

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298530

DER BLÉRIOT'SCHE FLUGAPPARAT
UND SEINE BENUTZUNG DURCH PÉROU
VOM STANDPUNKTE DES INGENIEURS

von
PAUL BÉJEMME
INGENIEUR DES ARTS

MIT 16 ABBILDUNGEN IM TEXT.



DRUCK UND VERLAG VON F. J. LEVY & SOHN
BRUNNEN, KARLSRUHE

xxx
1199

DER BLÉRIOT'SCHE FLUGAPPARAT

UND SEINE BENUTZUNG DURCH PÉGOUD

VOM STANDPUNKTE DES INGENIEURS

VON

PAUL BÉJEUHR

DIPL.-INGENIEUR IN BERLIN

MIT 26 ABBILDUNGEN IM TEXT



30843/.

~~7.7.72~~

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN

BRAUNSCHWEIG 1914

XXX
1199

~~K 9.37~~

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright 1914, by Friedr. Vieweg & Sohn,
Braunschweig, Germany.

1131854



Akc. Nr. _____

498750

VORWORT.

„Flüge mit dem Kopf nach unten — völliges Überschlagen des Flugzeuges in der Luft“ — das waren Nachrichten, denen man erst Glauben schenken durfte, wenn das eigene Auge sie bestätigte. Wie vielen anderen, so ging es auch mir! Als ich Gelegenheit hatte, die Vorführungen zu sehen, da sagten sie mir deutlich, daß wir einen großen Schritt weiter gekommen waren in der „Beherrschung der Luft“. Fliegen konnten wir schon vorher: wie aber der Schlittschuhläufer sich erst wirklich sicher und allen Anforderungen gewachsen fühlt, wenn er sich die Grundzüge des „Kunstlaufens“ angeeignet hat, so verhält es sich auch bei dem Fliegen, und diese Vorbedingungen der Luftbeherrschung hatten uns bisher gefehlt. Der Eisläufer wird das Kunstlaufen vielleicht nie weiter ausüben, aber die ihm in Fleisch und Blut übergegangenen Bewegungen geben ihm die nötige Sicherheit, vor allen Dingen aber das unbedingte Vertrauen zu sich selbst.

Alle diese Überlegungen erregten zugleich den Wunsch in mir, die Flugvorführungen nicht nur zu sehen, sondern sie in allen ihren Einzelheiten genau kennen zu lernen. Da nun Pégoud ebenso wie sein Auftraggeber Blériot sich nicht nur als Meister ihres Faches erwiesen, sondern auch als Meister in der Kunst, das zu verschweigen, was sie bei den Vorführungen für sich zu behalten wünschen, so habe ich mir erst sorgfältig alles erhältliche Material gesammelt und mir dann die einzelnen Flugvorführungen

und die Mittel, mit denen sie erreicht werden, zusammengestellt. Ich glaube nun nicht fehlzugehen in der Annahme, daß sich nicht nur die Fachgenossen, sondern auch das große Publikum, das mit Staunen die ganz ungewöhnlichen Leistungen Pégouds gesehen oder doch Wunderdinge über sie gelesen hat, über diese in der Tat ganz außerordentlich aktuelle Frage eingehender zu unterrichten wünschen, und habe daher versucht, das Material in der nachfolgenden Schrift niederzulegen. Ich möchte nicht versäumen, dem Herausgeber, Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Assmann, für viele wertvolle Winke meinen aufrichtigsten Dank zu sagen, wie ich mich auch dem Verlage, der meinen Wünschen für Herstellung und Druck in jeder Weise entgegengekommen ist, zu besonderem Danke verpflichtet fühle.

Berlin, im Februar 1914.

Der Verfasser.

Inhalt.

| | Seite |
|---|-------|
| Vorwort | I |
| Einführung | 1 |
| Pégouds Entwicklung als Flieger | 3 |
| Blériots Konstruktionstätigkeit | 10 |
| Beschreibung der Pégoudschen Flugvorführungen | 15 |
| Blériots Programm | 24 |
| Erklärung des Schleifenfluges | 26 |
| Konstruktionseinzelheiten des Flugzeuges | 37 |
| Andere (z. T. unfreiwillige) Schleifenflieger | 44 |
| Sind diese Flüge mit jedem Flugzeug möglich? | 48 |
| Der Blériotsche Begriff der „Unsinkbarkeit“ | 52 |
| Konstruktionsregeln | 53 |

Wenn sich mit Flugvorführungen nicht nur die gesamte Tagespresse, sondern der weitaus größte Teil der Fachpresse mit eifrigem Für und Wider in den Aufsätzen namhafter Fachleute beschäftigt, so ist das ein Zeichen dafür, daß diesen Flugvorführungen ein anderer Wert als reinen Kunststücken beigelegt wird, daß man sie im Gegenteil für wert erachtet, sie für die Fluglehre und für die weitere Entwicklung der Flugtechnik heranzuziehen. Das trifft nun in besonders markanter Weise auf die Flugveranstaltungen von Pégoud zu, die er im Auftrage des Hauses Blériot auf allen Flugplätzen der Erde unternimmt.

Was bei diesen Flügen so sehr fasziniert, ist ja nicht der Mut und die Unerschrockenheit allein, sondern vor allen Dingen, daß sie nach einem bestimmten, vorher aufgestellten Programm mit einem feinen Verständnis für die Analyse der Flugbewegungen ausgeführt sind, und daß sie bei richtiger Bewertung gewiß zur Erhöhung der persönlichen Sicherheit des menschlichen Fluges beitragen können.

Technische Darbietungen interessieren im allgemeinen die große Menge nur wenig, technische Neuerungen werden nur einen kurzen Moment bestaunt und dann in das Alltagsleben aufgenommen, gern verwendet, aber eigentlich gar nicht ihrer Bedeutung nach gewürdigt. Infolgedessen hat es auch sehr lange gedauert, bis die großen Leistungen französischer Flieger gerade auf dem Gebiet der Kurven- und Sturzflüge von der indifferenten, wenn auch recht begeisterten Berichterstattung der allgemeinen Tagespresse in die kritische Betrachtungsweise der technischen Zeitschriften übergegangen sind. Aber selbst an diesen Stellen ist eine Analyse der verschiedenen Experimente auf ihren voraussichtlichen Wert für die Weiterentwicklung des Flugwesens selten oder gar nicht vorgenommen worden, und erst die Ereignisse der letzten Zeit, die Sturz- und Rückenflüge Pégouds, haben

mit einem Schlage die Gleichgültigkeit beiseite geschoben. Es ist nur billig, der hervorragenden Leistungen Prévosts, Gilberts, Brindejoncs, Chevilliards zu gedenken, deren Sturzflüge vor geraumer Zeit noch das Blut der Zuschauer ins Stocken geraten ließen, deren Leistungen aber jetzt nach Pégouds Flügen — unter die kritische Lupe genommen — gar nicht als einfache Stürze aufzufassen sind, sondern als Flüge, bei denen in jeder einzelnen Phase der Flieger sein Fahrzeug vollkommen beherrscht.

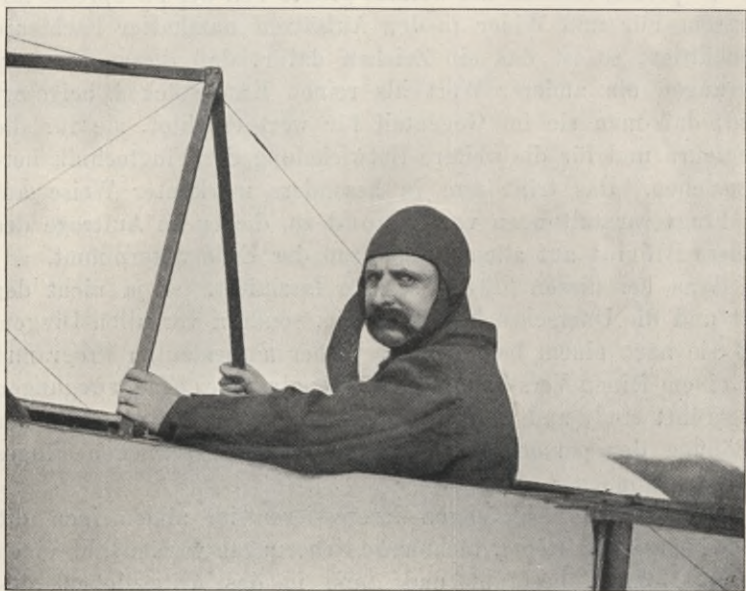


Fig. 1. Louis Blériot.

Was die Pégoudschen Flüge vielleicht merklich von den ersterwähnten Darbietungen unterscheidet, ist, daß sie nach einem bereits von langer Hand vorbereiteten Programm ausgeführt werden, daß es sich also bei ihnen um eine systematische Folge von Experimenten handelt, die einer ganz bestimmten Methodik eingeordnet sind, und nach den Angaben Blériots in exakter Weise von Pégoud zur Vorführung gelangen.

Bevor wir nun auf die Experimente und ihren Wert näher eingehen, wollen wir die einzelnen Versuche, wie sie von authen-

tischen Fachleuten beobachtet sind, kurz beschreiben, da in mancherlei sonstigen Veröffentlichungen kleine Unrichtigkeiten vorgekommen sind, die sich zwanglos dadurch erklären, daß es außerordentlich schwer ist, bei der Höhe, in welcher sich die Vorgänge abspielen, und bei der verhältnismäßig großen Geschwindigkeit sich ein richtiges Bild über die einzelnen hierbei ausgeführten Flugvorgänge zu machen, geschweige denn die nötigen Steuerbewegungen im richtigen Moment zu beobachten.



Fig. 2. Alphonse Pégoud.

Wie wir später sehen werden, spielt die Persönlichkeit des Fliegers bei allen diesen Experimenten eine außerordentlich wichtige Rolle, und es erscheint angebracht, wenn ein paar kurze Worte über den Flieger Pégoud dieser Besprechung vorausgehen.

Alphonse Pégoud (Fig. 2) ist erst 24 Jahre alt und stammt aus dem an die Alpen grenzenden Departement Isères, und zwar aus dem Ort Montferrat. Nachdem er mit 18 Jahren in die französische Armee eingetreten war, absolvierte er fünf Jahre Dienst-tätigkeit bei der Kolonial-Infanterie in Algier und kehrte als

Unteroffizier nach Frankreich zurück, wo er sofort Stellung in der Flugzeugfabrik von Blériot nahm. Als anstelliger, äußerst geschickter Mechaniker absolvierte er im Oktober 1912 seinen ersten Flug, bestand im Februar 1913 die Flugzeugführerprüfung und wurde bald darauf mit dem Posten eines Chefpiloten der

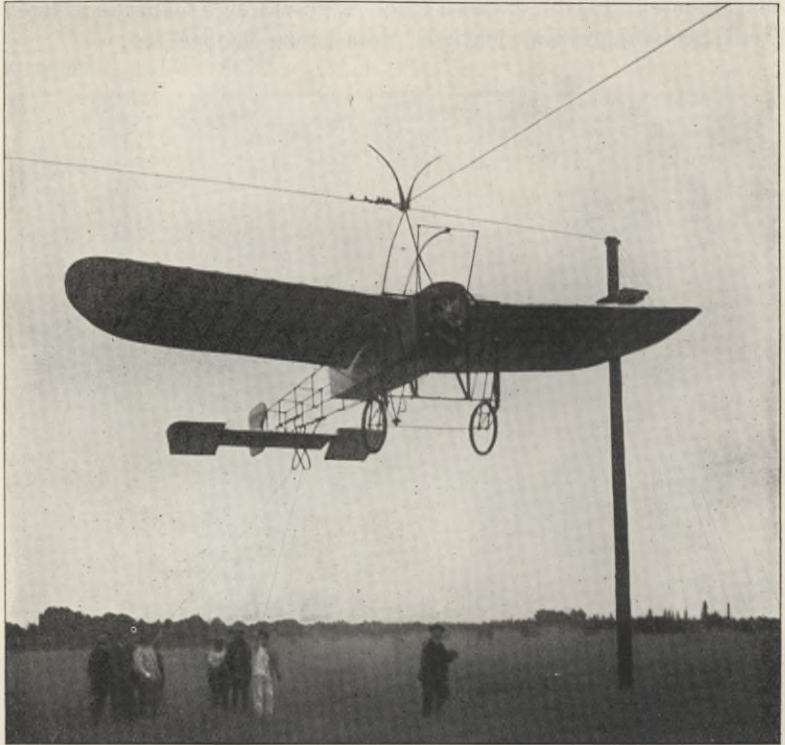


Fig. 3. Blériots Start- und Landevorrichtung.

Das Flugzeug am Kabel.

Blériot-Flugschule betraut. Als solcher hat er nun später die vielen Neuerungen erprobt, die gerade Louis Blériot in so zahlreicher und fast immer außerordentlich geschickter Weise entworfen hat. Erst im Juli erprobte er als erster die neue Start- und Landungsvorrichtung (Fig. 3 u. 4) für Flugzeuge, die Blériot hauptsächlich für leichte Wasserflugzeuge entworfen hat, nachdem er sich bei den letzten Wasserflugzeugwettbewerben in Monaco,

Tamise, St. Malo davon überzeugt hatte, daß bei einigermaßen starkem Seegang die mit leichten Motoren ausgerüsteten Flugzeuge nicht in der Lage waren, vom Wasser abzukommen, und daß auch ihr Niedergehen auf das Wasser fast immer irgend welche Beschädigungen nach sich zog. Bei dieser Vorrichtung gleitet das



Fig. 4. Blériots Start- und Landevorrichtung.

Die Haltegabel mit Federung am Flugzeugrumpf.

Flugzeug mittels einer geeigneten Vorrichtung am Spannturm derselben auf einem ausgespannten Kabel entlang, bis seine Geschwindigkeit das zum Fliegen nötige Minimum überschritten hat. Bei der Landung wird ebenfalls das Kabel angesteuert, die Vorrichtung klinkt von selbst ein und das Flugzeug kommt nach kurzem Gleiten am Kabel zur Ruhe. Der am Flugzeug selbst fest angebrachte Teil besteht bei Eindeckern aus einer V-förmigen

Verlängerung des Spannturmes; er läßt sich jedoch mit geringen Modifikationen auch an Doppeldeckern anbringen. Es muß jedoch beachtet werden, daß sich dieses Gestell senkrecht über dem Schwerpunkt befindet, damit der Apparat den Steuern gut gehorcht. Die Schenkel des V klaffern ziemlich weit auseinander und stehen senkrecht zur Flugrichtung. Das Tragkabel ruht im inneren Winkel dieses V unter dem Riegel, der sich um einen Bolzen nach oben und unten frei drehen kann, durch eine Feder aber stets in die Sperrlage gebracht wird, in welcher er durch

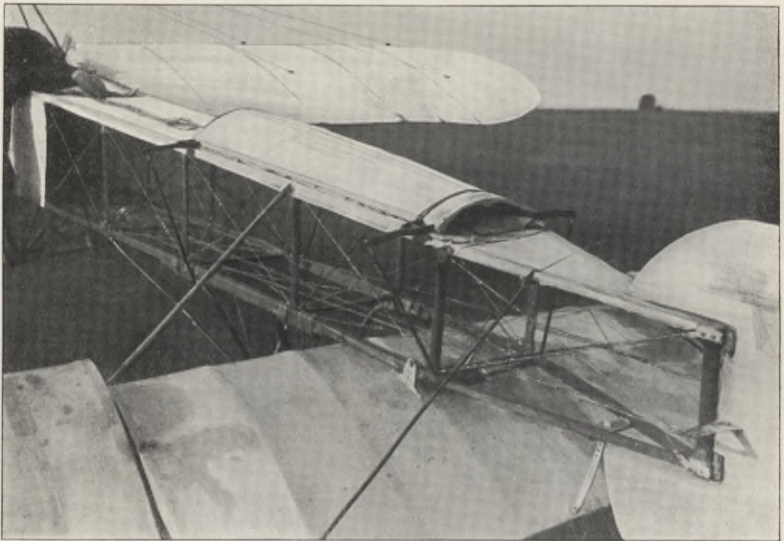


Fig. 5. Fallschirmversuch.
Der zusammengefaltete Schirm am Flugzeug.

den Nocken eines Winkelhebels gesichert und durch eine Spiralfeder besonders gehalten wird.

Kurze Zeit später erprobte Pégoud den von Bonnet erfundenen Fallschirm zur Rettung der Insassen abstürzender Flugzeuge. Ein alter Blériot-Eindecker mit Anzani-Motor wurde mit dem Fallschirm versehen (Fig. 5) und Pégoud stieg sehr schnell bis zu 200 m Höhe, worauf er den Apparat scharf gegen den Wind einstellte und nun durch ein ruckweises Betätigen der Höhensteuerung das Flugzeug zum Vornüberkippen brachte. Er selbst

war mit einer geeigneten Bandage, die sich um den Leib und über die Schultern erstreckte, mit dem Fallschirm verbunden. Der Fallschirm öffnete sich schon während des Gleitfluges kurz vor dem Kippen und riß, nachdem er völlig aufgebläht war, den Flieger nach hinten von seinem Sitz aus dem Apparat heraus, so daß Pégoud mit mäßiger Geschwindigkeit zur Erde herunterglitt. Der Apparat, dessen Motor der Flieger nicht mehr so schnell abstellen konnte, fiel zunächst in ziemlich steiler Schräglinie herab, erreichte dann jedoch zu große Geschwindigkeit und bäumte sich in etwa 50 m über dem Boden wieder auf. Er überschlug

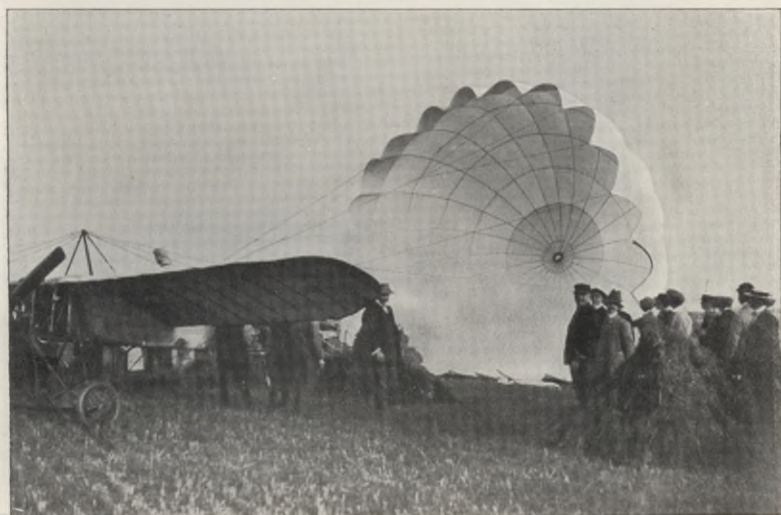


Fig. 6. Fallschirmversuch.

Der aufgeblähte Schirm (beachtenswert das Größenverhältnis zum Flugzeug).

sich nun nach hinten, drehte sich um sich selbst und stieß mit den Rädern auf den Boden auf, ohne sich erheblich zu beschädigen. Es ist hierbei zweierlei bemerkenswert: einmal die wirklich recht gute Gleitlage (Fig. 7) des führerlosen Flugzeuges, der es wohl auch zu verdanken ist, daß der Apparat mit verhältnismäßig geringen Beschädigungen am Boden ankam; weiter die Tatsache, daß bei diesem Fallschirmabstieg aus dem abstürzenden Flugzeug der unbedingt auftretende Ruck sich doch durch geeignete Vorrichtungen so auf den Körper des Menschen

hat verteilen lassen, daß irgend welche Schädigungen nicht auftraten.

Dies rührt wohl zum Teil daher, daß der Fallschirm sich langsam aufblähte (Fig. 6), während er noch mit dem Flugzeug fest verbunden war, wodurch ihm die dem Flugzeug innewohnende lebendige Kraft als Beschleunigung zuteil wurde, so daß ein verhältnismäßig langsames Herausziehen des Fliegers nach hinten erfolgte. Nun handelte es sich aber bei dieser Erprobung um ein gewolltes Unternehmen, d. h. der Flieger hatte von An-



Fig. 7. Fallschirmversuch.

Der Flieger hat mit dem Schirm soeben den Flugapparat verlassen.

fang an die Absicht, sich in einem bestimmten Moment vom Flugzeug zu trennen, wengleich er auch zunächst mit großer Annäherung an die Wirklichkeit dem Flugzeuge eine ziemlich beträchtliche Sturzeschwindigkeit erteilt hatte. Ganz anders liegt der Fall jedoch, wenn ein Flugapparat wirklich abstürzt, und es dem Flieger trotz aller Bemühungen nicht gelingt, ihn wieder in die Gewalt zu bekommen. Dann sind hierdurch schon kostbare Sekunden verflossen, der Apparat hat bereits eine hohe Sturzeschwindigkeit erlangt, bis der Flieger sich zum Äußersten

entschließt, seinen Apparat zu verlassen (er ist in diesem Augenblick mit dem Kapitän eines Schiffes zu vergleichen, der auch nur im dringendsten Notfall von der Kommandobrücke geht). Nun wird sich der Fallschirm infolge der steilen Lage des Flugzeuges schnell aufblähen und den Flieger doch mit einem solchen Ruck aus dem Apparat reißen, daß ihm voraussichtlich das Rückgrat gebrochen wird, jedenfalls aber schwere innere Verletzungen zugefügt werden.

Hatte Pégoud durch die Erprobung der neuen Startvorrichtung bereits den Nachweis einer großen Geschicklichkeit in der Handhabung seines Flugapparates erbracht, so zeigte der Fallschirmversuch bei allem Vertrauen, das er seinem Freunde Bonnet und seinen Versicherungen über die Güte des Fallschirmes entgegenbrachte, unter Berücksichtigung der obenerwähnten Punkte, die ihm sicher nicht unbekannt waren, das mutige Draufgängerwesen Pégouds, dessen wir nun einmal für alle derartigen Versuche unbedingt benötigen und ohne welches technische Fortschritte nicht möglich sind. Gerade dieser Versuch ist so außerordentlich charakteristisch, weil er förmlich darauf hinweist, daß Pégoud der gegebene Mann ist, die nächsten praktischen Bestätigungen theoretischer Überlegungen zu erbringen. Die Gelegenheit ließ denn auch nicht lange auf sich warten: bei einem Übungsflug, den er für seine Flugschule unternahm, kam das Flugzeug in eine äußerst gefährliche Lage, es schien zu kentern und seitlich abzustürzen. Bewußt oder unwillkürlich hat nun Pégoud die auch von Chevilliard zu dieser Zeit schon angewendeten Steuerbetätigungen ausgeführt, auf die wir weiter unten zurückkommen werden, und es gelang ihm in der Tat, durch diese ruhig ausgeführten Manöver den Apparat wieder aufzurichten¹⁾.

¹⁾ Es ist vielfach die Meinung verbreitet worden, und es sind Diskussionen darüber abgehalten, daß Blériot lediglich aus rein theoretischen Überlegungen dazu gekommen sei, die Möglichkeiten der Rückenflüge sowie des seitlichen Überschlagens praktisch zu erproben. Dem gegenüber sind die Feststellungen von Wert, daß Pégoud und auch Blériot bei einigen Vorträgen in Frankreich ausdrücklich erwähnt haben, daß ersterer während eines Übungsfluges infolge einer Böe mit seinem Apparat in die oben skizzierte Lage gekommen sei, die unbedingt zum Überschlagen hätte führen müssen, wenn nicht durch Steuerbetätigung die normale Fluglage allmählich wieder herbeigeführt worden wäre.

Dieses Vorkommnis setzte in Pégoud den Gedanken fest, den Apparat ganz herum auf den Rücken zu legen und den Versuch zu machen, ihn auch aus dieser Stellung wieder in die normale Fluglage zu bringen. Bestärkt wurde Pégoud in diesem Vorhaben noch dadurch, daß er bei heftigen Böen sehr häufig das Empfinden hatte, umgeworfen werden zu können. Das Bewußtsein — schloß er weiter —, daß bei allen diesen Zwischenfällen keinerlei Gefahr bestände, wenn nur die Geistesgegenwart bewahrt blieb, würde den Flieger nun ganz außerordentlich beruhigen; diese Gewißheit ließ sich jedoch nur dadurch erhalten, daß einmal der Beweis erbracht wurde, wirklich auf dem Rücken zu fliegen und den Apparat wieder herzubringen.

Pégoud trat daher an Blériot immer wieder mit dem Anliegen heran, ihm einen Apparat für diese Versuche zur Verfügung zu stellen, und Blériot ging nach einigen Vorexperimenten an die Konstruktion eines für derartige Versuche geeigneten Flugzeuges.

Haben wir so Pégoud auf seinem Entwicklungsgange kennen gelernt, so verdient andererseits Louis Blériot (Fig. 1) als zielbewußter Konstrukteur unsere Aufmerksamkeit. Schon von den ersten Jahren dieses Jahrhunderts an hat Blériot unermüdlich an der Konstruktion von Flugapparaten gearbeitet. Waren zunächst seine Konstruktionen auch nicht einem besonderen System, einer bewußten Methode untergeordnet, so zeigte sich die Blériotsche Eigenart doch schon darin, daß allen seinen Konstruktionen etwas Zartes, Elegantes, gleichsam dem Mittel, in welchem sich die Fahrzeuge bewegen sollen, Angepaßtes aufweisen. Auch noch etwas anderes ist bemerkenswert. Von seinem ersten Typ an hat Blériot einen „gesonderten Flugzeugrumpf“ verwendet, dem er gleich von Anfang an vorn die Maschinenanlage, hinten die Steuerorgane anfügte. Trotz der großen und epochemachenden Erfolge der Gebrüder Wright ist er von dieser Konstruktion niemals abgewichen, und es zeugt von hervorragend konstruktivem Geschick, daß er es gleich verstanden hat, die Grundprinzipien moderner Flugtechnik in seinen Apparaten zu vereinigen. Wir werden später noch manche Einzelheit des Pégoudschen Flugzeuges kennen lernen, die mit geringen Abänderungen bereits bei dem berühmten Kanalflugzeug Blériots vorhanden war und sich bis auf den heutigen Tag bewährt. Mit seinem 11. Apparat (!)

gelang ihm am 31. Oktober 1908 der historische Überlandflug in Form einer Rundreise von Toury über Artenay nach Toury zurück, wobei er bei einer Gastwirtschaft Santilly eine Kaffeepause machte und gleichzeitig die Zündkerzen seines Motors nachsah. Eigentlich bekannt wurde Blériot jedoch erst durch seinen berühmten Kanalfflug am 23. Juli 1909, und es verdient hervorgehoben zu werden, daß er diesen Flug mit schweren körperlichen Verletzungen durchführte, von dem brennenden Ehrgeiz getrieben, seinem Konkurrenten Latham, der bereits mehrere Fehlversuche gemacht hatte, die Siegespalme zu entreißen. Beim ersten Anflug in Calais floß Benzin aus dem Behälter und entzündete sich, sodaß Blériot ganz erhebliche Brandwunden an den Händen und am Oberschenkel davontrug. Trotzdem führte Blériot mit eiserner

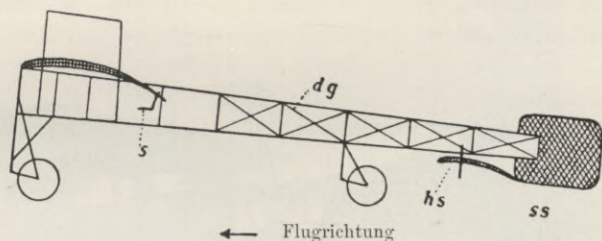


Fig. 8. Blériot-Eindecker, Kanalfflug-Typ 1909.

s = Sitz, *dg* = durchlaufendes Gestell (Rumpf), *hs* = Höhensteuer,
ss = Seitensteuer.

Energie sein Vorhaben zu Ende; er war jedoch bei seiner Landung in England so erschöpft und entkräftet, daß man ihn aus dem Apparat (Fig. 8) herausheben mußte.

In den nächsten Jahren hat Blériot dann vielerlei experimentiert. Er hat im Auftrage Deutsch de la Meurthes die bekannte Luftdroschke gebaut, die auf dem dritten Pariser Salon berechtigtes Aufsehen (wenn auch mehr in Laienkreisen) erregte. Bei einigen Flügen, die im April des nächsten Jahres mit dem Apparat vorgenommen sind, zeigte sich, daß die geschlossene Limousine, wenn auch nicht sonderlich flugtauglich, doch mehr als ein einfacher Ausstellungsgegenstand war, der in der Hand eines tüchtigen Fliegers wirklich zu Überlandflügen benutzt werden konnte. Bereits im September 1911 baute Blériot den Ententyp (Fig. 9) mit dem nach vorn sich erstreckenden Rumpf mit Höhen-

steuer und den an beiden Enden der Tragflügel sitzenden Hilfsklappen, die gleichzeitig zur Quersteuerung und zur Seitensteuerung Verwendung fanden. Wenn man den Apparat näher betrachtet, so findet man auch hier Blériots Eigenheiten durchaus wieder. Der Rumpf könnte genau so gut mit einer anderen Schraube, die statt einer Druckwirkung eine Saugwirkung ausübt, für ein normales Flugzeug Verwendung finden. Lediglich das Fahrgestell hat gewisse Abänderungen erfahren. Die Maschine zeigte ganz gute Flugeigenschaften, die wohl besonders dem guten Wirkungsgrad der hinten ungestört arbeitenden Luftschraube zuzuschreiben sind; die schwierigere Steuerung im Vergleich zu den normalen



Fig. 9. Blériot-Ententyp.

Apparaten stellte sich jedoch ihrer allgemeinen Einführung hindernd entgegen.

Es ist jedoch auch über diese Typenanordnung noch lange nicht das letzte Wort gesprochen, vielmehr steht zu erwarten, daß sie *mutatis mutandis* (vielleicht mit einer Annäherung an den Pfeiltyp) für Wasserflugzeuge gewisse Vorzüge in sich vereinigt, weil sie beim Abkommen des startenden Wasserflugzeuges wegen des fehlenden Schwanzes wesentlich schneller und leichter aus dem Wasser herauskommen wird als die jetzigen Konstruktionen. Erwähnung verdient vielleicht noch der Blériot-Luftomnibus (Fig. 10), der zur Aufnahme von 10 Fluggästen bestimmt war und in seiner konstruktiven Durchführung ebenfalls eine Menge inter-

essanter Details besitzt. Der hoch liegende Motor und Propeller, das durchlaufende Tragdeck und der tief liegende Rumpf mit Schwanzflächen und Steuerorganen zeigt in vielen Fällen schon die typische Anordnung des Flugbootes, obwohl er bereits am 2. Februar 1911 von Lemartin im Fluge erprobt worden ist.

Aus allen diesem geht wohl unzweifelhaft hervor, wie rührig Blériot stets gearbeitet hat, wie sehr er aber auch an als richtig erkannten Konstruktionen festhielt, die er nur schrittweise verbesserte. Wenn eine Zeitlang gewisse Gerüchte im Umlauf waren, daß die Blériotschen Konstruktionen sich als viel zu schwach erwiesen hätten (Gerüchte, die sich zweifellos auf gewisse Tatsachen stützen konnten, hat doch z. B. die französische Militärbehörde kurze Zeit Blériot-Apparate nicht verwendet), so wurde dies besonders durch die feingliedrige Form seiner Apparate unterstützt. Im Gegensatz zu den schweren Doppeldecker-Kon-

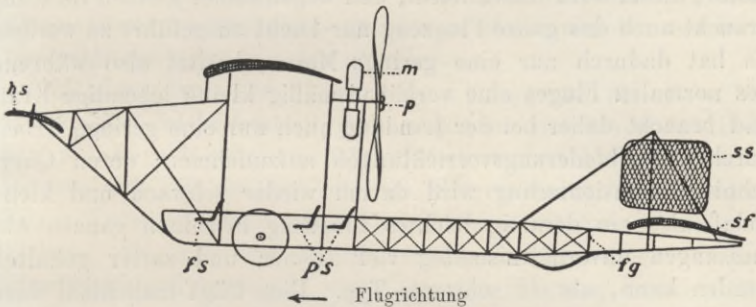


Fig. 10. Blériot-Luftomnibus.

struktionen, die noch mit gewissen Armierungen usw. versehen waren, mußten die Blériotschen libellenhaften Eindecker etwas Überzartes an sich haben. Es möge jedoch auf folgendes an dieser Stelle hingewiesen werden. Ein schweres, Betriebsstoffe für längere Flugleistungen mit sich führendes Flugzeug, mit einer starken Maschinenanlage ausgerüstet, muß einmal schon wegen des kräftigen Motors eine viel stärkere Profilierung der Einzelteile, d. h. der Holme, der Tragrippen, der Querstrebe, Landungskufen usw. erhalten, um den an Gewicht schweren Motor tragen und die von ihm entwickelte Leistung aushalten zu können. Ferner sind die schweren Standmotoren, sofern nicht sechs bis acht Zylinder vorgesehen sind, in bezug auf die freien Massen

nicht sonderlich gut ausgeglichen, infolgedessen muß das Fundament — also der Flugzeugkörper — stark und kräftig ausgeführt werden, um diese freien Kräfte aufzunehmen. Die leichten Rotationsmotoren haben dagegen den Vorteil, völlig ausgeglichen zu arbeiten, weshalb sie auch auf dem leichtesten Fundament erschütterungsfrei laufen. Durch die vergrößerte Profilbemessung wird der Apparat als solcher aber auch wieder schwerer; er muß zur Fortbewegung stärker beschleunigt werden, d. h. ihm wird auch eine größere lebendige Kraft verliehen, die dann bei der Landung von der Federung des Landungsgestelles aufgenommen werden muß. Diese Arbeitsaufnahme durch das Landungsgestell erfordert ihrerseits wieder eine bestimmte kräftige Dimensionierung aller Einzelteile, wodurch der Apparat noch stärker und noch schwerer wird. Das alles fällt beim leichten Apparat fort: das Flugzeug ist klein und braucht infolgedessen keinen starken Motor; dieser wird daher leicht, und wegen seiner kleinen Leistung braucht auch das ganze Flugzeug nur leicht ausgeführt zu werden. Es hat dadurch nur eine geringe Masse, besitzt also während des normalen Fluges eine verhältnismäßig kleine lebendige Kraft und braucht daher bei der Landung auch nur eine geringe Arbeit durch die Abfederungsvorrichtungen aufzunehmen; deren Querschnittsdimensionierung wird darum wieder schwach und klein, sodaß also ein derartig leichtes Flugzeug in seinen ganzen Abmessungen unverhältnismäßig viel kleiner und zarter gehalten werden kann, als ein schwerer Typ. Dies trägt manchmal dazu bei, daß man sich bei flüchtiger Besichtigung eines Flugapparates in der Beanspruchung der Einzelteile täuscht und ein in Wirklichkeit kräftig genug bemessenes Flugzeug für zu schwach hält.

Wir haben bereits vorhin die tüchtigen Leistungen anderer französischen Flieger in Kunstflügen kurz herangezogen. Sie sind sicher Pégoud nicht unbekannt gewesen; aber alle diese Leistungen werden von den ausübenden Fliegern stets in bezug auf die Art, wie sie zustande kommen, mit einem dichten Schleier umgeben und wie ein strenges Geheimnis ängstlich gehütet. Pégoud selbst gibt in seinen Vorträgen ja auch nicht die leiseste Andeutung, wie er seine Evolutionen ausführt, aber in diesem sensationellen Fall haben dann verschiedene erprobte Fachleute ihre Beobachtungen veröffentlicht, sodaß sich aus allen zusammen doch ein ziemlich einwandfreies Bild der Vorgänge ergibt. Wichtig

als Vorversuche waren jedenfalls die Chevilliardschen Experimente, der bereits auf seinen Flugvorführungen in Juvisy und auch in Kopenhagen enge Kurvenflüge ausgeführt hat, bei denen die Querachse des Flugzeuges nahezu senkrecht stand. Er bewegte sich also gewissermaßen in einem großen, senkrecht auf der Erde stehenden Lufttrichter und fuhr mit seinen Tragflächen auf der Innenfläche des Trichters langsam in Spiralen nach unten. Um aus dieser Lage wieder in die normale Fluglage überzugehen, benutzte er dann das jetzt annähernd horizontal liegende Seitensteuer, durch welche Betätigung der Schwanzteil gegen die Tragfläche zurückblieb, der Apparat begann unmerklich seitlich abzurutschen und kam dadurch in eine neue vertikale Lage, wobei die Flugzeuglängsachse senkrecht zur Erde stand. Aus dieser Lage ging er dann durch Betätigung des Höhensteuers allmählich in den Gleitflug über. Es handelt sich also darum, während kurzer Augenblicke das Höhensteuer mit dem Seitensteuer zu vertauschen, was zweifellos eine konzentrierte Aufmerksamkeit des Fliegers erfordert.

Nachdem dann der Blériotsche Flugapparat für diese besonderen Zwecke hergestellt war, wurde er für den ersten Flug noch mit dem bereits erprobten Bonnetschen Fallschirm ausgerüstet; der Teil um den Sitz des Fliegers herum war in sorgfältiger Weise gepolstert und Pégoud selbst mit einer besonderen Bandage, die mit dem augenblicklich lösbaren Blériotschen Sicherheitsschloß verriegelt wurde, an das Flugzeug angeschnallt. Mit diesem Apparat unternahm Pégoud dann am 1. September vor einem kleinen geladenen Kreise den ersten Rückenflug, indem er mit seinem Flugzeug ein „S“ in der Luft beschrieb.

Was nun die Vorsichtsmaßregeln mit dem Fallschirm anbelangt, so muß hierbei beachtet werden, daß nach Pégouds Angaben der Fallschirm erst nach Schluß der dritten Sekunde ihn aus der Maschine gehoben hat. Ein frei schwebender Körper durchfällt aber in drei Sekunden 45 m, woraus sich zwanglos ergibt, daß der Schirm in diesem Fall nur dann Wirksamkeit und Schutz geboten hätte, wenn ein Unglücksfall erst in mindestens 45 m Höhe eingetreten wäre. Praktisch kann man wohl ohne weiteres annehmen, daß die ersten 100 m über dem Erdboden auch bei Mitnahme eines Fallschirmes doch noch eine gefährliche Zone bilden, innerhalb welcher ein Bruch des Flug-

zeuges fast mit Sicherheit ein katastrophales Ende bedeutet, so daß erst in größeren Höhen eine Fallschirmkonstruktion ähnlich der Bonnetschen Bedeutung erlangt, wobei jedoch erwähnt werden kann, daß auch eine Reihe guter deutscher Erfindungen auf dem Gebiet vorliegen, die für eine Entfaltung des Schirmes ähnliche Prinzipien vorschlagen wie Bonnet.

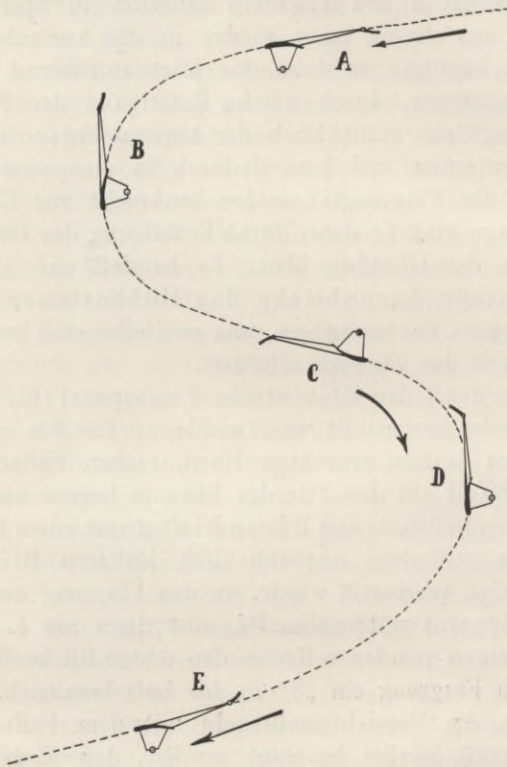


Fig. 11. Schematische Darstellung des „S“-Fluges.

Bereits am nächsten Tage wurde dieselbe Flugvorführung auf dem Flugfelde zu Juvisy wiederholt, und zwar in Gegenwart der bekanntesten französischen Fachleute.

Diese Flugvorführung besteht darin, daß Pégoud, nachdem er eine gewisse Höhe erreicht hat, mit seinem Apparat in einen schnellen, immer steiler werdenden Gleitflug übergeht; er stellt dann den Motor ab, gibt kräftig Tiefensteuer und erledigt jetzt

einen kurzen Sturzflug (Fig. 11). Durch abermaliges Tiefensteuer geht er in die Rückenlage über, wobei der Apparat fast genau horizontal liegt — die Räder nach oben, der Flieger mit dem Kopf nach unten. In dieser Lage wird ein Flug von etwa 500 m Länge

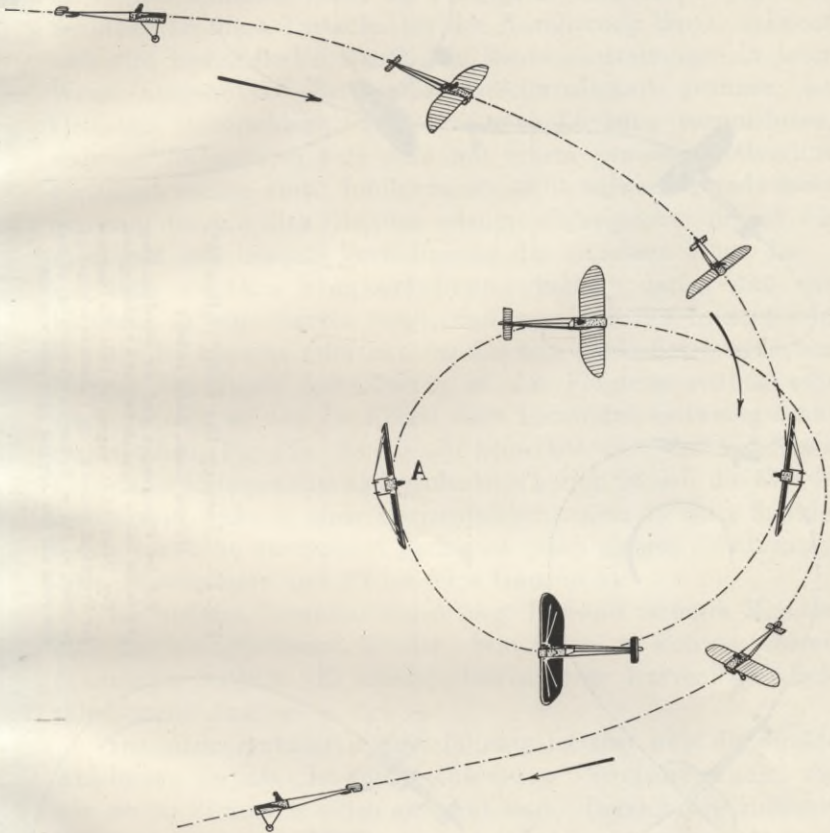


Fig. 12. Enger horizontaler Schleifenflug.

(etwa 25 Sekunden Dauer) zurückgelegt. Hierauf erfolgt durch starkes, ruckweises Höhensteuer ein erneuter senkrechter Sturzflug, der dann durch abermaliges Höhensteuergeben wieder in die normale Fluglage überführt. Der große Wert, den Pégoud darauf legt, seiner Maschine durch steilen Gleitflug eine große Geschwindigkeit zu erteilen, beruht nicht nur darauf, daß er ihr eine große Massenbeschleunigung geben will, um so durch die ihr

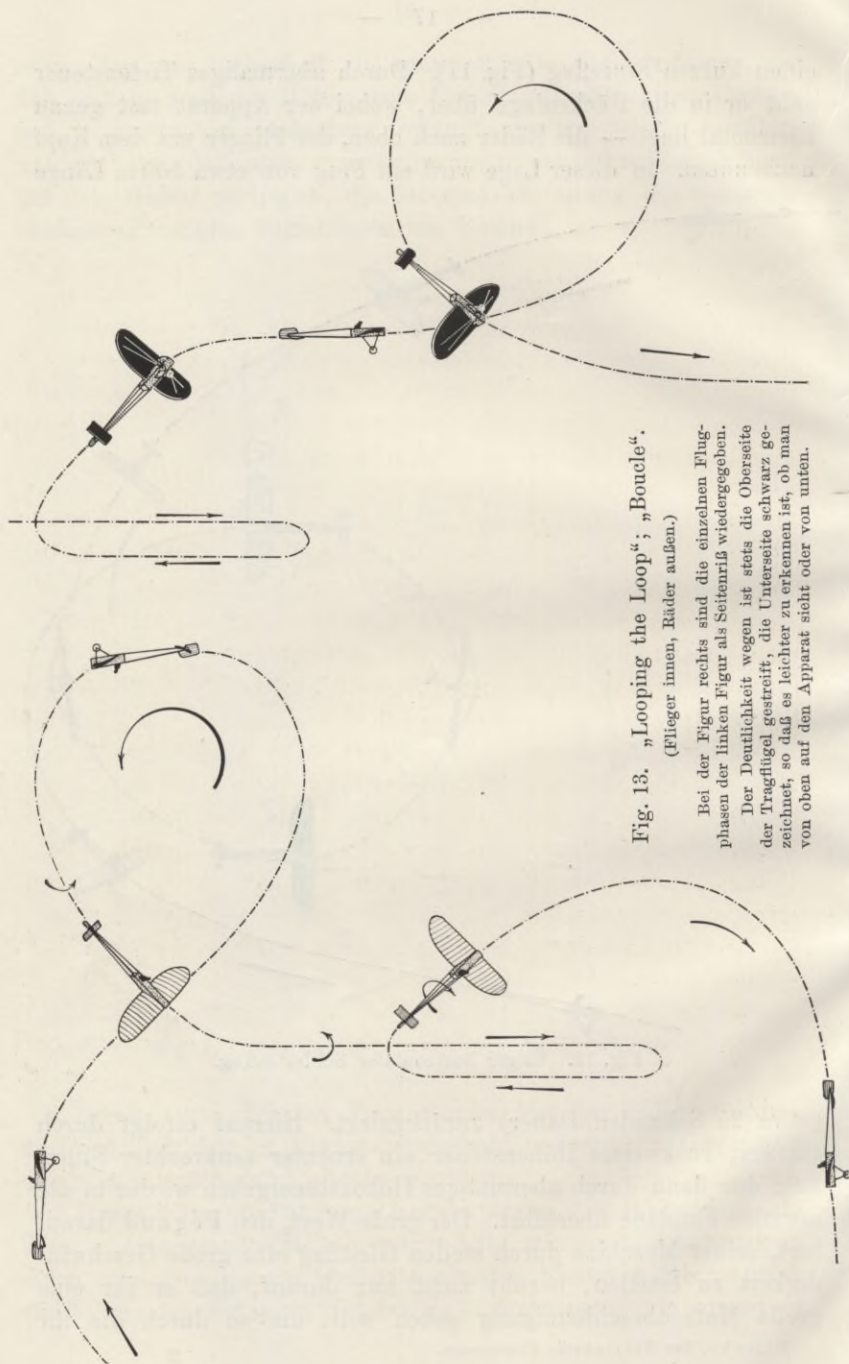


Fig. 13. „Looping the Loop“; „Boucle“.

(Flieger innen, Räder außen.)

Bei der Figur rechts sind die einzelnen Flugphasen der linken Figur als Seitenriß wiedergegeben.

Der Deutlichkeit wegen ist stets die Oberseite der Tragflügel gestreift, die Unterseite schwarz gezeichnet, so daß es leichter zu erkennen ist, ob man von oben auf den Apparat sieht oder von unten.

innewohnende lebendige Kraft auch ein gewisses Ansteigen zu ermöglichen, sondern vor allen Dingen darin, daß erfahrungsgemäß jedes Flächensteuer um so blitzartiger und sicherer anspricht, je größer die Eigengeschwindigkeit ist, mit der sich das betreffende Fahrzeug gegen die Flüssigkeit oder Luft bewegt. Im Schiffbau ist diese Tatsache bei der Navigierung längst bekannt und wird besonders bei sportlichen Rennveranstaltungen in jeder Weise ausgenutzt. Bei großer Geschwindigkeit genügen die kleinsten Steuerschläge, um sofort eine Lenkung vorzunehmen, während im anderen Fall stets mit einem gewissen Zeitverlust gerechnet werden muß. Infolgedessen stellt teilweise gerade diese extreme, durch steilen Gleitflug erlangte Eigengeschwindigkeit die wichtigste und nötigste Vorbedingung der einzelnen Flüge dar.

Eine weitere Flugvorführung besteht darin, daß das Flugzeug so enge Kurven fliegt, daß man fast der Ansicht sein könnte, der Apparat schwenke um das eine Ende der Tragflächen herum. Bei diesen Spiralkurven ist das Flugzeug seitlich sehr stark geneigt, so daß die Flügel statt horizontal, zeitweilig senkrecht stehen (Fig. 12). Es ist sehr bemerkenswert, daß bei diesen Flügen der Höhenverlust außerordentlich gering ist, d. h. die Kurven liegen zwar nicht in einer Horizontalebene, aber in einer Spirale, deren Ganghöhe nur äußerst gering ist (nach einigen Schätzungen 40 m Durchmesser und 20 bis 30 m Ganghöhe).

Bei anderen Veranstaltungen fliegt Pégoud mehrere Minuten lang mit hochgehobenen Händen, bzw. indem er sich am oberen Spannturm festhält. Er erledigt hierbei enge Kurvenflüge, Spiralen, steile Anstiege u. dgl.

Die eindrucksvollste Flugvorführung ist aber wohl die direkte Anlehnung an die „Looping the Loop“-Vorführungen, wie wir sie im Zirkus zu sehen gewohnt sind. Diese Flüge vollführt Pégoud in zweierlei Arten: einmal steigt er mit seinem Apparat in eine Höhe von 800 bis 1000 m und geht dann mit leicht abgedrosseltem Motor in einen immer schneller werdenden Gleitflug über. Plötzlich richtet er mit einem kräftigen und kurzen Ausschlag des Höhensteuers bei gleichzeitiger Vollgaseinstellung seinen Apparat auf, es erfolgt ein kurzes Ansteigen und nach nochmaligem Ruck am Höhensteuer im gleichen Sinne ein Überschlagen des Apparates in die Rückenlage (Fig. 13). In dieser Stellung wird ein kurzer, ziemlich steiler Gleitflug bei fast horizontal

liegendem Flugzeug erledigt, worauf der Apparat durch kräftige Betätigung der Verwindung über eine Flügelspitze wieder in die Sturzlage übergeht, um hierauf in die normale Gleitlage durch nochmaliges Betätigen des Höhensteuers zurückzukehren. Ist noch genügend Flughöhe vorhanden, so erfolgt ein erneutes Überschlagen im gleichen Sinne, wobei jedoch stets die Flugrichtung um etwa 90° verändert wird. Pégoud hat unter anderem Flüge mit achtmaligem Überschlagen hintereinander vollführt.

Wesentlich schwieriger scheint die zweite Art des „Looping the Loop“ zu sein, die von vielen Seiten bestritten, aber auf mehreren Flugplätzen unzweifelhaft beobachtet worden ist. Bei dieser geht das Flugzeug zunächst wieder bei einmal erreichter Höhe in einen sich schnell beschleunigenden Gleitflug über; durch kräftiges Tiefensteuer folgt die Rückenlage und durch abermaliges kräftiges Rucken am Höhensteuer im gleichen Sinne im Verein mit sofortigem Vollgasgeben des Motors das Vornüberschlagen mit senkrechtem Anstieg (Fig. 14). Aus dieser Stellung geht Pégoud durch abermaliges Höhensteuerbetätigen in die normale Fluglage über, wobei er jedoch ebenfalls stark Verwindung und Seitensteuer gleichzeitig betätigt. Auch aus dieser Stellung heraus werden entweder weitere Todesschleifen geflogen oder aber er kehrt mittels Gleitfluges zur Erde zurück.

Endlich ist noch eine besondere Art des Rückenfluges zu verzeichnen gewesen, bei welchem das Flugzeug, nachdem es durch einen langen Gleitflug mit laufendem Motor die nötige Geschwindigkeit erreicht hat, durch plötzliches Höhensteuergeben aufgerichtet wird, während gleichzeitig der Motor kräftig anzieht (Fig. 15). Es erfolgt dann ein erneutes Überschlagen, bis der Apparat völlig auf dem Rücken liegt, und aus dieser Lage kehrt das Flugzeug mittels Verwindung über einen Sturzflug wieder in die normale Fluglage zurück, wobei gleichzeitig die Flugrichtung um 90° verändert ist.

Dagegen hat Pégoud nach den übereinstimmenden Berichten der Fachleute keinen sogenannten „F“-Flug ausgeführt, d. h. einen Flug, bei welchem der Apparat zunächst mit abgedrosseltem Motor in einen steiler werdenden Gleitflug übergeht, hierauf durch die Betätigung des Höhensteuers zum Aufbäumen veranlaßt wird und nun so lange ansteigt, bis er seine Geschwindigkeit verliert (Fig. 16). Hierauf soll das Flugzeug selbsttätig über den Schwanz nach

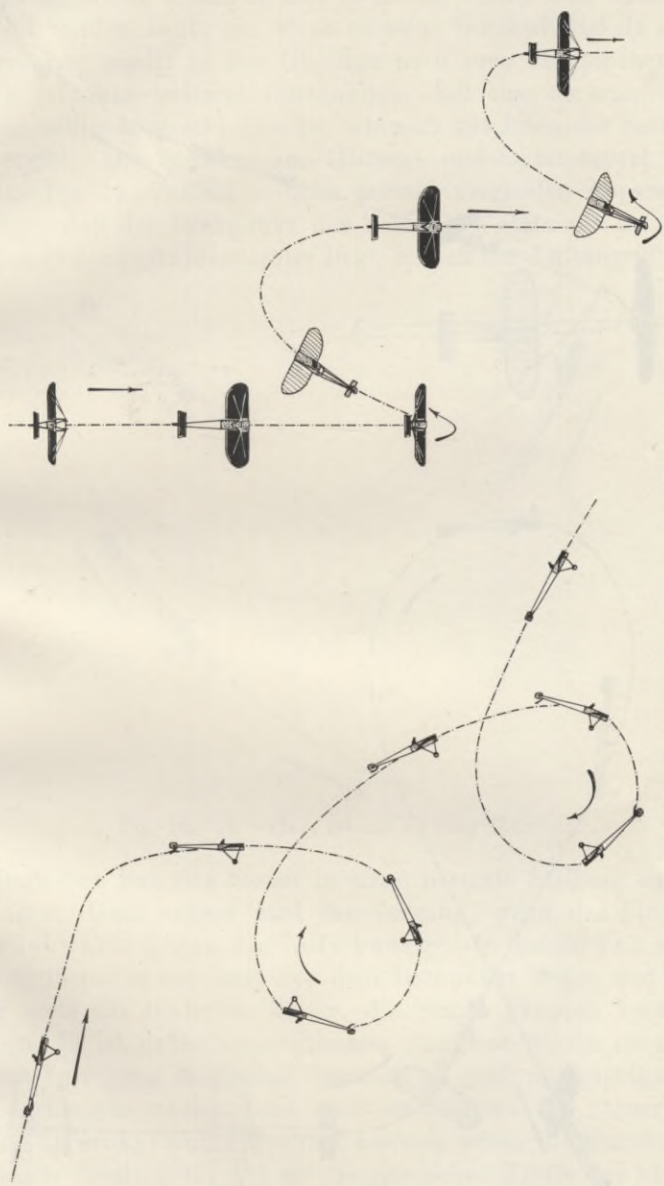


Fig. 14. „Looping the Loop“; „Boucle à l'envers“.
(Flieger außen, Räder innen.)

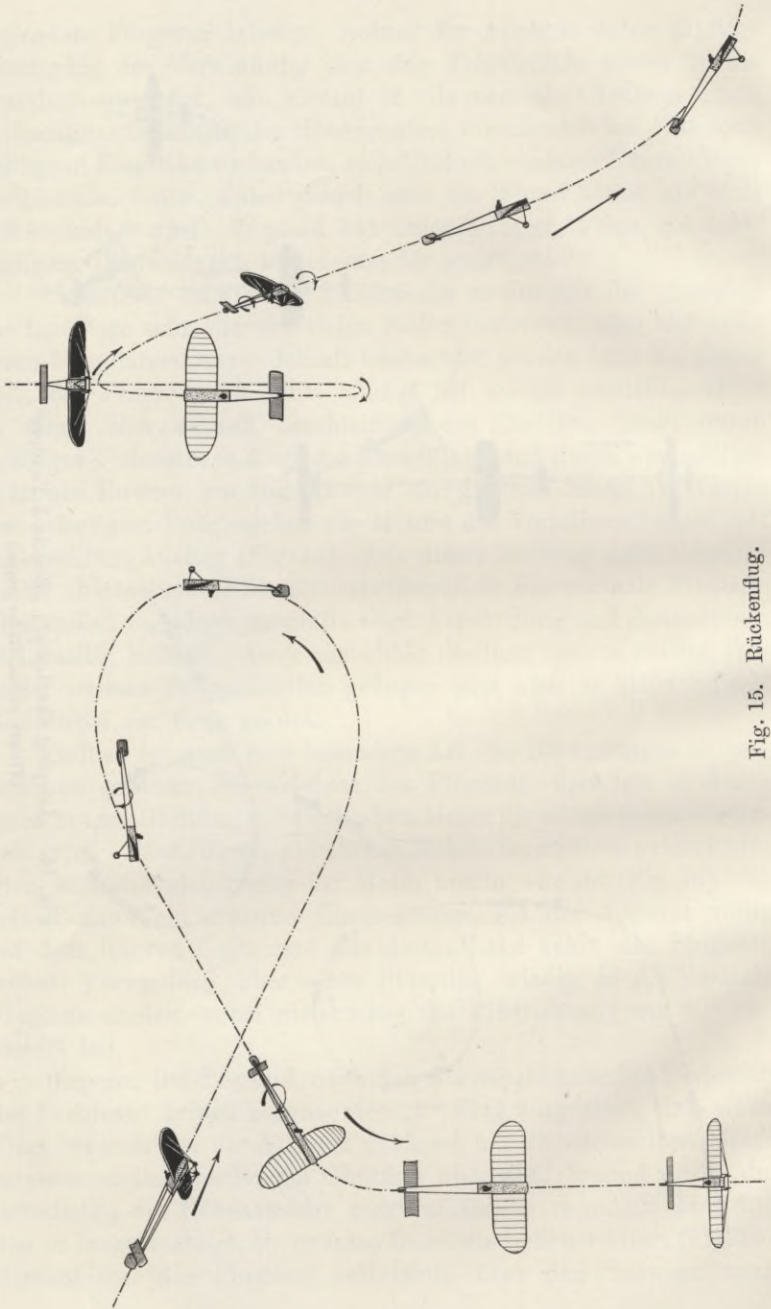


Fig. 15. Rückenflug.

hinten abrutschen und hierbei eine solche Geschwindigkeit beim Rückwärtsgleitflug erlangen, daß es hinten wieder zum Ansteigen gebracht werden kann, um, wenn es seine Geschwindigkeit völlig verloren hat, wieder in den Gleitflug nach vorn überzugehen.

Es ist ohne weiteres verständlich, daß eine derartige Vorführung völlig ausgeschlossen ist, wie sich aus folgender Betrachtung ergibt. Die Steuerorgane (Höhen- und Seitensteuer) sind, wie aus Fig. 24 ersichtlich, beim normal fliegenden Apparat so befestigt, daß der Drehpunkt der Scharniere stets vor dem Angriffspunkt des Luftwiderstandes liegt, so daß der Luftangriff stets

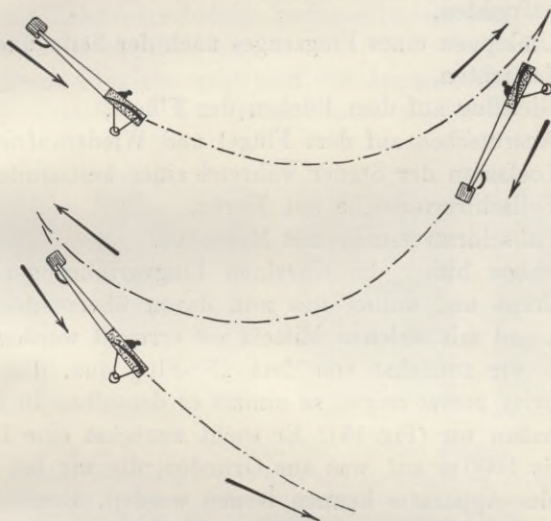


Fig. 16. „F“-Flug, ist nicht ausgeführt.

das Bestreben hat, die Steuer in seine normale Stellung zurückzubringen. Ganz anders wird der Vorgang, wenn das Flugzeug sich rückwärts gegen die Luft bewegt. In diesem Fall würde der Angriffspunkt der Luft vor dem Drehpunkt liegen und diese daher stets das Bestreben haben, die Steuer gänzlich herumzuklappen. Es ist daher ausgeschlossen, eine Steuerfläche innerhalb der zur Verfügung stehenden Gewichte so stark auszubilden, daß ein Überklappen nach irgend einer Seite durch die Steuerkabel verhindert wird. Ganz abgesehen hiervon, wären die betreffenden Luftkräfte derart groß, daß sie die physischen Kräfte des Fliegers weit übersteigen würden. Jedenfalls würden die Druckkräfte der

Luft auf die Steuerflächen so groß sein, daß der Führer nicht mehr in der Lage wäre, die Steuerflächen nach seinem Belieben einzustellen, d. h. das Flugzeug in seiner Bewegung nach rückwärts zu leiten.

Infolgedessen hat Blériot diesen letzten Punkt in seinem am 2. September offiziell verkündeten Programm auch fallen gelassen, sodaß lediglich die sieben nachstehenden Punkte des Programmes aufrecht erhalten sind und auch von Pégoud vorgeführt werden (Fig. 17):

1. Umkippen eines Flugapparates nach vorn und Wiederaufrichten,
2. Umkippen eines Flugzeuges nach der Seite und Wiederaufrichten,
3. Gleitflug auf dem Rücken der Flügel,
4. Ausrutschen auf dem Flügel und Wiederaufrichten,
5. Loslassen der Steuer während einer bestimmten Zeit,
6. Fallschirmversuche mit Tieren,
7. Fallschirmversuche mit Menschen.

Wir haben bisher die einzelnen Flugvorführungen für sich kennen gelernt und wollen uns nun davon überzeugen, wie sie ausgeführt und mit welchen Mitteln sie erreicht werden.

Gehen wir zunächst von dem „S“-Flug aus, den Pégoud auch in Juvisy zuerst zeigte, so nimmt er denselben in der Regel folgendermaßen vor (Fig. 15): Er sucht zunächst eine Höhenlage von 800 bis 1000 m auf, was aus Gründen, die wir bei der Konstruktion des Apparates kennen lernen werden, ziemlich schnell geht, nimmt dann mit gedrosseltem Motor einen erst langsam fallenden, dann immer steiler werdenden Gleitflug vor, um dadurch seinem an sich leichten Apparat eine hohe lebendige Kraft zu verleihen. Jetzt erfolgt ein kurzer kräftiger Ruck mit dem Höhensteuer auf „Steigen“. Der Motor wird mit Vollgas angelassen, und der Apparat klettert senkrecht in die Höhe. Im selben Moment wird wiederum heftig und kurz „Höhensteuer“ gegeben (ich möchte bemerken, daß die Bezeichnungen „Höhensteuer“, „Tiefensteuer“ oder „Seitensteuerausschlag Backbord“ stets vom normal liegenden Flugzeug aus zu verstehen sind, d. h. „Höhensteuer“ bedeutet eine Lage desselben, die das normal fliegende Flugzeug zum Steigen bringt, also schräg aufwärts, „Tiefensteuer“ heißt: Lage des Höhensteuers schräg abwärts, „Seitensteuer Backbord“ heißt: Ausschlag

des Seitensteuers nach der linken Hand des Fliegers hin, wodurch also eine Linkskurve eingeleitet würde); hierdurch kommt der Apparat sofort in die Rückenlage; ein Überpendeln des Schwanzes nach oben hin wird durch sofortiges mehrfaches und schlagartiges „Tiefensteuer“ vermieden. Es erfolgt jetzt ein ziemlich steiles Abwärtsgleiten des Apparates, wobei jedoch die Längsachse desselben horizontal oder nur ganz wenig geneigt ist; diese nach abwärts geneigte Flugbahn hat ihre Ursache darin, daß der Auftrieb der nach oben offenen, gewölbten Fläche, wie schon aus den Laboratoriumsversuchen von Eiffel, Riabouchinski, Prandtl u. a. bekannt, erheblich geringer ist, als wenn die Flächenwölbung nach unten offen ist.

Aus dieser Fluglage geht jetzt der Apparat nicht etwa lediglich durch Ausschläge des Höhensteuers wieder in die normale

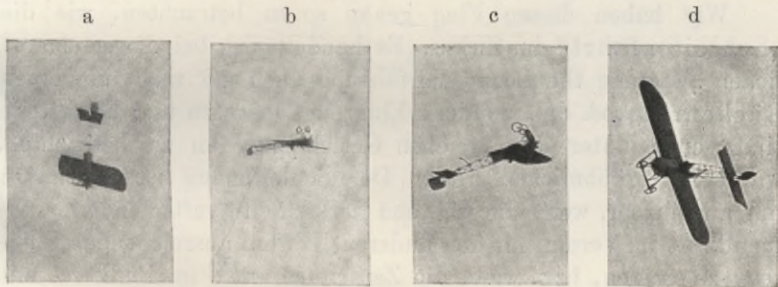


Fig. 17 a—d. Momentbilder von den Flügen.

a und *b*: Looping, Ausführung I. *a* = Kurz nach der Schleife Fig. 13 rechts oben; *b* = Apparat oben in der Schleife; *c* = Looping, Ausführung II, Apparat unten bei Beginn der Schleife Fig. 14; *d* = horizontaler Schleifenflug Fig. 12.

Gleitlage zurück, sondern es wird ähnlich wie bei den Chevilliardschen Flügen mit allen drei Steuern gearbeitet. Zunächst gibt eine starke Verwindung dem Apparat eine seitliche Lage, und zwar mit der linken Flügelspitze nach unten, dann erfolgt ein kräftiger Ausschlag des Seitensteuers Backbord. Der Schwanz bleibt merklich zurück und das Flugzeug geht in einen senkrechten Sturzflug über. Hat es diesen erreicht, so erfolgt kräftiges Höhensteuer, wodurch das Flugzeug aus dem Sturzflug wieder in die normale Fluglage übergeleitet wird.

Aus dieser Vorführung ist schon eine ganze Menge Wichtiges zu ersehen. Um vom beschleunigten Gleitflug in den aufsteigenden Ast überzugehen, bedarf es bei der eigenartigen Anordnung des

Flugapparates, den wir hier einmal kurz „völlig unstabil“ nennen wollen, und von dem wir aus seiner Konstruktion später ersehen werden, daß er sich im indifferenten Gleichgewicht befindet, nur eines kräftigen Höhensteuerschlages, durch welchen das Flugzeug durch die aufgespeicherte lebendige Kraft und den vollaufenden Motor nach oben gerissen wird. Das sofortige Vollanlassen des Motors ist eine gewisse Nachhilfe und Sicherheit für den Fall, daß das Aufrichten zu früh erfolgte und die lebendige Kraft infolgedessen noch nicht ausreicht. Auch der weitere Übergang in die Rückenlage scheint keinerlei Schwierigkeiten zu bieten, weil diese Schleife immer ganz kurz geflogen wurde; d. h. der Apparat ist so gebaut, daß er auf die geringste Höhensteuerbetätigung blitzschnell reagiert und infolgedessen in der Vertikalen nach oben völlig in der Hand des Führers ist.

Wir haben diesen Flug genau so zu betrachten, wie die „Schleifenfahrt“ im Zirkus. Es handelt sich bei dieser eigentlichen „Looping the Loop“-Vorführung auch gar nicht um einen Rückenflug od. dgl., sondern Flugzeug, Insassen und Einzelteile sind genau unter den gleichen Gesichtspunkten zu betrachten, wie beim gewöhnlichen Flug. Der Schleifenflug ist überhaupt nur ausführbar, wenn die während der Schleife auftretende Zentrifugalkraft im Verein mit den anderen Kräften ausreicht, das Flugzeug zu tragen, bzw. wenn die Zentrifugalkraft im Punkt *C* mit einer genügend großen Kraft von oben gegen die Teile des Flugzeuges („oben“ wie beim stehenden Flugzeug verstanden) wirkt. Für diesen Schleifenflug braucht sich auch der Flieger nicht anzuschnallen, das Benzinzuflußrohr braucht auch keine besonderen Vorrichtungen, weil im Flugzeug alles genau so arbeitet, wie sonst beim normalen Flug; die Beanspruchungen der Einzelteile sind auch genau so, wie beim normalen Flug, nur in den einzelnen Stellungen von anderer Größenordnung. Man muß sich diesen Flug genau wie eine Schleifenfahrt vorstellen, nur mit dem Unterschiede, daß sich das Flugzeug nicht wie der bei der Zirkusvorführung benutzte Wagen mit seinen Rädern gegen die feste Bretterschleife legt, sondern sich mit seinen Tragflügeln auf die Luft stützt.

Nehmen wir aus dem Schleifenflug einmal die nebenstehenden vier Stellungen heraus, aus denen wir alles Wichtige ersehen können (Fig. 18): Bei *A*, dem tiefsten Punkt der Schleife, hat

das Flugzeug nach einem langen Gleitfluge eine erhebliche Energie (lebendige Kraft) aufgespeichert, deren in der Flugrichtung wirkende Kraftkomponente K sein möge; in gleicher Richtung wirkt der Propellerzug Z , entgegen der Widerstand W , senkrecht zur Flugbahn nach unten die Schwere S , entgegengesetzt der Auftrieb A ; alle diese setzen sich zu einer Resultierenden R zusammen, die das Flugzeug nach oben reißt, d. h. in den aufsteigenden Ast der Schleife hinein. Es bedarf daher nur geringen Höhensteuerdruckes. Bei B liegt das Flugzeug mit den Tragflügeln gerade

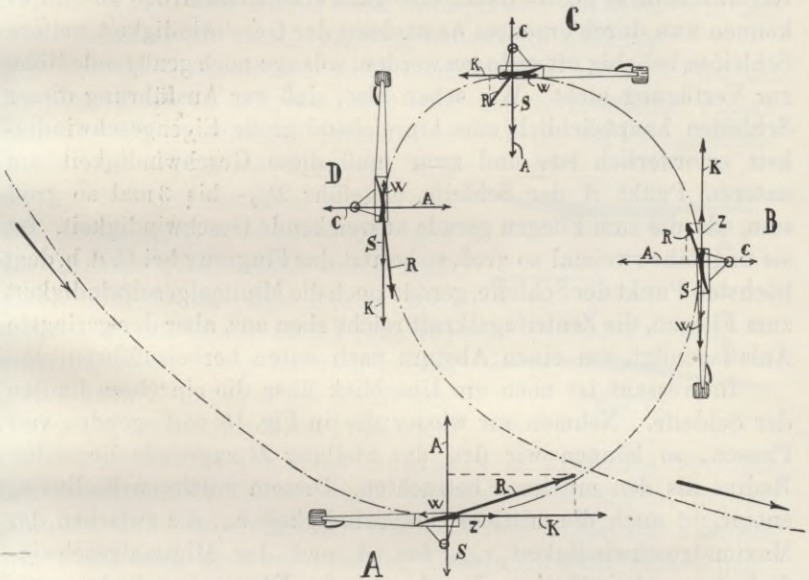


Fig. 18.

horizontal, der Schwanz hängt senkrecht nach unten. Dann wirkt nach unten die Schwere S in gleicher Größe weiter, der Luftwiderstand W etwas kleiner wegen der verringerten Geschwindigkeit; nach oben wirken Z und K senkrecht zur Flugbahn, nach innen zieht der Auftrieb A , vermindert um die Zentrifugalkraft C . Auch aus diesen muß wieder eine resultierende Kraft R sich ergeben, die in Richtung der weiteren Schleife zieht. Bei C , dem obersten Punkt der Schleife, hat sich das Bild insofern geändert, als hier der Propeller abgestellt wird, so daß in der Flugrichtung nur noch die Komponente der Energie K wirkt, ver-

mindert um den wieder verringerten Luftwiderstand; senkrecht zur Flugbahn, in die Schleife hinein wirken der Auftrieb A und die Schwerkraft S , die sich zusammensetzen zu einer Resultierenden, die das Flugzeug fernerhin über die Bahn der Schleife zieht. In D ist diese Resultierende R erheblich gewachsen. Senkrecht zur Flugbahn nach außen wirkt nur die Zentrifugalkraft C , senkrecht zur Flugbahn in die Schleife hinein der Auftrieb A ; senkrecht nach unten zieht die Schwerkraft S und die Komponente K , während entgegen lediglich der Luftwiderstand W wirkt. Die Resultierende R nimmt daher eine ganz erhebliche Größe an und es können nun durch erneutes Anwachsen der Geschwindigkeit weitere Schleifen beliebig oft geflogen werden, solange noch genügende Höhe zur Verfügung steht. Wir sehen also, daß zur Ausführung dieser Schleifen hauptsächlich eine hinreichend große Eigengeschwindigkeit erforderlich ist, und zwar muß diese Geschwindigkeit am unteren Punkt A der Schleife ungefähr $2^{1/2}$ - bis 3mal so groß sein, als die zum Fliegen gerade ausreichende Geschwindigkeit. Ist sie ungefähr zweimal so groß, so besitzt das Flugzeug bei C , d. h. dem höchsten Punkt der Schleife, gerade noch die Minimalgeschwindigkeit zum Fliegen, die Zentrifugalkraft reicht eben aus, aber der geringste Anlaß genügt, um einen Absturz nach unten herbeizuführen.

Interessant ist noch ein Überblick über die einzelnen Radien der Schleife. Nehmen wir wieder die in Fig. 18 vorliegenden vier Phasen, so können wir den der Stellung B zugrunde liegenden Radius als den mittleren betrachten. Diesem mittleren Radius r_m entspricht auch die mittlere Geschwindigkeit v_m , die zwischen der Maximalgeschwindigkeit v_{max} bei A und der Minimalgeschwindigkeit v_{min} bei C liegt. Durch einfache Überlegung findet man, daß dieser mittlere Radius $r_m = \frac{v_m^2}{g}$ ist, d. h., wenn man den mittleren Radius als arithmetisches Mittel von $\frac{r_{max} + r_{min}}{2}$ betrachtet und die Summe von $r_{max} + r_{min}$ gleich einem gedachten Durchmesser d setzt, so ist dieser Durchmesser

$$d = 2 \cdot r_m = 2 \cdot \frac{v_m^2}{g}.$$

Die Größe $\frac{v_m^2}{2g}$ ist aber nichts anderes, als die Fallhöhe eines frei fallenden Körpers, sodaß also der Durchmesser der Schleife

ungefähr der doppelten Fallhöhe entspricht. Hieraus kann man mit großer Annäherung selbst bestimmen, wie groß die Schleife selbst ausfallen wird. Da das Blériotsche Flugzeug bei seiner verhältnismäßig kleinen Flächenbelastung ungefähr bei 15 m/Sek. noch flugfähig sein wird, so muß ihm am unteren Punkt *A* eine Geschwindigkeit von mindestens 40 m/Sek. erteilt werden, damit es diese Schleifen ausführen kann. Das wird einer mittleren Geschwindigkeit von etwa $v_m = 22$ m/Sek. entsprechen, sodaß $d =$ etwa 50 m wird. Nach schätzungsweisen Feststellungen hat Pégoud jedoch weit höhere Geschwindigkeiten von etwa 80 m/Sek. vorsichtshalber für seine Flüge für notwendig gehalten.

Wesentlich schwieriger scheint die Sache beim Aufrichten aus der Rückenlage zu sein, was aber nach den vorerwähnten experimentellen Untersuchungen durchaus zu erwarten war: Tragflächenprofile sind erklärlicherweise von den meisten Versuchsanstalten experimentell nachgeprüft, besonders für den Koeffizienten „Widerstand durch Auftrieb“, und es hat sich hierbei herausgestellt, daß Profile nach I (Fig. 19) außerordentlich wenig Auftrieb geben, Profile nach II dagegen das Maximum. Weiter hat das Institut Eiffel und auch

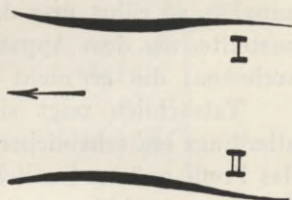


Fig. 19.

die Versuchsanstalt von Riabouchinsky in Koutchino Versuche über die Stabilität dieser Profile angestellt und hierbei herausgefunden, daß das Profil I mit einem in zwei Drittel der Flächentiefe leicht nach oben verlaufenden Übergange ganz außerordentlich stabil ist. Wird ein Profil dieser Art aus irgend einer beliebigen Stellung in der Luft fallen gelassen, so strebt es die gezeichnete Lage an, aus der es schwer herauszubringen ist. Wenn wir uns nun das auf dem Rücken liegende Blériot-Flugzeug vorstellen, und zwar die in dieser Lage nach oben konkave Tragfläche mit der ihr angegliederten nach oben konvexen Schwanzfläche, so erhalten wir genau das Bild des Profils I, d. h. der Blériot-Eindecker hat in dieser Lage zwar nur recht geringen Auftrieb, seine Tragflächen fliegen aber außerordentlich stabil, sodaß es kräftiger Steuerbetätigungen bedarf, um den Apparat aus seiner Lage herauszubringen. Es kommt noch weiter hinzu, daß der Gesamtschwerpunkt des Flugzeuges sich nur ganz wenig, etwa

0,32 m unterhalb der Tragflächen befindet, d. h. bei der Rückenlage nur ungefähr $\frac{1}{3}$ m oberhalb des Druckmittelpunktes, mit welchem sich die Tragflächen auf die Luft stützen. Der Apparat ist daher freilich im labilen Gleichgewicht, jedoch ist der Hebelarm des Gesamtschwerpunktes nur verhältnismäßig gering, sodaß die große Stabilität der Flächen als solche doch überwiegt und das Fliegen in dieser Lage sich nicht so schwierig gestalten läßt, wie man auf den ersten Blick hin meinen könnte. Es kann jedoch gleich hier darauf hingewiesen werden, daß ein Apparat mit normalem, ziemlich tief liegendem Schwerpunkte in der Rückenlage so labil werden könnte, daß der Flieger fortwährend Steuerbetätigungen vornehmen muß, um überhaupt einen Absturz zu verhindern. Das ist alles beim Blériotschen Apparat nicht der Fall; wenn trotzdem der Flug in der Rückenlage sich nicht gleichmäßig vollzog, sondern vielmehr ein treppenstufenartiges Bild annahm, so rührt dies daher, daß Pégoud ab und zu den Motor anstellte, um dem Apparat eine gewisse Eigengeschwindigkeit zu verleihen, die er nicht nur durch den Fall herbeiführen wollte.

Tatsächlich zeigt sich also bei diesen Rückenflügen, daß allerdings ein erheblicher Auftriebsverlust stattfindet, daß dagegen das Profil außerordentlich stabil in der Luft liegt. Mit einfachen Höhensteuerschlägen, die sicher unter Berücksichtigung der Abmessungen etwa 35 bis 40 kg ausmachen werden, gelingt es nicht, den Sturzflug zu erzwingen, es muß vielmehr künstlich erst eine andere Lage des Flugzeuges (die weit weniger stabil ist) herbeigeführt werden, um dann aus dieser Lage in den Sturzflug überzugehen. Als eine solche „Zwischenlage“ hat sich der Flug auf einer Flügelspitze herausgestellt. Herbeigeführt wird er durch den maximalen Ausschlag der ohnehin sehr starken Verwindung. Das Flugzeug verliert z. B. in Fig. 15 am Ende der Schleife durch noch stärkere Wölbung der linken Flügelspitze hier völlig an Auftrieb, während die rechte durch Verringerung der Wölbung (es ist zu beachten, daß es sich um einen Rückenflug handelt) an Auftrieb gewinnt. Dadurch kommt der Apparat sehr schnell auf die linke Flügelspitze zu stehen; er rutscht jetzt natürlich beträchtlich ab, aber durch sofortiges Betätigen des Seitensteuers nach Backbord tritt am Schwanz eine Bremsung des Abstürzens ein, d. h. der Schwanz wird relativ gehoben und das Flugzeug kommt in die Lage des Sturzfluges mit senkrecht stehender Mittelachse. Hier

muß natürlich sofort das Höhensteuer einsetzen, damit das Flugzeug keine zu große lebendige Kraft aufspeichert. Es wird sofort Höhensteuer gegeben, der Schwanz bleibt wieder zurück und wird durch den Luftwiderstand nun allmählich so nach unten gedrückt, daß das Flugzeug wieder in seine normale Lage kommt. Wenn man bedenkt, daß die ganze Flugvorführung, die hier beschrieben ist, kaum 60 bis 70 Sekunden dauert, dann kann man daraus erkennen, welch außerordentlich schneller und exakter Steuerbetätigung es von seiten des Fliegers bedarf, um den Flug in dieser Weise durchzuführen. Das sind gewiß keine, wenn ich so sagen darf, eingepackten Akrobatenstücke, die schließlich mehr oder weniger jeder gewandte, physisch kräftige Mann leisten kann, sondern das sind mit Überlegung durchgeführte Evolutionen eines besonnenen Fliegers!

Der zuerst ausgeführte „S“-Flug bietet in seinen einzelnen Flugphasen nichts besonders Bemerkenswertes; er zeigt jedoch durch die schnellen Übergänge vom steilen Gleitflug zum Sturzflug, der in diesem Fall lediglich durch Tiefensteuer, und zwar durch ruckweise Betätigung herbeigeführt wird, wie wenig seitlichen Widerstand der Rumpf einem Schwingen

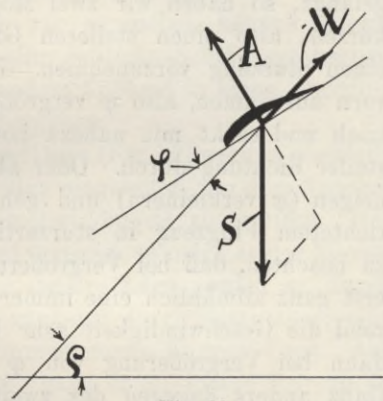


Fig. 20.

entgegensetzt und wie schnell der Apparat durch die genaue Ausbalancierung seiner Lasten und Gewichte von der normalen Fluglage zum Vornüberkippen kommt. Mit diesem Fall müssen wir uns noch etwas genauer beschäftigen. Gehen wir zunächst vom normalen Gleitflug aus, so wissen wir, daß bei diesem, sofern der Motor abgestellt ist, als antreibende Kraft lediglich die Schwerkraft in Betracht kommt, sodaß sich also obenstehendes Kräftebild ergibt (Fig. 20). Die Sehne des Tragflügels bildet mit der Flugbahn zusammen den Winkel φ ; der Winkel der flachsten, überhaupt möglichen Flugbahn mit der Horizontalen heißt φ ; je kleiner dieser ausfällt, um so bessere Flugeigenschaften besitzt der Apparat. Der Winkel φ für diese flache Flugbahn liegt in der Regel zwischen 6 und 8 Grad. Obgleich nun über diese Vorgänge

sehr wenig wissenschaftliches Erfahrungsmaterial vorliegt, und vor allen Dingen experimentelle Versuchsergebnisse fast gar nicht bekannt geworden sind (nur Eiffel hat in seinem früheren Laboratorium einige, den bekanntesten Flugapparaten nachgebaute Modelle durchgemessen, deren Resultate aber immer nur für den einen Typ verwendbar sind), kann man aus anderen Messungen der großen Versuchsanstalten doch gewisse Rückschlüsse ziehen, die der Wirklichkeit wohl bis zu einem gewissen Grade nahekommen. Vergewenwärtigen wir uns noch einmal, daß dem günstigsten Flugwinkel die kleinste Neigung der Flugbahn gegen die Horizontale entspricht, d. h. daß der Flugapparat bei Einhaltung dieses Winkels den längsten Weg zurücklegt, bis er zur Erde gelangt, so haben wir zwei Möglichkeiten, diesen Weg zu verkürzen, also einen steileren Gleitflug einzuschlagen oder aber einen Sturzflug vorzunehmen. Einmal können wir den Apparat vorn aufbäumen, also φ vergrößern; er verliert dadurch an Auftrieb und sackt mit nahezu horizontaler Lage des Rumpfes in steiler Richtung durch. Oder aber wir können den Apparat vorn neigen (φ verkleinern) und gehen nun mit steil nach unten gerichtetem Flugzeug in sturzartigem Fluge nieder. Hierbei ist zu beachten, daß bei Vergrößerung des Winkels φ die Flugbahn erst ganz allmählich eine immer steilere Richtung annimmt, während die Geschwindigkeit sehr bald ein Maximum erreicht, das dann bei Vergrößerung von φ nicht mehr überschritten wird. Ganz anders dagegen der zweite Fall: bei Neigung des Flugzeuges nach vorn um wenige Grad wächst der Winkel der Flugbahn ganz außerordentlich schnell; der Tragflügel erhält Druck von oben und beschleunigt das Abstürzen noch mehr. Eine Vergrößerung von φ um nur einen Grad kann vom steilen Gleitflug (45°) in den Sturzflug überführen. Was aber diesen schnellen Übergang so bedenklich macht, ist das gleichzeitig außergewöhnlich schnelle Anwachsen der Geschwindigkeit, die teilweise den zwei- oder dreifachen Betrag der vorher beim ersten Fall erreichbaren Geschwindigkeit annimmt. Und noch etwas Drittes kommt hinzu: beim Sturzflug, vor allen Dingen, wenn φ einen negativen Wert annimmt, kann der Luftdruck, den die Tragflügel von oben erhalten, derart anwachsen, daß das durch die Steuer hervorgerufene Drehmoment auch bei äußerstem Ausschlage nicht ausreicht, das Gegendrehmoment der Tragflügel zu überwinden; d. h.

das Flugzeug ist durch den Flieger nicht mehr aus seiner steilen Lage herauszubringen, und ein katastrophaler Absturz ist nicht mehr zu vermeiden. Leichter wird es dagegen sein, besonders wenn das Flugzeug mit so großen Höhensteuerflächen ausgerüstet ist, wie der von Pégoud benutzte Blériot-Eindecker, den Apparat durch weiteres Tiefensteuer aus dem Sturzfluge in die Rückenlage zu bringen; allerdings darf die Eigengeschwindigkeit des stürzenden Flugzeuges noch nicht allzu groß angewachsen sein, weil zwar mit steigender Geschwindigkeit die Reaktion auf die Steuerflächen und damit das Steuermoment wächst, gleichzeitig aber das Gegendrehmoment der Tragflügel sich ganz erheblich und wohl in den meisten Fällen schneller als das Steuermoment vergrößert.

Beim Wiederaufrichten aus der Rückenlage muß Pégoud dasselbe Manöver anwenden, wie wir es soeben kennen gelernt haben, d. h. durch Verwindung eine seitliche Schräglage herbeiführen, dann bei leicht abrutschendem Apparat in einen Sturzflug und von hier in den Gleitflug übergehen.

Die horizontalen Schleifenflüge (Fig. 12) werden ebenfalls zunächst durch einen langen Gleitflug eingeleitet, um dem Apparat auf diese Weise wieder große Geschwindigkeit zu erteilen. Hat das Flugzeug diese Geschwindigkeit erreicht, so neigt es der Flieger durch Verwindung in eine immer steilere Lage, wobei er durch Höhensteuerbetätigung, nachdem zunächst durch Seitensteuer eine Kurve überhaupt eingeleitet ist, immer engere Kurven fliegt. Auf diese Weise gelingt es sehr bald, ganz enge, kleine Kurven zu nehmen, um mit großer Geschwindigkeit gleichsam auf der Innenwand eines senkrecht auf der Erde stehenden Hohlzylinders aus Luft zu fahren, wobei gleichzeitig durch Spiralfflug eine korkenzieherartige Bahn zurückgelegt wird. Bezeichnenderweise führen diese Flüge in der Flugwelt den Namen „Korkenzieherflüge“. Bei Beginn der Flüge sind die Kreise meist etwas größer, sie gehen dann auf ein bestimmtes Minimum, teilweise bis zu 40 m Durchmesser herunter und bleiben hier eine Zeitlang konstant. Auch aus dieser Fluglage gelangt der Flieger durch geschickte Vertauschung des Höhen- und Seitensteuers wieder in den Sturzflug, um von diesem dann in den normalen Gleitflug überzugehen.

Eine Vereinigung der einzelnen Flugphasen der bisher erwähnten Vorführungen unter genauester Beachtung der notwendigen Steuerbetätigungen führt zu der interessantesten Flugart,

dem „Looping the Loop“. Es darf festgestellt werden, daß Pégoud in außerordentlich eleganter Weise gerade diese Flugvorführungen durchgeführt hat und daß er es eben durch diese Eleganz versteht, über die Schwierigkeit der einzelnen Phasen hinwegzutäuschen, trotzdem sie in der Tat außerordentliche Ansprüche an die Fähigkeiten des Fliegers stellen. Der Anfang des Fluges gestaltet sich genau wie bei den ersten Darstellungen (Fig. 13). In genügender Höhe fährt Pégoud mit gedrosseltem Motor in steilem Gleitfluge herab, bis er eine Geschwindigkeit von 250 bis 300 km/Std. besitzt; ein kurzer Ruck am Höhensteuer, und der aufsteigende Ast beginnt, das Flugzeug überschlägt sich vollends, liegt auf dem Rücken und absolviert nun einen mehr oder weniger langen Gleitflug, allerdings trotz mit Vollgas laufenden Motors unter erheblichem Höhenverlust. Der Übergang in die normale Fluglage erfolgt, wie vorhin skizziert, mit Verwindung, Seitensteuer und Höhensteuer. Es folgt wieder ein längerer Gleitflug zur Aufspeicherung von lebendiger Kraft, worauf wieder eine Todesschleife geflogen wird usw., bis zu achtmal. Bei jedesmaligem Aufrichten aus der Rückenlage in die normale Fluglage ändert sich die Flugrichtung um ungefähr 90°. Die einzelnen Schleifen dauern manchmal 30 bis 35 Sekunden, sodaß das pirouettenhafte Spiel in der Luft mit solcher Geschwindigkeit erfolgt, daß das Auge die einzelnen Flugstellungen gar nicht so schnell in sich aufnehmen kann und erst nach genauer kinemato-graphischer Feststellung die Vorgänge in ihrer richtigen Reihenfolge ordnet. Von den anderen Flügen ist noch das Looping the Loop mit Nachvornüberschlagen zu erwähnen (Fig. 14), das in der Weise vor sich geht, daß wiederum nach längerem Gleitfluge bei großer Eigengeschwindigkeit durch Tiefensteuer ein Vornüberschlagen erfolgt, worauf nach sehr kurzem Rückenfluge durch abermaliges Tiefensteuer und sofortiges Vollgasgeben des Motors der aufsteigende Ast erzwungen wird. In diesem Punkt setzt nun das große Gefahrmoment ein. Würde der Flieger beim aufsteigenden Ast den Apparat ganz senkrecht liegen lassen, so würde für den Fall, daß im gleichen Moment der Motor aussetzte und die lebendige Kraft sich schnell verzehrt, ein Abrutschen des Apparates über die Schwanzfläche hinweg erfolgen. Ein solches Abrutschen hätte aber, wie wir es vorhin gesehen haben, unbedingt ein katastrophales Ende. Die Steuer würden sich überschlagen, die

Kabel würden reißen und der Apparat wäre nicht mehr in eine Gleitlage zu bringen. Dieser Gefahr ist sich Pégoud voll bewußt, denn er steigt niemals in der vorher angegebenen Weise hoch, sondern bringt stets, sowie er durch Tiefensteuer und gleichzeitiges Vollgasgeben von der Rückenlage in den senkrechten Ast übergeht, durch Verwindung das Flugzeug in eine etwas schräge Lage, sodaß die zweite halbe Schleife nicht mehr in derselben Symmetrieebene der ersten halben Schleife liegt. Das Flugzeug geht, wie aus der Fig. 14 ersichtlich, etwas nach rechts hinüber und kommt erst in dieser Lage auf seinen Kulminationspunkt. Das hat folgenden Vorteil: würde beim senkrechten Ast der zweiten halben Schleife der Motor aussetzen, und würde andererseits die lebendige Kraft nicht genügen, den Apparat ganz herzubringen, so könnte der Flieger durch sofortige Betätigung der Verwindung ein Abrutschen des Apparates über die tiefliegende Flügelspitze erzwingen. Es würde aber auch ohne Verwindung dieses Abrutschen nach rechts automatisch erfolgen. Ein solches Abrutschen über die Flügelspitze ist nun, wie sich aus den anderen Vorführungen ergeben hat, ziemlich ungefährlich. Die Steuer bleiben intakt, und der Flieger kann jederzeit seinen Apparat wieder in die normale Fluglage bringen. Bei dieser Vorführung ist also ein gewisser Trick nötig, um für den Notfall einer Katastrophe vorzubeugen.

Erschwerend kommt für diese Ausführungen noch hinzu, daß der Auftrieb der Rückenfläche wesentlich geringer ist als der der hohlen Seite der Tragflächen. Infolgedessen muß in den einzelnen Phasen von Fig. 18 für diesen besonderen Fall des Schleifenfluges die Größe A wesentlich geringer angenommen werden. Es ergibt sich dann ohne weiteres, daß die Resultierende R nicht nur geringer ausfallen wird, sondern vor allen Dingen nicht in so günstiger Weise in die Schleifen hineinzieht, wie bei der ersten Ausführungsart. Infolgedessen ist es natürlich, daß Pégoud diese Vorführung nur ganz wenige Male ausgeführt hat, wie ja auch nur ganz vereinzelt Fachleute sie bezeugen können, während über alle anderen Flüge eine ganze Reihe Augenzeugen berichten. Alle anderen Größen behalten bei dem Schleifenfluge denselben Wert wie in Fig. 18 angegeben.

Haben wir soeben nur mit der Möglichkeit des seitlichen Abrutschens gerechnet, so führt Pégoud dies bei einer anderen

Flugart mit Absicht vor (Fig. 21), d. h. beim Gleitfluge bringt er durch starke Verwindung seinen Apparat erst in die Seitenlage, läßt dann durch Seitensteuerausschlag den Hinterteil sich etwas auf-

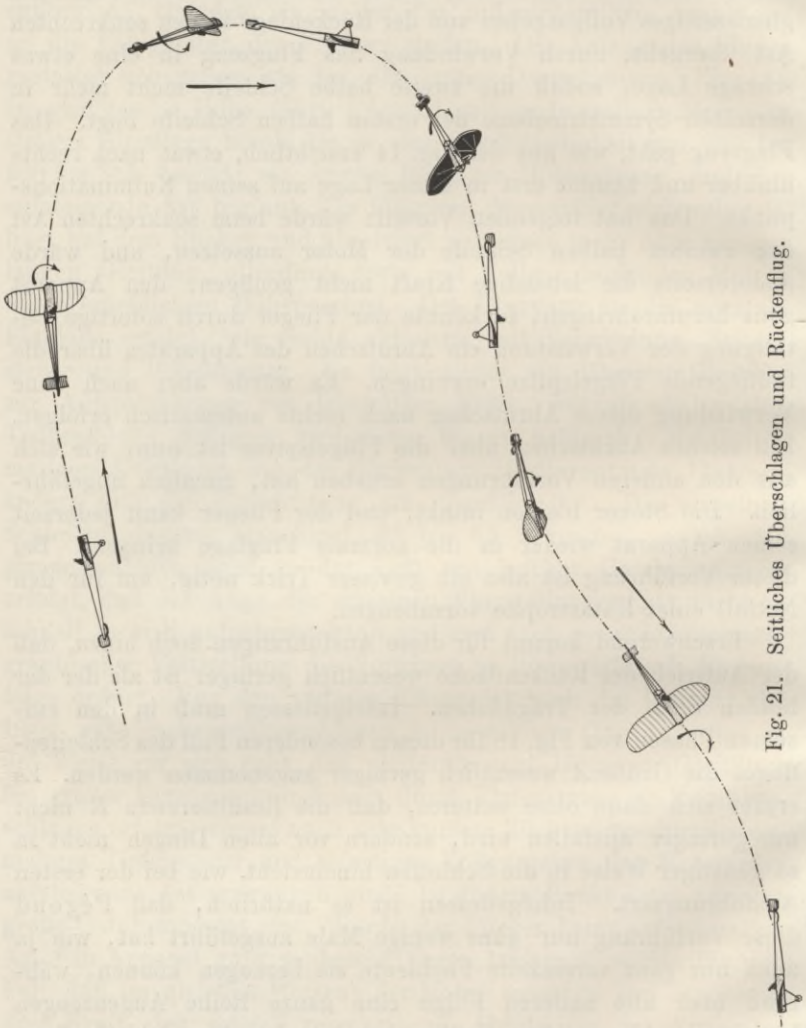


Fig. 21. Seitliches Überschlagen und Rückenflug.

richten, kommt hierauf in die Rückenlage, gibt wieder Seitensteuer und kehrt aus der nächsten Sturzlage endlich wieder in den normalen Flug zurück. Dieses seitliche Überschlagen gehört wohl

mit zu den eindruckvollsten Vorführungen und ist auch lediglich durch Betätigung sämtlicher Steuerorgane im vorbeschriebenen Sinne zu ermöglichen.

Zum Schluß muß noch die Tatsache erwähnt werden, die von allen Seiten als so besonders hervorragend geschildert worden ist, nämlich, daß Pégoud längere Zeit seinen Apparat in der Luft läßt, ohne die Steuer mit den Händen zu berühren. Entweder hält er dann die Hände ganz hoch, oder er klammert sich an den oberen, unmittelbar vor ihm angebrachten Spannturm. Es wurde daraus von vielen Seiten geschlossen, daß Pégouds Apparat doch eine erstaunliche Stabilität besitzen müsse. Das würde allem, was wir vorhin gesehen haben, direkt widersprechen; es trifft auch in der Tat gar nicht zu, denn Pégouds Flugzeug ist alles andere als stabil. Die Flügel mit hochgehobenen Händen sind nicht etwa Flügel mit freigegebenen Steuern: im Gegenteil, die Flugvorführungen mit losen, hochgehobenen Händen erstreckten sich auf längere Kurvenflüge, und Pégoud bediente während dieser Zeit lediglich mit den Füßen die Seitensteuer und hielt mit den Knien die bekannte Glocke, deren Konstruktion wir nachher näher kennen lernen werden, ungefähr in ihrer Ruhelage. Bei Kurvenflügen, sofern es sich um engere Kurven usw. handelt, faßte Pégoud in der Regel den vorderen Spannturm an. In diesem Fall betätigte er wiederum die Seitensteuer mit den Füßen; er drückte aber weiter den Glockenhebel, an welchen die Verwindung des Höhensteuers unmittelbar angreift, mit den Knien in die entsprechende Lage und konnte außerdem seinen Körper dazu benutzen, den Gesamtschwerpunkt des Flugzeuges so zu verlegen, daß der Kurvenflug erleichtert wurde. Wir werden bei der Konstruktion sehen, daß die Verlegung des Körpergewichtes bei diesem so genau ausbalancierten Apparat ganz außerordentliche Folgen hat, und daß der Flieger eben durch diese Körperbewegungen die Möglichkeit besaß, dem Apparat gewisse Neigungen in der Luft zu geben. So zeugt denn auch diese Vorführung davon, wie außerordentlich geschickt und gewandt Pégoud seinen Apparat zu steuern weiß, wie genau er aber auch sein Flugzeug kennt und wie sehr er mit den mechanischen Grundlagen desselben vertraut ist.

Wir haben schon vorhin die rastlose Tätigkeit Blériots kennen gelernt, wie er unermüdlich Verbesserungen seiner Apparate

zu schaffen versucht hat. Wir haben aber gleichzeitig darauf hingewiesen, daß er, eigentlich von Anfang an, bewußt jedoch jedenfalls nach Schaffung seines Kanaltyps immer das gleiche Flugzeug gebaut hat. Er hat mit seinem Typ 1909, mit dem er den Kanal überflogen hat, die Grundlage des modernen Eindeckers festgelegt, und es ist weder ihm noch anderen Konstrukteuren gelungen, prinzipielle Verbesserungen größerer Bedeutung an diesem Flugzeug vorzunehmen. Vergewärtigen wir uns noch schnell einmal den derzeitigen Apparat (Fig. 8), so finden wir, daß derselbe aus einem schmalen bootsförmigen, langgestreckten Rumpfkörper bestand, dem sich vorn in der Gegend der Sitze die Tragflächen angliederten, während die Schwanzfläche mit Stabilisierungs- und Steuerorganen am hinteren, stark verjüngten Teil organisch angefügt war. Der Vorderteil des Rumpfes nahm

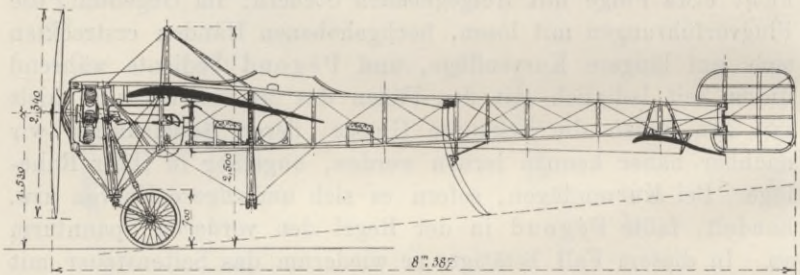


Fig. 22. Moderner zweisitziger Blériot-Eindecker.

als festes Fundament die Maschinenanlage auf. Der Propeller wurde mit dem Motor festgekuppelt und arbeitete als Saugschraube. Das Fahrgestell wurde gegen den Rumpfkörper direkt abgefedert, sodaß es die Landungsdrucke zunächst auf den Rumpf und dann erst auf die etwas empfindlicheren Tragflächen übertrug. Die Sitze der Fahrer waren hintereinander angeordnet, wodurch sich ein schmaler Querschnitt für den Rumpfkörper ergab. Unterhalb der Schwanzfläche war noch ein Unterstützungsrad angebracht, das jedoch sehr bald durch einen einfachen Dorn ersetzt wurde, der sich als leichter und wesentlich billiger herausstellte. Das hintere Rad erwies sich insofern als überflüssig, als beim Start der Führer ohnehin durch Höhensteuer sofort versuchen mußte, den Schwanz anzuheben, um dadurch die Tragflächen in eine fast horizontale Lage zu bringen, sodaß sie möglichst wenig

Luftwiderstand ergaben, um so eine große Eigengeschwindigkeit zu erreichen. War diese Eigengeschwindigkeit genügend groß, dann konnte durch abermaliges Höhensteuer ein Steigen und Abfliegen herbeigeführt werden.

Gegen diesen Typ 1909 ist nun der moderne Blériot-Eindecker, den Pégoud verwendet, nur durch konstruktive Details, nicht aber durch prinzipielle Neubildungen verändert (Fig. 23). Die Hauptänderung besteht darin, daß die Steuerflächen ganz bedeutend vergrößert sind. Pégoud hat einen Apparat benutzt, der normal mit einem 50 PS-Gnôme ausgerüstet ist (Fig. 22). Die Steuerflächen und

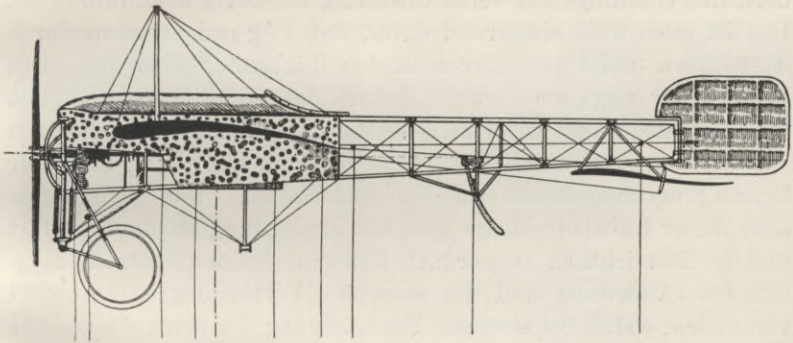


Fig. 23. Pégouds Blériot-Flugzeug.

Länge 9,2 m, Tragfläche 18 m², 350 kg Betriebsgewicht mit 40 Liter Benzin.

| | |
|-----------------------|------------|
| Steuer | etwa 30 kg |
| Rumpf | " 20 " |
| Führer | " 75 " |
| Tragfläche | " 60 " |
| Fahrgestell | " 25 " |
| Öl-Benzin | " 40 " |
| Motor | " 90 " |
| Schraube | " 10 " |
| | 350 kg |

Bei 18 m² Tragfläche
 Flächenbelastung . . . 19,5 kg/m²
 Motorbelastung . . . 6,3 kg/PS

der Schwanz sind jedoch der 80 PS-Type entnommen, wodurch das Flugzeug natürlich viel wendiger geworden ist. Das Höhensteuer ist außerdem an den beiden Seitenkanten durch verhältnismäßig starke, aufgenietete Aluminiumbleche versteift. Die wichtigste Eigenschaft des Höhensteuers für die vorerwähnten Flüge besteht jedoch darin, daß die Fläche nach unten konvex gewölbt ist, also umgekehrt, wie wir es bei den meisten Flugzeugen gewohnt sind. Es möge jedoch erwähnt werden, daß Blériot diese Wölbungsart auch bei seinen Serienapparaten durchführt (Fig. 22), sodaß es sich nicht um eine Neuerung handelt, die lediglich für Pégouds Apparat

geschaffen ist. Durch dieses vergrößerte und außerdem nach oben hohle Höhensteuer ist Pégoud in der Lage, seinen Apparat außerordentlich schnell aufzurichten, weil der Steuerdruck selbst bei kleinen Neigungswinkeln schon ein ganz erheblicher ist. Lediglich durch diese Konstruktion wird es Pégoud möglich sein, nur mit Benutzung des Höhensteuers aus dem Rückenfluge wieder in den Sturzflug überzugehen, was die meisten sonstigen Apparate wohl nur unter großen Höhenverlusten erzwingen können. Die Wölbung hat natürlich auch einen Nachteil, nämlich den, daß das Vornüberschlagen und der Übergang in den Sturzflug vom normalen Gleitfluge aus verhältnismäßig schwierig auszuführen ist. Das ist auch wohl ein Grund dafür, daß Pégoud meistens durch Aufbäumen und Überschlagen in den Rückenflug übergeht. Das Seitensteuer zeigt die normale Bauart des 80 PS-Typs, lediglich die Steuerzüge sind wesentlich verstärkt, und zwar sowohl durch Verwendung stärkerer Kabel als auch durch Benutzung stärkerer Befestigungsfassonstücke an den Rudertaljen. Die Sicherungen aller dieser Kabelanschlüsse sind mit großer Sorgfalt durchgeführt und so übersichtlich angeordnet, daß eine leichte Kontrolle möglich ist. Außerdem sind die einzelnen Verbindungsseile doppelt vorhanden, sodaß bei etwaiger Beschädigung des einen das andere in Funktion treten kann.

Auch die feste Schwanzfläche (Fig. 24) hat ähnliche Versteifungen durch Stahlrohreinziehung erhalten und ist durch ein starkes Stahlrohrprisma gegen den Rumpf abgestützt; sie ergibt mit der nach oben konkaven Höhensteuerfläche und der nach unten konkaven Tragfläche ungefähr den Querschnitt des Zanoniasamens, was ihr eine gewisse, wenn auch wohl nicht allzu hohe natürliche Stabilität im Fluge verleiht. Die Betätigung der Steuer geschieht durch den Blériotschen Glockenhebel mit festsitzendem horizontalen Handrade, das nicht gedreht wird. Der Hebel betätigt durch Bewegung in der Flugrichtung sowohl das Höhensteuer als auch durch seitliche Neigung die Verwindung. Das Seitensteuer wird durch einen besonderen Fußhebel in Funktion gesetzt. Die Tragflächen selbst zeigen gegen die normalen Blériot-Flügel in der Flächengestaltung keinerlei Abweichung. Es ist zwar von verschiedenen Seiten behauptet, daß die Wölbung der konkaven Seite geringer wäre, es scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Besondere Sorgfalt ist natürlich der Verspannung der Flügel zu-

gewendet, die in sehr exakter Weise durchgeführt ist (Fig. 25). Die Flügel sind genau horizontal in den Rumpf eingesetzt, d. h. es ist von jeder V-förmigen Aufrichtung Abstand genommen. Diese Einrichtung ist für die Wendigkeit des Apparates natürlich von großer Bedeutung, ist aber für die Ausführung von Rückenflügen nicht Bedingung. Die Verspannung der Flügel ist nach oben durch vier langgewundene Kabel vorgenommen, welche zu dem ziemlich erhöhten Spannturme führen, sodaß sie unter einem günstigeren Winkel die Belastungskräfte aufnehmen können. Die Verlängerung des Spannturmes hat aber, wie wir gleich sehen

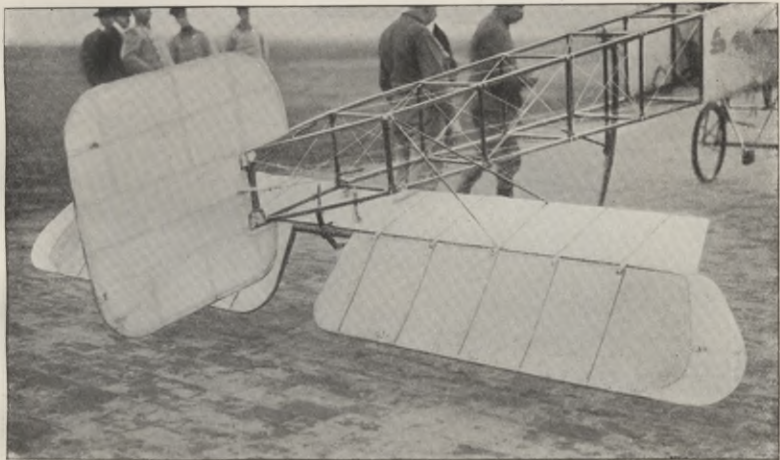


Fig. 24. Schwanz- und Steuerflächen.

werden, noch einen anderen Vorteil. Zur Verankerung der Spannkabel sind ebenfalls Stahlfassonstücke verwendet, die mittels geeigneter Bolzen am Flügelrücken befestigt sind. Auch die Befestigung der Holme am Rumpfkörper ist sehr solide durchgeführt, wie überhaupt in diesen konstruktiven Details der Apparat für Frankreich geradezu vorbildlich genannt werden kann, wengleich wir in Deutschland gerade hierin schon Ebenbürtiges leisten. Der vordere Holm ist fest in ein Stahlrohr gesteckt, während der hintere Holm um einen Stahlbolzen am Rumpf schwingen kann, um auf diese Weise eine Verwindung des ganzen Flügels zu ermöglichen. Auch hier sind wieder gepreßte starke Schellen aus

Stahlblech angewendet, an welchen die Spannkabel gelenkig mittels Augen und Bolzen angreifen. Die Verspannung nach unten ist in der üblichen Weise durchgeführt, indem vom vorderen Holm an jeder Tragflügelseite zwei Kabel nach dem vorderen Fahrgestell führen, während die beiden Kabel des hinteren Holmes jeder Tragflächenhälfte in einem unteren Spannbock vereinigt sind, der dem Rumpf nach unten aufgesetzt ist. Auf diese Weise ist es möglich, eine Verwindung der beiden Tragflügel zu erzielen, indem der untere Spannkopf ein Gleiten der Kabel erlaubt, je nachdem sich der hintere Holm eines Tragflügels senkt, und sich im gleichen Maße der Holm der anderen Flügelseite hebt.

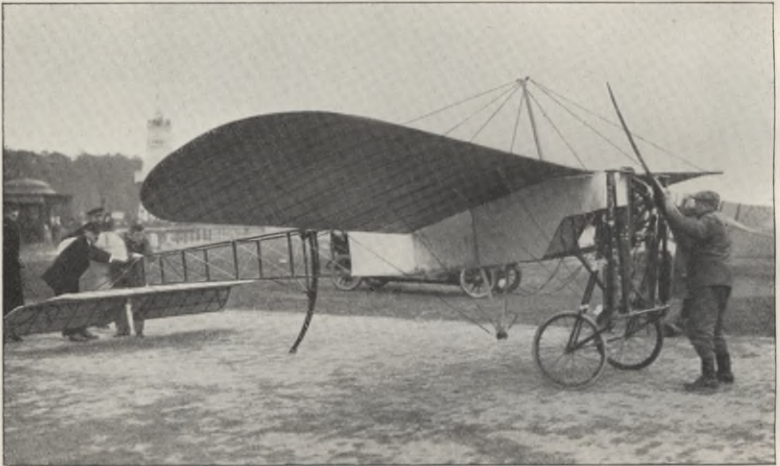


Fig. 25. Pégouds Apparat vor dem Start.

Fein und zierlich, wie der ganze Flugapparat, ist auch das Fahrgestell durchgeführt. Die Versteifungsstreben, die das Fahrgestell nach hinten gegen den Rumpf stützen, und auch die untere Querleiste des Radgestelles sind aus Eschenholz hergestellt und stellenweise mit stark geteertem Bindfaden umwickelt, um so die Knickfestigkeit der Leiste zu erhöhen. Das Rad sitzt auf einem Winkelhebel, der durch starke Gummibänder in seiner normalen Lage gehalten wird. Das Landungsgestell ist imstande, bei verhältnismäßig kleinem Federungswege große Stöße anstandslos aufzunehmen. Die Unterbringung des Motors ist in der bei

Rotationsmotoren üblichen Weise geschehen, d. h. das Lager mit seinem vierarmigen Bock unterstützt die Maschinenanlage derart, daß Propeller und Motor frei reiten. Der Behälter für Benzin und Öl ist genau im Druckmittelpunkt untergebracht, weil auf diese Weise Lagenveränderungen des Flugzeuges auf den Stand der Flüssigkeit am wenigsten Einfluß ausüben. Das Benzingeräß ist noch mit einer besonderen Vorrichtung ausgeführt, um eine Speisung des Motors in allen Stellungen zu gewährleisten. Zu diesem Zweck ist das mit elliptischem Längsschnitt versehene Gefäß annähernd horizontal in den Rumpf eingehängt; am vorderen Punkt mündet ein gelenkig eingebautes Abflußrohr, das am Ende mit einem Gewicht versehen ist, sodaß es sich stets mit seinem Saugkopfe in den tiefsten Teil des Gefäßes legt und so mit Sicherheit stets Benzin faßt. Am oberen Teile mündet das Druckrohr zur Einführung gepreßter Luft, und zwar muß der Flieger das Benzin stets unter einem Druck von einer Atmosphäre halten. Es ist jedoch nirgend etwas darüber bekannt geworden, ob er diesen Druck einer Stahlflasche entnimmt oder durch eine kleine Handpumpe selbst herstellt; letzteres ist jedoch das Wahrscheinlichere. Der Rumpfkörper ist in der bekannten Blériot'schen Weise ausgeführt und am hinteren Ende gleich von den Sitzen an bis zur Schwanzfläche nicht mehr mit Stoff bespannt. Es wird hierin von vielen Seiten ein großer Vorteil für die Ausführung der Flugvorführungen erblickt; ich kann mich dem in keiner Weise anschließen, denn einmal haben wir vorhin stets gesehen, daß der Apparat bei den meisten Vorführungen stets unter Verhältnissen „fliegt“, wie sie auch beim normalen Fluge auftreten, und zweitens setzt ein mit Stoff bespannter Rumpf einem Schwenken weniger Widerstand entgegen, als ein unbespannter Rumpf mit seinen vielen einzelnen Querstreben und Diagonalverspannungen.

Etwas anderes ist jedoch die exakte Ausbalancierung des flugfertigen Apparates. Hier scheint in der Tat von Blériot mit außerordentlich großer Sorgfalt vorgegangen zu sein. Die Maschinenanlage und der Führer scheinen sich in bezug auf den Druckmittelpunkt ungefähr das Gleichgewicht zu halten. Das Benzingeräß liegt in der Mitte, übt also keinen Einfluß auf ein Drehmoment aus. Der beträchtlich nach oben verlängerte Spannturm und das leichte Fahrgestell zusammen mit dem zweiten nach unten

geführten Spannbock werden sich ebenfalls das Gleichgewicht in bezug auf den Schwerpunkt halten. Der Schwanz wird durch die große Tragfläche des Höhensteuers und der Stabilisierungsfläche völlig getragen und übt ebenfalls kein freies Drehmoment aus, sofern nicht irgend welche Steuerbetätigungen durch den Flieger vorgenommen werden. Das heißt also, der Apparat liegt im völlig indifferenten Gleichgewicht in der Luft. Die Auftriebskräfte (und zwar die Resultierende aus dem Auftriebe der vorderen Tragfläche und des Schwanzes) und das Gewicht, die Vortriebskraft des Propellers und die nach hinten wirkende Luftwiderstandskraft gehen nahezu durch denselben Punkt, sodaß das leiseste Steuermoment den Apparat zum Aufbäumen und Vorwärtsneigen sowie zum seitlichen Umschlagen bringt. Der Apparat hat von sich aus nicht die Tendenz, in die normale Fluglage zurückzukehren, sondern er bleibt in der einmal — sei es durch eine Böe, sei es durch eine Steuerbewegung — angenommenen Lage. Ein solcher Apparat ist natürlich in der Hand eines geübten Fliegers, der seine ganze Aufmerksamkeit dem Flugzeuge zuwendet, ein außerordentlich wendiges und williges Instrument; er erfordert jedoch zur Aufrechterhaltung der normalen Fluglage steter Steuerbetätigung, sodaß das Fliegen mit ihm außerordentlich anstrengend wird. Gerade aus diesem Grunde ist man ja in Deutschland dazu gekommen, den Bau von Flugzeugen mit einer gewissen natürlichen Stabilität zu bevorzugen.

Aus den vorhergehenden Figuren gehen alle Einzelheiten deutlich hervor; es sei noch hinzugefügt, daß alle Teile des Rumpfes in der Nähe des Sitzes stark gepolstert sind, während Pégoud außerdem angeschnallt ist und zwar unter Verwendung des Blériotschen Sicherheitsschlusses, das darin besteht, daß der Gürtel normalerweise mit einem Riemen verschlossen wird, daß dieser Riemen aber durch ein Schloß unterbrochen ist, das unter erheblicher Federspannung einen Riegel sichert, der nur mittels Druckes auf einen Druckknopf senkrecht zum Riemen geöffnet werden kann.

Inzwischen haben eine Reihe Flieger die Vorführung Pégouds nicht nur nachgemacht, sondern zum Teil übertroffen. Wir wollen uns hier nur auf ganz wenige beschränken. So z. B. hat der englische Flieger Hucks unter der persönlichen Leitung von Louis Blériot in Juvisy mit dem französischen Piloten

Hanouille zusammen in verhältnismäßig kurzer Zeit Sturz- und Rückenflüge erlernt, woraus deutlich hervorgeht, daß es nicht sowohl allein die persönliche Geschicklichkeit Pégouds war, durch welche die Flüge möglich wurden, sondern daß jeder kaltblütige Flieger, wenn sein Apparat in der genügenden Weise vorbereitet ist, derartige Vorführungen unternehmen kann. Auch Chanteloup hat in Issy-les Moulinais mit einem Caudron-Doppeldecker ähnliche Schleifenflüge unternommen und vor allen Dingen ist ihm zuerst das seitliche Überschlagen vom normal liegenden Flugapparat über die Rückenlage wieder in die Normalstellung gelungen, was Pégoud trotz seiner Bemühungen mit seinem kleinen Eindecker nicht fertig bringen konnte (Fig. 26). Als neue Flugart hat Chanteloup außerdem einen besonderen Korkenzieherflug ausgeführt, wobei der auf dem Rücken liegende Doppeldecker in einer steilen Spirale herunterging und sich erst zum Schluß wieder in die normale Lage aufrichtete. Besonders interessant sind die Flüge Chevilliards, der mit seinem Henri-Farman-Doppeldecker ebenfalls das seitliche Überschlagen außerordentlich geschickt ausführte und es zum erstenmal fertig brachte, mehrfache Schleifen hintereinander seitlich zu erledigen. Was bei diesen Vorführungen besonders beachtenswert ist, das ist die Bauart des Apparates, die eigentlich für einen Rückenflug denkbar ungeeignet ist. Der Doppeldecker besitzt nämlich ein weit ausgespanntes oberes Tragdeck, welches die untere Tragfläche beiderseits um fast 2 m überklaffert. Die Schwanzzelle besteht aus einer einfachen Höhensteuerfläche sowie einfachem Seitensteuer, während beim Caudron-Doppeldecker noch doppelte Seitensteuerflächen vorgesehen sind. Diese Staffelung der Tragflächen verleiht dem Doppeldecker in normaler Fluglage eine gewisse natürliche Stabilität; um so bemerkenswerter ist es, daß der Apparat trotzdem auf dem Rücken in der Fluglage zu erhalten ist.

Endlich muß noch auf die Schleifenflüge von Garros hingewiesen werden, der mit einem Morane-Saulnier-Eindecker zum erstenmal Passagiere bei dieser Vorführung mitnahm und in Villacoublay in einer Höhe von etwa 300 m hintereinander drei senkrecht stehende Schleifen ausgeführt hat.

Es verdient jedoch ein Vorfall Erwähnung, der vielfach nicht ganz richtig ausgelegt worden ist, nämlich ein Unfall Chevilliards, der ihm während seiner Kunst-Flugvorführungen in Ant-

werfen zugestoßen sein soll. Dieser Unfall ist nämlich erst erfolgt, als die Flugvorführungen zu Ende waren und der Apparat kurz vor der Landung bei dem sehr engen Flugfelde am Umzäunungsdraht mit dem Schwanz hängen blieb und sich hierbei überschlug.

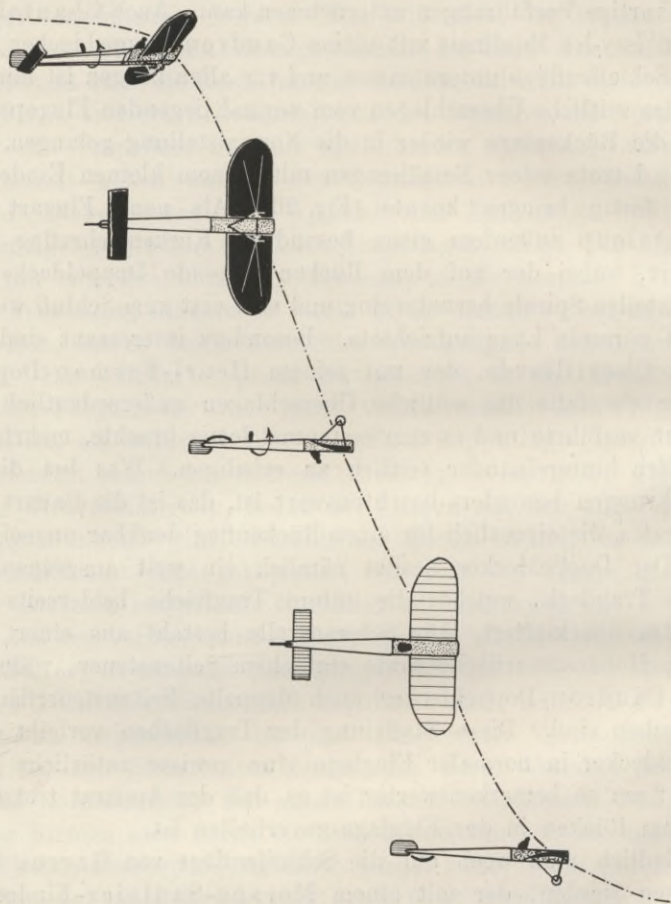


Fig. 26. Seitliches Überschlagen.

Viel wichtiger als die gewollten Nachahmungen der Pégoudschen Flüge scheinen mir aber die Sturzflüge wider Willen, die teils später, teils aber auch schon in früheren Jahren vorgekommen sind. So wurde z. B. der Flieger Rost bei der

Aufstellung eines Höhenrekords in einer Höhe von 4000 m durch einen heftigen Wirbelwind plötzlich zum Überschlagen gebracht. Der Eindecker neigte sich vornüber, stürzte jäh ab und überschlug sich ungefähr 20 mal, bis es dem Flieger, der inzwischen seine Ruhe wiedergefunden hatte, in etwa 1000 m gelang, durch ruhige Steuerbetätigung seinen Apparat wieder in die Gewalt zu bekommen und im Gleitfluge zu landen. Ähnliche Unfälle sind uns ja auch aus der ersten Geschichte der Flugtechnik bekannt. Der bedauerliche Unglücksfall Orville-Wrights, bei welchem der Passagier Leutnant Selfriedge tödlich verunglückte, spielte sich ähnlich ab. In 30 m über dem Boden verlor die an sich gänzlich un stabile Maschine plötzlich das Gleichgewicht, der Apparat überschlug sich und erreichte die normale Fluglage im Moment des Aufstoßens; wäre der Apparat also vielleicht 15 bis 20 m höher vom gleichen Unglücksfall überrascht, so hätte eine normale Landung noch stattfinden können. Auch der Kapitän Reynold wurde 1911 durch einen Windstoß in ungefähr 700 m mit seinem Farman-Doppeldecker zum Überschlagen gebracht, und ähnlich erging es dem Leutnant Barrington-Kennett auf seinem Blériot-Eindecker. Die Maschine überschlug sich völlig, flog zum Teil auf dem Rücken und erreichte in normaler Gleitlage die Erde, sodaß der Flieger keinerlei Verletzungen davontrug. Auch dieser Vorfall zeigt, daß ein Flugzeug auch auf dem Rücken der Tragflächen flugfähig ist. In aller Erinnerung wird auch noch der bekannte Flug des Kapitäns Aubry sein, der vom Kapitän Godefry und Leutnant Delabre genau beobachtet worden ist. Als in einigen 100 m Höhe der Motor plötzlich aussetzte, sahen sie die Maschine in einem Sturzfluge fast senkrecht heruntergehen. Nach ungefähr 200 m Fall bäumte sie sich vorn auf, überschlug sich und flog etwa 400 m auf dem Rücken, während der Führer mit dem Kopf nach unten hing; inzwischen gewann derselbe die Herrschaft über die Maschine zurück und brachte durch energische Höhensteuerbetätigung den Apparat wieder in die Gleitlage.

So ließen sich noch eine ganze Reihe Beispiele anführen, die lediglich deshalb nicht so bekannt sind, weil erstmal die Beobachtung derartiger Vorfälle sehr schwierig ist, zumal ja Augenzeugen wohl nur in den seltensten Fällen zur Stelle sind, und die Flieger, falls sie nach einem solchen Fluge glücklich wieder

zur Erde gelangen, bei ihren Berichten sehr häufig auf Zweifel stoßen werden.

Darin beruht ja auch zum Teil der große Wert der Pégoudschen Flüge, daß sie den Nachweis erbracht haben, daß sowohl Rückenflüge als auch Sturzflüge, seitliches Abrutschen usw. stets wieder in die normale Fluglage überführt werden können, wenn der Flieger mit der nötigen Besonnenheit seine Steuer betätigt.

Mit den letzten Zeilen sind wir schon auf die wichtigste Frage eingegangen: welchen Wert die Pégoudschen Vorführungen für die Entwicklung der Flugtechnik besitzen. Diese Frage läßt sich am besten nach den beiden Unterfragen erledigen: sind die Vorführungen mit jedem Flugzeuge möglich, und ist durch sie der Nachweis des „unsinkbaren Flugzeuges“ erbracht?

Was die erste Frage anbetrifft, so kann sie im allgemeinen mit „ja“ beantwortet werden. Wir müssen auch hier unterscheiden zwischen den Sturz- bzw. Rückenflügen und den Schleifenfahrten. Bei den letzteren treten keine anderen Bedingungen auf als im normalen Fluge. Denn wir haben vorhin gesehen, daß eine Schleife erst ausführbar ist, wenn die Eigengeschwindigkeit des Apparates so angewachsen ist, daß durch den hierdurch hervorgerufenen Auftrieb in der Schleife die Zentrifugalkraft überwunden wird. In diesem Falle drücken alle Einzelteile mit genau denselben Bedingungen auf die Tragflächen; die Flüssigkeiten in den Behältern und im Motor haben denselben Stand wie beim normalen Fluge, der Flieger wird ebenfalls gegen seinen Sitz gepreßt, kurz, das Flugzeug „fliegt“ wie immer (d. h. bei der Ausführung I). Für derartige Flüge braucht der Apparat daher nur genügend stark gebaut zu werden, d. h. die Tragflächen müssen so stark nach unten verspannt werden, daß sie Belastungen vom etwa fünf- bis sechsfachen Betrag der normalen Belastung aufnehmen können, weil die Mindestgeschwindigkeit am unteren Punkte der Schleife etwa $2\frac{1}{2}$ mal so groß sein muß als die zum Fliegen gerade noch ausreichende Geschwindigkeit. Sonst braucht jedoch der Flieger nicht an seinen Sitz angeschnallt zu werden, es kann ein normaler Vergaser Verwendung finden, das Benzinglefäß bedarf keinerlei Abänderung, ja diese Flüge sind auch mit einem stehenden, wassergekühlten Motor möglich, denn das Öl würde aus seiner Mulde (die ja im Höchstpunkte der Schleife senkrecht über den

Zylindern steht) doch nicht in die Zylinder hineinfließen, weil es durch die Zentrifugalkraft nach außen (d. h. in die Mulde hinein, nach oben) gepreßt wird, genau so, als wenn es beim normalen Fluge sich infolge der Schwerkraft unten in der Mulde sammelt.

Ganz anders liegt der Fall jedoch beim Sturzfluge und beim längeren Rückenfluge. In beiden Fällen wirkt auf den Apparat außer der Geschwindigkeit unvermindert noch die eigene Schwere und infolgedessen ist für diese beiden Flugarten ein stehender Motor nicht zu verwenden. Schon beim Sturzfluge würde das Öl trotz der Vorrichtungen in der Ölmulde in den nach unten liegenden Zylinder hineinlaufen und auf diese Weise den Motor ziemlich bald zum Stehen bringen. Auch der Vergaser hätte nicht mehr die Möglichkeit, zu funktionieren, weil der Flüssigkeitsspiegel naturgemäß eine um 90° abweichende Stellung einnimmt. Wird ein derartiger Sturzflug bei einem mit stehendem Motor ausgerüsteten Flugapparate durch irgend welche Umstände plötzlich eingeleitet, so ergibt sich für den Flieger die Notwendigkeit, sofort die Benzinzufuhr abzuschließen, weil es auf diese Weise vielleicht noch möglich ist, den Motor, wenn der Flugapparat wieder in die normale Lage zurückgebracht ist, wieder zum Anspringen zu bringen. Noch schlimmer ergeht es natürlich dem stehenden Motor, wenn das Flugzeug in die Rückenlage übergeht. In diesem Falle fließt nicht nur sämtliches Öl in die Zylinder, bildet an den heißen Wänden sofort eine Kruste und setzt die Kolben fest, sondern es können auch Flammenrückschläge durch die Saugleitung nach dem Vergaser zu stattfinden und können hier den gefürchteten Vergaserbrand hervorrufen. Derartige Rückenflüge sind daher nur mit rotierenden Motoren durchzuführen. Stehende Motoren sind hier auf keinen Fall verwendbar.

Die frei wirkende Schwerkraft macht sich bei Rückenflügen auch bei allen einzelnen Teilen des Flugzeuges bemerkbar. Insofern ist es notwendig, daß der Flieger durch eine besondere Vorrichtung, wie wir sie vorhin beschrieben haben, an den Apparat geschnallt wird. Das Benzingefäß muß so eingerichtet sein, daß das in diesem Fall an der Decke des Benzingefäßes sich sammelnde Benzin trotzdem noch dem Motor zufließen kann. Das geschieht bei der Blériotschen Einrichtung durch das gelenkige Abflußrohr. Natürlich würde ein Vergaser beim Rotationsmotor dieselben Schwierigkeiten zu überwinden haben wie beim Stand-

motor. Infolgedessen verwendet Blériot statt des Vergasers eine Benzinzuführung mittels Pumpe (Einspritzung). Außerdem hält er das Benzinglefäß unter einem Druck von etwa einer Atmosphäre, sodaß auf jeden Fall der Brennstoff dem Motor zufließt. Weil nun beim Rückenfluge das Gewicht nicht durch die Zentrifugalkraft aufgehoben wird, so werden in diesem Falle die Tragflächen von der oberen Seite belastet, d. h. der Flugapparat ruht mit seinem ganzen Gewicht auf dem Rücken seiner Tragflügel; infolgedessen muß die obere Verspannung so stark bemessen sein, daß sie dieses Gewicht zu tragen vermag und außerdem noch den auftretenden Überbeanspruchungen gewachsen ist. Es ist hier ungefähr mit einer Maximalbeanspruchung vom Dreifachen der Normalbelastung zu rechnen.

Außerdem befindet sich beim Rückenfluge der Apparat in bezug auf Schwerpunktslage zum Druckmittelpunkt im labilen Gleichgewicht, d. h. der normal unterhalb des Druckmittelpunktes liegende Gesamtschwerpunkt kommt beim Rückenfluge nach oben, der Flugapparat hat in dieser Lage also nicht das Bestreben, in ihr zu verharren, sondern im Gegenteil, bei dem geringsten Anlaß aus dieser Lage herauszuschwenken. Sofern daher der Flugapparat nicht so konstruiert ist, wie wir es S. 44 kurz angedeutet haben, daß Schwerpunkt und Druckmittelpunkt zusammentreffen, so bedarf er beim Rückenfluge ständiger Steuerbewegungen, um diese Lage aufrecht zu erhalten. Pégoud hat bei diesem Rückenfluge denn auch stets mit allen drei Steuern gearbeitet, um sein Flugzeug, dessen Gesamtschwerpunkt normal etwas tiefer als der Druckmittelpunkt liegt, im Gleichgewicht zu halten. Er hat auch, weil die Gleitgeschwindigkeit des Flugzeuges infolge der verminderten Tragfähigkeit der Rückenflächen nicht ausreichte, um eine flache Flugbahn zu erzielen, den Motor zur Hilfeleistung herangezogen, um dadurch eine größere Eigengeschwindigkeit zu erzielen. Dieses Heranziehen geschah jedoch ruckweise, so daß der Rückenflug mit einem treppenförmigen Absteigen zu vergleichen war.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, kann festgestellt werden, daß mehr oder weniger jeder Flugapparat geeignet ist, diesen Rückenflug auszuführen, wenn er nur die genügend starke Verspannung des oberen Teiles der Tragflächen besitzt, keinen stehenden Motor hat und mit genügend großen Steuerflächen ausgerüstet ist. Flugzeuge, denen durch ihre Bauart eine gewisse

„natürliche Stabilität“ erteilt wird, werden allerdings erstmalig dem Übergange in die Rückenlage große Schwierigkeiten entgegenzusetzen, andererseits aber auch, wenn sie sich in der Rückenlage befinden, sehr schwer in dieser Lage zu halten sein. Diese natürliche Stabilität ist erfahrungsgemäß Eindeckern am besten durch eine Formgebung nach Art der „Taubenflügel“ zu erteilen, wie sie von Etrich nach den Veröffentlichungen von Ahlborn zuerst vorgeschlagen wurden, d. h. die Tragflächen werden im Grundriß an den Enden nach hinten zurückgezogen und leicht aufwärts gebogen, während die hinteren Enden der Tragrippen gleichzeitig elastisch ausgestaltet sind. Bei Doppeldeckern erreicht man ähnliche Flugeigenschaften durch pfeilförmigen Bau der Tragflächen, während außerdem das obere Tragdeck das untere an den Seiten überklaffert, und ferner die untere Tragfläche V-förmig nach oben gezogen ist. Derartige Apparate werden nur durch starke Steuerbetätigung von der normalen Lage in den Rückenflug übergehen. Haben sie die Rückenlage einmal erreicht, so haben sie sofort das Bestreben, aus dieser wieder, sei es durch seitliches Überkippen oder durch Vornüberneigen in die normale Lage zurückzukehren. Der Flieger muß daher mit großer Geschicklichkeit diese Rückenlage aufrecht erhalten. Hinzu kommt noch, daß bei all diesen Flugapparaten der Schwerpunkt bei Eindeckern etwa 0,4 bis 0,5 m unterhalb des Druckmittelpunktes liegt, bei Zweideckern dagegen eben oberhalb der unteren Tragfläche. Ein solcher Apparat ist natürlich beim Rückenfluge, wo ja der Gesamtschwerpunkt dann außerordentlich hoch über dem Unterstützungspunkte zu liegen kommt, sehr unstabil, sodaß man sich erklären kann, unter welch schwierigen Verhältnissen ein Rückenflug hier überhaupt möglich ist.

Aber noch etwas anderes ist hier zu beachten. Die stehenden Motoren erhalten durch die Anordnungen der Zylinder in der Flugzeuglängsachse hintereinander eine außergewöhnlich lange Bauart. Infolgedessen rückt, wenn man den Motor zum Druckmittelpunkt der Tragflächen durch den Flieger ausgleichen will, dieser Fliegersitz sehr weit nach hinten. Dadurch ergibt sich für den Rumpf eine schwerere Konstruktion, und vor allen Dingen entsteht ein Wagebalken um den Druckmittelpunkt herum, der bei Steuerausschlägen leicht in Schwingungen gerät, die nur durch geschickte Gegensteuerbewegungen gedämpft werden können.

Aber zum Glück besteht ja der eigentliche Zweck des Flugzeuges auch gar nicht darin, Rückenflüge und Sturzflüge auszuführen, sondern vielmehr darin, „in normaler Weise zu fliegen“. Es handelt sich daher nicht darum, Rückenflüge künstlich herbeizuführen, sondern vielmehr darum, daß solche Flüge, wenn sie durch irgend welche Umstände einmal herbeigeführt sind, auch gut und sicher zu Ende geführt werden können. Daß dies der Fall ist, haben wir in vorstehendem gesehen; infolgedessen ist die erste Unterfrage mit „ja“ beantwortet, und wir können uns nun der zweiten zuwenden.

Da ist zunächst der Begriff der „Unsinkbarkeit“ näher zu definieren. In einer Sitzung der Société Française de Navigation Aérienne hat Blériot ausführlich zu diesem Punkte Stellung genommen; steht er doch mit seinen Ansichten den Bestrebungen der automatischen Stabilität direkt entgegen. Die letzteren Bestrebungen gehen ja darauf hinaus, dem Flugzeuge dadurch eine gewisse Stabilität zu verleihen, daß bei Störungen der normalen Fluglage automatische Steuerbetätigungen eingeleitet werden, die das Flugzeug in die normale Lage zurückzwingen. Die bekanntesten Vorrichtungen sind wohl der Stabilisator von Dautre und von Moreau. Beide erteilen ihren Flugzeugen eine gewisse Querstabilität durch V-förmiges Aufrichten der Tragflächen. Neigt sich ein so gebauter Flugapparat nach irgend einer Seite, so vergrößert sich bei dieser Neigung die Projektionsfläche des tiefer liegenden Tragflügels gegen jene des hochstehenden. Der Auftrieb der ersteren wird dadurch vergrößert und der Apparat automatisch in die normale Fluglage zurückgedrängt. Für die Längsstabilisation wird bei Moreau der Führersitz benutzt, der pendelartig in der Längsrichtung um eine im Druckmittelpunkt angebrachte Querachse schwingt und mit seinen Schwingungen direkt auf das Höhensteuer wirkt. Wird z. B. das Flugzeug vorn heruntergedrückt, so schwingt das Pendel nach vorn aus und stellt dadurch das Höhensteuer auf „Steigen“, wodurch das Flugzeug vorn aufbäumt und dadurch die Fluglage wieder herstellt. Diese Vorrichtungen sind in sinnreicher Weise noch mit Gewichten und Fühlflächen gekuppelt, die bei plötzlich eintretenden Geschwindigkeitsänderungen, die ja infolge ihrer beschleunigenden oder verzögernden Kraft auf das Pendel einwirken würden, die in diesem Fall schädlichen Wirkungen des Pendels aufheben. Setzt z. B. der

Motor aus, so verzögert sich dadurch die Geschwindigkeit und es würde ein Nachvorneilen des Sitzes das Höhensteuer auf „Steigen“ stellen und so den an sich schon langsamer fliegenden Apparat bestimmt zum Absturz bringen. Das verhindert das schneller nach vorn eilende Gewicht, das die Gondel blockiert und die Pendelbetätigung ausschaltet. In ähnlicher Weise wirkt bei Beschleunigungen die Fühlfläche, sodaß also allen eintretenden Eventualitäten Rechnung getragen ist. Nun steht Blériot aber auf dem Standpunkte, daß diese Steuerbetätigungen zwar automatisch ausführbar sind, daß sie aber, falls es sich um große Böen, Luftwirbel, Luftlöcher usw. handelt, nicht ausreichen, um den Apparat wieder in die normale Lage zurückzubringen. Dem kann ohne weiteres zugestimmt werden. Es lassen sich durchaus solche Luftbewegungen denken, die trotz äußerster Ruderlage ein Zurückführen des Apparates in die Normallage nicht erlauben. Und was nutzen die besten automatischen Stabilisatoren, wenn die durch sie hervorgerufenen Steuerausschläge ihre Wirkung auf das Flugzeug verfehlen? Daher sieht Blériot von allen diesen Bestrebungen ab. Er baut sein Flugzeug lediglich nach dem Gesichtspunkte, daß bei genügend großen Geschwindigkeiten der Flieger die Möglichkeit hat, durch Steuerschläge sein Flugzeug auch aus schwierigen Lagen wieder in den Gleitflug zu bringen. Das ist das, was er unter dem Begriff „Unsinkbarkeit“ versteht.

Ich glaube, man trifft hier das Richtige, wenn man „das eine tut und das andere nicht läßt“, d. h. wenn man den Apparat mit allen Vorrichtungen versieht, die ihm eine natürliche und automatische Stabilität sichern, ohne ihm jedoch die Möglichkeit zu nehmen, auch durch willkürliche Steuerbetätigung von seiten des Fliegers bei schwierigen Lagen wieder in die Normallage zurückzukehren!

Hat sich dieser Grundsatz durchgesetzt, dann werden Flugzeuge künftighin nach folgenden Gesichtspunkten zu konstruieren sein.

Die Tragflügel müssen nach einer Beanspruchung von unten mit dem Fünf- bis Sechsfachen der Normalbeanspruchung, von oben nach dem Dreifachen derselben berechnet werden; die Steuerorgane müssen so groß wie möglich gewählt werden und außerdem so angeordnet sein, daß sie niemals in den Windschatten des anderen Steuers fallen. Die Ausbalancierung zum Druckmittelpunkt hin muß möglichst sorgfältig vorgenommen werden, außerdem ist nach

Möglichkeit kein zu großer Abstand des Gesamtschwerpunktes unterhalb des Druckmittelpunktes zu wählen. Wird ihnen eine automatische Stabilisierungsvorrichtung eingebaut, so darf dieselbe den Flieger keineswegs hindern, bei anormaler Lage (die durch außergewöhnliche Luftgewalten auftreten kann) die Steuer unbeeinflusst zu betätigen. Auch darf die ganze Bauart dieser Stabilisierungsvorrichtung den Flieger selbst in keiner Weise an der Ausübung des Steuerns hindern. Das sind eigentlich die einzigen Bedingungen, die erfüllt werden müssen. Alle sonstigen Bedingungen erscheinen bei genauer Nachprüfung nicht stichhaltig, und das ist für die weitere Entwicklung der Flugtechnik nur zu begrüßen, weil dadurch wirklich der Nachweis erbracht ist, daß für spätere Zeiten das Fliegen wesentlich an Gefährlichkeit einbüßen wird.

Es sei zum Schluß noch kurz auf zwei für den späteren Luftverkehr sehr wichtige Punkte hingewiesen: einmal, daß beim Übergange vom Sturzfluge zum normalen Fluge, falls hierzu lediglich das Höhensteuer herangezogen wird, etwa viermal so große Höhen benötigt werden, als wenn mittels Verwindung Seitensteuer und Höhensteuer der S. 30 beschriebene Weg benutzt wird. Das ist ein für alle Flieger außerordentlich beachtenswerter Wink, in gefährlicher Lage stets das letztere Mittel zu benutzen, damit die normale Lage noch in einer Höhe herbeigeführt wird, die eine Berührung mit der Erde ausschließt. Der zweite Punkt bezieht sich darauf, daß alle Steuerbetätigungen ruhig und besonnen ausgeführt werden sollen, nicht aber in brüsker Weise, und dies hat seine Begründung darin, daß die bei Sturzflügen auftretenden außerordentlichen Geschwindigkeiten schon derartig große Steuerdrucke hervorrufen, daß Steuerschläge häufig zu Überbeanspruchungen der einzelnen Teile führen können. Aus alledem erhellt für den Luftverkehr die Folgerung, nach Möglichkeit gleich nach dem Start recht große Höhen aufzusuchen (800 m), um sich dadurch gegen alle Unfälle tunlichst zu schützen. Bei einer derartigen Höhe ist einmal das Aussuchen eines günstigen Landungsterrains noch möglich, während wir andererseits gesehen haben, daß bei diesen Höhen ein Apparat, gleichgültig, in welcher Lage er sich befindet, sofern nur keine Verletzungen der Tragflügel und der Steuerorgane eingetreten sind, durch einen tüchtigen Flieger wieder in die Normallage zurückgebracht werden kann.

Nachdem Pégoud den Nachweis erbracht hat, daß Sturz- und Rückenflüge, seitliches Abrutschen u. dgl. für einen normalen Apparat in genügender Höhe keinerlei Gefahrquellen mit sich bringen, ist es die Aufgabe unserer Konstrukteure, die Flugapparate unter Berücksichtigung der wenigen vorerwähnten Bedingungen herzustellen, die Aufgabe der Flieger aber, dieser Experimente stets eingedenk zu sein, um ihren Apparat wieder in die Normallage zu bringen, falls sie durch irgend welche Umstände in eine anormale Fluglage gebracht worden sind. Es ist selbstverständlich sehr viel schwieriger, unvorbereitet durch eine Katastrophe überrascht zu werden, als in wohl vorbereiteter Weise die Vorführungen zu demonstrieren. Wenn die Pégoudschen Flüge aber nur das erreicht haben, daß sie allen Fliegern das Vertrauen zu ihrer Maschine gestärkt haben, sodaß sie ihre Besonnenheit und Ruhe auch bei Katastrophen nicht verlieren und sich der Pégoudschen Vorführungen erinnern, dann hat er damit eine Großtat auf dem Gebiete der Flugtechnik vollbracht, die ihm im Interesse der Entwicklung unvergessen bleiben wird!



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 31854
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298530