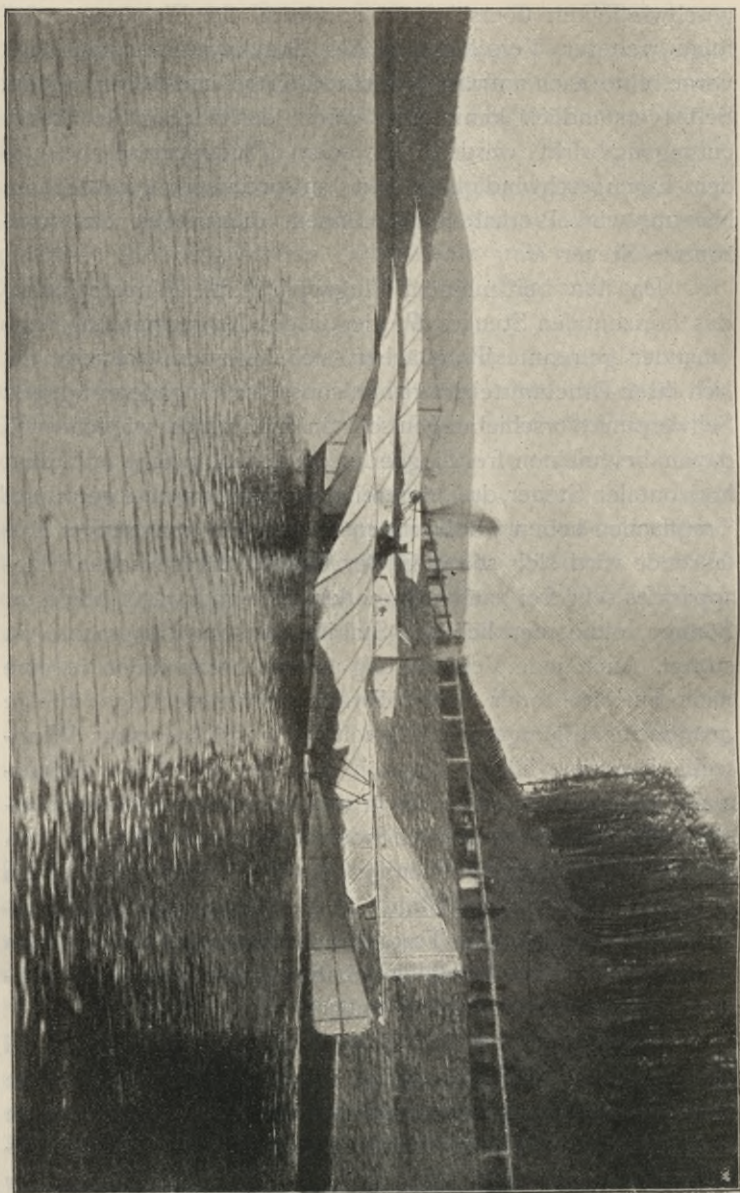


Fig. 25. Moment-Photographie meines Drachenfliegers während der Fahrt auf dem Wasser.

Die Gerippe der Tragflächen und der Steuer wurden mit leichtem Ballonstoff überzogen.

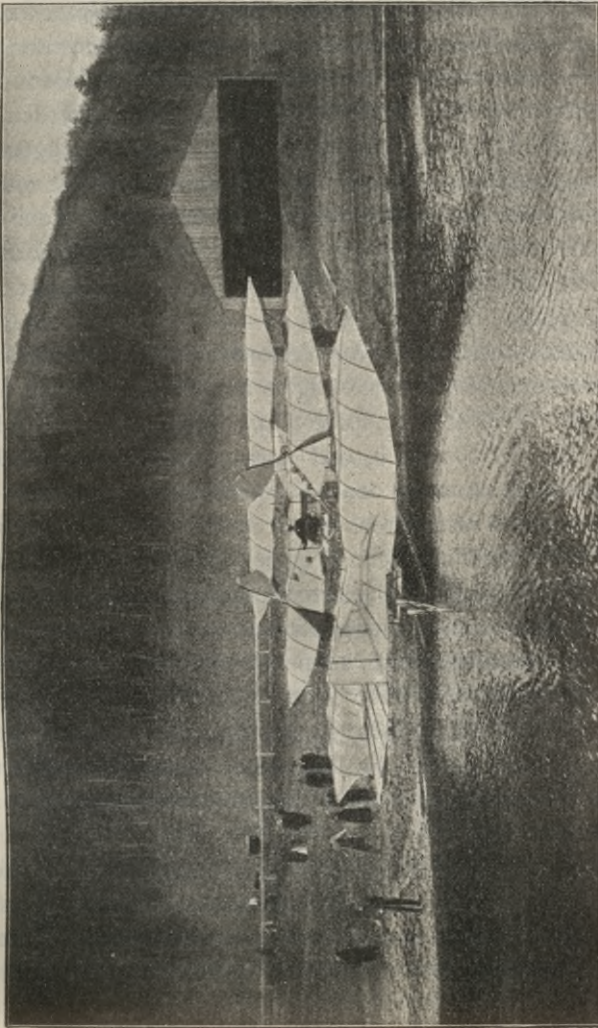


Fig. 25 a. Landung nach der Wasserfahrt.

Der komplette Flugapparat wog ohne Motor 370 kg. Auf den Laien machte die Konstruktion einen beängstigenden Eindruck in betreff der genügenden Festigkeit; dennoch

war die Festigkeit auf mehrfache absolute Sicherheit berechnet.

Der hier beschriebene Drachenflieger war im Sommer 1899 so weit fertig und in der Bauhütte in Unter-Tullnerbach am Ufer des Reservoirs der Wientalwasserleitung aufmontiert, um nur noch den Motor einzubauen. Der Motor sollte schon im Mai desselben Jahres geliefert werden. Der Motor kam aber nicht und nun begannen die Verzögerungen der Arbeit und das Elend mit dem Motor. Selbst ein Jahr später (im Sommer 1900) war der Motor immer noch nicht fertig und schließlich zeigte es sich, daß der Fabrikant den Motor zu einem richtigen Funktionieren überhaupt nicht bringen kann.

Mittlerweile hatte eine Automobilfabrik bei Baden in liebenswürdiger Weise mir angeboten, leihweise einen Motor für meine Versuche kostenfrei zu liefern. Obgleich dieser Motor nur 9 *PS* leisten und dabei doch komplett 200 *kg* wiegen sollte, so nahm ich das Anerbieten mit großem Vergnügen an, um wenigstens wenn auch keine Flugversuche, so doch Fahrten auf dem Wasser ausführen zu können und dabei die Wirkung der elastischen Segelluftschrauben und die Stabilität meines Flugapparates auf dem Wasser einstellen zu studieren und zu prüfen, bis ein entsprechender Motor beschafft sein wird. Aber auch diesen Motor, welcher für Mai 1900 versprochen war, erhielt ich erst im Oktober 1900. So kam ich erst im November desselben Jahres dazu, die ersten Fahrten auf dem Wasser mit meinem Flugapparate zu machen. (Fig. 25.)

Obgleich nun dieser geliehene Motor nur 7 *PS* effektiv leisten konnte und meine Luftschrauben für eine so geringe motorische Kraft zu groß waren, so erreichte ich doch einen guten Nutzeffekt. Die erreichte Geschwindigkeit auf dem Wasser konnte selbstverständlich nur eine mäßige sein; dennoch konnten mich die gewöhnlichen Ruderer nicht einholen. Ich konnte auch in jeder Richtung gut manövrieren. Ebenso war die Stabilität auf dem Wasser sehr befriedigend; es konnte ein Mann sich gegen das Ende einer Tragfläche

anhängen, ohne daß das Schlittenboot sich auffallend auf die Seite neigte.

Wenn der Drachenflieger auf dem Wasser dahinsagelte, bauschten sich die weißen Tragflügel durch den Stirnwind auf und der Apparat sah wie ein riesiger weißer Schwan aus.

Kurz, die ersten Fahrten auf dem Wasser, denen mehrere flugtechnische Kollegen und Offiziere der Aeronautischen Anstalt beiwohnten, fielen ermunternd und vielversprechend aus, so daß kein Zweifel mehr für einen endgültigen Erfolg bestand, sobald nur ein entsprechend leichter Motor zu beschaffen sein wird.

Leider mußten die Arbeiten mit Ende November 1900 eingestellt werden. Das sogenannte K r e ß-Komitee hatte nur etwas über die Hälfte des präliminierten Fonds für den Bau des Drachenfliegers aufbringen können, welcher nun verbraucht war; somit war auch keine Aussicht vorhanden, in der nächsten Zeit einen entsprechenden Motor zu beschaffen. So war denn die ganze Aktion hoffnungslos in Stockung geraten. Da kam ganz unerwartet kurz vor Weihnachten ein rettender Engel zu Hilfe. Seine Majestät der Kaiser Franz Josef überraschte mich durch eine Spende von 5000 Kronen zur Förderung meiner flugtechnischen Arbeiten. Ich hatte keine Ahnung davon, daß Seine Majestät von meinen flugtechnischen Arbeiten etwas wußte und denselben ein wohlwollendes Interesse entgegenbrachte. Es war einer meiner glücklichsten Tage.

Diese großherzige Spende Seiner Majestät sollte als Anregung für andere Spender dienen. In der Tat, schon 14 Tage später verständigte mich Herr Eugen Miller v. Aichholz, daß er unter seinen kapitalkräftigen Freunden 13.500 Kronen gesammelt hat, welche zur Beschaffung eines entsprechenden Motors für mein Flugschiff zu meiner Verfügung stehen. Auch das K r e ß-Komitee belebte sich wieder und brachte noch einige Summen zusammen.

Gerade zu jener Zeit ging durch die Zeitungen die Nachricht, daß in Deutschland eine bekannte Automobilfirma einen neuen Benzinmotor baut, der bei effektiver

Leistung von 40 *PS* nur 200 *kg* wiegt. Ich trat also mit dieser Firma in Verbindung. Es zeigte sich, daß der eigentliche Inhaber der neuen Motortype ein österreichischer Automobilspekulant ist, und derselbe verlangte für den Motor 15.000 Mark = 18.000 Kronen, also die ganze aufgebrachte Summe sollte auf die Beschaffung des Motors daraufgehen. Schließlich ließ der Herr so weit nach, daß ich 12.000 Mark zahlen sollte, aber 3000 Mark als einen Beitrag zum Baue meines Flugschiffes rechnen, ihn also als Spender betrachten soll. Die sichere Aussicht, mit einem so leichten Motor einen Erfolg mit meinem Drachenflieger erzielen zu können, veranlaßten mich, die Bedingungen anzunehmen. Bei der schriftlichen Abmachung wurde aber nur eine effektive Leistung von 35 *PS* bei einem Gewichte von 240 *kg* versprochen. Nach der Reklame in den Zeitungen sollte der Motor nur 5 *kg* per 1 *PS* wiegen; nach der Bestellung war das Gewicht per 1 *PS* schon auf 6·8 *kg* gestiegen. Wer beschreibt aber meinen Schrecken, als, nachdem der Motor geliefert und bereits 8000 Mark gezahlt waren, es sich zeigte, daß der Motor komplett mit allem Zubehör 380 *kg* wog und kaum 30 *PS* leistete, also per 1 *PS* zirka 13 *kg* wog. Die Ausrede der Firma bestand darin, daß sie verschiedene Bestandteile, die absolut zum kompletten Motor gehören, wie der Kühler u. s. w., nicht in das Gewicht des Motors rechnete. Warum hat denn die Firma, die genau wußte, daß der Motor für ein wissenschaftliches Experiment, für ein Flugschiff bestimmt war, wie es von ihr selbst auch auf jeder Zeichnung vermerkt war, die genau wußte, daß jedes Übergewicht das von mir erwartete Resultat unmöglich machen mußte; warum also, frage ich, hat die Firma bei meiner Bestellung eines kompletten Motors mich nicht darauf aufmerksam gemacht, daß sie gewisse Bestandteile nicht zum Gewichte des Motors beizählte, und wie wäre dann der abnorme Preis von 15.000 Mark zu rechtfertigen? Aber selbst dann, wenn man alle die von der Firma in ungerechtfertigter Weise beanständeten Bestandteile vom Gewichte des Motors ausschloß, wog derselbe noch mehr als 240 *kg* und leistete dabei nicht

die versprochene Pferdestärke. Kurz, der Vorgang war einer großen deutschen Firma nicht würdig. Der Hauptschuldige war aber leider der österreichische Inhaber der neuen Type, welcher mir außerdem mündlich freiwillig versprach, daß, wenn der Motor für mich zu schwer ausfallen sollte, er denselben ohne Umstände zurücknehmen werde. Hinterher leugnete er dieses Versprechen ab und meinte — drei Monate nach der Lieferung des Motors — »die Motortype sei jetzt schon veraltet, man habe schon wieder eine neue Type«. Der Hof- und Gerichtsadvokat Herr Dr. Boschan in Wien nahm sich in liebenswürdiger Weise kostenfrei meiner Sache an. Nachdem er aber von der Firma einen Nachlaß von 2000 Mark erzielte, riet er mir, von einem langwierigen Prozesse abzustehen; ich mußte mich fügen. So war die große, durch edle Spender aufgebrachte Summe für einen Motor ausgegeben worden, welcher dem bestimmten Zwecke nicht entsprach, und meine sicheren Hoffnungen auf einen endlichen Erfolg waren dadurch zerstört worden.

Nachdem ich aber genötigt war, den Motor zu behalten, so baute ich denselben doch in mein Flugschiff ein, wobei ich aber gezwungen war, wegen des schweren Motors verschiedene Teile meines Flugschiffes zu verstärken. Dadurch war schließlich das Gesamtgewicht inklusive meiner Person auf 850 kg angewachsen.

Da die beiden Schwimmer nur 900 Liter Wasser verdrängen konnten, waren dieselben jetzt bis nahe an den Rand ins Wasser getaucht, und während bei dem früheren normalen Gewichte das Flugschiff auf dem Wasser eine vollkommen sichere Stabilität bot, war dieselbe jetzt gänzlich zerstört, so daß bei jeder seitlichen Bewegung der Apparat sich sehr gefährlich auf die Seite neigte. Dennoch wagte ich, mit einem Schwimmgurt ausgerüstet und mit der größten Vorsicht vorgehend, auf das Wasser hinauszufahren. Dreimal ging es gut. Ich fuhr anfangs mit geringer motorischer Kraft sehr langsam, verstärkte aber bei jeder nächsten Fahrt die Geschwindigkeit. Das viertemal, es sollte in Berücksichtigung der großen Gefahr, wie ich es meiner Frau

versprach und auch dem Monteur sagte, definitiv die letzte Fahrt sein.

Ich war eine ziemliche Strecke weit gut gefahren, lenkte dann rechts und steigerte nun die Motorleistung auf zirka 18 PS. Die Geschwindigkeit und der Auftrieb nahmen jetzt rapid zu. Das Wasser spritzte vorne hoch auf und das Schlittenbot war bereits bedeutend aus dem Wasser getaucht. Da erblickte ich in bedrohlicher Nähe die steinerne Mauer der Wehr; ich mußte stoppen und rechts ablenken. Jetzt geschah das Unglück. Der Apparat neigte sich zuerst infolge des Trägheitsmoments, respektive der Fliehkraft nach auswärts, dann durch die Reaktion zurück auf die andere Seite. In diesem Momente kam eine seitliche Windbrise, welche den Apparat so weit auf die Seite legte, daß der hohe Schwerpunkt des Motors das Übergewicht erlangte und den Apparat zum Kippen brachte. Da die großen Tragflächen im Wasser einem großen Widerstand begegneten, so konnte das Kippen nur langsam vor sich gehen. Nachdem ich sah, daß der Apparat verloren ist, und um nicht zwischen den vielen Drähten unter das Wasser gezogen zu werden, sprang ich ins Wasser, kletterte dann aber auf einen der umgekippten Schwimmer, die nur in der Mitte eine kleine Öffnung oben hatten und somit nur sehr langsam sich mit Wasser füllen konnten.

Ich hatte meinen Wächter mit einem Boote hinausgeschickt, damit er mir im Falle der Gefahr zu Hilfe eile. Da stand der feige Kerl zirka 400 m von mir entfernt mit dem Boote am Ufer, und trotzdem er das Unglück sah und ich ihm rief, traute er sich doch nicht, mir zur Hilfe zu kommen. Wäre der Kerl gleich gekommen, so hätte ich wahrscheinlich noch etwas zur Rettung meines Flugschiffes tun können. So füllten sich schließlich die Schwimmer mit Wasser und der Apparat verschwand.

Es war ein kühler Oktobertag; ich war in schwerer warmer Kleidung, und konnte mich, obgleich Schwimmer, infolge der Aufregung und Ermüdung bei meinem Alter nicht recht bewegen und mußte, nachdem der Apparat ver-

sunken war, noch eine volle Viertelstunde bis an das Kinn im Wasser bleiben, bis mein Monteur, welcher bei der Bauhütte zu tun hatte, von dem Unglücksfall hörte, zu der entfernten Gondel lief und mir dann zu Hilfe kam.

Mein Apparat war 8 *m* tief versunken und hatte sich mit den vielen Spitzen in den sumpfigen Boden so verbissen, daß erst nach tagelanger mühevoller Arbeit derselbe als eine unkenntliche Masse von verbogenen Röhren und zerrissenen Drähten wieder an das Tageslicht gebracht werden konnte; nur der Motor war unversehrt geblieben. Dieser betrübende Unfall hatte mich nicht entmutigt, weil er mit dem System des Drachenfliegers nichts zu tun hatte. Im Gegenteil zeigte die letzte Fahrt deutlich, daß ich auf dem Wasser die nötige Geschwindigkeit zum Aufflug erzielen kann. Während ich zum Beispiel ohne den Tragflächen auf dem Wasser nur eine mäßige Geschwindigkeit erlangen konnte, war mit den Tragflächen die Geschwindigkeit eine beschleunigte, deren Maximalgeschwindigkeit zu erreichen ich durch den Unfall verhindert wurde. Man konnte die Wirkung genau beobachten, welche die Theorie lehrt, wie mit zunehmender Geschwindigkeit der Auftrieb quadratisch wächst, wie infolgedessen das Schlittenboot immer mehr aus dem Wasser taucht, wodurch der eingetauchte Querschnitt und damit der Widerstand des Wassers immer kleiner wird, was wieder dazu beiträgt, die Geschwindigkeit zu beschleunigen, und so fort. Ich habe mich bei der letzten unglücklichen Fahrt vollkommen überzeugen können, daß, wenn ich in gerader Richtung meine Fahrt hätte fortsetzen und den Motor bis auf eine Leistung von 30 *PS* steigern können, dann hätte der Apparat schließlich sicher wie eine Ente das Wasser verlassen müssen.

Wenn Professor Langley seine Flugversuche statt durch eine Wurfmaschine einzuleiten, die nötige Anfangsgeschwindigkeit durch einen direkten Anlauf auf dem Wasser zu erlangen versucht hätte, so würde er wahrscheinlich schon einen Erfolg zu verzeichnen haben.

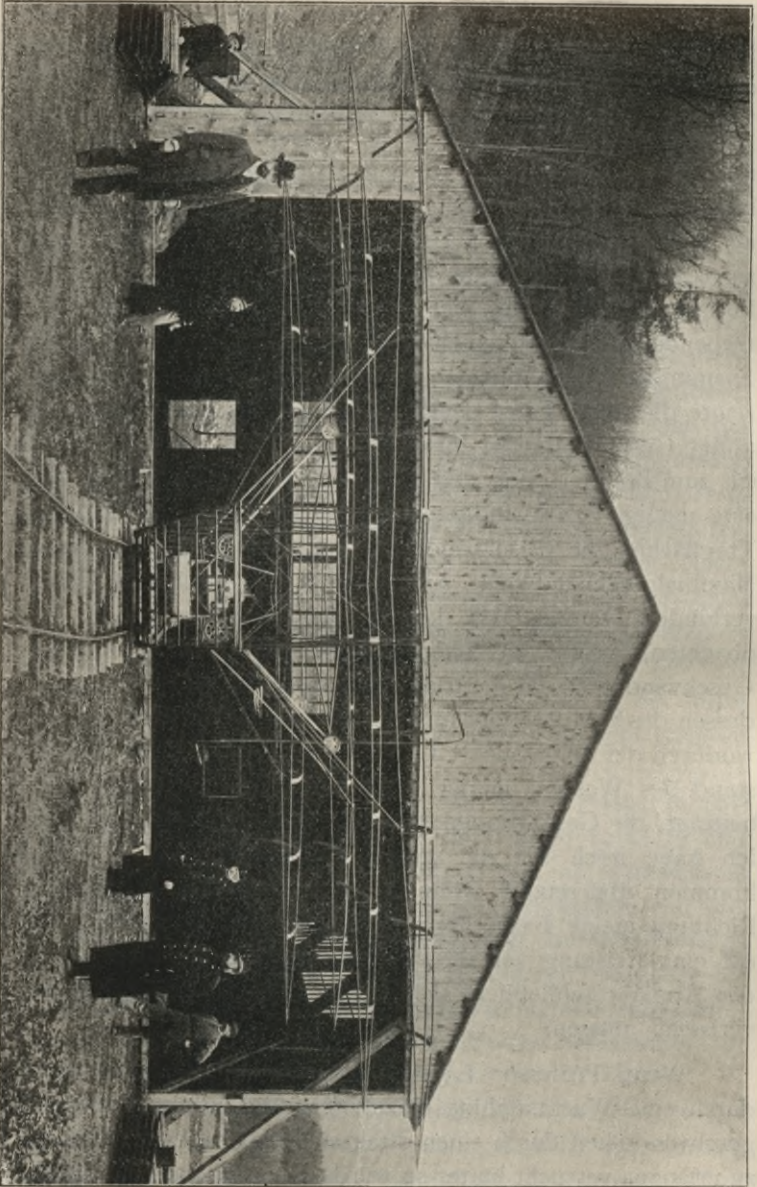


Fig. 26. Der zweite Drachenhflieger, ohne Segelbespannung und ohne Schlittenboot, von vorne gesehen.

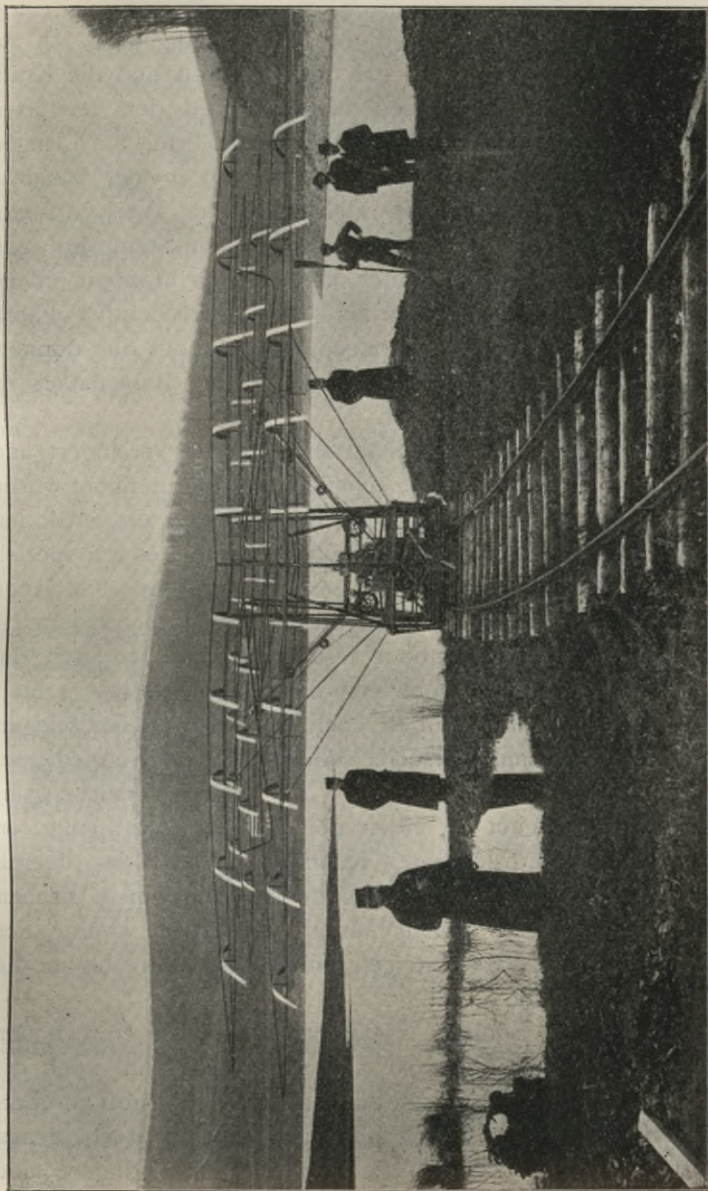


Fig. 27. Der zweite Drachenflier, ohne Segelbespannung und ohne Schlittenboot, von rückwärts gesehen.

Der zweite Drachenflieger.

Diese Erkenntnis und die Überzeugung, daß ich auf dem richtigen Wege war, gab mir den Mut und die Kraft, sofort wieder an die Arbeit zu gehen und den zerstörten Flugapparat, soweit meine bescheidenen Mittel noch langen konnten, wieder herzustellen. Ich ließ in meiner Bauhütte in Unter-Tullnerbach eine kleine geheizte Werkstatt einrichten, bestellte die nötigen Mannesmann-Stahlrohre und arbeitete den ganzen Winter mit meinem Monteur allein; nur einige Kugellager wurden bei entsprechenden Fabrikanten bestellt. Auch das neue Schlittenboot aus dünnem Lindenholz wurde mit Zuhilfenahme eines Bootsbauers in meiner Bauhütte hergestellt.

Das Keilgerüst aus Stahlrohren wurde verlängert und noch eine vierte Tragfläche zugefügt. Das Schlittenboot wurde jetzt als ein flachgehendes, doppeltkieliges Boot, dessen Boden eine kleine Wölbung (Fig. 32) bildete, gebaut; es war speziell für den flachen Neusiedlersee bestimmt. In dieses 9 m lange Schlittenboot wurde das Keilgerüst samt Motor eingebettet und mit dem Schlittenboot fest verbunden, wodurch das sehr dünne Schlittenboot erst die nötige Steifheit erhielt. Bei diesem Schlittenboot ist auch der Motor tiefer gelegen.

Die nächsten Versuche sollten auf dem Neusiedlersee vorgenommen werden, welcher für solche Versuche ganz besonders geeignet ist, indem derselbe bei einer Länge von zirka 25 km und mehreren Kilometern Breite fast überall nur 0.5 m tief ist. Ich bin stundenlang mit einem flachen Boot auf dem See herumgefahren und überall konnte der Bootsmann ins Wasser steigen, welches höchstens bis an die Knie ihm reichte.

Bis zum Sommer 1902 hatten wir unseren neuen Drachenflieger*) wieder so weit fertig, daß nur noch die Tragflächen und die Steuer mit leichtem Ballonstoff zu überziehen waren. Nun waren aber auch meine bescheidenen Mittel erschöpft. Zur Übersiedlung zum Neusiedlersee und

*) Siehe Fig. 26 und 27 auf pag. 62 und 63.

um dort mit den entsprechenden Hilfskräften die Versuche fortsetzen und die nötigen Änderungen und Verbesserungen eventuell ausführen zu können, dazu waren noch bedeutende Mittel nötig. Es war mir Hoffnung gemacht worden, daß, wenn die vorhandenen Mittel verbraucht sind, von seiten der letzten Spender — fast lauter Millionäre — es an weiterer Unterstützung nicht fehlen wird; die ich wohl auch erhalten hätte, wenn nicht die Gegner des Drachenfliegers meinen Unfall dazu benützt hätten, jetzt mit dem größten Eifer und mit Schadenfreude gegen mich zu agitieren.

In einer Wiener Sportzeitung erschienen Artikel, in welchen der dynamische Flug im allgemeinen sowie der Drachenflieger besonders für unmöglich erklärt wurden. Auch erschienen öfters Flugblätter von einem sogenannten Flugtechniker, dessen konfuse flugtechnische Ideen von keinem klarblickenden Flugtechniker ernst genommen wurden, die aber durch ihren gefälligen Stil auf den Laien nicht ohne Einfluß blieben. In diesen Flugblättern wurden mein Drachenflieger und meine flugtechnischen Bestrebungen oft in beleidigender Weise angegriffen. Natürlich wurden schließlich die wenigen Herren, die nicht nur die Mittel, sondern auch den Willen hatten, eventuell die flugtechnischen Arbeiten zu unterstützen, stutzig und mißtrauisch. Somit war der Zweck der Gegner erreicht; ich fand zur Fortsetzung meiner vielversprechenden Versuche keine Unterstützung mehr und mußte meine Arbeiten und meine Hoffnungen aufgeben.

Mir bleibt nur noch der Wunsch, den endgültigen Erfolg des Drachenfliegers, wenn auch von anderen flugtechnischen Kollegen ausgeführt, wenigstens erleben zu können. Dazu geben mir die Gebrüder Wright in Amerika die größte Hoffnung. Diese geschickten zwei Brüder, über deren erfolgreiche Gleitflüge schon vorher die Rede war, sind in letzter Zeit zum mechanischen freien Drachenflug geschritten und sollen bereits gute Erfolge erzielt haben. *) Die beiden

*) Vorausgesetzt, daß die bisherigen Berichte auf Wahrheit beruhen.

Brüder Wright sind noch jung, geschickt, wohlhabend und haben eine Fahrradfabrik. Sie können also in ihrer eigenen Fabrik ihre Apparate selbst bauen, brauchen sich nicht von anderen Fabrikanten ausbeuten zu lassen und brauchen niemanden anzubetteln. Mögen sie bald einen vollen Erfolg erzielen.

Was der Drachenflieger leisten kann.

Wir wollen jetzt prüfen, wie weit derselbe den von uns auf Seite 32 gestellten Anforderungen nachkommen kann.

Die erste Forderung ist, daß die zukünftige dynamische Flugmaschine von jedem Punkt der Erde ohne Anlauf sich in die Luft erheben können soll.

Bei den bis heute vorhandenen Motoren kann der Drachenflieger diese Bedingung noch nicht voll erfüllen, sondern muß wie die Trappe auf dem Lande oder die Ente auf dem Wasser erst einen Anlauf nehmen, um die nötige anfängliche Fluggeschwindigkeit zu erzielen. Bei einem entsprechend starken Winde kann wohl derselbe, indem er gegen den Wind sich wendet, auch ohne Anlauf schon heute sich in die Luft erheben oder eventuell den Anlauf abkürzen. Sobald wir aber Motoren haben werden, welche komplett per 1 *PS* nicht mehr wie 3 bis 4 *kg* wiegen werden, was bei dem großen Fortschritte im Baue leichter Motoren bald zu erhoffen ist, so werden wir Drachenflieger bauen, die auch bei ruhiger Luft ohne Anlauf sich in die Luft erheben werden können; es brauchen bloß die Achsen der Luftschrauben um 90° verstellbar gemacht zu werden. Haben wir einmal erst Motoren, die bei effektiver Leistung von 100 *PS* 300 bis 400 *kg* komplett wiegen, so können wir einen 2000 bis 2500 *kg* schweren Drachenflieger direkt vertikal vom Boden in die Luft heben und dann bei wenigen in horizontalen Flug übergehen. Aber auch schon bei dem heutigen technischen Standpunkte, da wir bereits Motoren haben, die nur 5 bis 6 *kg* per 1 *PS* wiegen, braucht der Anlauf des Drachenfliegers nur sehr kurz zu sein, den

man bei den sonstigen Vorzügen des Drachenfliegers gerne mit in den Kauf nehmen kann.

Was nun den Punkt 2, die sichere Landung, betrifft, so erkläre ich gleich, daß der Drachenflieger von allen hier erwähnten Systemen die sicherste Landung bietet. Es ist selbstverständlich, daß der Drachenflieger sowohl beim Aufflug als auch beim Landen sich stets gegen den Wind wenden muß, wie es auch die Vögel tun. Hat der Wind zum Beispiel eine Geschwindigkeit von 10 bis 20 *m* pro Sekunde, so lenkt der Drachenflieger gegen den Wind mit ebenfalls einer Eigengeschwindigkeit von 10 bis 20 *m* pro Sekunde zu der ihn umgebenden Luft. Er wird also in solchem Falle im Verhältnis zur Erde still stehen und kann somit mit beliebiger Langsamkeit und ohne Stoß sicher landen. Bei ruhiger Luft oder sehr schwachem Winde muß der Drachenflieger beim Landen, kurz bevor er den Boden berührt, nach aufwärts lenken, um seine Eigengeschwindigkeit zu bremsen und auf ein möglichstes Minimum herabzubringen suchen. Er wird dann, den Boden berührend, eventuell noch eine kurze Strecke auf den langen Kufen des Schlittenbootes weiter rutschen. Ganz besonders glatt kann die Landung auf dem Wasser mit einem Drachenflieger stattfinden, weil da seltener die Gefahr vorhanden ist, auf ein vorher nicht bemerktes Hindernis zu stoßen und weil bei windigem Wetter der Drachenflieger sich automatisch gegen den Wind stellt und dadurch nach der Landung ein seitlicher Windangriff vermieden wird. Es wundert mich darum, daß man noch immer der irrtümlichen Meinung zuweilen selbst unter den Flugtechnikern begegnet, daß die Landung mit einem Drachenflieger gefährlich sein soll.

Die Forderung des Punktes 3, »selbst bei größter horizontaler Eigengeschwindigkeit ruhig und ohne Schwankungen durch die Luft gleiten zu können«, kann nur der Drachenflieger voll erfüllen; das ist so einleuchtend, daß es keiner weiteren Erklärung bedarf.

Ebenso Punkt 4: »Die zukünftige Flugmaschine muß, wenn sie einen praktischen Wert haben soll, eine sehr große

Eigengeschwindigkeit erlangen können, um auch gegen stärkere Winde ankämpfen zu können«. Diese Forderung kann ebenfalls nur der Drachenflieger voll erfüllen, weil durch entsprechend schlanke Konstruktion des Rumpfes der schädliche Widerstand desselben auf ein so bedeutendes Minimum gebracht werden kann, daß selbst die ersten gelungenen Drachenflieger schon Geschwindigkeiten von 25 bis 30 *m* pro Sekunde leicht erzielen werden.

Die Stabilität.

Nun kommen wir zu Punkt 5, der Stabilität des Drachenflegers in der Luft. Das ist eine der heiklichsten Fragen und erfordert darum eine eingehende Erörterung.

Nicht nur Laien, sondern auch Flugtechniker gibt es, die mit einer gewissen übertriebenen Ängstlichkeit an die Stabilität des dynamischen Flugschiffes denken und diesen Punkt nicht nur als einen der schwierigsten, sondern als eine fast unüberwindliche Frage des Flugproblems betrachten. Es gibt sein wollende Flugtechniker, welche die irrtümliche Meinung haben, daß ein seitlicher Wind oder eine unerwartete Windwelle den Flugapparat in der Luft sofort umschmeißen, respektive zum Kippen bringen muß. Nun, diese Ängstlichkeit und Furcht vor dem Kippen in der Luft ist nicht nur übertrieben, sondern auch ganz ungerechtfertigt. Der Flugkörper müßte ganz besonders ungeschickt und ohne allem Verständnis für die Sache gebaut sein, oder es müßten die Flügel oder das horizontale Steuer gebrochen sein, um in der Luft kippen zu können.

Abgesehen davon, daß hoch in freier Luft, wie schon früher erklärt wurde, weder der Vogel, noch eine Flugmaschine von einem seitlichen Winde getroffen werden kann. Ja, wenn der Vogel in den Straßen einer Stadt fliegt, so kann es passieren, daß bei starkem Winde ein Windstoß, aus einer Seitengasse kommend, denselben unter einem Winkel von 90^0 zur Flugrichtung treffen kann. Aber auch in diesem Falle wird der Vogel noch nicht kippen, während

der Fußgeher von einem unerwarteten seitlichen Windstoß leicht umgeschmissen werden kann. In der freien Luft, hoch oben, gibt es im allgemeinen solche seitliche Windstöße überhaupt nicht. Bei normalem Winde hat aber der Vogel und ebenso die Flugmaschine, wie schon wiederholt erklärt wurde, keinen anderen Wind als nur den, der aus der Eigengeschwindigkeit des Flugkörpers resultiert und darum den Flugkörper nur als Stirnwind stets von vorne trifft, ganz gleichgiltig, in welcher Richtung der Vogel fliegt. Wenn das nicht der Fall wäre, so wäre überhaupt das Fliegen in der Luft für den großen Vogel unmöglich, weil der Stirnwind eben der wichtigste Faktor ist, der den Flugkörper in der Luft trägt.

Bei ungleichmäßigem starken Wind, wobei die Windgeschwindigkeit als auch die Richtung des Windes bei jeder Windwelle sich etwas ändern und die Windrichtung gewisse Wellenbewegungen macht, was der Segelflieger, wie wir früher gesehen haben, als eine von außen kommende Kraftquelle für seinen mühelosen Segelflug ausnützt, wird jeder Flugkörper in diesem Falle gezwungen sein, teilweise die Wellenbewegung mitzumachen. Aber wenn auch der Stirnwind im letzteren Falle nicht ganz gleichmäßig sein kann, so entspricht derselbe doch im Durchschnitt der Eigengeschwindigkeit des Flugkörpers, er bleibt somit immer ein Stirnwind und ist niemals ein Seitenwind.

Der Mensch kann leicht ausrutschen, fallen und sich beschädigen; sogar ein Vierfüßler kann beim schnellen Laufen und bei plötzlicher Wendung umfallen. Das kann dem Vogel und eben so wenig der richtig konstruierten Flugmaschine in der Luft niemals passieren, weil während bei jedem Tiere, das sich auf dem Lande bewegt, der Schwerpunkt oben und der Stützpunkt sich unten befindet, ist es bei jedem Flugkörper in der Luft umgekehrt. Hier ist der Stützpunkt oben und der Schwerpunkt unten; der Flugkörper hängt in gewissem Sinne, und ein hängender Körper kann bekanntlich nicht kippen.

Lilienthals Gleitflieger hatte in der Längsrichtung der Achse keine sichere Stabilität, weil sein Apparat aus einer einzigen Tragfläche bestand; dann war das horizontale Steuer viel zu klein und zu nahe an der Hauptfläche, um genügende Wirkung zu haben. Lilienthal mußte durch die Bewegung seines hängenden Körpers gleich einem Akrobat das Gleichgewicht zu erhalten suchen. Umkippen konnte er in der Luft trotzdem nicht, wohl aber konnte sein Apparat sich so steil nach aufwärts stellen, daß er nach rückwärts ins Gleiten kam, oder sein Apparat konnte so stark sich nach vorne neigen, daß ehe er denselben in seine normale Lage zurückzwingen konnte, er mit großer Geschwindigkeit in stark geneigter Richtung abwärts schoß und so stark auf den Boden stieß, daß der Apparat und auch Lilienthal selbst beschädigt wurden, was öfter geschehen war. Sein Apparat mit zwei Tragflächen übereinander, verbesserte die Stabilität nicht besonders, wohl aber bot diese zweite obere Tragfläche infolge der primitiven Konstruktion große Gefahren und kostete auch schließlich Lilienthal das Leben. Diese obere sehr primitiv gebaute Tragfläche bestand aus zwei Hälften, die in der Mitte durch mehrere einfache durchgesteckte Stifte verbunden und zusammengehalten wurden. Auf der unteren, gut und solid gebauten Tragfläche, ragten nach oben zwei Stangen. Auf diese zwei Stangen wurde nun die obere Tragfläche aufgesteckt, indem die Spitzen der beiden Stangen in zwei an der oberen Tragfläche angebrachten, ziemlich wackeligen Blechhütchen hineingesteckt wurden. Schließlich wurden noch die beiden Tragflächen durch einfache Schnüre miteinander verbunden und versteift.

Als ich das sah hatte ich ein beängstigendes Gefühl und war erstaunt, daß derselbe Lilienthal, der früher seine Apparate mit größter Sorgfalt baute und seine Versuche mit der größten Vorsicht machte, jetzt nachdem er freilich schon etliche tausend Gleitflüge hinter sich hatte, mit so geringer Vorsicht, fast leichtfertig vorging.

Als Lilienthal seinerzeit in meiner Gegenwart mehrere Gleitflüge ausführte und ich und sein Assistent vorher ihm

halfen, den Gleitapparat mit der doppelten Tragfläche zusammenzustellen, machte ich ihn auf die mangelhafte Konstruktion und die große Gefahr aufmerksam. Es braucht nur eine der Schnüre zu reißen oder eines der Blechhütchen sich zu lösen, so mußte schon ein Unglück geschehen. Lilienthal stimmte mir zwar bei, meinte aber: »Heute wird es schon noch gehen«, und es ging; aber 14 Tage später brach er sich leider eben mit diesem Apparat den Hals.

Chanute und die Gebrüder Wright haben die Konstruktion des Gleitfliegers, wie schon früher erwähnt wurde, bedeutend verbessert und durch ein größeres wirksames horizontales Steuer eine größere Stabilität gegeben.

Die zwei übereinander angeordneten Flächen bieten wohl den großen Vorteil, daß ein solcher Apparat im Verhältnis zur Größe des Flächeninhaltes der Tragflächen sehr leicht von Gewicht gebaut werden kann. Wenn aber die Tragflächen statt übereinander hintereinander getrennt und stufenweise angeordnet sind, so ist die Stabilität in der Flugrichtung bei schneller horizontaler Geschwindigkeit entschieden eine viel sicherere. Je mehr getrennte Stützpunkte hintereinander der Flugapparat hat, desto stabiler wird er in der Luft sein. Mein großer Drachenflieger (Fig. 19) hat mit dem horizontalen Steuer G vier voneinander getrennte und stufenweise angeordnete Tragflächen. Da nun jede Tragfläche seinen eigenen Druckmittelpunkt hat, so ist der Flugapparat gegen mäßige Verschiebung des Schwerpunktes sehr unempfindlich, wie ich mich bei meinem frei fliegenden Modell vollkommen überzeugen konnte. Ich konnte nämlich bei meinem Modell eines Drachenfliegers, welches mit dem Horizontalsteuer drei getrennte Flächen hat, ein kleines Bleigewicht sehr bedeutend nach vorne oder rückwärts längs des Schlittens verschieben, ohne eine merkliche Störung der Stabilität beim Fluge des Modells zu merken. Der Mitfahrende eines so gebauten großen Drachenfliegers wird sich somit ziemlich frei in dem Schlittenboote bewegen können, ohne die Stabilität des Flugschiffes merklich zu stören. Jede Veränderung aus der horizontalen in eine nach

aufwärts oder abwärts gerichtete Lage des Flugapparates infolge geänderter Eigengeschwindigkeit oder infolge einer Windwelle kann hier nur höchst langsam vor sich gehen, so daß der Steuermann reichlich Zeit hat, mit größter Ruhe die entsprechende horizontale Lage mittels des horizontalen Steuer G einzuhalten, doch muß das horizontale Steuer groß genug sein, damit es für sich eine wirksame Tragfläche bildet.

Ein so gebauter Drachenflieger behält seine Stabilität automatisch und wird selbst dann nicht kippen, wenn der Steuermann irgendwie verhindert wäre, am Steuer zu sein und der Flugapparat sich selbst überlassen wäre.

Die automatische Stabilität.

Nehmen wir an, Fig. 28 zeigt den Drachenflieger mit einer normalen Eigengeschwindigkeit von 12 m pro Sekunde in horizontaler Bewegung. Das horizontale Steuer ist etwas nach oben gerichtet, weil der Schwerpunkt des Apparates im Verhältnis zum Druckmittelpunkte ein entsprechendes Übergewicht nach vorn hat. Sobald nun die Eigengeschwindigkeit

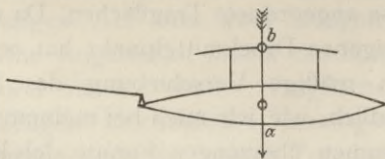


Fig. 28.

keit des Flugapparates zunimmt oder auch infolge einer anschwellenden Windwelle der Stirnwind stärker wird, so verschiebt sich der Druckmittelpunkt der Tragflächen nach vorne. Infolgedessen wird der Flugapparat eine nach aufwärts gerichtete Lage wie in Fig. 29 annehmen. In demselben Moment aber, wie der Apparat beginnt eine nach aufwärts gerichtete Stellung (Fig. 29) anzunehmen, tritt eine

Verzögerung der Eigengeschwindigkeit ein. Dadurch verschiebt sich der Druckmittelpunkt b , welcher in Fig. 28 in der senkrechten Linie des Schwerpunktes lag, nach rückwärts gegen b' und gleichzeitig verschiebt sich der Schwerpunkt a nach vorne und drückt jetzt auf den Punkt c der Tragfläche. Diese zwei Kräfte, Druckmittelpunkt und Schwer-

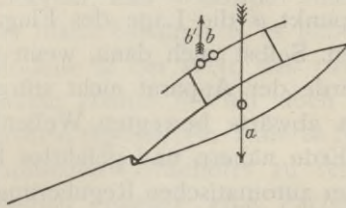


Fig. 29.

punkt, zwingen den Flugapparat wieder in seine horizontale Lage zurück. Sinkt aber die Eigengeschwindigkeit unter die normale, also zum Beispiel auf 8 oder 6 m pro Sekunde, so nimmt der Flugapparat, weil sich bei langsamerer Eigengeschwindigkeit der Druckmittelpunkt der Tragflächen nach rückwärts verschiebt, eine nach abwärts gerichtete Lage wie in Fig. 30 an. Mit dem Momente, daß der Apparat

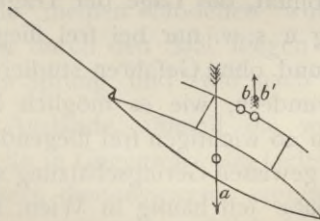


Fig. 30.

anfängt sich nach abwärts zu neigen, tritt aber eine beschleunigte Eigengeschwindigkeit und damit wieder auch eine Verschiebung des Druckmittelpunktes b der Tragflächen nach vorne gegen b' ein. Da nun gleichzeitig auch der Schwerpunkt a bei der nach abwärts gerichteten Lage nach rückwärts sich verschoben hat und nun auf den Punkt c

der Tragfläche (Fig. 30) drückt, so zwingen wieder diese zwei Kräfte, Druckmittelpunkt und Schwerpunkt, den Apparat in seine horizontale Lage zurück. Wir sehen also, daß selbst dann, wenn der Steuermann zufällig am Steuer fehlt und der Apparat sich selbst überlassen ist, er doch nicht kippen kann, sondern nur mehr oder weniger in einer Wellenlinie sich bewegt, weil der Druckmittelpunkt b der Tragflächen und der Schwerpunkt a die Lage des Flugapparates automatisch regulieren. Selbst auch dann, wenn der Motor versagen würde, würde der Apparat nicht stürzen, sondern in einer sanft nach abwärts bewegten Wellenlinie als Gleitflieger sich der Erde nähern und gefahrlos landen können. Diese Wirkung der automatischen Regulierung kann man nur bei frei fliegenden Modellen studieren. Wenn ich bei meinem Modell eines Drachenfliegers das horizontale Steuer G etwas zu viel nach oben richte, so nimmt das Modell, da es sich selbst überlassen ist, im Anfange des Fluges eine stark nach oben gerichtete Lage ein. Infolgedessen wird die Eigengeschwindigkeit des Apparates gebremst, derselbe senkt sich nun durch das Übergewicht des Schwerpunktes nach vorne, bekommt Beschleunigung und richtet sich wieder auf und macht so einige Wellenbewegungen. Ich wiederhole darum, daß man die Stabilität, die Lage der Tragflächen, die horizontale Steuerung u. s. w. nur bei frei fliegenden Modellen ohne viel Kosten und ohne Gefahren studieren kann. Darum muß man sich wundern, wie es möglich ist, daß manche Flugtechniker von so wichtigen frei fliegenden Modellexperimenten mit einer gewissen Geringschätzung sprechen können.

Seit 1880 habe ich häufig in Wien, manchen Winter zwei- bis dreimal, zuweilen auch in Provinzstädten auf Einladung Vorträge über dynamische Luftschiffahrt gehalten und dabei meine frei fliegenden Modelle demonstriert. Auch im Auslande: in Straßburg 1897, in Brüssel 1902, in Berlin 1902, in London 1903 und in Petersburg 1904, hielt ich Vorträge und ließ meine Modelle frei durch den Saal fliegen.

Mit Ausnahme von Petersburg, wo meine größeren Modelle des Drachenfliegers infolge von Beschädigung der-

selben während des Transportes, mir leider beim Vortrage den Dienst versagten und ich nur ein älteres und kleineres Modell eines Drachenfliegers, welches ich glücklicherweise dahin mitgenommen hatte, zum freien Flug bringen konnte, waren sonst überall meine Demonstrationen stets gut gelungen.

Es ist sonderbar, daß — obwohl einer meiner Gegner in einem Wiener Blatte behauptete, es gäbe bereits so viele frei fliegende Modelle in der Welt, daß man mit ihnen den Himmel verdunkeln könnte — ich doch nicht das Glück hatte, außer meinem eigenen ein anderes frei fliegendes Modell eines dynamischen Luftschiffes zu sehen. 1880 wurde in Wien, wie schon erwähnt, eine Fachgruppe für Flugtechniker im Wiener Ingenieur- und Architekten-Verein und später der Wiener flugtechnische Verein gegründet. Sowohl in der Fachgruppe, als auch in dem gegenwärtigen flugtechnischen Verein wurden in diesen 25 Jahren wohl sehr viele Projekte dynamischer Flugschiffe mit Zeichnungen und Schablonen, aber nie ein frei fliegendes Modell vorgeführt. Vor zirka zwei Jahren wurden beim Vortrage des Oberingenieurs Gerstel über Luftschiffahrt im Wiener Ingenieur- und Architekten-Verein einige Modelle von Drachenfliegern demonstriert, die meinen Modellen wohl etwas ähnlich waren, aber nicht durch den Saal fliegen konnten, sondern nur einen kurzen Sprung, und zwar nach abwärts machten.

Auch im Auslande, überall da, wo ich meine frei fliegenden Modelle in Gegenwart von Gelehrten, Ingenieuren und Flugtechnikern demonstrierte, sagten mir die Herren, daß sie nun zum erstenmale wirklich frei fliegende Modelle gesehen haben.

Zuweilen wird wohl in den Zeitungen berichtet, daß hier oder dort das Modell eines Flugschiffes gebaut wurde, welches bereits geflogen sein soll. Wenn man sich dann darüber näher erkundigen will, dann heißt es, daß außer dem Erfinder niemand oder höchstens ein guter Freund des Erfinders das Ding hat fliegen gesehen.

So einfache Modelle, wie ich sie baue, erfordern ganz geringe Kosten, wohl aber etwas Geschick, vor allem aber eine richtige flugtechnische Auffassung.

Der Gummimotor.

Man hört oft die Meinung, daß ein kleines frei fliegendes Modell, dessen Triebkraft Gummischnüre sind, nichts beweisen kann, weil die Gummischnüre, heißt es, eine so außerordentliche motorische Kraftleistung im Verhältnis zum Eigengewichte bieten, wie wir wohl niemals einen wirklichen Motor haben werden. Dieses »niemals« wäre schon 1868 nicht mehr richtig, weil schon damals Stringfellow in England einen leichten Dampfmotor baute, welcher bei einer Leistung von 1 *PS* nur 6 *kg* wog und damit bewies, daß die Dampfmotoren nicht nach Hunderten von Kilogramm per 1 *PS* wiegen müssen, wie man zu jener Zeit noch allgemein gewöhnt war. Erst als das Automobil und mit ihm das Bedürfnis nach leichten Motoren kam, fing man an, Motoren auf Leichtigkeit zu bauen. Heute baut man Benzinmotoren, die samt dem Benzin für eine Stunde nur 4½ bis 5 *kg* wiegen. Was wiegt aber ein Gummimotor? 1 *kg* Gummischnüre leisten 100 *mkg* für 1 Sekunde. Weil man aber mit 1 Sekunde höchstens einen Wurf oder einen Sprung, sonst aber nichts erreichen kann, so muß man die 100 Sekunden Meterkilogramm auf mindestens 6 bis 8 Sekunden teilen. Wir haben dann rund zirka ⅙ *PS* für 6 Sekunden. Der Rahmen mit Sperrer u. s. w., welcher die Spannung der Gummischnüre halten muß, wiegt mindestens zweimal so schwer wie der Gummi. Somit wiegt ein Gummimotor von ⅙ *PS* 3 *kg* oder von einer vollen Pferdestärke 18 *kg*, der aber nur für 6 bis 8 Sekunden eine ganz ungleichmäßige Arbeit leistet. Dagegen leistet 1 *kg* Benzin, verdunstet und mit Luft gemischt zur Explosion gebracht, zirka 810.000 Sekunden Meterkilogramm.

Der Gummimotor ist aber ein sehr praktischer Behelf, um ein freifliegendes Modell beweiskräftig demonstrieren zu

können. Wenn zum Beispiel mein Modell eines Drachenfliegers von 600 *g* Gewicht, mit Tragflächen von 0·4 *m*² Flächeninhalt, bei einer Eigengeschwindigkeit von 4 *m* pro Sekunde, in einer sanft nach aufwärts gerichteten Richtung frei und stabil durch einen großen Saal fliegt, also bei 4 *m* pro Sekunde Geschwindigkeit per 1 *m*² Tragfläche schon 1½ *kg* frei durch die Luft trägt, so hat man schon die grundlegenden Faktoren in der Hand, um die Dimensionen für einen großen Drachenflieger berechnen zu können. Jeder Techniker weiß oder soll wissen, daß der Auftrieb einer Drachenfläche zur Eigengeschwindigkeit, respektive zum Stirnwind quadratisch wächst. Wenn also eine Tragfläche von bestimmter Form und bei bestimmter Winkelstellung bei 4 *m* pro Sekunde horizontaler Fluggeschwindigkeit per 1 *m*² Tragfläche schon 1½ *kg* frei durch die Luft trägt, so wird dieselbe Fläche bei 8 *m* pro Sekunde 6 *kg* und bei 16 *m* pro Sekunde Geschwindigkeit 24 *kg* frei durch die Luft tragen.

Bis zu welcher Größe wir Drachenflieger einst bauen werden, läßt sich heute nicht bestimmen; das wird von der zukünftigen Güte des angewendeten Materials und von der konstruktiven Kunst der Maschineningenieure abhängen. Heute werden Dampfschiffe von einer Größe gebaut, die vor 30 Jahren von den Technikern als absolut unmöglich erklärt wurden.

Wie weit und wie lange ein Modell fliegt, ist nicht von besonderer Wichtigkeit. Für den klarblickenden Techniker genügt ein stabiler freier Flug eines Modells, wenn es auch nur 20 *m* weit fliegt, um schon ein richtiges Urteil über den Wert desselben fassen zu können. Jedenfalls beweist der freie stabile Flug selbst eines kleinen Modells mehr als ein dickbauchiges Buch, welches nur auf rein theoretischer Basis dieses Problem lösen will.

Ich würde nie wagen, an die Ausführung eines großen Flugapparates zu gehen, bevor ich nicht vorher ein kleines Modell zum freien stabilen Flug gebracht habe. Wenn man ein kleines Modell zum freien stabilen Flug gebracht hat,

so kann man vielleicht dagegen einwenden, daß das noch kein absoluter Beweis ist, daß derselbe Apparat, im großen ausgeführt, ebenso fliegen wird. Jedenfalls muß man aber zugeben, daß durch ein frei fliegendes Modell ein physikalischer Beweis erbracht wird, daß die Idee richtig ist und verdient, im großen ausgeführt zu werden. Wenn aber jemand ein flugtechnisches Projekt macht, aber nicht fähig ist, ein frei fliegendes Modell herzustellen und den physikalischen Beweis zu erbringen, daß seine Idee wirklich richtig ist, der hat kein Recht zu verlangen, daß man seiner Idee Vertrauen entgegenbringt. Darum sollte man von jedem Projektanten, der Geld zur Ausführung seines Projektes haben will, verlangen, er soll erst ein frei fliegendes Modell ausführen, denn das kostet nicht viel, beweist aber sehr viel. Es gibt sehr viele Projektanten, die sehr gut rasonieren und über Flugtechnik schreiben. Wenn man aber von ihnen ein frei fliegendes Modell verlangt, dann haben sie allerhand Ausreden, es sei eine wertlose Spielerei u. s. w. Natürlich, die Trauben hängen ihnen zu hoch und darum sind sie sauer. Gewiß sind zum Beispiel die persönlichen Gleitflüge eine ausgezeichnete Vorschule für die Flugversuche mit einem mechanischen Drachenflieger, besonders für das Landen, aber die Konstruktion des mechanischen Drachenfliegers, welcher außer dem Führer mindestens noch einen Mitfahrenden in der Gondel, respektive in einem Schlittenboot mitnehmen kann, lernt man dabei nicht. Sobald die Gebrüder Wright darangehen werden, einen praktisch brauchbaren Drachenflieger zu bauen, wo der Mitfahrende nicht, wie bis jetzt, direkt auf der unteren Tragfläche, auf dem Bauch liegend, die Flugversuche macht, sondern in einem Schlittenboot seinen Platz haben soll, so werden sie die Erfahrung machen, daß sie konstruktiv noch viel zu lernen haben und daß man viel Zeit, Geld und Gefahren spart, wenn man diese Studien vorher an frei fliegenden Modellen macht.

Die Gebrüder Wright haben übrigens bereits so tüchtige Fähigkeiten bei ihren bisherigen flugtechnischen

Arbeiten bewiesen, daß ich gar nicht zweifle, daß sie einen definitiven Erfolg erzielen werden.

Ehe ich das Kapitel über die Stabilität verlasse, muß ich noch erwähnen, daß ich im Jahre 1894 einen zusammenlegbaren Drachen baute,*) welcher mit einem horizontalen und vertikalen Steuer ausgerüstet war und eine verschiebbare Stange mit kleinen Bleigewichten besaß, um den Schwerpunkt beliebig verschieben zu können. Diesen Drachen baute ich nicht zu dem Zwecke, um denselben wie einen gewöhnlichen Drachen an der Schnur hochgehen zu lassen, sondern um denselben bei windigem Wetter von einer Höhe frei in die Luft zu schleudern und daran die Stabilität des Drachenfliegers bei windigem Wetter, respektive bei Windwellen zu studieren. Diesen Apparat nahm ich, zusammengelegt und in einem Futteral verpackt, auf meine Landpartien ins Gebirg in der nächsten Umgebung Wiens mit. Wenn ich auch einen günstigen Erfolg der Experimente mit diesem Apparat im voraus erhoffte, so war es mir doch eine angenehme Überraschung, zu sehen, wie derselbe selbst bei stärksten unregelmäßigen Windwellen frei in die Luft geschleudert, nur sanfte Wellenbewegungen machte und nie kippte. Manchmal gleitete derselbe eine bedeutende Strecke fast horizontal gegen den Wind, bis schließlich ihn der Wind mitnahm.

Aus dem bisher Gesagten wird der Leser wohl die Überzeugung gewonnen haben, daß die Stabilität eines dynamischen Flugschiffes und besonders des Drachenfliegers in der Luft keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bietet und schon heute als überwunden betrachtet werden kann.

Freilich nur in der Luft; denn sobald der dynamische Flugapparat auf dem Boden oder auf dem Wasser sich befindet, kann ihn ein stärkerer seitlicher Wind infolge der großen Angriffsflächen leicht umschmeißen, weil jetzt der Stützpunkt unten und der Schwerpunkt oben

*) Beschrieben in Nr. 1 der »Illustrierten Mitteilungen«, Straßburg 1897.

sich befinden. Man wird mit der Zeit trachten, die großen Tragflächen des Drachenfliegers zusammenlegbar zu machen. Ich selbst habe bereits 1879 in meiner Patentzeichnung eine zusammenlegbare Tragfläche meines Drachenfliegers angegeben, doch bietet dies bei so großen Tragflächen, welche sehr leicht im Gewichte und darum durch Drähte versteift sein müssen, sehr bedeutende konstruktive Schwierigkeiten. Bis diese konstruktive Frage gelöst sein wird, muß man möglichst vermeiden, daß der Drachenflieger auf der Erde seitlich zum Winde zu stehen kommt. Auf dem Wasser stellt sich der Drachenflieger infolge des langen vertikalen Steuers, welches wie eine Wetterfahne wirkt, automatisch gegen den Wind, in welcher letzterer Stellung der Wind ihm nicht sehr gefährlich sein kann.

Punkt 6. Der ökonomische Flug.

Was den ökonomischen Flug betrifft, so ist, wie schon früher erwähnt wurde, bei mäßiger Eigengeschwindigkeit wohl der Ruderflieger ökonomischer. Sobald wir aber zu großer Fluggeschwindigkeit übergehen, was für eine praktische Flugmaschine eine der wichtigsten Bedingungen ist, so wird der Flug des Drachenfliegers der ökonomischste. Die möglichst größte erreichbare horizontale Eigengeschwindigkeit des Flugapparates im Verhältnis zur vorhandenen motorischen Leistung hängt von der Größe des schädlichen Stirnwiderstandes und dem Nutzeffekte der Propeller ab. Zum schädlichen Stirnwiderstande zählt der Rumpf, respektive der Querschnitt des Schlittenbootes, die Drähte und Stangen des Gerüsts, welche dem Stirnwinde ausgesetzt sind. Es ist darum eine der größten Wichtigkeiten beim Baue eines dynamischen Flugschiffes, zu trachten, daß man durch geschickte schlanke Konstruktion des Flugkörpers und möglichste Vermeidung von freien, dem Stirnwinde ausgesetzten Drähten und Stangen den schädlichen Stirnwind auf das möglichste Minimum herunterbringt. Der Stirnwiderstand des Rumpfes respektive des Schlittenbootes läßt sich durch

entsprechende Form im Verhältnis zum Querschnitte auf $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ reduzieren. — Beim Schiffbaue werden viel günstigere Resultate erzielt. — Die Stangen des Gerüsts, welche wir als Rohre annehmen, bieten im Verhältnis zum Querschnitt auf $\frac{2}{3}$ reduzierten Stirnwiderstand.

Sehr bedeutenden Stirnwiderstand bieten auch die vielen Drähte, die bei leichten Konstruktionen nicht zu vermeiden sind und bei denen wegen der Vibration der volle Querschnitt in Rechnung genommen werden muß.

Dennoch kann beim Drachenflieger der schädliche Stirnwiderstand im Verhältnis zu dessen Dimensionen und zum Gesamtgewichte sehr gering sein.

Punkt 7 verlangt, daß eine Flugmaschine selbst dann sicher landen soll können, wenn der Motor seine Tätigkeit versagen sollte. Diese Forderung kann der Drachenflieger sehr leicht erfüllen, denn sobald der Motor versagt, so verwandelt sich der mechanische Drachenflieger in einen gewöhnlichen Gleitflieger. Daß man mit dem Gleitflieger sicher landen kann, das beweisen uns die Tausende von Gleitflügeln, welche Lilienthal, die Gebrüder Wright und andere bis jetzt mit vollem Erfolg ausgeführt haben.

Je höher in der Luft in solchem Notfalle der Drachenflieger sich befindet, desto besser, denn desto mehr Zeit hat der Führer, einen günstigen Landungsplatz zu wählen, um sicher als Gleitflieger landen zu können.

Ebenso kann der Drachenflieger die Forderung des Punktes 8 erfüllen, wenn derselbe wie bei mir als Schlittenboot gedacht ist. Derselbe kann sich auf dem Wasser bewegen, vom Wasser auffliegen und auf dem Wasser landen. Solange der Drachenflieger zum Auffliegen besonders einen Anlauf braucht, so ist dieser am sichersten von einer genügend großen Wasserfläche zu nehmen. Daß der Widerstand des Wassers kein Hindernis bietet, die nötige Anfangsgeschwindigkeit zu erlangen, das haben bereits meine bisherigen Experimente bewiesen.*)

*) Siehe Seite 61.

Nun kommen wir zum letzten Punkt 9, welcher fordert, daß die zukünftige dynamische Flugmaschine in entsprechend großen Dimensionen ausführbar sein müsse, um nicht bloß den Führer, sondern auch noch einige mitfahrende Personen zu der Luftreise mitnehmen zu können.

Wenn es auch heute, wo wir außer auf die frei fliegenden Modelle und auf die ersten bescheidenen Erfolge der Gebrüder Wright noch auf keine praktisch brauchbare dynamische Flugmaschine hinweisen können, so mancher Leser überhaupt noch an der Möglichkeit einer praktisch brauchbaren Flugmaschine zweifelt und mich für das, was ich jetzt sagen werde, als Schwärmer oder gar als Utopisten verschreien wird, so will ich es doch wagen, hier auszusprechen, daß wir mit den heutigen technischen Mitteln, einen Drachenflieger bauen können, welcher vier bis fünf Personen mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 30 *m* pro Sekunde, gleich 90 bis 108 *km* pro Stunde, fünf Stunden lang durch die Luft tragen würde. Um das zu beweisen, werde ich einen solchen Drachenflieger hier skizzieren, dessen konstruktive Daten nicht etwa auf Phantasien, sondern auf den bisher gemachten Erfahrungen basiert sind, die ich beim Baue meines großen Drachenfliegers gemacht habe.

Der Drachenflieger der Zukunft.

Um einen solchen Drachenflieger, der die oben angedeuteten Leistungen bieten würde, bauen zu können, müssen wir einen Motor haben, der komplett nur 4 *kg* per 1 *PS*, also bei 100 *PS* nur 400 *kg* wiegen würde. Nun solche Motoren werden bereits heute gebaut. In den letzten Jahren sind außerordentliche Fortschritte im Baue leichter Motoren gemacht worden und noch täglich hört man von Verbesserungen in dieser Richtung. In der allerletzten Zeit sind zwei neue Motoren in den flugtechnischen Blättern erwähnt worden. Der erste, aus der Fabrik Körting in Hannover, ist im Maihefte vorigen Jahres in den »Illustrierten Aeronautischen Mitteilungen« durch Herrn Oberlieutenant Hildebrandt

beschrieben. Über den zweiten Motor, welcher von einer Motorfabrik in Philadelphia gebaut wurde, berichtet »The Aëronautical Journal« im Juliheft vorigen Jahres. Der letztere Motor fällt besonders durch seine außergewöhnliche Leichtigkeit auf. Derselbe zeigte auf der Bremsscheibe 40 bis 50 *PS* und wiegt nur 200 Pfund = 94 *kg*. Dazu kommen die Reservoirs für Benzin und Kühlwasser mit einem Gewichte von 36 Pfund = 17 *kg*, also komplett $94 + 17 = 111$ *kg* Gewicht auf 40 bis 50 *PS*, das macht 2·8 *kg* per 1 *PS*. Wir wollen aber diesen neuesten Motor, der vielleicht noch nicht genügend ausprobiert ist, gar nicht in unseren Kalkül aufnehmen, sondern unsere Rechnung auf einem Motor basieren, der 4 *kg* per 1 *PS* wiegt und der heute sicher zu haben ist.

Fig. 31 und 32 zeigt eine Skizze eines Drachenfliegers, welcher fast genau so gebaut werden soll wie mein zuletzt ausgeführter großer Drachenflieger, der auf Seite 51 und 63 zu sehen ist.

Das Schlittenboot dieses zukünftigen Drachenfliegers würde 12 *m* lang, 1·4 *m* breit und 0·6 *m* tief sein. Ein Keilgerüst aus Stahlrohren*) ist in das Schlittenboot eingebaut und ergibt mit dem letzteren verbunden dem Schlittenboote die entsprechende Steifheit. Dieses Keilgerüst läuft vorne in eine Spitze aus und ist vorne $4\frac{1}{2}$ *m* länger und 0·9 *m* höher, rückwärts um 2 *m* länger und 0·3 *m* höher als das Schlittenboot.

Der Boden des Schlittenbootes ist ein wenig nach oben gewölbt und hat zwei Kiele, respektive zwei Kufen. Die vordere Spitze des Keilgerüsts wird sowohl von unten als auch von oben mit leichtem Ballonstoff überzogen, wobei die untere Seite der Spitze *N* des Keilgerüsts samt der Spitze des Schlittenbootes eine Drachenfläche von 9·75 *m*² unter einem Winkel von 11° zur horizontalen Achse des Fahrzeuges bilden soll.

*) Als noch besseres Material für solche Konstruktionen, wird wahrscheinlich in Zukunft verbundene Lamellen aus Bambusrohr verwendet werden.

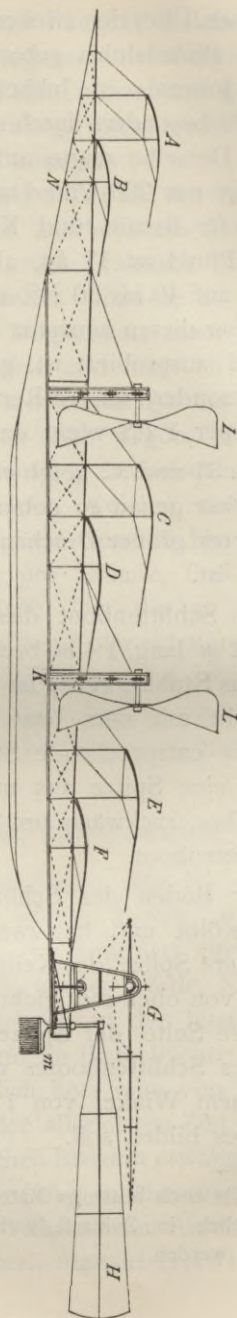


Fig. 31.

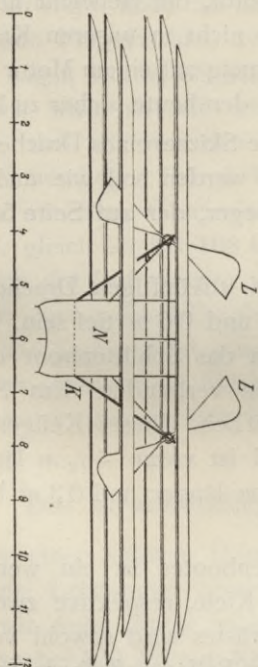


Fig. 32.

Über dem Keilgerüste sind sechs gewölbte Tragflächen *A, B, C, D, E* und *F* gedacht, von welchen drei hintereinander stufenweise und drei übereinander angeordnet sind. Diese Tragflächen haben eine Wölbung von $\frac{1}{12}$ zur Sehne und sind so gebaut, daß während $\frac{2}{3}$ der Tragflächen nach vorne eine steife Wölbung bilden, nach rückwärts die elastischen Rippen bei starkem Luftdrucke sich frei nach aufwärts wie Federn ausbiegen können. (Fig. 33.)

Die sechs Tragflächen sollen zusammen 174 m^2 Flächeninhalt haben. Dazu kommt noch das horizontale Steuer mit 16 m^2 , die Bodenfläche und die Spitze des Schlittenbootes mit $9.75 + 7.75 = 17.5\text{ m}^2$. Wir haben somit an gesamten Tragflächen $154 + 175 = 207\text{ m}^2$.

Außer dem horizontal liegenden Steuer *H* in Form eines Vogelschweifcs, welches dazu dient, dem Flugapparat die entsprechende Neigung nach aufwärts oder abwärts zu geben, haben wir noch das vertikal liegende Steuer *D* in Form eines Fischeschweifcs, welches dazu dient, um dem Flugapparate die nötige Richtung zu geben. Gleichzeitig wirkt aber dieses Steuer infolge des nach rückwärts ausragenden langen Hebels wie eine Wetterfahne und zwingt den Flugapparat, sowohl in der Luft als auch auf dem Wasser bei Drehung des Windes automatisch die entsprechende Wendung zu machen.

Schließlich besitzt das Schlittenboot noch ein kleines, aus elastischen Stahldrähten hergestelltes Steuer *m*, um den Apparat auf dem Wasser als auch auf dem Eise und Schnee steuern zu können.

Das Gewicht des Flugapparates samt Luftschrauben, Transmission, Steuerung u. s. w., jedoch ohne Motor, Benzin, Wasser und Mitreisende würde 800 kg
 kompletter Motor 100 PS à 4 kg per 1 PS 400 „
 fünf Personen à 75 kg 375 „
 Benzin für 5 Stunden 250 „
 Kühlwasser 25 „
 somit das gesamte Gewicht 1850 kg
 betragen.

Die gesamte reduzierte Stirnfläche des Schlittenbootes, des Gerüsts und der Drähte beträgt 1.75 m^2 .

Die Tragflächen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* und *F* sind so horizontal gelegt, daß die Sehnen der Wölbungen mit der horizontalen Achse des Flugapparates parallel laufen, das heißt die Tragflächen haben zur Flugrichtung keine Drachenstellung, sondern haben den Winkel 0° . Wenn man also den Tragflächen im Fluge einen gewissen Winkel nach aufwärts, respektive eine Drachenstellung geben will, so muß man eben mittels des horizontalen Steuer dem ganzen Flugapparat die gewünschte Neigung, respektive Drachenstellung geben, weil die Tragflächen unbeweglich angeordnet sind.

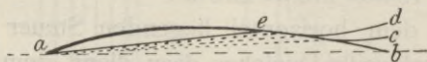


Fig. 33.

Sobald nun mit zunehmender Eigengeschwindigkeit des Flugapparates oder infolge einer Windwelle der Auftrieb, respektive der Luftdruck auf die untere Seite der Tragflächen einen gewissen Maximaldruck überschreitet, so biegt sich der freie elastische Teil *e b* (Fig. 33) rückwärts der Tragflächen mehr und mehr nach oben *e c* bis *e d*. Infolgedessen wird auch die Sehne *a b* der Wölbung kürzer und kürzer *a b* bis *a e* werden; somit bekommen aber auch die Tragflächen eine negative Winkelneigung im Verhältnis zur horizontalen Achse des Flugapparates.

Das ist deswegen notwendig, weil das horizontale Steuer aus Sicherheitsgründen aus der horizontalen Lage nur nach oben, aber nicht nach unten beweglich ist und weil die gewölbten Flächen schon bei horizontaler Lage der Sehnen zur Flugrichtung bei den vorher angegebenen Dimensionen und bei einer Eigengeschwindigkeit, respektive bei einem Stirnwinde von 12 bis 12.5 m pro Sekunde einen Auftrieb von 1900 kg erhalten, somit schon eine größere Last als das komplette Gewicht des beschriebenen Drachenfiegers durch die Luft tragen würde. Nimmt aber die

Eigengeschwindigkeit noch zu und steigt zum Beispiel auf doppelte, also auf 25 *m* pro Sekunde, so wächst der Auftrieb auf das Vierfache und zwingt dann den Flugapparat zu einer wellenförmigen Aufwärtsbewegung, wenn nicht durch die Verkürzung der Sehnen und negativen Neigung der Tragflächen dem automatisch entgegengewirkt werden würde. Es sei hier besonders bemerkt, daß ich meinen bisherigen Drachenflieger absichtlich so baute, daß man ihm mittels des horizontalen Steuers sehr leicht eine nach aufwärts gerichtete Bewegung geben kann, während eine nach abwärts gerichtete Neigung nur mittels Verzögerung der Eigengeschwindigkeit unter die Normale erzielt werden kann. Zu diesem Zwecke ist eben der Schwerpunkt des Flugapparates im Verhältnis zum Druckmittelpunkte so weit nach vorne verschoben, daß wenn man den Flugapparat von einer großen Höhe fallen lassen würde, sich derselbe sofort vorn nach abwärts neigen und in geneigter Bahn mit beschleunigter Geschwindigkeit (ohne daß die Propeller arbeiten) fortbewegen würde. Diese Geschwindigkeit wird dann bald so groß werden, daß infolge des nach vorne gerückten Druckmittelpunktes, wie schon früher erklärt wurde, der Apparat sich automatisch aufrichtet und in einer sanft nach abwärts gerichteten Wellenlinie seinen Weg bis zur Landung als Gleitapparat fortsetzt. Wenn man sich aber das horizontale Steuer wegdenkt, so würde der Drachenflieger wie ein gewöhnlicher Fallschirm mit verzögerter Geschwindigkeit senkrecht fallen.

Nun wollen wir sehen, welche Eigengeschwindigkeit und welchen Auftrieb wir für den eben beschriebenen Drachenflieger mit 100 *PS* erzielen können. Es fehlt uns nicht an aerodynamischen Formeln. Wir haben Formeln von Duchemin, Raleigh, de Louvrie, Loeßl, Lilienthal und noch anderen. Alle diese Formeln divergieren aber mehr oder weniger und keine einzige ist bis jetzt als richtig anerkannt worden. Ich bin überzeugt, man wird über die aerodynamischen Formeln auch dann noch streiten, wenn die dynamische Flugmaschine schon längst fliegen wird. Es

liegt in der Natur der Sache, daß hier, wo sehr wichtige Faktoren, wie zum Beispiel die Fallverminderung bei Gleitgeschwindigkeiten, die Spannweite und Form der Flügel, das Trägheitsmoment der Luft u. s. w. mitspielen, nur durch Experimente gefundene Erfahrungszahlen Geltung haben können. Darum was den Auftrieb betrifft, so stimmt die Lilienthal'sche empirische Formel für gewölbte Flächen am nächsten mit den Tatsachen und mit den experimentellen Erfahrungen, die ich mit meinen frei fliegenden Modellen gemacht habe. Ich rechne darum den Auftrieb der gewölbten Flächen nur nach der Lilienthal'schen Formel.

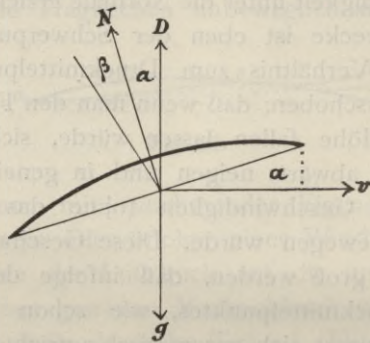


Fig. 34.

Nach Lilienthal ist der Normaldruck N einer gewölbten Fläche, welche unter dem Winkel α gegen ruhige Luft geführt wird:

$$N = F v^2 \frac{\gamma}{g} a.$$

a ist hier ein Erfahrungskoeffizient, der nach Lilienthal von der Form und dem Neigungswinkel der gewölbten Fläche abhängt. F ist der Flächeninhalt, v die Geschwindigkeit, g die Beschleunigung der Schwere und γ das Gewicht von $1 m^3$ Luft in Kilogramm ($\frac{\gamma}{g} = \text{rund } \frac{1}{8}$). Der Auftrieb $D = N \cos(\alpha + \beta)$.

Der Widerstand der Projektion der gewölbten Fläche in der Flugrichtung: $W = N \sin(\alpha + \beta)$.

Nach Messungen von Lilienthal mit gewölbten Flächen von $\frac{1}{12}$ Wölbungstiefe zur Sehne, im Winde gemessen, hat der Erfahrungskoeffizient a bei verschiedenen Winkelstellungen der Fläche folgende Werte:*)

$$\begin{aligned} a &= 1, 0.91, 0.90, 0.90, 0.85, 0.80, 0.68, 0.55, 0.36, 0.24. \\ \beta &= 0^0, +2^0, 0^0, -4\frac{1}{4}^0, -4^0, -2\frac{3}{4}^0, -1\frac{1}{2}^0, 0^0, 4^0, 8^0. \\ \alpha &= 90^0, 60^0, 30^0, 15^0, 9^0, 6^0, 3^0, 0^0, 3^0, 6^0. \\ \alpha + \beta &= 90^0, 62^0, 30^0, 10\frac{3}{4}^0, 5^0, 3\frac{3}{4}^0, 1\frac{1}{2}^0, 0^0, 1^0, 4^0. \end{aligned}$$

Wenn wir jetzt die Werte unseres Drachenfliegers für den Auftrieb nach der Lilienthal'schen Formel:

$D = F v^2 \frac{\gamma}{g} a \cos(\alpha + \beta)$ einsetzen, so erhalten wir bei $v = 12\frac{1}{2} m$, $D = 174 \times 156 \times \frac{1}{8} \times 0.55 \times 0 = 1866 kg$ als Auftrieb. Dazu kommt noch der Auftrieb der Drachenfläche, der Spitze des Schlittenbootes, nach der älteren Loeßl'schen Formel: $D = F v^2 \frac{\gamma}{g} \sin \alpha \cos \alpha$. Die Werte eingesetzt: $D = 9.75 \times 156 \times \frac{1}{8} \times 0.190 \times 0.981 = 35.32 kg$. Wir erhalten somit einen gesamten Auftrieb bei einer Flugeschwindigkeit von $12.5 m$ pro Sekunde, $D = 1866 + 35 = 1901 kg$.

Da also nach Lilienthal bei horizontaler Sehne der gewölbten Tragfläche in der Flugrichtung die Winkel $\alpha + \beta = 0^0$ ist, so haben wir für unseren Drachenflieger bei horizontalem Fluge keinen anderen Stirnwiderstand zu überwinden als die oben gefundene reduzierte Stirnfläche von $1.75 m^2$. Diesen Stirnwiderstand können wir nach der bekannten und allgemein anerkannten Loeßl'schen Form: $W' = F v^2 \frac{\gamma}{g}$ berechnen. Wenn wir die Werte einsetzen, so erhalten wir als schädlichen Stirnwiderstand bei $v = 12.5 m$ pro Sekunde:

$$W' = 1.75 \times 156.3 \times \frac{1}{8} = 34.5 kg$$

und die nötige Arbeit zur Überwindung dieses Widerstandes:

$$P = W' \times v = 34.5 \times 12.5 = 431 mkg = 5.8 PS.$$

*) Siehe Wellner, Zeitschrift für Luftschiffahrt 1891, Heft 7 und 8.

Da nun der Luftwiderstand zur Geschwindigkeit quadratisch und die Arbeit in dritter Potenz wächst, so würde bei doppelter Geschwindigkeit des Flugapparates, also bei 25 *m* pro Sekunde der Widerstand auf $W' = 34.5 \times 4 = 138 \text{ kg}$ und die Arbeit auf $P = 431 \times 8 = 3448 \text{ mkg} = 46 \text{ PS}$ wachsen. Das ist die relative Arbeit. Die absolute nötige motorische Arbeit hängt von dem Nutzeffekt der Luftschrauben ab.

Der Nutzeffekt der Luftschrauben hängt, abgesehen von dem Durchmesser, dem Flächeninhalt der Schraubenflügel, von der Ganghöhe, von der Rotationsgeschwindigkeit der Luftschrauben, von der Fluggeschwindigkeit des Flugkörpers u. s. w., auch noch besonders von der Form der Schraubenflügel ab. Wir haben also bei der Luftschraube mit so vielen bekannten und unbekannten Faktoren zu rechnen, daß wir eine sichere mathematische Formel für die Berechnung des Nutzeffektes einer Luftschraube nicht aufstellen können, sondern auf experimentelle Erfahrungen jeder speziellen Luftschraube angewiesen sind. Ich habe mit meinen elastischen Segelluftschrauben bis 4 *m* Durchmesser einen Nutzeffekt bis 50% erreicht, das heißt, ich konnte in frei bewegter Luft per 1 *PS* 37.5 *kg* schwebend in der Luft erhalten. Die Luftschraube als Propulsionspropeller kann aber einen viel größeren Nutzeffekt, und zwar 80% bis 90% bieten. Ich kann mich hier in die Details der Luftschraubentheorie nicht einlassen, weil das ein Werk für sich beanspruchen würde und nur den Mathematiker interessieren kann. Für den hier beschriebenen Drachenflieger (Fig. 31) sind vier Luftschrauben von je 3 *m* Durchmesser mit einem gesamten Flächeninhalt von 6 *m*², für alle vier Luftschrauben und für die Schraubenflügel eine Winkelstellung von 45° angenommen. Bei dieser Winkelstellung der Flügel der Luftschrauben und mit Berücksichtigung, daß dieselben gewölbte Segelflächen sind, so ergibt eine approximative Rechnung, daß diese Luftschrauben bei einer Fluggeschwindigkeit des Drachenfliegers von 12.5 *m* pro Sekunde 80% und bei einer Fluggeschwindigkeit von 25 *m*

pro Sekunde 75% Nutzeffekt geben würden. Da aber, wie schon oben erwähnt wurde, die Berechnungen des Nutzeffektes der Luftschrauben ebensowenig einen zuverlässigen Wert haben wie bei den Wasserschrauben, so wollen wir, um sicher zu gehen, nur einen durchschnittlichen Nutzeffekt von 50% für unsere Luftschrauben als Propeller annehmen. Wir würden also bei einer Eigengeschwindigkeit des Drachenfliegers von $v = 12.5 \text{ m}$ pro Sekunde an motorischer Arbeit $P = 431 \times 2 = 862 \text{ mkg} = 11.5 \text{ PS}$ und bei einer Eigengeschwindigkeit von 25 m pro Sekunde $P = 3448 \times 2 = 6896 \text{ sec./mkg} = 92 \text{ PS}$ brauchen.

Da nun bei doppelter Eigengeschwindigkeit des Flugapparates der Auftrieb auf das Vierfache wächst, also bei einer Geschwindigkeit von 25 m pro Sekunde der Auftrieb unserer Tragflächen auf $1900 \times 4 = 7600 \text{ kg}$ steigen würde; was natürlich ausgeschlossen ist, weil, sobald der Auftrieb größer als das gesamte Gewicht wird, der Flugapparat nach oben ausweicht und steigt. Wir sehen aber, daß bei doppelter Eigengeschwindigkeit der vierte Teil der Tragflächen genügen würde, um dasselbe Gewicht durch die Luft zu tragen. Wir hätten dann einen viel geringeren schädlichen Stirnwiderstand zu überwinden und könnten somit mit derselben motorischen Arbeit eine noch viel größere Eigengeschwindigkeit unserem Flugapparate erteilen. Wir müßten aber dann einen viel größeren Anlauf beim Aufflug nehmen, was denselben sehr schwierig und das Landen sehr gefährlich machen würde.

Wir können aber die Achsen der Luftschrauben um 90° verstellbar machen, so daß beim Aufflug die Achsen der Luftschrauben vertikal stehen und die Luftschrauben in diesem Momente nur hebend wirken. Da man, wie wir gesehen haben, mit 100 PS mittels Luftschrauben 2500 kg direkt vom Boden in die Luft heben kann, so würde bei solcher Konstruktion unser Drachenflieger keinen Anlauf mehr brauchen, sondern er könnte sich von jedem Punkte der Erde direkt in die Luft erheben und dann in der Luft erst in eine seitliche horizontale Bewegung übergehen.

Freilich die Luftschrauben von 3 *m* Durchmesser, die wir für unseren hier beschriebenen Drachenflieger angegeben haben, könnten diese Arbeit nicht leisten, weil sie zu klein und schwach für eine solche Leistung wären; dazu würden wir größere und stärkere, oder eine größere Anzahl von Luftschrauben brauchen.

Natürlich wird das wieder neue konstruktive Schwierigkeiten bieten, die wir aber sicher überwinden werden. Fürs erste verzichten wir auf einen so idealen Drachenflieger und nehmen den für unseren Drachenflieger nötigen Anlauf, der bei den angegebenen Dimensionen sehr kurz sein kann, gerne mit in Kauf.

Wir sehen also, daß der Drachenflieger die größte Wahrscheinlichkeit bietet, allen Anforderungen, die man an eine vollkommene dynamische Flugmaschine stellen kann, genügen zu können. Gewiß ist das heute noch eine Zukunftsmusik, und wird wohl auch noch einige Zeit vergehen, bis man so vollkommene Flugmaschinen bauen wird. Aller Voraussicht nach wird diese Zeit dennoch nicht mehr lange auf sich warten lassen und wird desto schneller kommen, je eher in maßgebenden Kreisen die Erkenntnis durchdringt, daß die praktische Lösung dieses Problems heute nur eine reine Geldfrage ist. Wenn besonders in den militärischen Kreisen erkannt sein wird, welch ein wunderbares Kriegswerkzeug eine dynamische Flugmaschine sein wird, das mit einer Geschwindigkeit von 80 bis 100 *km* die Stunde ähnlich dem Vogel durch die Luft fliegen kann und welche Übermacht derjenige Staat erlangen wird, welcher zuerst über solche dynamische Flugmaschinen in seinem Heere verfügen wird können. Als Kriegswerkzeug wird eine solche Flugmaschine nicht mit Benzin für fünf Stunden und nicht mit fünf Personen sich belasten, sondern mit Benzin für zwei Stunden und mit zwei Personen sich begnügen, dafür aber bis zum Gewichte von 400 *kg* andere spezielle, für den Krieg bestimmte Dinge mitnehmen können. Die Flugmaschine wird für den Krieg eine furchtbare Waffe werden und darum helfen, die Kriege seltener zu machen. Ist es denn

möglich, daß heute ein technisch gebildeter Mann an der Möglichkeit einer dynamischen Flugmaschine noch zweifelt, und sollte es nicht eine patriotische Pflicht eines jeden Kriegsministers sein, sobald er die Möglichkeit und die große Bedeutung einer dynamischen Flugmaschine erkannt hat, solche Arbeiten und Bestrebungen zu fördern und zu unterstützen?

Aber nicht bloß für Kriegszwecke, sondern auch für edlere und schönere Zwecke wird die zukünftige Flugmaschine ihre großen Dienste leisten.

Große Lasten wird die zukünftige Flugmaschine freilich nicht durch die Luft tragen können. Sie wird also weder der Eisenbahn noch der Schifffahrt Konkurrenz machen können, wohl aber wird sie mit dem heutigen Automobil konkurrieren können.

Die zukünftige Flugmaschine wird ein Luftautomobil sein, welches viele Vorzüge vor unseren heutigen Automobilen haben wird, welch letztere an die staubigen, holperigen und krummen Straßen gebunden sind, und welche, bei großer Geschwindigkeit nicht nur den Mitfahrenden, sondern noch mehr den unschuldigen Passanten große Gefahren bringen, wie die bisherigen Erfahrungen es reichlich bewiesen haben. Trotzdem ist auch das Automobil ein Verkehrsmittel der Zukunft, welches die Pferde aus den Städten zum Verschwinden bringen wird, wodurch die Städte viel an Reinlichkeit gewinnen werden.

Ein viel schöneres Verkehrsmittel wird aber das Luftautomobil sein, welches hoch oben in staubfreier Luft über Berge und Täler in gerader Luftlinie seinem Ziele entgegen-schweben wird. In dem unermesslichen Luftozean ist Raum genug, um ohne Gefahr, irgendwo anzuprallen oder jemanden zu überfahren, mit der größten Fluggeschwindigkeit die Luft zu durchschneiden. Nur derjenige, der die ersten Übungen und Flugversuche mit einer neuen Flugmaschine als Chauffeur wird machen müssen, wird mit einigen Gefahren zu rechnen haben, die aber lange nicht so groß sind, wie es sich heute der Laie gewöhnlich vorstellt.

So oft ich Gelegenheit hatte, mit einem Automobil auf der gewöhnlichen Landstraße zu fahren und die Geschwindigkeit von zirka 40 *km* pro Stunde erreicht oder überschritten wurde, konnte ich mich nicht mehr eines unbehaglichen Gefühls erwehren. Selbst in der schönsten Gegend geht bei schneller Automobilfahrt einem jeder landschaftliche Genuß verloren. Unwillkürlich starrt man auf den Weg vor sich, ob nicht ein Hindernis in Sicht kommt. Jedes Fuhrwerk mit Pferden, jede Kuh, sogar ein Hund beunruhigt den Lenker und zwingt ihn, sein Tempo zu mäßigen.

Obgleich ich schon einen Unfall mit meinem großen Drachenflieger erlebte, so würde ich dennoch, trotz meiner 69 Jahre, mit größerer Ruhe und größerem Sicherheitsgefühl die ersten Flugversuche mit meinem Drachenflieger zum Beispiel auf dem Neusiedlersee unternehmen, als daß ich in einem Automobil Platz nehmen sollte, wo der Chauffeur die Absicht hätte, mit 80 bis 100 *km* die Stunde auf der Landstraße dahinzusausen.

Das nötige Vertrauensgefühl für die dynamische Luftschiffahrt werden bald alle entgegenbringen, die da sehen und die Überzeugung gewinnen, daß die Flugmaschine, solange sie in der Luft sich befindet und die Tragflächen und das horizontale Steuer unbeschädigt sind, nicht kippen, somit auch keine besonderen Gefahren bieten kann. Da nun die Luft ein sehr elastischer Körper ist, so ist es auch keine Schwierigkeit, die Tragflächen und das horizontale Steuer so sicher zu bauen, daß sie niemals in der Luft brechen könnten. Daß nach der Landung ein seitlicher Wind den großen Tragflächen, solange dieselben nicht zum Zusammenklappen gemacht sind, gefährlich werden kann, haben wir schon erwähnt. Da aber der Drachenflieger beim Landen stets gegen den Wind gekehrt sein muß, ein direkt von vorne angreifender Wind dem Drachenflieger aber nicht gefährlich ist, müßte der Wind sich also erst bedeutend drehen, ehe er den Flugapparat nach dem Landen umschmeißen könnte. Übrigens ist auch im letzteren Falle für

die Luftreisenden keine besondere Gefahr vorhanden, sondern es werden höchstens die Tragflächen beschädigt werden. Daß also die Landung mit einem Drachenflieger bei windigem Wetter viel sicherer stattfinden kann, als mit einem gewöhnlichen Kugelballon, das wird jeder einsehen, der Punkt 2 über die Landung des Drachenflegers mit Aufmerksamkeit gelesen hat. Eine Ballonfahrt bietet bei schönem Wetter großen Genuß und gar keine Gefahr. Auch bei stärkstem Winde ist für den Kugelballon, solange derselbe hoch in der Luft sich befindet, keine Gefahr. Nur das Landen bei windigem Wetter kann gefährlich werden. Seitdem aber die Reißleine eingeführt ist, so ist auch diese Gefahr bedeutend verringert. Dennoch betrachten noch immer die meisten Menschen eine Ballonfahrt als ein besonderes Wagnis. Als ich vor mehreren Jahren schon als alter Herr den Wunsch äußerte, eine Ballonfahrt mitmachen zu wollen, da warnten mich einige Freunde und meinten, ich solle doch nicht für einen zweifelhaften Genuß mein Leben aufs Spiel setzen. Nun war es bei mir um etwas mehr als bloß um den Genuß zu tun. So war es denn für mich ein ganz besonderes freudiges Ereignis, als ich die große Ehre hatte, von Seiner k. k. Hoheit dem Herrn Erzherzog Leopold Salvator zu einer Ballonfahrt eingeladen worden zu sein, bei der auch der bewährte Kommandant der Militär-aeronautischen Anstalt Hauptmann Hinterstoißer als Führer sein sollte. In dem Momente, als nun kommandiert wurde: »Einsteigen«, hatte ich ein gewisses beklemmendes Gefühl, es war mir, als wenn ich ein besonderes Wagnis unternähme.

Kaum hatten wir uns in die Luft erhoben, so war auch sofort dieses beklemmende Gefühl geschwunden und ich konnte mich dem vollen Genusse einer solchen Luftfahrt hingeben. Der Genuß einer Ballonfahrt bei schönem Wetter ist geradezu märchenhaft. Indem man hoch oben in der reinen Luft dahinschwebt, liegen die Wälder, Felder, Flüsse und Seen einem zu den Füßen ausgebreitet und dazwischen überblickt man ein Dutzend Orte gleichzeitig. Mit

60 *km* die Stunde schwebten wir ostwärts durch die Luft und doch verspürte man nicht die geringste Bewegung. Langsam, kaum merkbar zog die Landschaft wie ein großartiges Panorama bis 3400 *m* tief unter uns vorüber und in sechs Stunden waren wir auf den Flügeln des Windes von Wien bis nach Preußisch-Schlesien an die russische Grenze frisch und munter gelangt. Und nun vergleiche man eine Fahrt auf der Landstraße mit einem Automobil, bei einer Geschwindigkeit von 60 *km* die Stunde, die man in verummter Kleidung mit einer Maske vor dem Gesicht und der beständigen Sorge vor einem Unfall dahinsaut. Ermüdet, erschöpft und verschmutzt gelangt man vielleicht ohne Havarie an das Ziel. Daß man paar hundert Kilometer ohne Unfall zurückgelegt und das vorher bestimmte Ziel schnell erreicht hat, darin allein liegt wohl nur der Reiz und die Befriedigung, die Fahrt an sich bietet nichts weniger als einen Genuß. Bei der Ballonfahrt findet das Umgekehrte statt. Die Fahrt kann den größten Genuß bieten, aber man schwebt ziellos einem Punkte zu, wohin man vielleicht am wenigsten wünschte hinzukommen. Während also das Automobil ein praktisch verwendbares Verkehrsmittel ist, kann der Kugelballon, wenn von praktischer Verwendung die Rede ist, nur für wissenschaftliche und militärische Zwecke gute Dienste leisten. Auch der lenkbare Ballon wird nie ein praktisch verwendbares Verkehrsmittel werden können, weil die Eigengeschwindigkeit desselben stets eine beschränkte bleiben wird, ungenügend, um gegen stärkere Winde anzukämpfen. Findet man auch die genügende motorische Kraft, welche übrigens zur Geschwindigkeit in dritter Potenz wächst, so würde die Ballonkonstruktion den starken Stirnwiderstand großer Geschwindigkeiten nicht ertragen können.

Nachdem im Jahre 1884 Krebs & Renard die ersten Erfolge mit einem lenkbaren Ballon erzielten, indem sie mehrereremal zu ihrem Abfahrtsort zurückkehren konnten, blieb die Frage wieder viele Jahre ruhen, weil die geschickten Konstrukteure selbst eingesehen haben, daß der

lenkbare Ballon keine Zukunft habe. Durch Santos Dumont wurde die Frage des lenkbaren Ballons wieder aus dem Schlafe geweckt und es schien als ob nun die Frage einer praktischen raschen Lösung entgegengehe. Das ist aber doch nur scheinbar gewesen, denn vom flugtechnischen Standpunkte betrachtet stand die Konstruktion des lenkbaren Ballons von Krebs & Renard entschieden höher. Ein Fortschritt in der Ballonkonstruktion war nicht zu verzeichnen, wenn auch das Verdienst dem kühnen Brasilianer niemand absprechen wird, daß er der erste war, der eine vorher bestimmte Strecke in einer bestimmten Zeit mit einem lenkbaren Ballon zurücklegte. Diesen Erfolg verdankte Santos Dumont neben seiner Kühnheit und Ausdauer, seinen finanziellen Mitteln, die es ihm gestatteten, sechs Ballons nacheinander zu bauen und zu verbessern, bis es ihm gelang, den bekannten Erfolg zu erzielen. Der wichtigste Faktor seines Erfolges war aber der Motor. Seit Krebs & Renard bis Santos Dumont war ein Riesenfortschritt in der Konstruktion leichter Motoren zu verzeichnen, und das ist der ausschlaggebende Faktor bei allen flugtechnischen Lösungen.

Heute weist der lenkbare Ballon Lebaudy, deren Konstruktion von den Herren Juchmés und Rey mit großer flugtechnischer Sachkenntnis geführt wird, den bisher größten erreichten konstruktiven Fortschritt auf. Dieser Ballon bewegt sich mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde in der Luft, erhält sich während der Fahrt in einer bestimmten mäßigen Höhe, sinkt und steigt fast ohne Gebrauch von Ventil oder Ballast, nur mittels des Gebrauches eines horizontalen Steuer. In die Konstruktion dieses lenkbaren Ballons greift schon sehr deutlich das Prinzip des Drachenfliegers ein. Die untere elliptische Bauchfläche ($98 m^2$), die rückwärtige Horizontalfläche oder »Taubenschweif« ($22 m^2$), das horizontale Steuer u. s. w. weisen deutlich genug darauf hin.

Man ist verlockt, zu glauben, daß man auf diesem Wege bei wenigem zum reinen Drachenflieger übergehen

wird. Doch das wäre ein weiter, unpraktischer und kostspieliger Weg.

So bedeutend und schön die Erfolge und der konstruktive Fortschritt des Lebaudy'schen Ballons sind, so wird doch jeder klarblickende Flugtechniker erkennen, daß auf diesem Wege die Lösung der praktischen Luftschiffahrt nicht erzielt wird. Um vier bis fünf Personen mit der für die Luft ungenügenden Geschwindigkeit von 10 *m* pro Sekunde durch die Luft zu tragen, braucht man eine gasgefüllte Blase, ein Ungetüm von zirka 60 *m* Länge und 10 *m* Durchmesser. Wenn man schon bei einer Eigengeschwindigkeit des Ballons von 10 *m* pro Sekunde 40 bis 50 *PS* braucht, so müßte man für die doppelte Geschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde schon 320 bis 400 *PS* brauchen. Nehmen wir an, wir erhalten einen Motor, der bei einer Leistung von 320 *PS* nicht mehr wiegt als der gegenwärtige Motor bis 40 *PS* und derselbe Ballon könnte dann also eventuell eine Eigengeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde erzielen. Bei 20 *m* pro Sekunde wächst aber der Luftdruck des Stirnwindes auf 50 *kg* per 1 *m*². Bei 10 *m* Durchmesser des Ballons beträgt die Querschnittsfläche zirka 78·5 *m*². Wenn durch geschickte spitze Form diese Widerstandsfläche auf $\frac{1}{6}$, also auf zirka 13 *m*² reduziert wird, so haben wir noch immer einen Stirnwiderstand von $50 \times 13 = 650$ *kg* zu überwinden. Kann nun eine Gasblase einem solchen Luftdrucke widerstehen, ohne in Fetzen zu gehen, oder mindestens deformiert zu werden? Da man aber den Ballon nicht verstärken, respektive versteifen kann, ohne gleichzeitig dessen Gewicht zu vergrößern, so sind wir auch bereits am Ende des Liedes angelangt.

Selbst eine Fluggeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde ist aber für ein Flugschiff, welches gegen bedeutende Winde ankämpfen soll, eher unzureichend als genügend. Schon die großen Kosten der Anschaffung und des Gebrauches, als auch die schwerfällige Handhabung und Bergung eines solchen Ungetüms schließt jede Hoffnung aus, daß der lenkbare Ballon je ein praktisch brauchbares Verkehrsmittel

werden könnte. Dagegen ist der Drachenflieger ein großer mechanischer Riesenvogel, welcher mit 50 *PS*, also nur mit einem Sechstel von der motorischen Kraft, die der lenkbare Ballon braucht, schon eine Eigengeschwindigkeit von 20 *m* pro Sekunde und mit 80 *PS* schon eine Eigengeschwindigkeit von 25 *m* pro Sekunde erreichen und dabei vier bis fünf Personen durch die Luft tragen kann.

Die Anschaffung eines Luftautomobils wird nicht mehr kosten wie unsere gegenwärtigen Automobile auf vier Rädern und die Fahrt durch die Luft wird nur einige Liter Benzin kosten. Dabei welche märchenhafte Fahrt, frei, hoch, in reiner Luft ähnlich dem Vogel dahingleiten! Wenn also das zukünftige Flugschiff keine großen Lasten tragen wird und weder mit der Eisenbahn noch mit der Dampfschiffahrt geschäftlich konkurrieren wird können, so wird doch das Luftautomobil das idealste und beliebteste Verkehrsmittel der Zukunft werden.

Man fängt an auch in Frankreich, in dem Lande, wo die Flugtechnik die größte Förderung findet und wo die größten Erfolge bis jetzt mit lenkbarem Ballon erzielt wurden, einzusehen, daß nur mit einem dynamischen Flugschiff die endgiltige praktische Lösung der Luftschiffahrt sich erzielen läßt; wo es Männer wie Herr Deutsch gibt, der erst 100.000 Francs als Preis für einen lenkbaren Ballon aussetzte, dann selbst einen lenkbaren Ballon bauen läßt und schließlich 25.000 Francs zur Lösung des dynamischen Fluges opfert; wo auch die Regierung schon Hunderttausende zur Lösung des dynamischen Fluges opferte. Wo auch ein Mißerfolg nicht gleich die Kapitalisten abschreckt, ein vielversprechendes Werk zu fördern, und wo es Männer gibt, die große Summen opfern, nicht bloß aus geschäftlicher Spekulation, sondern weil sie Stolz und Freude empfinden, wenn durch ihre Förderung ein neues schönes Werk in ihrem Lande das Licht der Welt erblickt. Das ist der wahre Patriotismus, welcher dem Lande Ruhm und Wohlstand einbringt.

Bei uns begegnen solche Bestrebungen mehr Spott als Förderung. Gewiß gibt es bei uns ausnahmsweise auch einzelne edle Spender, die, wenn auch nur kleinere Summen für die Bestrebungen zur Lösung des dynamischen Fluges bis jetzt opferten, die aber nach dem ersten scheinbaren Mißerfolg — der nur ein Unfall war — durch unfähige und verstockte Gegner sich gleich abschrecken lassen, die Sache weiter zu verfolgen und zu fördern. So muß man dann zuschauen, wie ein Apparat, der die größte Wahrscheinlichkeit eines Erfolges verspricht, verrostet und die langjährigen, in praktischer Arbeit gesammelten Erfahrungen verloren gehen, weil bei unserer Kriegsverwaltung die Erkenntnis nicht durchdringen will, welch ein wichtiges, furchtbares, ausschlaggebendes Kriegswerkzeug eine dynamische Flugmaschine ihrem Kriegsheere bieten würde und weil unsere Millionäre nicht das Herz haben, für eine der schönsten Bestrebungen zur Beherrschung des unermesslichen Luftozeans, zur Förderung des kulturellen Fortschrittes und des Friedens auf dem Altare der Wissenschaft ein paar überflüssige Tropfen ihres Vermögens zu opfern.



S. 61

S - 98

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

5393

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299048