

riesigen Drachen, an dem sie sich festhielten. So machte es Le Bris im Jahre 1856, Maillot im Jahre 1886. Aber die Versuche mißlangen wegen der übergroßen Abmessungen der Apparate und der Schwierigkeiten der Führung, welche sie mit sich brachten.

Da faßte man den Gedanken, die nötige Gesamtfläche auf mehrere Apparate zu verteilen, welche eine Gondel emporhoben. Ursprünglich baute man Züge aus Zellen-  
drachen (Hargrave) und Züge aus ebenen Drachen (Baden-Powell). Anscheinend sind die Zellenzüge überall übernommen.

Für die Bauart der Züge haben sich mehrere Schulen gebildet. Man kann sie auf drei Typen zurückführen: 1. Man kann die Drachen einzeln an ungleich langen Halteleinen und alle Leinen am Ende eines gemeinsamen Seiles befestigen; 2. man kann die Drachen an gleichlangen Leinen und diese Leinen an verschiedenen über das gemeinsame Seil verteilten, Punkten befestigen; 3. man kann einen ersten Drachen am Ende des einzigen Halteseiles und die anderen Drachen ohne Schnur auch unmittelbar an diesem Seil befestigen.

Ebenso kann man die Gondel an einem festen Punkte des Halteseils oder an einem zweiten vom Halteseil unabhängigen Seile aufhängen. Hauptmann Cody ersann diese zweite Methode (1906). In Frankreich machte ganz kürzlich Hauptmann Saconney interessante Versuche. Hier geben wir eine kurze Beschreibung der Drachenzüge von Saconney (Fig. 9).

Sie werden von lauter gleichen Codygleitern gebildet. Der Codygleiter hat vier Flächen und wird aus vier langen Kantenstäben hergestellt, welche das rechtwinklige Gestell eines Kastens bilden und durch Querstäbe verbunden sind. In den beiden Rechtecken der kleineren Grundflächen kreuzen sich zwei feste Bambusstangen. Das Ende dieser Stangen ragt über die Kanten hinaus, um eine Verzweigung der dreieckigen Ansatzflügel zu bilden, welche den Apparat stabil machen. Der Ansatzflügel der oberen Fläche ragt weiter

vor als der der unteren. Die Stoffbespannung bildet zwei Zellen an jedem Ende der Kantenstäbe oder Längsträger. Durch eine Symmetrieebene wird jede dieser Zellen in zwei Fächer geteilt. Das Ganze wird durch ein System von Stahl-  
drähten starr verspannt.

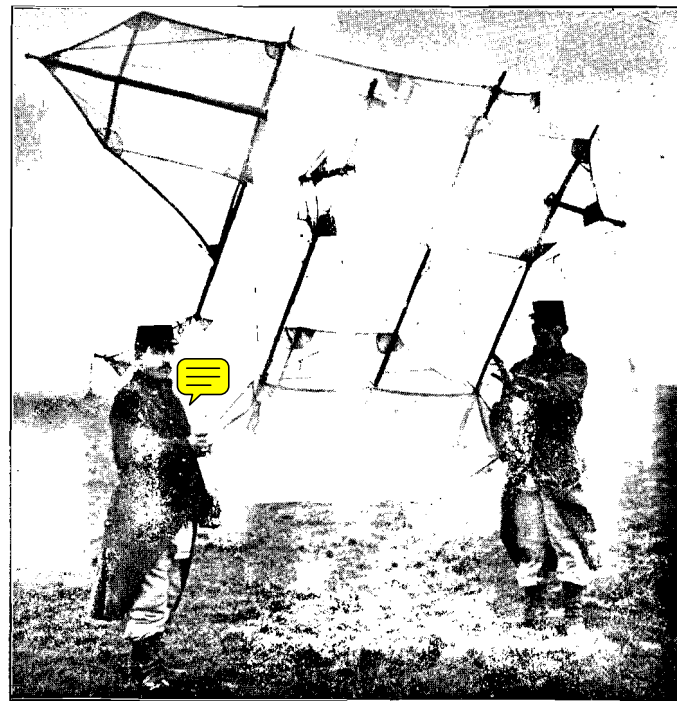


Fig. 9.  
Drachen des Hauptmanns Saconney.

Jeder Gleiter ist mit dem Ende vor den untern Längsträgern an dem Seil befestigt. Zwei, drei, vier Gleiter bilden den Hauptzug, der in der Luft das Halteseil spannt. Die Gondel hängt an einem beweglichen Wagen; der über dieses Seil läuft, wenn es einmal gespannt ist. Ein zweiter Drachenzug setzt die Gondel in Bewegung; wenn man den zweiten Zug betätigt, kann sie die ganze Länge des durch den ersten

Zug gespannten Seiles durchlaufen, kann auf- und absteigen, während der Hauptzug in der Luft bleibt.

Der Hauptzug kann bedeutende Höhen erreichen (4000 m sagt man). In der Gondel erhob sich Hauptmann Sacconey auf 200 m. In England sind Forscher mit ähnlichen Systemen auf 600 und 800 m gelangt. Auch in Rußland hat man schöne Resultate erhalten.

Um eine Vorstellung von der Größe dieser Drachenart zu geben, führen wir die Kenngrößen eines russischen Modells an:

Gesamtfläche . . . . .	8 qm
Gewicht . . . . .	14 kg
Länge . . . . .	3,60 m
Breite . . . . .	2,20 m
Entfernung zwischen den Zellen	1,85 m
Abstand der Flächen . . . . .	0,80 m

### Gleitflieger.

Mit dem Namen Gleitflieger belegt man Apparate, welche dem Menschen gestatten sollen, das Schweben der Vögel nachzuahmen, ohne zu irgend einer Kraftquelle zu greifen, d. h. ohne daß der Führer einen Motor benutzt oder seine Muskelkraft entfaltet (außer für Richtung und Gleichgewicht). Die Bemerkungen über die Schwierigkeiten des Schwebeflugs lassen uns voraussehen, daß der Gleitflieger nur in abfallender Bahn schweben kann mit Ausnahme des ganz außergewöhnlichen und notwendig augenblicklichen Falles, daß ein regelmäßiger, aufsteigender Wind weht. Offenbar schränkt diese Bedingung seine praktische Verwertung sehr ein. Besonderen Wert hat der Gleitflieger deshalb nur als Versuchsinstrument; in diesem Falle ist es von geringer Bedeutung, daß man immer abwärts schweben muß; denn es ist immer möglich, für die Versuche einen Abhang zu wählen.

Noch heute bleibt der Gleitflieger in gewissen Fällen ein wertvolles Versuchsmittel; aber man darf behaupten,

daß er unentbehrlich war bis zu dem Tage, wo dank den Versuchen, die er ermöglicht hatte, der Motorflieger regelmäßig arbeiten konnte. Und in der Tat: der Versuch, einen Motor in einen Gleitflieger zu setzen, dessen Führer eine gewisse Geschicklichkeit in der Führung und im Gleichgewicht nicht erlangt hatte, setzte diesen Führer für den Fall, daß der Motor imstande war, den Apparat vom Boden hochzuheben,<sup>1</sup> einem furchtbaren Dilemma aus: entweder wäre er von seinem eigenen Erfolge überrascht gewesen und hätte unverzüglich so gesteuert, daß er auf den Boden zurückkam; oder er hätte sich zu beträchtlicher Höhe in die Lüfte hinauftragen lassen, und seine Unerfahrenheit würde ihn mit ziemlicher Gewißheit einem sehr gefährlichen Absturz ausgesetzt haben. In beiden Fällen wäre der Versuch verfehlt gewesen, und, was erschwerender ist, verfehlt unter Bedingungen, welche wenig ermutigend zur Vorbereitung eines neuen Versuches waren.

Lilienthal gebührt der Ruhm, die große Bedeutung der Versuche im persönlichen Kunstfluge erkannt und vor allem ihre Ausführung gewagt zu haben mit einer Methode, einer zähen Ausdauer und einem Mute, der erst durch den Tod bezähmt wurde.

Lilienthals Apparat war ein Eindecker; einige seiner Schüler benutzten Zweidecker (dieser Gedanke scheint auf

<sup>1</sup> Bei Aders Versuch war das der Fall; die Zeugen widersprechen sich in dem Punkte, ob das Avion wirklich den Boden verlassen hat; aber selbst wenn man es als sehr wahrscheinlich zugibt, daß dieser Flug wirklich stattgefunden hat, so ist es sicher, daß es eher ein Sprung war als ein wirklicher Flug; der Apparat hat sich nur einige Zentimeter über den Boden erhoben; das war jedenfalls ein Glück; denn höchstwahrscheinlich wäre ein unerfahrener Führer, der plötzlich mehrere Meter über den Boden emporgehoben wäre, das Opfer eines entsetzlichen Unfalls geworden. Sir Hiram Maxim hatte die Vorsicht gebraucht, seinen Flieger auf einem Schienensystem laufen zu lassen, von denen eine ein Erheben hinderte; so hat er diesen Anstoß zu Unfällen vermieden, aber gleichzeitig war sein Versuch für die Zuschauer und die Öffentlichkeit weniger überzeugend.

Chanute zurückzugehen) und Vieldecker; diese verschiedenen Systeme werden wir bei den Drachenfliegern vergleichen und uns hierauf beschränken, die gemeinsamen Linien ihrer Theorie anzugeben.

Wenn man sich auf die geradlinige Gleitlandung beschränkt, bleibt dem, was wir über diese Flugart bei den Vögeln gesagt haben, nichts hinzuzufügen; doch ist es ratsam, einige Bemerkungen über den Gebrauch der Steuer und über die Wendungen einzuschalten; wir werden versuchen, sie so leichtfaßlich und anschaulich wie möglich darzustellen und uns die genaueren und strengeren mechanischen Entwicklungen für später vorbehalten.

Ein Gleitflieger besteht im wesentlichen aus einer merklich ebenen Tragfläche von beträchtlicher Abmessung (wenigstens 10 qm und bis zu 50 qm) oder einer Anordnung von mehreren parallelen Ebenen; diese tragende Fläche, welche wir Apparatebene nennen werden, ist beim Fluge beinahe horizontal; wenn die Luft ruhig ist oder der Wind horizontal weht, muß sie nach den oben bei der Gleitlandung der Vögel gemachten Bemerkungen vorn leicht gehoben werden. An dieser tragenden Fläche, dem Grundstock des Apparates, befinden sich unveränderlich verbunden drei wesentliche Organe: der Führersitz und daneben die Lenkhebel,<sup>1</sup> welche das Höhensteuer und das Seitensteuer bedienen (das letztere könnte fortbleiben, wenn man sich auf Schwebeflüge in gerader Linie beschränkte, ohne Wendungen zu versuchen). Jedes Steuer besteht im wesentlichen aus einer ebenen Fläche (oder aus zwei ebenen parallelen Flächen) von viel kleinerer Ausdehnung als das Tragdeck und ist beweglich. Wenn man die Steuer verstellt, kann man die Neigung des Apparates nach oben oder unten ändern mit Hilfe

<sup>1</sup> Diese beiden Steuer kann gleichzeitig ein einziger Hebel bedienen, wenn er in doppelter Weise betätigt werden kann (von vorn nach hinten und von links nach rechts), was man auch so ausdrückt, daß man sagt: er hat zwei Freiheitsgrade; solche Hebel werden wir beim Wrightflieger finden.

des Höhensteuers, das um eine horizontale Achse beweglich ist, nach rechts oder links mit Hilfe des Seitensteuers, das um eine vertikale Achse beweglich ist. Man muß aber wohl berücksichtigen, daß die Bedienung des Steuers allein nicht genügen würde, um den gewünschten Zweck zu erreichen; ebenso wie es nicht genügt, die Lenkstange eines Rades zu drehen, um eine Wendung auszuführen; bekanntlich muß der Radler bei der Wendung sich nach innen legen. Wir werden die entsprechenden Griffe des Flugführers im vierten Kapitel untersuchen und in den Bemerkungen einige mechanische

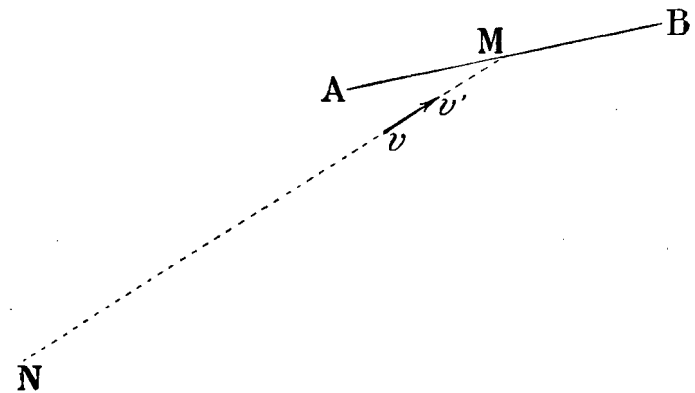


Fig. 10.

Formeln entwickeln, welche allein die Frage mit der wünschenswerten Strenge zu behandeln gestatten. Angesichts der Bedeutung des Gegenstandes werden wir zunächst einige Angaben über die Steuerbedienung in dem Gleitflieger machen.

Bedienung des Höhensteuers. — Der Gleitflieger schwebt auf der Linie MN (Fig. 10): wie wir oben erklärt haben, hat der relative Wind (wenn die Luft als ruhig angenommen wird) eine Richtung, welche der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist, d. h.  $v v'$ ; dieser Wind erzeugt eine Reaktion von doppelter Wirkung: den Fall zu verlangsamen und den horizontalen Vortrieb zu unter-

halten. Setzen wir nun voraus, daß die tragende Fläche  $AB$  aus irgend einem Grunde (Bewegung des Führers, unregelmäßige Brise usw.) sich gegen den relativen Wind neigt; der Druck  $OP$  wird seine Richtung ändern und bewirken (Fig. 11), daß durch seine Komponente  $OP_1$  die Horizontalbewegung sich verlangsamt und der Fall durch seine Komponente  $OP_2$  beschleunigt wird. Außerdem wird es infolge der Lage des Druckmittelpunktes bei kleinem Angriffswinkel häufig vorkommen, daß der Druck  $OP$  das Vorderteil  $OA$  des Tragdecks zu Boden drückt, so daß die ursprünglich schon sehr schwache Neigung sich von selbst noch verfeinern

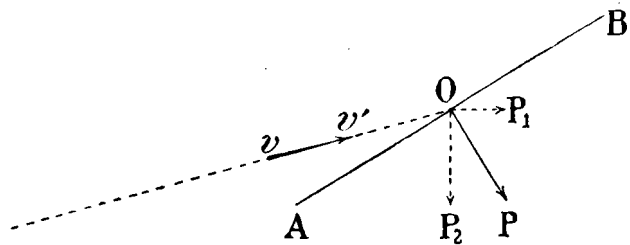


Fig. 11.

wird; der Apparat wird vornüber kippen, d. h.  $AB$  wird vertikal werden; ein schneller Absturz und ein oft sehr schlimmer Unfall werden die Folge sein. Viel schneller als man es beschreiben kann, stellen sich diese Erscheinungen ein; kaum hat der Wind  $v v'$   $AB$  oberhalb gefaßt, da ist auch schon der Absturz unvermeidlich, wenn der Führer sein Höhensteuer nicht bedient hat. Kennt aber der Führer seinen Apparat gut genug, um augenblicklich den möglichen Unfall zu merken, und besitzt er Kaltblütigkeit und schnellen Entschluß (oder ziemlich gut ausgebildete Reflexe), um unverzüglich den erforderlichen Steuergriff zu tun, so wird er die Ebene seines Höhensteuers  $CD$  (das in den vorhergehenden Figuren nicht gezeichnet ist) scharf anziehen; der so geschaffene Druck  $Q$  (Fig. 12) hat sichtlich die Wirkung,

das Vorderteil des Apparates<sup>1</sup> wieder zu heben und infolgedessen den Windangriff wieder unter  $AB$  zu verlegen. Der Steuergriff darf andererseits nicht zulange dauern, so daß der Apparat sich aufbäumt; es gilt ein sehr empfindliches Feingefühl zu erwerben; denn der kleinste Fehler kann verhängnisvoll werden: übrigens ist der Führer eines mit großer Geschwindigkeit fahrenden Automobils in derselben Lage, wenn eine Biegung oder ein unvorhergesehenes Hindernis kommt; nur wenn man in einem kleinen Bruchteil der Sekunde die gerade erforderlichen Bewegungen ausführt, kann der Unfall vermieden werden. Nun sind aber Windstöße

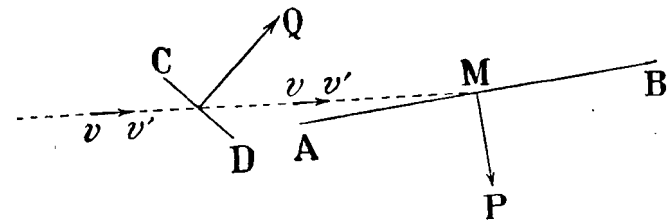


Fig. 12.

viel schwerer vorherzusehen und vor allem schwerer wahrzunehmen als die Zufälligkeiten einer Straße.

Es erfordert auch große Sorgfalt seitens der Führer, eine Anwendung des eben beschriebenen Griffes möglichst zu vermeiden; ehe der Wind  $AB$  von oben faßt, heben sie das Höhensteuer ganz wenig, so daß die Neigung in dem passenden Sinne nur wenig geändert wird.

Die Stabilität oder Instabilität dieser Neigungsänderungen kann man nicht untersuchen, ohne genaue Zahlenwerte und ziemlich verwickelte Rechnungen einzuführen: bei einigen Apparaten gibt es eine gewisse gleichmäßig stabile Lage, und die Bedienung des Steuergriffes wird nur den Zweck haben, zu ihr zurückzukehren, wenn man für einen

<sup>1</sup> Die beiden Drucke  $P$  und  $Q$  bilden merklich ein geraderichtetes Kräftepaar.