

Eigenthum
des Kaiserlichen
Patentamts.

KAISERLICHES



PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 100398 —

KLASSE 77: SPORT.

AUSGEBEN DEN 18. NOVEMBER 1898.

PAUL MOLNÁR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.

Flugmaschine.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 14. Mai 1896 ab.

Vorliegende Erfindung hat eine Flugmaschine zum Gegenstande, bei welcher der Rumpf und die großen, zur Quer- und Längsachse desselben angenähert parallelen Tragsegel ein starres Ganzes bilden. Die Fortbewegung dieser Maschine in der Luft soll in folgender Weise stattfinden.

Die Maschine habe einen Bewegungsimpuls erhalten, vermöge dessen sie sich schief nach aufwärts und vorwärts bewegt. Nimmt man noch der Einfachheit wegen für einen Augenblick an, daß der Angriffspunkt des auf die Maschine ausgeübten Luftwiderstandes unverrückbar in der Längsachse der Maschine und etwas hinter dem in derselben Achse liegenden Schwerpunkt der Maschine als Ganzes liegt, so ergibt sich sofort, daß die Maschine sich so bewegen wird, daß ihre Längsachse stets die Tangente zur Flugbahn des Schwerpunktes bilden wird, und demnach auch die Tragsegel der Tangente der Schwerpunktsflugbahn sich stets genau anschmiegen. Diese Flugbahn besteht naturgemäß aus einem aufsteigenden und einem absteigenden Ast; im ersteren ist die Längsachse der Maschine schief nach vorn und aufwärts, im letzteren schief nach vorn und abwärts gerichtet. Läßt man nun an einer Stelle des absteigenden Astes der Flugbahn auf die Maschine eine außerhalb ihres Schwerpunktes angreifende Kraft wirken, welche die Längsachse der Maschine wieder schief nach aufwärts dreht, so übt der Luftwiderstand auf die Unterseite der Tragsegel einen nach aufwärts gerichteten Druck aus, der eine Ablenkung des Schwerpunktes aus seiner Flugbahn nach oben anstrebt und so lange fortwirkt, bis

die Längsachse der Maschine wieder mit der Tangente der Schwerpunktsflugbahn zusammenfällt, d. h. bis letztere wieder nach vorn und aufwärts gerichtet ist; ist dies erreicht, so befindet sich die Maschine wieder in dem vorstehend angenommenen Anfangszustand, und ihr Schwerpunkt befindet sich wieder im aufsteigenden Ast einer Flugbahn.

Durch Wiederholung der beschriebenen Vorgänge wird daher die Maschine veranlaßt, sich so zu bewegen, daß ihr Schwerpunkt eine Reihe von Flugbahnen durchläuft, indem er immer an einer Stelle des absteigenden Astes einer Flugbahn durch entsprechende Drehung der Längsachse der Maschine in den aufsteigenden Ast der nächsten Flugbahn übergeleitet wird. Selbstverständlich muß, wenn diese Bewegung sich auf lange Dauer erstrecken soll, eine auf der Maschine befindliche Kraftquelle die lebendige Kraft der Maschine auf constanter Höhe erhalten.

Die vorstehend angegebene Drehung der Längsachse der Maschine kann in beliebiger Weise hervorgebracht werden, beispielsweise durch entsprechende Drehung einer für gewöhnlich zur Längs- und Querachse der Maschine parallelen Hilfssegelfläche — des sogenannten Kippruders — um eine zur Querachse der Maschine parallele Achse.

Die vorstehend gemachte Voraussetzung, daß der Angriffspunkt des Luftwiderstandes der ganzen Maschine unverrückbar festliege, trifft in der Praxis nicht zu. Dieser Angriffspunkt verschiebt sich um so weiter nach vorn, je kleiner der Neigungswinkel zwischen Längsachse und Flugbahntangente ist. Er wird

L 26

daher bei Beginn der vorstehend erwähnten zeitweisen Drehung der Längsachse am weitesten nach vorn zu liegen kommen und bei fortgesetzter Drehung allmählig nach hinten rücken. Diesen Umstand benutzt man bei der vorliegenden Erfindung zur Erleichterung und Regelung der Drehbewegung der Längsachse. Man legt nämlich den Schwerpunkt der Maschine als Ganzes in die Längsachse, aber an eine Stelle, welche hinter jener Stelle liegt, die der Angriffspunkt des Luftwiderstandes bei sehr kleiner Neigung zwischen Längsachse und Flugbahntangente einnimmt, aber vor jener Stelle, die dieser Angriffspunkt bei einem größten für zulässig erachteten Werth der genannten Neigung einnimmt. Diese Einrichtung hat zur Folge, daß, sobald die Drehung der Längsachse der Maschine durch das Kippruder oder in anderer Weise eingeleitet ist, der Luftwiderstand, welchen die Maschine sammt den Tragsegeln als Ganzes erfährt, nach oben gerichtet ist und vor dem Schwerpunkte angreift und somit das Bestreben hat, die Drehung der Längsachse in der beabsichtigten Richtung fortzusetzen. Mit wachsender Neigung zwischen Längsachse und Flugbahntangente rückt aber der Angriffspunkt des Luftwiderstandes weiter nach rückwärts, wodurch sich das Drehmoment dieses Luftwiderstandes alsbald verringert, und ist dieser Angriffspunkt einmal über den Schwerpunkt hinaus nach rückwärts gelangt, so wechselt dieses Drehmoment sein Vorzeichen, d. h. der Luftwiderstand wirkt dann einer weiteren Drehung der Längsachse mit rasch wachsender Kraft entgegen, so daß die Neigung zwischen Längsachse und Flugbahntangente einen bestimmten regelbaren Werth nicht übersteigen kann und ein Umschlagen der Maschine vollständig verhindert ist.

Die Erfindung bezieht sich überdies auf verschiedene, nachstehend zu beschreibende Einzeleinrichtungen, welche die Ausführung der vorstehend angegebenen Fortbewegungsweise in der Luft erleichtern und begünstigen sollen.

Vorliegende Erfindung hat demnach zum Gegenstande eine dynamische Flugmaschine, bei welcher ein schiffartiger, geschlossener Hohlkörper, der Rumpf, und ein aus mehreren, sich in zur Längsachse des Rumpfes parallelen Linien schneidenden, trapezförmigen Segelflächen zusammengesetztes Tragsegel derartig geformt und gegen einander starr und unbeweglich angeordnet sind, daß der Massenschwerpunkt des Ganzen sammt den beiden Resultirenden des Stirnwiderstandes und der Propulsionskraft in die Symmetrielinie der Tragsegelschwerebene (gleichzeitig Längsachse der ganzen Flugmaschine) falle, und um ein solches bestimmtes Stück vor dem resultiren-

den Flächenschwerpunkte des Tragsegels zu liegen komme, daß bei einer gewissen mittleren Neigung der Längsachse zur augenblicklichen Flugbahntangente der sich nothwendig in dieser Längsachse, je nach ihrer Neigung zur Flugbahntangente verschiebende Flächendruckmittelpunkt mit dem Massenschwerpunkte zusammenfalle und innerhalb der Grenzen der beabsichtigten Längsachsenneigungen sich auch nur wenig von ihm nach vorn und rückwärts entfernen könne, um solcherart einerseits die Möglichkeit eines beträchtlichen natürlichen Kippmomentes sowie die Möglichkeit eines durch künstliches, zwangläufiges Kippen verursachbaren Rollens der Flugmaschine auf das thunlichste Minimum zu verringern, andererseits um im Sinne des eigentlichen Erfindungsgrundgedankens dennoch die ganze starre Flugmaschine um eine durch den Massenschwerpunkt gelegte ideelle Querachse durch eine selbstthätige Kippvorrichtung unter gleichzeitiger Zuhülfenahme der unvermeidlich auftretenden natürlichen Kippmomente innerhalb verschieden einstellbarer Zeitperioden um verschieden einstellbare Winkelmassen auf verschieden einstellbare Dauer künstlich nach rückwärts zu dem Zwecke leicht kippen zu können, um aus dem lebendigen Kraftvorrathe, welchen eine resultirend unverrückbar in der Längsachse beständig wirkende Triebkraft in der Gesamtmasse aufspeichert und möglichst auf seiner Höhe erhält, innerhalb derselben veränderlich einstellbaren Zeitperioden veränderlich einstellbare lebendige Kraftmengen entnehmen und dazu verwenden zu können, die Gesamtmasse innerhalb derselben verschieden einstellbaren Zeitperioden aus einer nach abwärts geneigten Sinkverminderungs-Flugbahn in eine nach oben geneigte freie Wurflinie abzulenken bezw. ihr innerhalb dieser veränderlich einstellbaren Zeitperioden ein veränderlich einstellbares Maß eines vorübergehenden Auftriebes ertheilen und sie dann in nahezu freier Bahn, in welcher im Wesentlichen fast nur der Stirnwiderstand zu überwinden ist, durch die beständig wirkende Triebkraft unter Zuhülfenahme der Schwerkraft um so viel oder mehr wieder beschleunigen zu können, als durch die vorübergehende periodische Ablenkung nach oben an lebendiger Kraft verloren geht, wie dies im Folgenden beschrieben und durch beiliegende drei Zeichnungen erklärt wird.

In diesen Zeichnungen zeigen die Fig. 1, 2, 3 und 4 eine Art der Flugmaschine in Parallelperspective, Aufrifs, Grundrifs und Seitenansicht zur Veranschaulichung der allgemeinen Anordnung von Tragsegel, Propeller, Ruder und Laufräder zum Rumpfe.

Die folgenden Fig. 5 bis 25 sollen zunächst eine Namenbezeichnung der in der Beschreibung nothwendigen, theils neuen, theils be-

kannten Begriffe in dem von den Erfindern verstandenen Sinne festlegen, gleichzeitig aber auch dazu dienen, um an diesen Hilfsfiguren parallel mit der Beschreibung der Flugmaschine den angestrebten Zweck und die hierzu verwendeten Mittel ohne Hinweise auf die technische Literatur, also ganz im Rahmen dieser Beschreibung bequem klarlegen zu können.

Fig. 5 ist eine schematische Versinnlichung der Flugmaschine, um hieran die Begriffe: vorn, hinten, aufwärts, abwärts, vorwärts, rückwärts, Längsachse, Querachse, Symmetrieebene, Schwerebene, Massenschwerpunkt, Flächenschwerpunkt, Kippen, Rollen, Neigen und Schwenken festzulegen.

Fig. 6 bis 11 sind schematische Darstellungen von Fig. 2, um daran die Begriffe: Segelflächen, Schnittlinien, Tragsegel, Schwerebene des Tragsegels, Anordnung der Segelflächen mit Bezugnahme auf Fig. 1 bis 4, 30 und 31 klarlegen zu können.

Fig. 12, 13 und 14 sollen zur Bestimmung der Begriffe: Druckmittelpunkt, Verschiebung des Druckmittelpunktes bei verschiedener Neigung der Längsachse zur Flugbahntangente, verschiedener Abstand des Druckmittelpunktes vom festen Massenschwerpunkte, natürliches positives und negatives Kippmoment, resultierender Normaldruck oder Normaldruckcomponente und deren Anwendung auf die vorliegende Erfindung dienen, während die Fig. 15, 16 und 17 die Wirkung des positiven und negativen natürlichen Kippmoments und dessen Nullbetrag versinnlichen.

Fig. 18 und 19 dienen zur Begründung der Reduction des natürlichen Kippmoments durch Verlegung der Propeller in mittlere Aussparungen ZZ (Fig. 1 und 3) des Tragsegels.

Fig. 20 soll die Begriffe: Gleitgeschwindigkeit, Normalverschiebung, Flugbahngeschwindigkeit, Widerstand in diesen drei Richtungen und ihre Anwendung auf vorliegende Erfindung erläutern.

Fig. 21, 22, 23, 24 und 25 sollen zunächst die Fallschirmgeschwindigkeit und Sinkverminderung bestimmen und dann zur Erläuterung der Nutzenanwendung der Fallbeschleunigung von der Ruhe aus und der »erhöhten Sinkverminderung« auf vorliegende Erfindung dienen.

Die Fig. 26 bis 29 sollen die beabsichtigte Flugmethode der vorliegenden Flugmaschine erklären.

Fig. 31 und 32 zeigen eine Art der Flugmaschine in größerem Maßstabe in Aufriss und Grundriss, um daran das in den Fig. 1, 2 und 3 der Deutlichkeit halber weggelassene Segelgerippe, sowie auch die Segelspannung und Flächenausbildung besprechen zu können.

Fig. 32 zeigt eine Ausführungsform des Kippregulators, d. h. der Vorrichtung zur

selbstthätig periodischen und verschieden einstellbaren Bethätigung des Kippruders.

Die Flugmaschine besteht aus einem in Fig. 1 bis 4, 30 und 31 sichtbaren mittleren, schiffartigen, außen glatt verkleideten, geschlossenen Hohlkörper, dem starren Rumpfe G , welcher in seinem Innern die Betriebskraft in Form von Brenn- oder Explosivstoffen, comprimierten oder verflüssigten Gasen oder in Form von elektrischer Energie enthält, den Motor und sonstige Mechanismen und den Maschinenführer trägt und bei größeren Ausführungen auch Frachtstücke oder Passagiere aufzunehmen bestimmt ist, an dessen Constructionsteile theils direct, theils indirect befestigt sind. Er wird zunächst von einer Radachse mit zwei fest verkeilten Laufrädern RR (Fig. 2, 4 und 30) so hoch und solcherart getragen, daß am Ende des Anlaufes auf der Erde ein Kippen der ganzen Maschine nach rückwärts leicht möglich ist, hierbei aber der Hintertheil der Maschine mit Sicherheit nicht auf den Boden stößt.

Zur Vermeidung des unbeabsichtigten Vorwärtsskippen auf der Erde kann vorn ein Leitrad r (Fig. 4) auf federnden Armen angebracht werden, und zur Vermeidung eines vorzeitigen Eintretens des beabsichtigten Rückwärtsskippen auf der Erde ist rückwärts ein Leitrad r' auf einem in geeignetem Momente nach oben klappbaren und dort einklinkbaren Arme angeordnet. Oben sind mit dem Rumpfe zwei Querträger gg (Fig. 30 und 31) starr verbunden und durch Zugorgane gegen denselben abgesteift, welche Querträger in Fig. 1 und 3 bloß strichpunktirt angedeutet, in Fig. 2 und 4 hingegen ganz weggelassen sind.

An diesen Querträgern ist das aus den einzelnen Segelflächen FF (Fig. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 30 und 31) bestehende Tragsegel verspannt. Diese Segelflächen FF liegen nicht in einer Ebene, schneiden sich aber in unter einander und zur Längsachse AA (Fig. 1, 3, 5 und 31) parallelen Schnittlinien tt derart, daß sie in ihrer Anordnung zum Rumpfe G eine Symmetrieebene BB (Fig. 2) und eine Schwerebene TT (Fig. 2) aufweisen, die auf einander senkrecht stehen. Die beiden inneren dieser Segelflächen FF sind satteldachartig nach abwärts, die beiden äußeren, mit ihren Endkanten $t't'$ (Fig. 2, 6 bis 11) die Schnittlinie tt (Fig. 2) der beiden mittleren Segelflächen überragend (Fig. 9, 10 und 11), nach aufwärts geneigt, deren Zweck später klar werden wird.

Bei größeren Flugmaschinen kann nach Fig. 7 und 8 das Tragsegel auch aus mehr als vier Segelflächen FF zusammengesetzt werden, die sich immer in unter einander und zur Längsachse AA parallelen Schnittlinien tt (Fig. 6, 7 und 8) schneiden und in ihrer

gegenseitigen Anordnung zum Rumpfe eine Symmetrieebene BB (Fig. 2, 6 bis 11) aufweisen und durch eine Schwereebene TT (Fig. 2, 6, 7, 8 und 30) ersetzt gedacht werden können, deren Flächenschwerpunkt dann der resultierende Flächenschwerpunkt des ganzen Tragsegels ist. Diese Segelflächen müssen in den Schnittlinien tt ihrer Ebenen auch nicht scharfe Ecken aufweisen, sondern können dort so abgerundet in einander übergehen, daß die Erzeugenden dieser Abrundungen parallel zur Längsachse liegen. An den zwei mittleren Längsversteifungen WW (Fig. 31), also indirect am Rumpfe befestigt sind noch das Kippruder KK , das Neigungsrudder N , das Schwenkruder S , welch ersteres zeitweise selbstthätig, die beiden letzteren von Hand vom Rumpffinneren aus behätigt werden sollen.

An den Segelträgern gg (Fig. 30 und 31) sind symmetrisch zwei Propeller so angeordnet, daß deren Schwerpunkte möglichst nahe der Querachse QQ und deren Achsen unverrückbar in der Schwereebene TT (Fig. 2 und 30) des Tragsegels und parallel zur Symmetrieebene bzw. Längsachse AA (Fig. 1, 3 und 31) liegen, mithin ihre resultierende Wirkung bezüglich Richtung und Angriffspunkt in die Längsachse fallen muß; behufs Anordnung dieser Propeller in der Nähe der Querachse QQ anstatt am Vorder- oder Hintertheile und mit ihren Achsen in die Schwereebene des Tragsegels müssen die beiden inneren Segelflächen eine Oeffnung ZZ (Fig. 1 und 3) erhalten, deren weiterer Zweck im Zusammenhange mit dem Kippen an der Hand von Fig. 18 und 19 erklärt werden soll.

Unter Symmetrieebene der ganzen Flugmaschine ist jene einzige ideelle, örtlich genau situierte Ebene verstanden, welche die ganze Maschine, von einigen einzelnen inneren, unsymmetrisch liegenden Constructionstheilen abgesehen, in zwei den äußeren Umrissen nach symmetrische Hälften theilt; ihre Richtung ist in den Aufrissen (Fig. 2, 6 bis 11 und 30) durch die Mittellinie $B-B$, in den Grundrissen (Fig. 3 und 31) durch die Mittellinie $A-A$ gekennzeichnet und in der schematischen Fig. 5 durch die Ebene EE dargestellt.

Unter Schwereebene des ganzen Tragsegels ist jene begrenzte, ideelle, örtlich genau situierte Ebene TT (Fig. 2, 6, 7, 8 und 30) verstanden, welche mit der Horizontalprojection (Fig. 3) des Tragsegels congruente Umgrenzung hat, senkrecht auf der Symmetrieebene und parallel zu den Segelflächen-Schnittlinien tt so hoch gelegt wird, daß sie das mittlere Niveau des Tragsegels bildet, also über und unter sich mit den Segelflächen des Tragsegels gleich große Raumvolumen begrenzt; sie ist also der Größe und Lage nach constructiv festlegbar.

Der Flächenschwerpunkt D (Fig. 3) dieser stofflich gadachten Schwereebene ist dann der örtlich genau situierte Flächenschwerpunkt des ganzen Tragsegels; er muß in der Symmetrielinie dieser Schwereebene liegen und ist dessen Ort constructiv oder rechnerisch und auch durch den Versuch genau feststellbar.

Diese Symmetrielinie oder Schwerlinie der Tragsegelschwereebene, gleichzeitig Schnittlinie dieser Schwereebene mit der Symmetrieebene ist die örtlich genau situierte Längsachse der Flugmaschine, also auch des Rumpfes, zu dessen sämtlichen ebenen Begrenzungsflächen sie auch parallel liegt; sie ist in Fig. 1, 3, 5 und 31 durch die Linie $A-A$, in den Aufrissen (Fig. 2, 6, 7, 8 und 30) durch den Schwerpunkt O und durch die Punkte D'' , O , D' , D in Fig. 4 gekennzeichnet und ist constructiv genau gegeben; es liegt also der Flächenschwerpunkt in der Längsachse und kann sich somit auch der Flächendruckmittelpunkt bei beliebigen Neigungen der Längsachse zur augenblicklichen Flugbahntangente nur in dieser Längsachse verschieben, und läßt sich das Maß dieser Verschiebungen constructiv oder empirisch bei gegebener Tragsegelform genau ermitteln.

Unter Massenschwerpunkt der vollständigen Flugmaschine oder der Gesamtmasse ist jener Punkt O (Fig. 1 bis 8 und 31) innerhalb des Rumpfes G verstanden, an welchem aufgehängt sich die ganze complete Flugmaschine in jeder beliebigen Lage im indifferenten Gleichgewichte befindet; es lassen sich die unsymmetrischen Constructionstheile leicht so anordnen, daß dieser Massenschwerpunkt in die Symmetrieebene falle; es wird aber aus später zu erörternden Gründen als nothwendig erachtet und ist dies constructiv unter Berücksichtigung des mobilen Schwerpunktes des Maschinenführergewichtes u. s. w. auch leicht erreichbar, daß dieser Massenschwerpunkt O (Fig. 1 bis 8 und 30) gleichzeitig auch in die Schwereebene des Tragsegels, also in die Längsachse AA der Flugmaschine falle, wobei aber vermieden wird, daß er mit dem Flächenschwerpunkte des Tragsegels zusammenfalle, sondern wird dieser Massenschwerpunkt um ein später an der Hand der Fig. 14 zu erörterndes Stück vor den Flächenschwerpunkt verlegt.

Eine ideelle Linie $Q-Q$ (Fig. 1, 2, 3, 5 und 30) der Schwereebene TT , welche, durch den Massenschwerpunkt gelegt, auf der Symmetrieebene bzw. auf der Längsachse senkrecht steht, ist die erwähnte, hierdurch örtlich genau situierte Querachse der Flugmaschine, um welche das selbstthätig regulirbare periodische Kippen geschehen soll, was auch zutreffen wird, wenn das mechanische Kippmoment in der Symmetrieebene wirkt; es ist als nothwendig erachtet, daß die Hauptmasse der Rumpfeinrichtung und überhaupt die unvermeidlich schweren Theile der

Gesamtmasse möglichst nahe dieser Querachse liegen, damit das beim raschen Kippen zu überwindende Trägheitsmoment der Masse möglichst verringert werde; es ist dies auch mit ein Grund für die Verlegung der Propeller in die Nähe der Querachse und für ein näheres Zusammenrücken der beiden Querträger $g g$ (Fig. 31), als dies sonst constructiv angezeigt erschiene; der nothwendig tiefliegenden Masse der Laufräder RR (Fig. 30) sammt Zubehör bietet das solcherart nothwendig hochgelegte Querträgerpaar $g g$ das Gegengewicht in Bezug auf Massenträgheit und Querachse.

Die verschiedenen Bewegungsformen der Flugmaschine in der Luft sollen nun an den schematischen Fig. 5 und 20 begrifflich festgelegt werden. Vorn und hinten, in Bezug auf die Flugrichtung, sind durch die als Richtungspfeile eingezeichneten Längsachsen AA in Fig. 1, 3 und 5 außer Zweifel gestellt. Ein rasches Drehen der Maschine um die Querachse QQ (Fig. 5) bzw. ein rasches Drehen der Längsachse AA in der Symmetrieebene EE um den Massenschwerpunkt O in der Richtung des Pfeiles 1 sei Vorwärtsskippen, im anderen Sinne des Pfeiles 2 Rückwärtsskippen genannt; ein allmähliches Drehen der Längsachse in demselben Doppelsinne sei aber mit Abwärtsneigen und Aufwärtsneigen bezeichnet. Das Neigen wird mittelst des von Hand bethätigten Neigungsruders N eingeleitet. Je nachdem das Kippen durch das selbstthätig bethätigte Kipp- ruder KK oder durch die Verschiebung des Druckmittelpunktes erfolgt; wollen wir ein künstliches oder mechanisches und ein natürliches Kippmoment unterscheiden und soll das letztere vornehmlich unschädlich gemacht werden. Ein allmähliches Drehen der Längsachse in der Schwebenebene TT um den Massenschwerpunkt bzw. der ganzen Flugmaschine um die im Uebrigen bedeutungslose Verticalachse BB im Sinne des Pfeiles 3 möge Rechtschwenken, im anderen Sinne des Pfeiles 4 Linksschwenken heißen, und wird dieses Schwenken durch das von Hand bethätigte Schwenkruder S eingeleitet. Ein Oscilliren der ganzen Maschine um die Längsachse nach den Richtungspfeilen 5 und 6 sei mit Rechtsrollen und Linksrollen bezeichnet, und gilt die gebrochene Form des Tragsegels hauptsächlich der Verhinderung des Rollens, wie später klar wird.

Die Tragsegelschwebenebene als schematische Fläche EF in Fig. 20 aufgefaßt und in einer Secunde parallel zu sich selbst bleibend mit gleichförmiger Geschwindigkeit aus der Lage EF nach $E''F''$ gebracht, hat die gerade Flugbahn EE zurückgelegt und dabei die Bahngeschwindigkeit V entwickelt; die Componente C dieser Bahngeschwindigkeit in der Richtung der Tragsegelschwebenebene ist die

Gleichgeschwindigkeit und die Geschwindigkeitscomponente N senkrecht zur Ebene die Normalverschiebung.

Im Grundrifs (Fig. 31) ist ersichtlich, wie der Rumpf vorn in eine Schneide ausläuft, wodurch der Luftwiderstand in der Richtung der Längsachse möglichst verringert werden soll; auch die im Aufrisse (Fig. 30) dargestellten Querträger $g g$ sind aus Stahlblech so construirt gedacht, daß sie ebenso wie die Segelflächen und sonstigen Constructionstheile beim Fluge in der Achsenrichtung der widerstehenden Luft eine Schneide bieten; dieser möglichst verringerte Widerstand, den die Flugmaschine in der Richtung des Gleitens erfährt, sei mit Stirnwiderstand bezeichnet; die Summe aus Stirnwiderstand und dem gesammten Reibungswiderstande der Luft an den Längsflächen der Flugmaschine heiße Gleitwiderstand oder Formwiderstand, weil er von der Formgebung der Constructionstheile abhängig ist. Der Widerstand senkrecht zur Tragsegelschwebenebene, der sich bei der wechselnden Neigung der Längsachse zur Flugbahntangente ergibt, also der Widerstand in der Richtung der Normalverschiebung heiße die Normaldruckcomponente.

Es wird nun als nothwendig erachtet, daß der resultirende Angriffspunkt des Formwiderstandes zunächst in die Resultirende der dem Formwiderstande gerade entgegengesetzt wirkenden Triebkraft falle, damit aus Triebkraft und Formwiderstand niemals ein drehendes oder kippendes Moment oder Kräftepaar entstehe; es müssen diese zusammenfallenden Krafrichtungen aber auch durch den Massenschwerpunkt gehen, damit aus Massenwiderstand und Triebkraft einerseits und aus lebendiger Kraft und Formwiderstand andererseits auch niemals ein Kräftepaar entstehen könne; dies läßt sich erreichen, indem man ein genau tarirtes Modell der beabsichtigten Flugmaschine mit verticaler Längsachse aufhängt und einem kräftigen vertical abwärts gerichteten Luftstrome aussetzt und die Form so lange verbessert, bis das Modell durch diesen Luftstrom nicht mehr in auffällige Schwingungen versetzt wird.

Es wäre nun wünschenswerth, daß dieser in der Richtung der Resultirenden der Triebkraft und des Formwiderstandes liegende Massenschwerpunkt zur Vermeidung eines Kräftepaares aus lebendiger Kraft und Normaldruckcomponente auch beständig mit deren Angriffspunkte am Tragsegel bzw. mit dem Druckmittelpunkte zusammenfalle, was aber ohne große mechanische und constructive Anordnungen unmöglich ist, weil eben dieser Druckmittelpunkt sich stets je nach Neigung der Längsachse zur Flugbahntangente verschiebt, und zwar unter gleichzeitiger Aende-

rung der Normaldruckcomponente, wie später gezeigt werden soll. Wohl läßt es sich aber erreichen, dafs, wie schon als nothwendig erachtet, der in den Resultirenden des Formwiderstandes und der Triebkraft liegende Massenschwerpunkt in jene Linie und innerhalb jener Grenzen derselben falle, in welchen sich die Verschiebung des Druckmittelpunktes beim Kippen oder Neigen der Längsachse vollzieht. Diese Linie ist aber nach dem Bisherigen nothwendig die Schnittlinie der Tragsegelschwerebene mit der Symmetrieebene, also die Längsachse selbst, und bezeichnet demnach im Aufrisse (Fig. 2) der Punkt O sowohl die Projection des Massenschwerpunktes als des Segelflächendruckmittelpunktes, des Formwiderstandangriffspunktes und des Triebkraftangriffspunktes; dies alles läßt sich constructiv und empirisch bei der in Fig. 30 angedeuteten Construction erreichen. Im Grundrisse (Fig. 3) aber ist O blos der Massenschwerpunkt; er liegt jedoch innerhalb der Grenzen $D'D''$ der Längsachse, in denen sich der bei senkrechtem Luftaufschlag im Flächenschwerpunkte D befindliche Druckmittelpunkt bei den beabsichtigten Längsachsenneigungen verschieben mufs.

Es ist nach Ansicht der Erfinder ein dynamisches Fliegen mit einer Maschine, die einen oder mehrere Menschen tragen soll, in einer geraden Flugbahn, also mit beständiger Normalverschiebung bezw. mit beständiger Längsachsenneigung oder Segelflächenneigung zur Flugbahn eben wegen dieser Labilität des Druckmittelpunktes nur unter Aufwendung übermäfsiger Kräfte möglich, wenn nicht überhaupt ganz unmöglich, und die noch zu erörternde Erscheinung der Druckmittelpunktverschiebung und der Sinkverminderung drängen dahin, die Lösung des Flugproblems in der freien, krummlinigen Bewegung zu suchen. Eine solche Curve ist auch die Wurflinie, welche aber in vorliegender Erfindung zufolge der unvermeidlichen, aber fast unschädlich und zum Theil sogar nutzbar gemachten Labilität des Druckmittelpunktes und der stets nur nutzbar wirkenden Sinkverminderung wesentlich abgeändert erscheint; es liegt der Erfindung also die Idee zu Grunde, in einer Kette von Wurflinien unter Nutzbarmachung des Luftwiderstandes und der Schwerkraft zu fliegen, um nur dort, wo der sanft absteigende Ast der Flugbahn einer Bewegungsphase in den steil aufsteigenden Ast der nächsten Bewegungsphase übergeführt werden mufs, einen beträchtlichen Kraftaufwand decken zu müssen, im übrigen Verlaufe der dort fast freien Bahn aber Zeit zu gewinnen, die Masse blos in der stets wechselnden Richtung des Gleitens wieder um den gehabten Geschwindigkeitsverlust beschleunigen zu können, ohne hierbei einen anderen nennenswerthen Luftwiderstand als

den geringen Formwiderstand überwinden zu müssen. Es ist also beabsichtigt, in der Gesamtmasse eine grofse lebendige Kraftmenge zu unterhalten (indem durch die Propeller unabhängig von der jeweiligen Lage der Längsachse nur Gleitgeschwindigkeit erzeugt wird), und dann die ganze starre Flugmaschine selbstthätig periodisch um ein einstellbares Winkelmafs nach rückwärts zu kippen, durch diese künstlich eingeleitete Vergrößerung der Normalverschiebung die Luft vor den schräg aufgerichteten Segelflächen schneller zu comprimiren, als sie auszuweichen Zeit findet, und so ein Luftkissen zu erzeugen, über welches hinweg gleitend die Flugmaschine nach oben in je eine neue Wurflinie abgelenkt werden soll, welche Wurflinie als eine unsymmetrisch verlängerte Parabel bezeichnet werde, im Gegensatz zur unsymmetrisch verkürzten Parabel beim gewöhnlichen Wurfe in der Luft.

Zur näheren Erörterung der diesen Zweck anstrebenden Construction der Flugmaschine bedarf es der Festlegung des Begriffes der Druckmittelpunktverschiebung und des damit wechselnden natürlichen Kippmomentes sowie der Sinkverminderung, welche Erscheinungen Edmund Gerlach (»Ableitung gewisser Bewegungsformen geworfener Scheiben aus dem Luftwiderstandsgesetze«; »Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt«, Jahrgang 1886, Heft III), auf zwei älteren Sätzen fusend, erklärt hat, und die bei vorliegender Erfindung zur Ermöglichung der beabsichtigten Flugmethode in theilweise abgeänderter Form mitverwerthet wurden.

Unter Druckmittelpunkt ist jener Punkt D einer von einer Luftströmung getroffenen ebenen Fläche EF (Fig. 12) verstanden, in welchem sie gegen die Luftströmung unterstützt werden mufs, damit sie im Gleichgewichte bleibe. Dieser Druckmittelpunkt D fällt bei nicht sehr unregelmäfsiger Begrenzung der Fläche stets und wahrscheinlich überhaupt mit dem Flächenschwerpunkte so lange zusammen, wie die Luftströmung senkrecht zur getroffenen Ebene gerichtet ist (Fig. 12). Unterstützt man diese Widerstandsfläche aber excentrisch vom Massenschwerpunkte O der stofflich gedachten Ebene, etwa in D' (Fig. 13), so stellt sich die Widerstandsfläche in eine bestimmte schiefe Lage $E'F'$ ein; oder umgekehrt, will man die Fläche in der schiefen Lage $E'F'$ durch einen einzigen Stützpunkt erhalten, so mufs dieser Stützpunkt um ein von der Flächenbegrenzung abhängiges bestimmtes Stück OD' (Fig. 13) gegen die Strömungsrichtung verschoben werden, d. h. der Druckmittelpunkt verschiebt sich je nach Neigung der Widerstandsfläche zur Strömungsrichtung, was auch aus Fig. 13 klar wird, nachdem die Strömung um die Kante F' herum mehr Widerstand er-

fährt als um E' herum, daher die Unterstützung näher zur Kante F' rücken muß. Diese Verschiebung des Druckmittelpunktes folgt einem durch Gerlach's Darlegung bekannt gewordenen Gesetze und steht in enger Beziehung zur Begrenzung der Widerstandsfläche und zu ihrer Neigung gegen die Luftströmung, wobei es gleichgültig ist, ob sich die Luft gegen die feste Fläche oder letztere gegen die ruhende Luft sich bewegt oder beides geschieht und so eine relative Strömungsrichtung zur Wirkung gelangt. Dieses Gesetz ist in Fig. 14 übersichtlich dargestellt. Die allmähliche Verschiebung des Druckmittelpunktes von D bis D'' entspricht einer allmählichen Verkleinerung des Neigungswinkels der Luftströmung zur Rechteckfläche EF von 90 Grad bis 0 Grad, und die Entfernung DD'' ist in richtigem Maßstabe zur ganzen Länge der Rechteckfläche aufgetragen; von diesen Neigungswinkeln sind die von 90, 60, 40, 30, 20, 10, 5 und 0 Grad eingezeichnet und bezeichnen die Durchdringungspunkte dieser Richtungslinien mit der Ebene EF die Orte des jeweilig entsprechenden Druckmittelpunktes. Die in diesen Druckmittelpunkten errichteten Senkrechten P sind der mit dem Neigungswinkel sich ebenfalls nach einem bestimmten Gesetze sich ändernden Normalcomponente des Strömungsdruckes proportional, und sieht man, daß deren Abnahme bei Abnahme des Winkels von 90 Grad bis Null in einer Curve zweiter Ordnung erfolgt. Unterstützt man die Fläche im Punkte D'' , so stellt sich dieselbe schon genau in die Strömungsrichtung ein und sind Normaldruck und Neigungswinkel Null geworden; in den Punkten O' bzw. D' oder D unterstützt, richtet sich die Fläche unter 20 Grad bzw. 40 Grad und 90 Grad zur Strömung. Nun giebt es bei der Flugmaschine zwar keinen Stützpunkt in der Luft, wohl aber kann man sich den Massenschwerpunkt O (Fig. 3) als solchen Stützpunkt beim raschen Kippen denken, da er der trägste Punkt der Flugmaschine ist; eine im Massenschwerpunkte angreifende Kraft könnte diesen Punkt nur in dem Masse verschieben, als sie die ganze Masse zu beschleunigen im Stande wäre, während eine außerhalb des Massenschwerpunktes angreifende geringere Kraft schon leichter im Stande ist, die ganze Masse um ihren Schwerpunkt zu drehen, und zwar um so leichter, je näher die Hauptmasse um den Schwerpunkt concentrirt ist. Denkt man sich nun die Rechteckfläche EF (Fig. 14) als Tragsegel der Flugmaschine und ihre Masse im Punkte O concentrirt, so ist beispielsweise bei 20 Grad Neigung zur Luftströmung P 20 die Normaldruckcomponente, welche, am Hebelarm $O'O$ wirkend, das Tragsegel um den Massenschwerpunkt O zu drehen sucht, und

wird diese Drehung fast plötzlich erfolgen, wenn gar kein Trägheitsmoment zu überwinden ist, d. h. wenn die ganze Masse im Schwerpunkt concentrirt ist; sie wird aber erst allmählich erfolgen und dann aber auch über das Ziel hinauschießen, wenn ein beträchtlicher Theil der Masse, weiter vom Schwerpunkte entfernt, diesen umlagert, wie es bei der Flugmaschine der Fall ist. Das Product aus Normaldruckcomponente mal Abstand des Druckmittelpunktes vom Massenschwerpunkte ist das, was unter natürlichem Kippmoment verstanden sein will, im Gegensatze zu dem künstlichen oder mechanischen Kippmomente, welches durch die selbstthätige Bethätigung einer Kippvorrichtung sich ergibt, und welches periodische, künstliche Kippen der Construction der Flugmaschine zu Grunde liegt. Die mit $+pl$ (Fig. 14) bezeichnete Curve versinnlicht die Zu- und Abnahme des natürlichen Kippmomentes mit der Entfernung des Druckmittelpunktes D von O bis D'' , und sieht man, daß es zwischen 30 und 35 Grad Strömungsneigung am größten und bei 0 und 90 Grad Null wird, was ja auch sofort erhellt, indem bei 90 Grad der eine Factor, der Hebelarm, und bei 0 Grad der andere Factor, die Normaldruckcomponente, Null ist, und das Product dort am größten sein muß, wo beide Factoren zu ihren mittleren Werthen gelangen. Eine solche Fläche wird, wie immer man sie auch werfe, in keiner Weise eine freie Bahn oder überhaupt eine vorausbestimmbare Bahn beschreiben können, weil sie sich unter dem dreifachen Einflusse der ihr mitgegebenen lebendigen Kraft, der Schwerkraft und des Luftwiderstandes in jeder Lage im labilen Gleichgewichte befindet; denn senkrecht zur Flugrichtung wird sich die Fläche nie stellen und in jeder anderen Lage tritt fortwährend ein neues Kippmoment auf, da dessen beide Factoren sich fortwährend ändern müssen; daher fällt jede Fläche von geringer und gleichmäßig vertheilter Masse, die also ihren Massenschwerpunkt im Flächenschwerpunkte hat und dem Kippen ein geringes Massenträgheitsmoment entgegensetzt, jedesmal in anderen unregelmäßigen Curven zur Erde, wenn sie in die Luft geworfen wird; das hierbei auftretende und stets wechselnde natürliche Kippmoment sei das positive oder aufwärts kippende genannt, gekennzeichnet dadurch, daß der Druckmittelpunkt stets außerhalb Massenschwerpunkt und Flächenschwerpunkt fällt und niemals zwischen diese beiden, weil nämlich letztere stets in einander fallen.

Denkt man sich aber die Fläche EF (Fig. 14) stofflich so beschaffen, daß der Flächenschwerpunkt zwar in D bleibt, der Massenschwerpunkt aber in O fixirt ist, also beispielsweise dort, wohin der Druckmittelpunkt D bei 20 Grad

Strömungsneigung rückt, so kann also der Druckmittelpunkt auch zwischen Massenschwerpunkt und Flächenschwerpunkt fallen, und das in diesem Falle wechselnde Kippmoment wird zwischen 90 Grad und 20 Grad Strömungsneigung negativ und nur zwischen 20 Grad und 0 Grad positiv, ohne aber einen erheblichen positiven Werth erlangen zu können, wie dies die nach unten verlängerte und dort mit $-pl$ bezeichnete Curve (Fig. 14) versinnlicht; hierbei bleibt das Gesetz der Druckmittelpunktverschiebung und der Normaldruckabnahme unverändert, nur die Kippwirkungen sind ganz andere geworden, weil jetzt der Drehpunkt bezw. Massenschwerpunkt nicht mehr im Flächenschwerpunkte liegt. Eine solche Fläche wird beliebig nach oben geworfen schon eine continuirliche Curve beschreiben und beim Abwärtsfallen zwar seitlich ausweichen, aber in der einmal eingeschlagenen Richtung in einem continuirlichen Bogen zur Erde fallen.

Man sieht in der Fig. 14, daß das positive Kippmoment wieder zwischen zwei Nullwerthen, aber nur allmählich wechselt, das negative Kippmoment oder das abwärts kippende jedoch sehr rasch einem hier nicht näher interessirenden großen Maximalbetrage zueilt.

Dieser Fall ist nun in vorliegender Erfindung angestrebt, bei welcher es gilt, das zwangläufige Kippen möglichst leicht zu gestalten, die Möglichkeit eines Ueberschlagens der Flugmaschine durch einen entsprechenden positiven Werth eines natürlichen Kippmomentes aber auszuschließen, und dennoch sowohl ein in seinem Maximalbetrag fixirbares, positives Kippmoment als auch das bei größeren Neigungen nothwendig auftretende negative Kippmoment im Sinne des zwangläufigen Rück- und Vorwärtsskippen nutzbar zu machen, wie bei Besprechung der Fig. 26 gezeigt werden soll. Zur vorliegenden Erläuterung ist beispielsweise angenommen, daß der Massenschwerpunkt in O' (Fig. 14), also im Orte des Druckmittelpunktes bei 20 Grad fixirt wird; wenn in diesem Falle also das zwangläufige Kippen eingeleitet wird, so hilft bis zur Aufrichtung der Tragsegelebene um 20 Grad aus der Flugbahntangente das natürliche Kippmoment mit, weil es da positiv aufwärts kippend wirkt, wie Fig. 15 es versinnlicht; ist zur Erzeugung des nothwendigen Auftriebes eine größere Neigung nöthig als 20 Grad, wie z. B. beim steileren Aufwärtsfliegen, und soll die Maschine bis 25, 30 und mehr Grad gekippt werden, so tritt sofort ein sehr rasch ansteigendes, durch Fig. 16 versinnlichtes negatives, also abwärts wirkendes natürliches Kippmoment auf, hindert die Flugmaschine daran, zufolge ihrer Massenträgheit über das beabsichtigte Maß zu kippen und sich zu über-

schlagen, und leitet ohne sonderliche Mithülfe der mechanischen Kippvorrichtung wieder ein Vorwärtsskippen ein; die Flugmaschine muß gleichsam um die Querachse und um eine durch Fig. 17 versinnlichte Mittellage schwingen, und die mechanische Kippvorrichtung bestimmt sowohl den Ausschlag als auch die Zeitdauer der Schwingung, ist aber in der Bestimmung dieser Zeitdauer innerhalb Grenzen gehalten, welche wieder von der Flugbahngeschwindigkeit und der Massendrehträgheit und auch einer so zu nennenden Flächenträgheit bestimmt werden. Außer der dem künstlichen Rück- und Vorwärtsskippen widerstrebenden und hierdurch die Schwingungsdauer beeinflussenden Massenträgheit wirkt dem raschen Kippen auch noch eine Flächenträgheit entgegen, die aber als regulirendes Hemmungsmittel innerhalb nützlicher Grenzen zu zwingen gesucht wird. Je länger eine stoffliche Fläche EF (Fig. 14) ist, mit desto viel geringerer Winkelgeschwindigkeit wird sie im besprochenen Sinne kippen, weil außer der Massenträgheit die Längsenden der Fläche bei gleicher Winkelgeschwindigkeit des Kippens einen quadratisch um so größeren Luftwiderstand zu überwinden haben, je länger die Fläche ist. Gerlach hat nun gezeigt, daß diese Flächenträgheit einer Fläche von der Länge a (Fig. 18 und 19), dann nach einem bestimmten Gesetze größer wird, wenn man sie beispielsweise theilt und die beiden Hälften in einem Abstände Z (Fig. 19) gegen einander fixirt, und zwar wird das Flächenträgheitsmoment beispielsweise dreiviertel bezw. sieben- oder neunzehnmal so groß, wenn Z gleich $\frac{1}{2} a$ bezw. gleich a oder gleich $2 a$ gemacht wird. Es werden daher die Propeller nicht nur zur Verminderung des Massenkippwiderstandes innerhalb der Tragsegelumgrenzung angeordnet, sondern es wird eine durch die Oeffnungen ZZ (Fig. 1 und 3) im Sinne der Fig. 19 erhöhte Flächenträgheit zur Mäßigung der natürlichen Kippmomente als nebenbei mit erreichtem Vortheil betrachtet, gleichzeitig aber auch angestrebt, hierdurch den Nutzeffect der Propeller zu erhöhen, indem sie auf diese Weise unterseits in etwas dichtere Luft einschneiden, und das sie umgreifende Tragsegel eine schädliche Wirbelbewegung der Luft verhindert. Im Uebrigen ist aber die Hauptausdehnung des Tragsegels hauptsächlich in die Richtung der Querachse so weit angestrebt, als dies mit einer möglichst großen Steifheit der Querträger gg constructiv vereinbar ist; denn je länger die Flächenausdehnung in der Richtung der Querachse, desto größer die Flächenträgheit gegen das Rollen der Flugmaschine; hauptsächlich ist aber durch die Aufwärtsrichtung der beiden äußeren Segelflächen ein Rollen zu verhindern angestrebt, indem beispielsweise bei einem Rechtsrollen

die rechte äußere Segelfläche sich abwärts neigend ihre Projection gegen den stets von unten wirkenden Normaldruck vergrößert, die linke aber aufwärts neigend ihre Horizontalprojection verkleinert, über sich aber jedenfalls einen größeren Luftwiderstand erfährt, als wenn sie radial zur Längsachse (diesmal Rollachse) stände, so daß auf diese Art der Flächenbildung die Flugmaschine nothwendig eine Neigung zur Rückkehr in die Horizontallage ihrer Querachse bezw. zur Horizontalhaltung ihrer Querachse aufweisen muß; allerdings fließt die Tragluft unter diesen äußeren Flächen leichter nach abwärts ab, welchem Uebelstande durch in den Segelkanten $t' t'$ befestigte schmale Verticalflächen und durch T-förmige Ausbildung der Längsversteifungen e der äußeren Segelflächen F (Fig. 30) begegnet werden kann, dafür sind aber auch die beiden inneren Segelflächen dachartig gegen einander geneigt und bewirken wieder ein Zusammenhalten der verdichteten Luft in der Mitte der Flugmaschine und wird den sämtlichen drei Rudern gleichsam verdichtete Fahrluft geboten, wodurch insbesondere die Wirksamkeit des Kippruders zu erhöhen beabsichtigt ist. Zur weiteren Verhinderung des Rollens wird auch die tiefliegende Masse der Laufräder beitragen und ist auch beabsichtigt, deren Kreisfläche zur Erhöhung der Flächenträgheit gegen das Rollen ruderartig zu überspannen oder anstatt der Seichen sonst trichterartig geformte Aluminiumblechscheiben anzuwenden. Außerdem können an den tiefliegenden Schnittlinien $t t$ der Segelflächen (Fig. 9, 10 und 11) in der Nähe der Querachse massiger gehaltene Längsversteifungen der Segelflächen angeordnet werden, als constructiv nöthig wäre, um so tief gelegte und gegen die Längsachse abgestufte, weiter ausladende Balancirgewichte zu erhalten, die gleichzeitig versteifende Constructionstheile sind. Gegen das Rollen glauben die Erfinder mehrere Maßnahmen treffen zu müssen, weil ein Rollen durch das periodische Kippen leicht eingeleitet werden könnte; die Anordnung der Segelflächenschnittlinien parallel zur Längsachse soll gleichsam Luftrinnen bilden, in denen die gleitende und kippende Flugmaschine hängt; es soll hierdurch auch ein seitliches Ausweichen oder unbeabsichtigtes Schwenken der Maschine ohne Bethätigung des Schwenkruders wirksam verhindert werden, um solcherart auch die Erscheinung der Sinkverminderung wirksam ausnutzen zu können.

Unter Sinkverminderung ist jene ebenfalls von Gerlach mit diesem Namen bezeichnete und näher erörterte Erscheinung verstanden, wonach bei einem ebenen, horizontal gehaltenen Fallschirme die Geschwindigkeit des Herabsinkens infolge der Schwere durch das Hinzutreten einer zur Widerstandsfläche parallelen

Geschwindigkeit, also einer Gleitgeschwindigkeit, vermindert wird. Diese Sinkverminderung soll nun unter Hinzufügung eines neuen Momentes constructiv ausgenutzt werden, und ist auch hier behufs Klarstellung ohne Hinweise auf die Literatur ein näheres Eingehen auf diesen Punkt unvermeidlich. Infolge der Sinkverminderung wird ein ebener, beliebig zweckmäßig begrenzter, horizontal gehaltener Fallschirm $E F$ (Fig. 21) nicht in einer Secunde, wie man erwarten sollte, von O nach O'' gelangen, wenn zu seiner ihm eigenthümlichen Fallschirmgeschwindigkeit U noch eine Gleitgeschwindigkeit c hinzutritt, sondern er wird in einer Secunde bloß bis O'' sinken. Die Normalverschiebung ist dann nicht mehr die ganze Fallschirmgeschwindigkeit U , sondern bloß n , die resultirende Bahngeschwindigkeit nicht v' , sondern bloß v , und ist $o''' o''$ der Höhengewinn durch diese Sinkverminderung bei einem Bahngeschwindigkeitsverluste $v' v$. Ist nun die Gleitgeschwindigkeit merklich größer als die Fallgeschwindigkeit, so wird die Zeit, welche der Fallschirm braucht, um aus derselben Höhe herabzusinken, der Gleitgeschwindigkeit direct proportional.

Das Diagramm Fig. 22 veranschaulicht nach Gerlach durch die Curve $o', 1'', 2'', 3''$ u. s. w. das gegenseitige Verhalten von Normalverschiebung und Gleitgeschwindigkeit eines horizontal gehaltenen Fallschirmes, dessen Fallschirmgeschwindigkeit oo' und dessen Gleitgeschwindigkeit o_1 bezw. o_2, o_3, o_4 u. s. w. ist. Bei einer Gleitgeschwindigkeit o_1 bezw. o_2, o_3, o_4 u. s. w. fällt der Fallschirm in einer Secunde nicht mehr bis $1'''$ bezw. $2''', 3''', 4'''$ u. s. w., sondern bloß bis $1''$ bezw. $2'', 3'', 4''$ u. s. w. Und aus dem weiteren Verlaufe der Curve ist ersichtlich, daß bei sehr hoher Gleitgeschwindigkeit die Normalverschiebung sehr klein werden muß und ein bedeutender Höhengewinn erzielt werden kann. Hieran ändert sich wesentlich nichts, wenn die Lage des Fallschirmes ein wenig von der Horizontalen nach oben oder unten abweicht, es wird nur die Sinkverminderung ein wenig größer oder kleiner.

Es ist klar, daß bei einem solchen mit der Flugmaschine identificirbaren Fallschirme die Normalverschiebung constant bezw. gleichförmig ist, wenn die Fallschirmfläche horizontal bezw. parallel zu sich selbst bleibend gehalten wird, und muß unter diesen Umständen die resultirende Flugbahn eine nach abwärts geneigte Gerade sein, deren Neigung von der Neigung der Fallschirmfläche bezw. Längsachse der Flugmaschine zur Horizontalen und von dem Verhältnisse der Gleitgeschwindigkeit zur Fallschirmgeschwindigkeit der Flugmaschine abhängt, wie dies Fig. 22 veranschaulicht. Die Flugbahn kann aber sofort nicht mehr eine

Gerade sein, wenn eine der beiden Geschwindigkeitscomponenten gleichförmig oder ungleichförmig beschleunigt oder verzögert wird, und kann um so weniger eine Gerade sein, wenn die Neigung der Fallschirmfläche zur Flugbahn sich beliebig ändert; diese Fälle sind ohne Neigungsänderung der Fallschirmfläche bezw. der Längsachse der Flugmaschine in den Fig. 23, 24, 25 näher erklärt und können aus diesen Flugcurven dann unter Zuhilfenahme einer periodischen Neigungsänderung bezw. eines periodischen, zwangsläufigen Kippens der Flugmaschine die Flugbahnen und schematischen Arbeits- und Geschwindigkeitsdiagramme Fig. 26, 27, 28 und 29 abgeleitet werden.

Es soll in den Fig. 23, 24 und 25 dasselbe Wegstück d mit verschiedener Gleitgeschwindigkeit überflogen werden, und zwar in Fig. 23 in beispielsweise vier Zeiteinheiten mit gleichförmiger Gleitgeschwindigkeit; in Fig. 24 ebenfalls in vier Zeiteinheiten, aber mit beschleunigter Gleitgeschwindigkeit, also mit derselben mittleren Geschwindigkeit, wie in Fig. 23; in Fig. 25 aber in drei Zeiteinheiten mit ebenfalls beschleunigter Gleitgeschwindigkeit, also mit $\frac{4}{3}$ mal höherer, mittlerer Geschwindigkeit als in Fig. 23 und 24. Außerdem sind in allen drei Figuren die beiden Annahmen gemacht, daß einmal die horizontal gehaltene Flugmaschine mit der ihr eigenthümlichen Fallschirmgeschwindigkeit U die ihrer Gleitgeschwindigkeit entsprechende Sinkgeschwindigkeit oder Normalverschiebung bereits vor Eintreffen in o besitzt; ein anderes Mal, daß sie, in o angelangt, erst zu fallen beginnt, was zutrifft, wenn o der Scheitelpunkt der erwähnten verlängerten Wurfparabel wäre. Für den ersten Fall ist in Fig. 23 die Flugbahn eine Gerade $o, 1'', 2''$ u. s. w., in Fig. 24 eine mehr, in Fig. 25 eine weniger nach unten ausgebauchte Curve $o, 1'', 2''$ u. s. w., der Höhenverlust ist in Fig. 25 unter Berücksichtigung von Fig. 22 naturgemäß am geringsten und in Fig. 24 deshalb größer als in Fig. 23, weil hier die bereits im Fallen begriffene Flugmaschine zufolge der geringeren anfänglichen Gleitgeschwindigkeit auch um so rascher sinken mußte und dieser Höhenverlust trotz zunehmender Sinkverminderung nicht mehr eingeholt werden konnte.

Im zweiten Falle aber, wo o als der Scheitelpunkt einer verlängerten Wurfparabel angesehen werden muß, gelten in allen drei Figuren die oberen Curven $o, 1', 2'$ u. s. w. Es ist klar, daß jetzt, wo die Flugmaschine zwar auch mit einer Gleitgeschwindigkeit in o anlangt, aber eine gewisse Zeit braucht, um über o hinaus erst zu sinken zu beginnen und ihre dem Gleiten entsprechende Normalverschiebung zu erlangen, die Flugbahn anfangs

das Bestreben zeigen muß, umso mehr der Horizontalen des Ausgangspunktes angeschmiegt zu bleiben, als ja auch die Fallbeschleunigung durch die auch hier in minderer Maße wirkende Sinkverminderung gewissermaßen vermindert wird. Die Normalverschiebung wird erst in der dritten, vierten Secunde constant, und die Flugbahn $o, 1', 2'$ u. s. w. wird, um den weiteren Höhengewinn h'' höher bleibend, erst von da ab beiläufig gleich entfernt zur früheren Flugbahn $o, 1'', 2''$ u. s. w. verlaufen. Dieser Betrag h'' ist nun eine durch das zwangsläufige Kippen mitangestrebte Steigerung der Erscheinung der Sinkverminderung, und möge diese ganze abgeänderte Erscheinung als anfängliche Sinkverminderung bezeichnet sein.

Der so noch weiter verminderte Höhenverlust ist auch jetzt in Fig. 25 am kleinsten, und ist dies der durch vorliegende Erfindung angestrebte Fall; es ist beabsichtigt, mit hoher Gleitgeschwindigkeit in o anzulangen, darüber hinaus aber das Gleiten bei solcherart nothwendig geringstem Luftwiderstande durch die Propeller um so viel oder mehr zu beschleunigen, als vorher beim Auftrieb an lebendiger Kraft verloren ging, bevor die Flugmaschine zufolge der anfänglichen Sinkverminderung bis zum früheren Niveau gesunken ist, wobei im absteigenden Aste der Wurfline die Schwerkraft im Sinne der Gleitbeschleunigung mitwirkt und einen Theil des beim Aufwärtsgleiten erlittenen Geschwindigkeitsverlustes wieder zurücksersetzt. Vergleichshalber ist in allen Fig. 23, 24 und 25 durch die gestrichelte Linie jene Flugbahn angedeutet, in welcher der Fallschirm zur Erde sinken würde, wenn es unter sonst gleichen Annahmen keine Sinkverminderung gäbe, und ist die Flugbahn in Fig. 24 strichpunktirt, auch nebenbei für den Fall gezogen, wenn dort die Horizontalgeschwindigkeit gleichförmig wäre, wie in Fig. 23, während die strichpunktirten Linien $o, o'', 3$ in Fig. 24 und 25 die Sinkverminderung bei constanter Gleitgeschwindigkeit angiebt als Vergleich zur Sinkverminderungsbahn $o, 1'', 2'', 3''$ bei beschleunigtem Gleiten und zur Sinkverminderungsbahn $o, 1', 2', 3'$, welche durch den Wurf bezw. die anfängliche Sinkverminderung erzielt werden kann.

Die Einstellung des Massenschwerpunktes o (Fig. 3) auf die bei den ersten Flugversuchen sich ergebende zweckmäßigste Entfernung vom Flächenschwerpunkte D kann durch entsprechende Verschiebbarkeit der Kraftaccumulatorengeichte, Wahl des Maschinistenstandpunktes u. s. w. oder auch durch Segelschiebflächen erfolgen, mit denen die Oeffnungen ZZ verbreitert, verkürzt, überhaupt verändert werden können.

Das zeitweise selbstthätige Kippen der Flugmaschine könnte durch zeitweise Verschiebung

des Massenschwerpunktes, durch zeitweise Gasausströmungen oder Explosionen in entsprechender Entfernung und Richtung zur Querachse oder durch reguläres Herausschieben einer zur Längsachse schiefen, symmetrisch angeordneten Fläche erfolgen. Am besten, ökonomischsten und in der constructiv einfachsten lösbaren Weise aber geschieht es durch die selbstthätige zeitweise Bethätigung eines besonderen Kippruders kk (Fig. 1, 3, 4 und 30), welches außer dem noch nothwendigen Neigungsrunder N und Schwenkruder S am vortheilhaftesten am Hintertheile des Tragsiegels so symmetrisch angeordnet ist, daß dessen Wirkung in die Symmetrieebene falle. Es wirkt dieses so angeordnete Kippruder als Segelfläche, so lange es parallel zur Längsachse steht; bei seiner Neigung nach vorn abwärts drückt es aber nicht allein den Hintertheil der Flugmaschine nach abwärts, sondern es drückt durch diese rückwärtige Verminderung der Segelfläche das Schwingungsmittel des Druckmittelpunktes mehr nach vorn und bei der Rückkehr des Kippruders in die Mittellage wieder zurück, was einer noch höheren Nutzbarmachung der natürlichen Kippmomente im Sinne des künstlichen Kippens gleichkommt.

Zur selbstthätigen zwangläufigen Bethätigung dieses Kippruders kann die in Fig. 32 schematisch dargestellte Einrichtung verwendet werden. Hierbei erhält das Kippruder K durch Vermittelung geeigneter Gestänge oder Bewegungsübertragungsorgane Gs zu geeigneten Zeiten eine rasche Kippbewegung von einem Rollenhebel Rh aus, welcher unter der Einwirkung einer Daumenschraube Ds steht, die ihrerseits wieder mit beliebig zu regelnder Geschwindigkeit von einer Antriebswelle Aw aus getrieben wird, indem zwischen letzterer und der Daumenschraube Ds ein Vorgelege von beliebig zu veränderndem Uebersetzungsverhältniß, etwa ein Reibungsvorgelege, wie es die Zeichnung andeutet, eingeschaltet ist. Durch Einstellung dieses Vorgeleges können somit die Zeiträume zwischen den auf einander folgenden Kippungen des Kippruders geregelt werden; durch Verstellung des Angriffspunktes der Bewegungsübertragungsorgane Gs am Rollenhebel kann der Ausschlag des Kippruders geregelt werden, und dadurch, daß man den Daumen der Daumenscheibe Ds aus zwei neben einander liegenden, von Hand aus gegen einander verstellbaren Theilen herstellt, kann die Dauer der einzelnen Kippbewegung des Ruders geregelt werden, so daß die Kippruderbewegung zwangläufig und selbstthätig erfolgt, aber dem jedesmaligen Erforderniß genau angepaßt werden kann.

Es kann aber auch die Excenterbewegung in Verbindung mit einem den zwangläufigen Präcisions-Dampfmaschinensteuerungen ent-

lehnten Hebelmechanismus zur nach Kippzahl, Ausschlag und Ausschlagdauer verschiedenen einstellbaren selbstthätigen Kippruderbethätigung angewendet werden, auch kann zu einer Bethätigung des Kippruders bei Vermeidung langer Gestänge oder Zugbänder comprimirt Luft oder elektromagnetische Anziehung zur Verwendung kommen oder eine andere geeignete Einrichtung.

Das der constructiven Einfachheit halber auf der Achse des Kippruders gelagerte Neigungsrunder N und das Schwenkruder S werden je nach Bedarf und Erfahrung durch eine Handsteuervorrichtung beliebig entweder von einander unabhängig oder mit einander gleichzeitig verstellt und arretirt.

Da zufolge des Kippens der Normaldruck auf die Segelflächen fortwährend schwankt und eventuell im Scheitelpunkte der Wurfparabel vorübergehend sogar null oder negativ werden kann und im Momente des Kippens wieder einen hohen Betrag erreicht, so wird die Segelfläche sehr verschieden in Anspruch genommen und gedehnt, und ist es nothwendig, sie so elastisch zu spannen, daß sie nach jeder Drehung sofort wieder selbstthätig nachgespannt werde, und sie so zu versteifen, daß das Flattern der Segelflächen wirksam verhindert bleibe. Die Erfinder glauben nun diese Zwecke am geeignetsten durch die in Fig. 30 und 31 ersichtliche Segelanordnung erreichen zu können. Zunächst sind zur Versteifung der Segelflächen in der Richtung der Längsachse gegen das Flattern Versteifungsrohre oder Leisten ee (Fig. 30 und 31) parallel zu den Schnittlinien tt entweder auf die Segelflächen aufgenäht oder unter entsprechend aufgenähte Gewebelaschen oder eingewebte Gewebeschläuche eingeschoben oder sonst auf eine gebräuchliche Art befestigt. Eine ähnliche Längsversteifung erhält das Segel bei $e'e'$ und dort, wo es an den Längsträgern WW befestigt ist. Zur Versteifung bzw. Anspannung des Segels senkrecht zu den Schnittlinien tt werden die Endlängsversteifungen $e'e'$ mittelst Zugschrauben M gefaßt, welche mittelst Schraubensfedern b , gegen feste Punkte der Querträger g drückend, auf das Segel einen continuirlichen, elastischen, beliebig nachspannbaren Zug ausüben; damit dieser Zug sich ungeschwächt auch auf die inneren Segelflächen übertrage, stützen sich die zur Gegenwirkung des Rollens in der Nähe der Querachse massiger gehaltenen Längsversteifungen bei t mittelst beweglicher Stützen i gegen die Querträger g , mit welchen sie in zur Längsachse senkrechten Ebenen drehbar scharnierartig verbunden sind. Außerdem können die Längsversteifungen e mittelst Zugorgane j etwas gegen die Querträger gg angespannt werden, um das Flattern beim Kippen durch dieses Einfügen fester

Schwingungsknoten noch wirksamer zu verhindern.

Dadurch, daß die Segel unterhalb der Querträger angeordnet sind, wird auch der Vortheil angestrebt und erreicht, daß die Tragluft an den bestrichenen Segelflächen kein Hindernis finde, hauptsächlich aber bezweckt, daß der Massenschwerpunkt wegen der hochliegenden Querträger mit Rücksicht auf die tiefliegende Masse der Laufradachse leichter in die Tragsegelschwerebene verlegt werden könne.

Das Brechen der Segelflächen in Schnittlinien, parallel zur Längsachse, hat nebst der Verhinderung des Rollens und nebst der erwähnten Luftrinnenbildung auch den jetzt ausgeführten wichtigen Zweck der leichteren Versteifung der Segelflächen in kleinen Unterabtheilungen gegen das Flattern der Segel beim künstlichen Kippen.

Bei größeren Ausführungen können über den Querträgern noch Hilfssegel $F' F'$ (Fig. 2) ähnlich versteift angeordnet werden, um die Tragfläche und Triebkraft insofern zu vergrößern, als diese Hilfssegel die durch die Oeffnungen $Z Z$ empordringende dichtere Tragluft als einen weiteren Auftrieb auffangen und hierdurch die Propellerflügel auch oberhalb des Tragesegels dichtere Fahrluft zu durchschneiden haben.

Damit auch die geringen Schwankungen der Gleitgeschwindigkeit innerhalb der einzelnen Kipperperioden nicht durch die Propeller auf die bewegte Masse des Motors zurückwirken, kann in die Propellerachsen, zwischen Flügelrad und Antriebrad, je eine elastische Kuppelung eingeschaltet werden, oder es wird der Antrieb der Propellerachsen mittelst Spiralschlauch bewerkstelligt, welche Kuppelung oder Spiralschlauch dann im Stande ist, innerhalb einer Kipperperiode bei dem anfangs steigenden Propellerwiderstande einige Kraft anzusammeln und sie den im weiteren Verlaufe der Phase bei sinkendem Propellerwiderstand wieder an die Flügel abzugeben, so daß also die Winkelgeschwindigkeit der Propeller elastisch sein und um die innerhalb zweier oder auch mehrerer auf einander folgender Bewegungsphasen beiläufig constante Motorgeschwindigkeit nach unten oder oben schwenken kann, daß also die Triebkraft constant bleibt, ohne daß die Schwungmassen des Motors der schwankenden Winkelgeschwindigkeit der Propeller innerhalb der einzelnen Bewegungsphasen folgen müßten.

Nach dieser ableitenden Beschreibung der Construction der Flugmaschine und der nebenbei erfolgten Festlegung der hierbei benutzten Begriffe sei nun auf die nähere Erklärung der beabsichtigten eigenthümlichen Flugmethode an der Hand der Fig. 26, 27, 28 und 29 übergegangen, um nebenbei auch noch des Wei-

teren zu zeigen, daß die hier entwickelten neuen constructiven Momente durchweg einem neuen einheitlichen Zwecke: dem Fliegen in Wurflinien bzw. in einer Kette freier, krummliniger Bahnen behufs Kraftersparnis dienen.

Fig. 26a zeigt eine später zu erörternde hypothetische Wurfbahn. Fig. 26b stellt eine unter ungünstigen rechnerischen Annahmen noch erreichbare Flugbahn einer Flugmaschine vorliegender Erfindung von bestimmtem Gewichte, bestimmter Tragesegelflächengröße, bestimmter Triebkraft bei einer bestimmten mittleren Geschwindigkeit und bestimmter Kippzahl für die Minute dar und zeigt auch die beiläufigen Stellungen der Flugmaschine in einzelnen Punkten der Bahn; diese Flugbahn ist als die praktisch erreichbare Nachbildung des hypothetischen Vorbildes Fig. 26a aufzufassen. Fig. 26c stellt ein mit Fig. 26b übereinstimmendes Widerstandsarbeitsdiagramm dar und soll in dem continuirlichen, schmalen Theile Fw den durchschnittlichen Werth des bei einer gewissen mittleren Geschwindigkeit ziemlich constanten Formwiderstandes zuzüglich der ebenfalls ziemlich constanten, geringen, natürlichen Normaldruckcomponente versinnlichen, in den Flächen Sw aber den durch das periodische Kippen künstlich erzeugten Segelwiderstand bzw. die durch die periodisch künstlich eingeleitete Normalverschiebung künstlich erzeugte, immer im Sinne des positiven natürlichen Kippmomentes wirkende, vorübergehende Erhöhung der Normaldruckcomponente in ihrem beiläufigen Anwachsen und Abnehmen von Null bis Null erkennen lassen.

Die Fig. 27a, 27b und 27c sind auf die nothwendige Anlaufweglänge s und die zwei nächsten Kippphasenlängen ll ausgedehnte Verkleinerungen von Fig. 26a, 26b und 26c, wobei in Fig. 27e auch noch der Widerstand der rollenden Reibung während des Anlaufens auf der Erde durch den Diagrammtheil Ru versinnlicht ist. Fig. 27d ist das dem Vorigen entsprechende beiläufige Arbeitsdiagramm des Motors, worin p_1 den von der rollenden Reibung und p_2 den vom Formwiderstande unmittelbar verzehrten und p_3 den zur Massenbeschleunigung restirenden Betrag der motorischen Kraft p darstellen soll, aus welcher Massenbeschleunigungskraft p_3 dann indirect der periodische Segelwiderstand Sw gedeckt und je nach bereits erlangter Geschwindigkeit oder durchschnittlicher Bahnneigung auch überboten werden muß.

Fig. 27e zeigt das Ansteigen der in der Masse während des Anlaufes aufzuhäufenden lebendigen Kraft oder Bewegungsenergie und deren Schwankungen entsprechend den übrigen Unterabtheilungen von Fig. 27, also auch entsprechend dem Geschwindigkeitsdiagramm Fig. 27f, wobei es für die vorliegenden principiellen Betrachtungen

ziemlich einerlei ist, ob man Fig. 27f als das Diagramm der Horizontalgeschwindigkeit oder der Bahngeschwindigkeit auffasst.

Die Fig. 28 und 29 sind auf nur eine Bewegungsphase ausgedehnte Abänderungen von Fig. 27, wobei in Fig. 28c und 29c der periodische Segelwiderstand weggelassen und in Fig. 28d und 29d das Arbeitsdiagramm des Motors als kurzes Stück in das betreffende Energiediagramm eingefügt ist; außerdem ist in Fig. 29 das Geschwindigkeitsdiagramm aus Platzrücksichten mit dem Energiediagramm auf eine gemeinschaftliche Abscissenlinie gesetzt.

Es entsprechen die drei Figurengruppen 27, 28 und 29 den Maximalbahngeschwindigkeiten von 12 bzw. 17 und 20 m für die Secunde, was die Erwartung nicht ausschließt, daß auch ein Fliegen mit 30, 50 oder mehr Meter Bahngeschwindigkeit in der Secunde möglich sein kann, mit welcher Geschwindigkeitssteigerung auch der Energievorrath im quadratischen Verhältnisse zunehmen würde. Der doppelt schraffierte Theil der Energiediagramme entspricht beiläufig dem jeweiligen Energieverluste bei jedem künstlichen Kippen nach rückwärts, und wird dieser Energieverlust immer durch den Betrag p_3 des Motordiagrammes bzw. der Triebkraft p während einer Phasenlänge l wieder gedeckt oder überholt oder auch nur theilweise gedeckt, je nachdem man durch entsprechende Motoreinstellung die mittlere Geschwindigkeit constant erhalten oder zu beschleunigen vermag oder sie verzögern will; der Betrag p_2 wird vom Formwiderstande direct aufgezehrt und wächst mit der Geschwindigkeit quadratisch; solcherart ist es also blos der Formwiderstand, welcher bei gegebenem Motor von beliebig steigerbarer Tourenzahl die Flugbahngeschwindigkeit in mittlerer Horizontalbahn begrenzt; erst bei einer Aufwärtsneigung der mittleren Flugbahn wird die Bahngeschwindigkeit auch durch die Masse begrenzt, die in jeder Bewegungsphase um den Differenzbetrag H gehoben werden muß.

Man sieht aus den Energiediagrammen Fig. 27e, 28e und 29e, und entspricht dies auch den vorläufigen Resultaten analytischer Untersuchung, daß jener Procentsatz der aufgehäuften Bewegungsenergie, der zum Erhalten der beweglichen Masse in der Luft bei sonst gleichen Verhältnissen erforderlich ist, um so kleiner wird, je höher die Gleitgeschwindigkeit ist.

Es entspricht in Fig. 26b der Neigungswinkel a der mittleren Bahn bei einer bestimmten Annahme des Gesamtgewichtes der Tragesegelgröße, der Geschwindigkeit und der Phasenlänge rechnerisch beiläufig dem eingezeichneten Elevationswinkel ϵ und dem periodischen Höhengewinne H ; in Fig. 28 ist dieses H bei derselben Triebkraft P , aber

höherer Bahngeschwindigkeit V entsprechend kleiner, und in Fig. 29 ist dasselbe gleich Null, d. h. die mittlere Bahnrichtung ist horizontal. Wird H negativ, bzw. ist die mittlere Flugbahn nach abwärts geneigt, so muß eventuell auch die Triebkraft negativ werden, bzw. müssen die Propeller auch gebremst und hierdurch der Formwiderstand vergrößert werden können, um das aus der Schwerkraft nun zurückzunehmende Energieäquivalent der mit dem vorhergegangenen Höhengewinnen verbunden gewesenen Verluste an lebendiger Kraft zu vernichten oder irgendwie wieder dem Kraftaccumulator zurückzugewinnen und nicht mit einem das gefahrlose Landen unmöglich machenden Energievorrathe dem Erdboden zu nahe zu kommen, eventuell wird es auch nöthig werden, die Propeller zu diesem Zwecke auch verschiebbar einzurichten.

Es sind nun Fig. 26a, 27a, 28a und 29a durchweg hypothetische Flugcurven, die aber gleichsam der beabsichtigten Flugmethode als unerreichbares Vorbild dienen; sie würden beiläufig so resultiren müssen, wenn die beschriebene Flugmaschine unter Beibehaltung aller sonstigen, durch die erörterte Construction bedingten Eigenschaften der richtigen Anbringung des Massenschwerpunktes zwecks rascher Kippbarkeit mit Zuhülfenahme der natürlichen positiven und negativen Kippmomente, der Sinkverminderung und der in der Richtung der Druckmittelpunktverschiebung wirkenden Trieb- und Formwiderstandsresultirenden auch noch die Fähigkeit hätte, sich zeitweise, und zwar gerade in jenen Zeitmomenten in einen vollkommen elastischen Ball zu verwandeln und hierbei um den Ablenkungswinkel nach rückwärts zu kippen, in welchen sie in den entsprechenden Abständen gegen entsprechend geneigte harte Flächen $f f' f''$ u. s. w. stößt.

Solcherart wäre die Arbeit, welche nöthig ist, die Gleitgeschwindigkeit unterhaltende Flugmaschine in der Luft zu erhalten, gleich Null, da der Geschwindigkeitsverlust bei der Richtungsänderung einer bewegten Masse durch den vollkommen elastischen Stofs gleich Null ist, oder mit anderen Worten, die ablenkende Kraft, so groß sie im Augenblicke des Stofses auch sei, hat nur während einer unendlich kurzen Zeit gewirkt, in welcher die Masse den Weg Null zurücklegte, so daß das Product aus Kraft und Weg bzw. die Arbeit auch Null sein muß.

Um auf solche Art unter Annahme eines vollkommen elastischen Stofses einem bestimmten Ziele zuzufiegen, wäre es nur nöthig, die Prallflächen $f f' f''$ richtig anzuordnen und dafür Sorge zu tragen, daß die Bewegungsenergie der Masse unabhängig von der wechselnden Flugrichtung stets auf ihrer durchschnittlichen Höhe bleibe; zu letzterem Zwecke hätte

die Triebkraft nur jene beiden Leistungsverluste zu decken, welche sich aus dem Formwiderstande und der Höhendifferenz H ergeben, um welche letztere die Gesamtmasse in der einer Wurflänge l entsprechenden Zeit gehoben erscheint. Die Triebkraft hätte also nur den Formwiderstand und die Hebearbeit zu leisten, wobei letztere unter schon besprochenen Umständen auch negativ werden kann. Diese theoretische Betrachtung hat den Zweck, es ohne algebraische Ableitung begreiflich machen zu können, daß eigentlich zum Schweben in der Luft eine ganz minimale Kraft nöthig wäre, wenn es möglich wäre, die stets eine modificirte Wurflinie, also eine nahezu freie Bahn beschreibende, mit lebendiger Kraft belebte Masse der Flugmaschine in der Zeit Null, also plötzlich in je eine neue Wurflinie hinüberzulenken. Dies letztere ist aber praktisch nicht erreichbar, und nachdem hierzu eine gewisse Zeit nothwendig ist, resultirt auch ein gewisser Energieverlust, welchen wir in der Folge als Ablenkungsarbeit bezeichnen wollen. Aus dem Gesetze des Geschwindigkeitsparallelogrammes folgt zunächst, daß diese Ablenkungsarbeit mit der Gröfse des beabsichtigten Ablenkungswinkels und mit der Geschwindigkeit der abzulenkenden Masse u. s. w. wächst, und zwar bleibt dieser Theil der Ablenkungsarbeit constant, unabhängig davon, ob die Ablenkung in kürzerer oder längerer Zeit erfolgt. Eine andere Quelle des Energieverlustes während der Ablenkung liegt darin, daß man die Wirkung der Schwerkraft auf die abzulenkende Masse durch einen dem Gewichte der Masse gleichen Auftrieb, welchen man ebenfalls durch eine gewisse Neigung der Tragflächen gegen die jeweilige Tangente der Bewegungsrichtung erzielt, so lange aufheben muß, als eben die Ablenkung nach oben, nach dem Gesetze des Parallelogrammes der Geschwindigkeit andauert, bezw. bis die Flugmaschine, sich wieder selbst überlassen, unter dem beabsichtigten Elevationswinkel ihre Flugbahn nach oben fortsetzt.

Ausführliche Untersuchungen haben nun gezeigt, daß eine in hier beschriebener und von den Erfindern angestrebten Weise mit Tragsegeln versehene Masse, je nach den gegenseitigen Beziehungen zwischen deren Gewicht, Gröfse und Tragflächen, Geschwindigkeit und Dauer der Ablenkung und Gröfse des erzielten Ablenkungswinkels bezw. Gröfse der Beschleunigung nach oben in Bezug auf die Gleitgeschwindigkeit V in mehr oder minder ökonomischer Weise erfolgen kann, in Bezug auf den Verlust an lebendiger Kraft der Masse. Unter allen Umständen kann man aber die sich bei jeder ganzen Flugphase wiederholende Ablenkungsarbeit in solchen Grenzen halten, daß dieselbe nur einen geringen Bruchtheil

jener Arbeit beträgt, welche nothwendig wäre, um die Masse in gerader Richtung mittelst einer Triebkraft und durch constant gegen die Bewegungsvorrichtungen schief gestellte Tragflächen um dasselbe Stück vorwärts bewegen zu können.

In gewissen Fällen, wenn man bei einer auf höhere Gleitgeschwindigkeiten basirten Construction eine erhöhte Kraftökonomie anstreben will, erscheint es angezeigt, während einer relativ längeren Zeitdauer die Masse nach oben abzulenken, als bei kleineren Geschwindigkeiten. Die so gewonnene, unter Umständen bedeutende Steighöhe würde, falls sie zum größeren Theile oder ganz während einer einzigen ununterbrochenen Sinkverminderungscurve zur Beschleunigung der Masse des Flugapparates verwendet werden würde, oder (mit Rücksicht auf den mehr oder weniger labilen Gleichgewichtszustand der Längsachse) verwendet werden könnte, der Masse eine derartige Geschwindigkeit ertheilen, daß der Formwiderstand eine nicht erwünschte Gröfse erreichen würde, wobei der Flugapparat auch einen relativ geringen Horizontalweg zurücklegen würde. Um letzteren zu vergrößern, bezw. um die Sinkverminderung während der ganzen Dauer der Ausnutzung der durch die relativ länger andauernde Ablenkung gewonnenen Steighöhe zur Horizontalfortbewegung des Flugapparates auf einem hohen Werth zu erhalten, sollen in den absteigenden Bahnast größerer primärer Bewegungsphasen eine Reihe kleinerer secundärer Bewegungsphasen eingeschaltet werden, so daß dieser absteigende Ast einer größeren primären Wurflinie wieder aus einer Kette von kleineren secundären Wurflinien besteht, in denen der jeweilige Ablenkungswinkel, somit auch die Ablenkungsarbeit nur sehr gering ist, aber erreicht wird, daß die Normalverschiebung im absteigenden Ast der primären Wurflinie wiederholt auf Null verringert, also wiederholt die anfängliche Sinkverminderung eingeleitet werden kann, welche letztere bei Besprechung der Fig. 25 erörtert wurde.

Fig. 26 b stellt den Aufstieg von der Erde näher betrachtet dar; sie zeigt uns die vom Massenschwerpunkte beschriebene Curve, abgesehen von der jeweiligen Neigung der Längsachse zur Flugbahntangente. Es läßt sich rechnerisch beiläufig feststellen, mit welcher Horizontalgeschwindigkeit die Flugmaschine mit ihrem Massenschwerpunkte im Punkte 1 der Bahn anlangen muß, damit im Punkte 2 begonnen werden kann, das Kippruder rasch in die in der Stellung 3 gezeichnete Lage zu bringen, den Laufradantrieb auszukuppeln und das hintere Leitrad r' nach oben zu klappen, um hierdurch ein Rückwärtskippen der Maschine und Erheben vom Boden zu bewirken.

Zunächst wird sich der Hintertheil senken, die Laufradachse dem Massenschwerpunkte etwas voreilen und das vordere Leitrad sich vom Boden erheben; steht so die Längsachse einmal etwas schräg zur Horizontalen, so entsteht auch schon eine Normalverschiebung, hierdurch eine zunehmende Normaldruckkomponente und zufolge der beschriebenen Anordnung des Massenschwerpunktes ein positives Kippmoment im Sinne der Fig. 15, das nun bei der durch das Kippruder noch weiter bewirkten Rückwärtskipfung mithilft.

So lange bei einer beispielsweise Anordnung des Massenschwerpunktes nach Fig. 14 (als Ergänzung von Fig. 1, 2, 3 und 4) die Längsachsenneigung unter 20 Grad beträgt, wird der Luftwiderstand das Kippen umso mehr unterstützen, als durch die Abwärtsneigung des Kippruders der Druckmittelpunkt noch mehr nach vorn verschoben wurde; hat aber die Längsachsenneigung einmal 20 Grad erreicht, so ist das natürliche Kippmoment Null geworden, und das Weiterkippen geschieht nur noch durch die Trägheit der in Drehung versetzten Masse und durch das Kippruder. Ueber 20 Grad Längsachsenneigung hinaus entsteht ein vom Nullbetrage rasch anwachsendes natürliches negatives Kippmoment im Sinne von Fig. 14 und 16. Dieses mit zunehmender Aufwärtsneigung rasch anwachsende Moment wird mit um so größerer Wucht die Flugmaschine in ihrem Rückwärtskippen aufhalten und wieder nach vorwärts kippend wirken, als inzwischen auch das Kippruder wieder in seine Mittellage zurück, eventuell auch darüber hinaus und wieder nach vorn gekehrt würde, und hierdurch auch der Druckmittelpunkt wieder hinter den Massenschwerpunkt gerückt ist. Dieses natürliche negative Kippmoment leitet aber das Vorwärtskippen nur energisch ein und setzt es nicht in gefährlicher Weise fort, da es beim Vorwärtskippen in ebenso steilem Masse abnimmt, als es beim Rückwärtskippen über 20 Grad hinaus angewachsen ist und bei 20 Grad Längsachsenneigung wieder Null und unter dieser Neigung wieder positiv, also rückwärtskippend wirkt. Dieses neuerliche positive Kippmoment schützt die Flugmaschine nun wieder davor, daß sie zufolge der Massendrehträgheit zu weit nach vorn kippe und die Längsachsenneigung negativ werde. Alles Bisherige muß sich zwischen Stellung 2 und 4 vollziehen und ist in 4 die Ablenkung vollendet und inzwischen der durch Fig. 26c veranschaulichte Segelwiderstand durch einen entsprechenden Verlust an lebendiger Kraft überwunden worden. Dieser Kraftverlust hat für kurze Zeit die Schwerkraft aufgehoben und mit einem Ueberschusse die horizontal bewegte Masse auch nach oben beschleunigt bzw. abgelenkt; daß

nun die Flugmaschine nicht zu steil und zu weit nach oben schiefe und durch einen zu großen Höhengewinn nicht zu viel lebendige Kraft aufgezehrt werde, davor schützt sie ihre Massendrehträgheit; denn die Masse hat durch das negative Kippmoment beiläufig zwischen 3 und 4 eine Neigung des Vorwärtskippens erhalten, welche die Flugmaschine in die Stellung 5 leitet; sollte diese, laut früherer Beschreibung möglichst zu vermindern Drehträgheit hierzu nicht genügen, so braucht nur das Kippruder etwas über die Mittellage zurück und wieder nach vorn geführt zu werden, oder es wird die Stellung des Massenschwerpunktes oder auch die des Tragsegelflächenschwerpunktes etwas verändert, um mittelst des natürlichen Kippmomentes nachzuhelfen. Sollte die Massendrehträgheit aber zu groß sein, als daß sie durch das positive Kippmoment rechtzeitig aufgehalten werden könnte, so kann durch dieselben Mittel abgeholfen werden und geschieht die Aenderung im entgegengesetzten Sinne.

Es ist aber klar, daß es erreichbar sein muß, mit horizontaler Längsachse und ohne noch vorhandene Drehtendenz derselben an dem Scheitelpunkte der Wurfparabel, also in die Stellung 5 zu gelangen, von wo ab dann die erklärte anfängliche Sinkverminderung und die gleichzeitige Gleitbeschleunigung durch die Schwere beginnt. Die Triebkraft hat inzwischen nie aufgehört, im Sinne des Gleitens zu wirken, und wirkt auch jetzt im Sinne der Gleitbeschleunigung. Sie muß so bemessen sein, daß sie, den Formwiderstand beständig überwindend, die Masse bis zum Einlangen im Punkte 7 wieder zu jener Gleitgeschwindigkeit beschleunigt hat, welche sie im Punkte 2 hatte, um unter sonst gleichen Umständen in der nächsten Bewegungsphase wieder um die Höhendifferenz H zu steigen und um ein weiteres Wegstück 1 nach vorwärts zu gelangen, wenn im Punkte 7 die Kippruderbewegung wieder beginnt.

Um die Ablenkungsarbeit beim Auffliegen größtentheils zu ersparen, kann auch eine sprunghaftartige Rampe Sp (Fig. 26b) angewendet werden; hierdurch wird das erste Kippen ohne Normalverschiebung, also ohne Segelwiderstand bewirkt, und ist nur die Reibungs- und Hebearbeit zu überwinden, weil die Schwerkraft durch die feste Unterlage aufgehoben ist.

Des Raummangels und der Deutlichkeit halber ist in Fig. 26 die Flugphasenlänge verkürzt gezeichnet, der Ablenkungsweg aber etwas aus einander gezogen, und sollte die Flugmaschine in den Stellungen 3 und 8 steiler aufgerichtet gezeichnet sein.

Bei dieser durch vorliegende Erfindung erzielbaren Flugmethode wird also erspart, Kraft

darauf zu verwenden, einen continuirlichen, das Flugmaschinengewicht aufhebenden Antrieb zu erzeugen. Die Triebkraft hat nur den Formwiderstand dauernd zu überwinden und mit einem entsprechenden Ueberschusse die Masse in einer Kette von fast freien Bahnen zu beschleunigen, und wird der zur zeitweisen Ablenkung in je eine neue freie Bahn nöthige Kraftbedarf aus dem lebendigen Kraftvorrathe auf die durch die Construction bedingte ökonomische Weise gedeckt und in keiner Weise motorische Kraft direct zum Heben des Flugmaschinengewichtes angewendet.

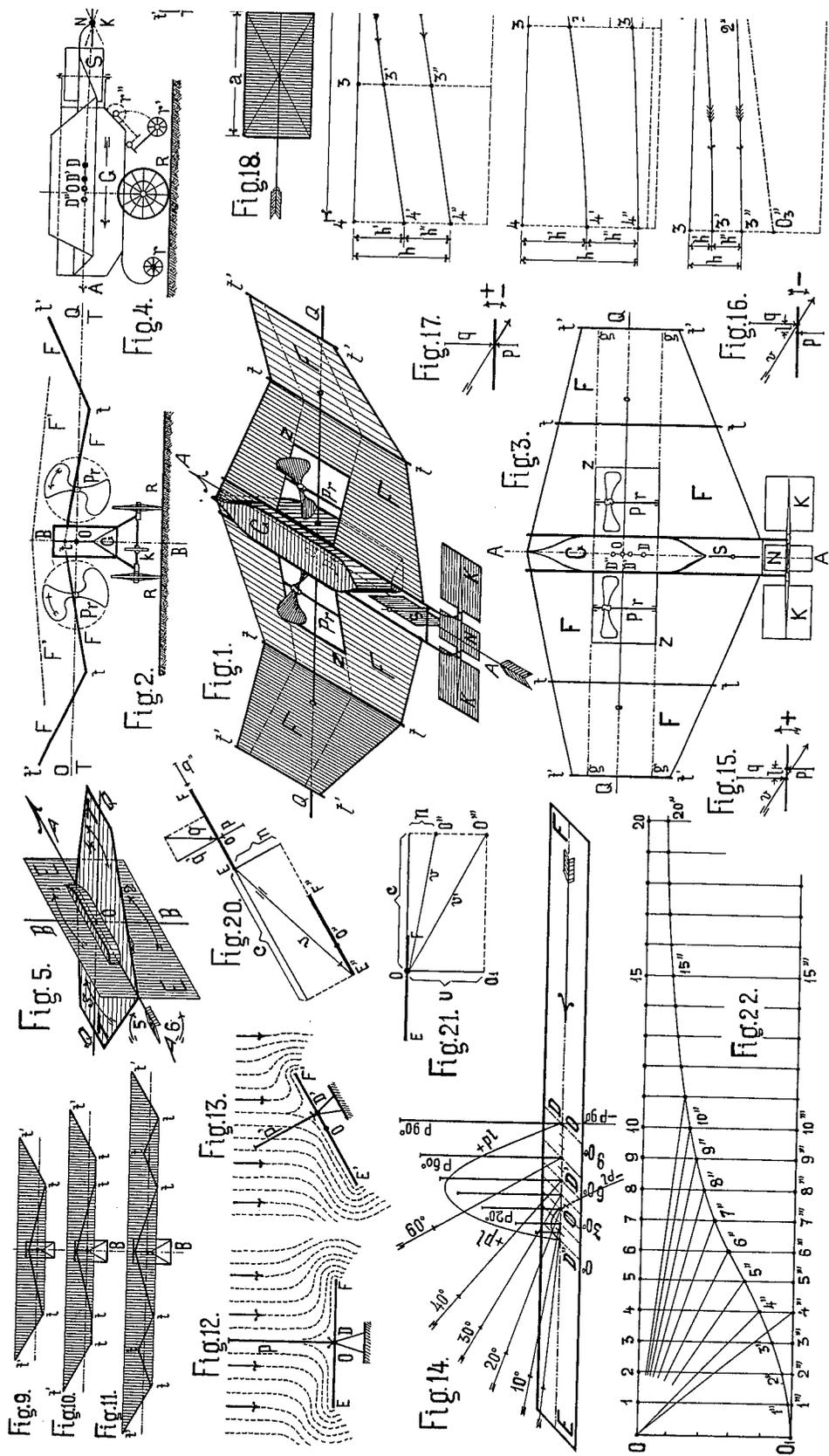
PATENT-ANSPRÜCHE:

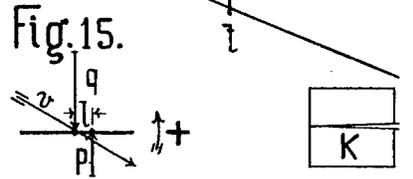
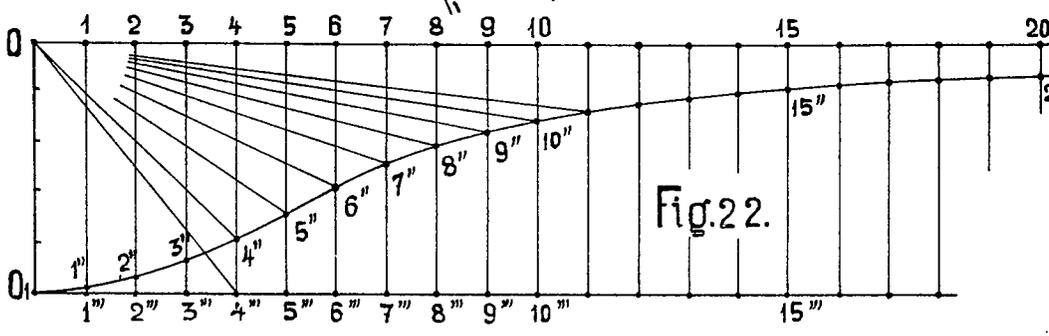
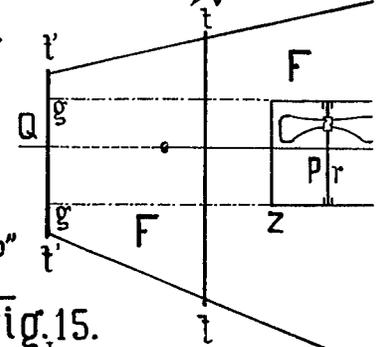
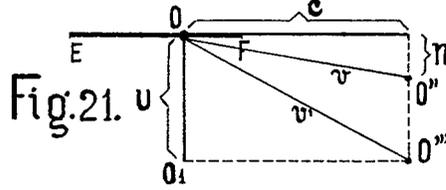
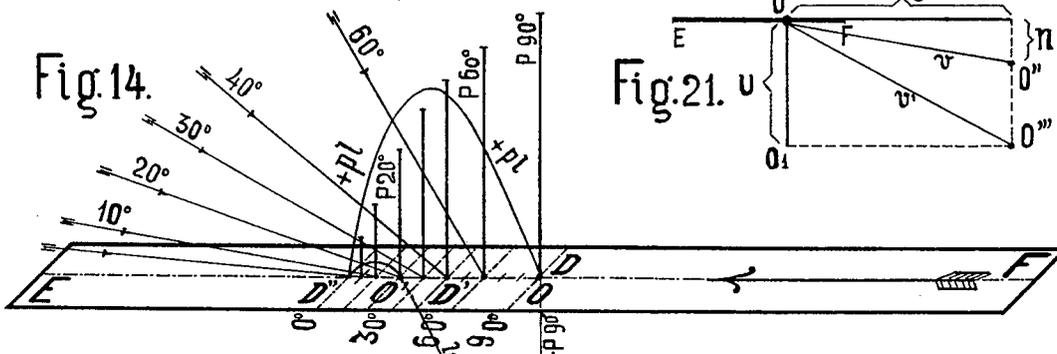
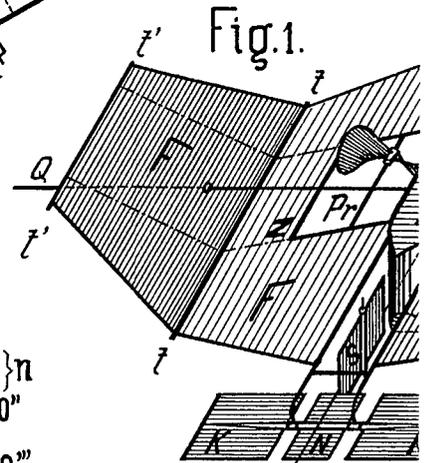
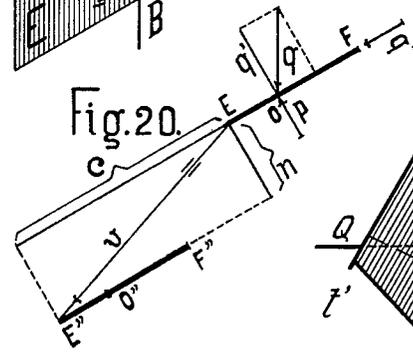
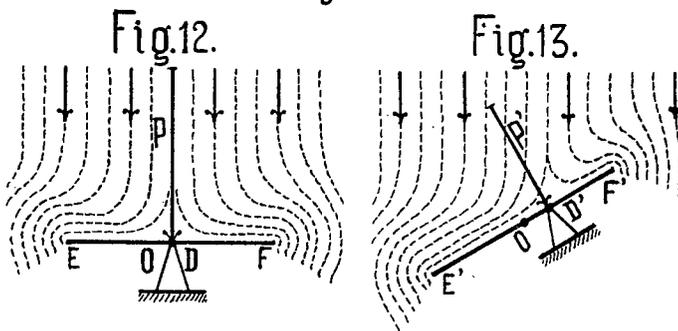
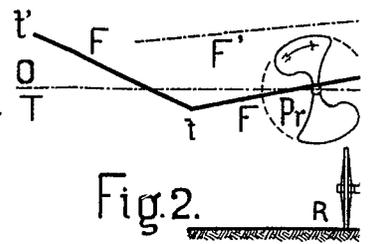
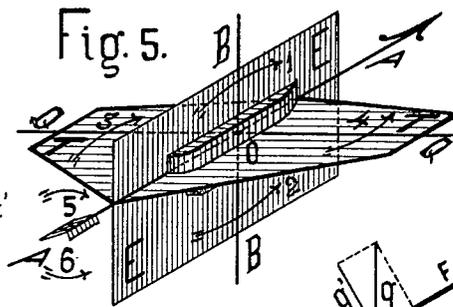
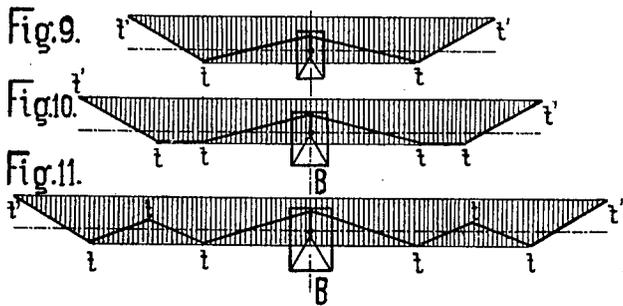
1. Verfahren zum Fortbewegen von Flugmaschinen mit Tragsegeln und einer Vorrichtung zum Vorwärtstreiben in der Längsrichtung längs einer Art Wellenlinie, dadurch gekennzeichnet, daß das ununterbrochen in der Längsrichtung vorwärts bewegte Schiff in willkürlich zu bestimmenden Punkten des absteigenden Astes jeder Welle selbstthätig um seine Querachse rückwärts gekippt wird, um durch die hierdurch hervorgerufene Aenderung des Luftwiderstandes und die infolge dessen veranlaßte Ablenkung des Massenschwerpunktes aus seiner Bahn den Uebergang der Maschine aus dem absteigenden Ast der Welle in den aufsteigenden Ast einer neuen Welle zu bewirken.
2. Eine Flugmaschine zur Ausführung des Verfahrens nach Patent-Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zum selbstthätigen Rückwärtskippen der Maschine, bei welcher ein an der Maschine um eine zur Symmetrieebene derselben senkrechte Achse drehbar angeordnetes Kippruder (K) an der dem Massenschwerpunkte zugekehrten Seite rasch nach abwärts gedreht wird, um, sobald die Längsachse der Maschine die neue gewünschte Richtung angenommen hat, in die zur Längs- und Querachse parallele Lage zurückzukehren.
3. Zur selbstthätigen Bewegung des Kippruders bei der durch Patent-Anspruch 2 gekennzeichneten Einrichtung eine von einer Antriebswelle (Aw) unter Vermittelung eines Vorgeleges von beliebig zu regelndem Uebersetzungsverhältniß getriebene Daumenscheibe (Ds), die auf einen Rollenhebel (Rh) wirkt, welcher an einem in seiner Längsrichtung beliebig verstellbaren Punkt durch Bewegungsübertragungsorgane (Gs) mit dem Kippruder (K) verbunden ist und wobei der Daumen der Daumenscheibe aus zwei neben einander liegenden, gegen einander verstellbaren Theilen besteht, so daß die Bewegung des Kippruders zwar selbstthätig erfolgt, aber die Dauer und der Ausschlag jeder Kippbewegung, sowie der Zeitraum zwischen zwei auf einander folgenden Kippbewegungen je nach Erforderniß willkürlich geregelt werden kann.
4. Eine Flugmaschine zur Ausführung des durch Patent-Anspruch 1 geschützten Verfahrens, gekennzeichnet durch die Anordnung von zwei Laufrädern (R) auf einer Achse (s) an der Unterseite der Maschine, welche das Rückwärtskippen derselben am Ende des Anlaufes am Boden zulassen, und eines Leitrades (r') am hinteren Ende der Maschine, welches emporgeklappt wird, um das Kippen behufs Ueberganges in den aufsteigenden Ast der ersten Welle zu ermöglichen.
5. Eine Flugmaschine zur Ausführung des durch Patent-Anspruch 1 geschützten Verfahrens, gekennzeichnet durch zur Symmetrieebene der Maschine symmetrisch angeordnete Tragsegel ($F F'$), welche aus Theilen bestehen, die sich in zur Längsachse der Maschine parallelen Schnittlinien ($t t$) schneiden, wobei die der Symmetrieebene zunächst gelegenen Theile nach außen und abwärts, die von derselben am weitesten entfernten nach außen und aufwärts geneigt sind, wodurch das Rollen der Maschine und das Flattern der Segel beim Kippen vermindert wird.
6. Eine Flugmaschine zur Ausführung des durch Patent-Anspruch 1 geschützten Verfahrens, gekennzeichnet durch die Anordnung der Massen derselben in der Weise, daß der Massenschwerpunkt der ganzen Maschine in die mit dem Resultirenden des Formwiderstandes und der Triebkraft zusammenfallende Symmetrielinie (AA) der Schwerebene (TT) des Tragsegels, und zwar so weit vor dem Flächenschwerpunkte desselben zu liegen kommt, daß der Druckmittelpunkt bei der für zulässig erachteten größten Neigung der Längsachse gegen die Flugbahntangente sich bereits hinter dem Schwerpunkte befindet, bei kleinen Werthen dieser Neigung jedoch vor demselben, so daß einerseits die Werthe des natürlichen Kippmomentes der Tragsegel verringert werden und andererseits dieses Kippmoment noch vor Erreichung der größten für zulässig erachteten Neigung zwischen Längsachse und Flugbahntangente sein Vorzeichen wechselt, wodurch das Tragsegelkippmoment anfänglich die Wirkung des Kippruders unterstützt, weiterhin aber dieser Wirkung entgegenwirkt, um ein Ueberschlagen der Maschine zu verhindern.

7. Eine Flugmaschine zur Ausführung des durch Patent-Anspruch 1 geschützten Verfahrens, gekennzeichnet durch die Anordnung der als ein oder mehrere Schraubepaare ausgeführten Treibvorrichtung in Aussparungen (*Z Z*) der Tragsegel (*FF*) in unmittelbarer Nähe der Querachse der Maschine, wodurch einerseits das natürliche Kippmoment der Tragsegel in engere Grenzen eingeschlossen wird und andererseits das auf die Querachse der Maschine bezogene Trägheitsmoment der letzteren, welches der Kippwirkung des Kippruders entgegenwirkt, gleichfalls verringert wird, um das beabsichtigte Kippen möglichst rasch bewerkstelligen zu können.
8. Bei der durch Patent-Anspruch 5 gekennzeichneten Tragsegeleinrichtung die Anordnung der Segelträger (*g*) über der Tragsegelfläche (*F*), wodurch die Verlegung des Massenschwerpunktes in die Schwerebene der Tragsegel ohne Anwendung besonderen Ballastes behufs erhöhter Kippbarkeit der Maschine erleichtert wird.
9. Bei der durch Patent-Anspruch 5 gekennzeichneten Tragsegeleinrichtung die Anordnung von zur Längsachse der Maschine parallelen Versteifungsleisten (*e*) an der Unterseite der Tragsegelfläche (*F*), die durch Zugorgane gegen die Segelträger hin gespannt und von T-förmigem Querschnitt sein können, wodurch das durch Kippen sonst nothwendig hervorgerufene Flattern der Segelfläche verringert wird, bzw. das Ausweichen der unter dem Tragsegel befindlichen Luft nach der Seite erschwert wird.
10. Bei der durch Patent-Anspruch 5 gekennzeichneten Tragsegeleinrichtung eine Einrichtung zur Spannung der Segel in der Querrichtung, darin bestehend, daß die Segel über Stangen (*t t*) gelegt sind, die durch an der Unterseite der Segelträger an letzteren eingelenkte Stangen (*i*) getragen werden, und der äußere Rand der Segel durch Federn (*b*) gespannt wird, die an den Segelträgern befestigt sind, um das beim Kippen auftretende Flattern der Segel zu verhüten.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen.

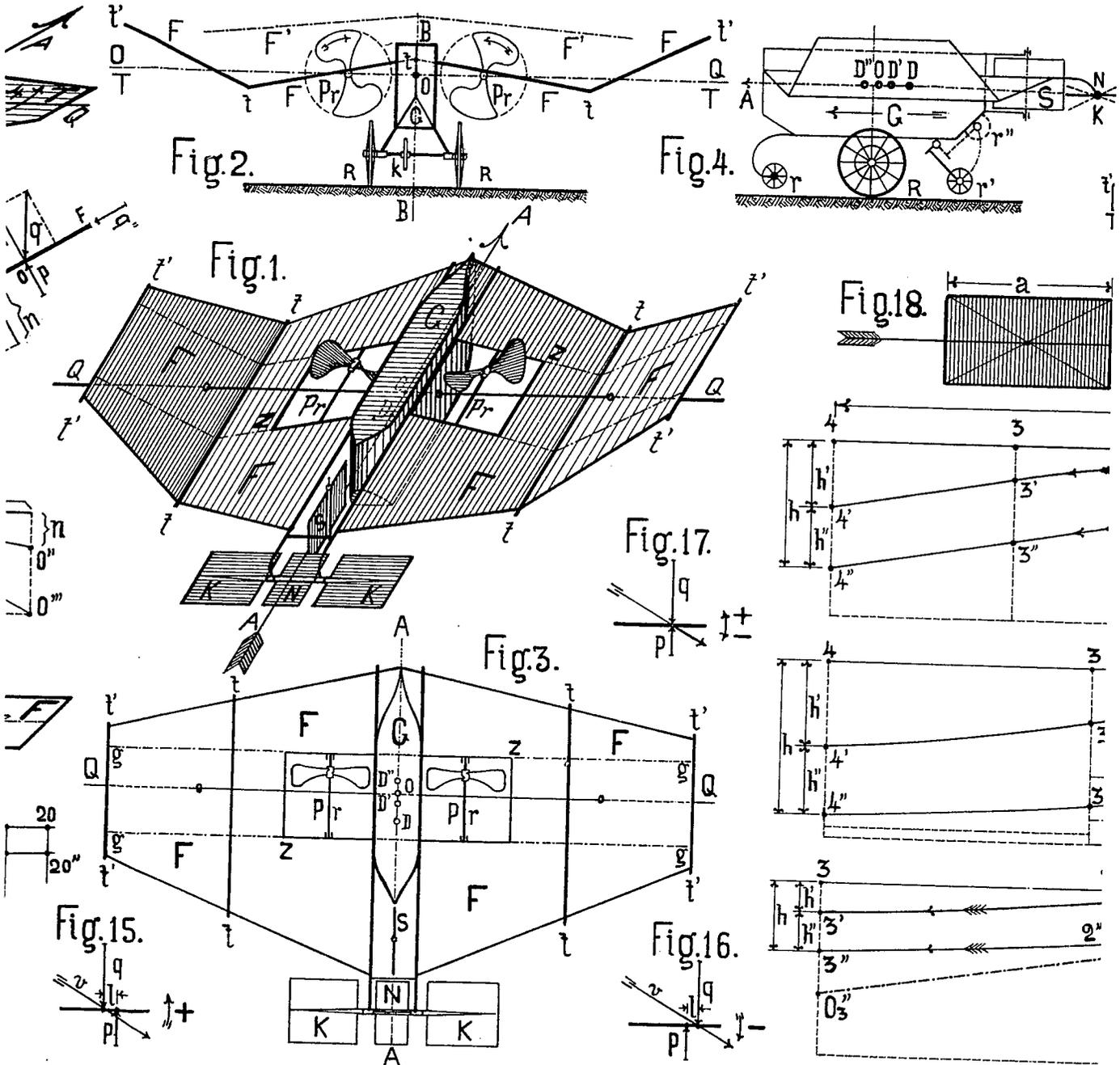
PAUL MOLNÁR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.
 Flugmaschine.

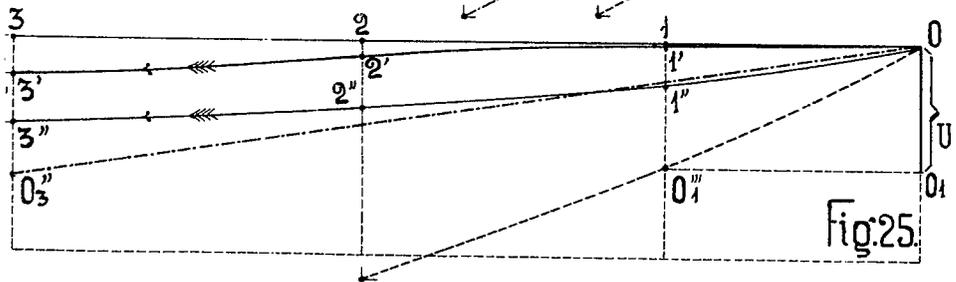
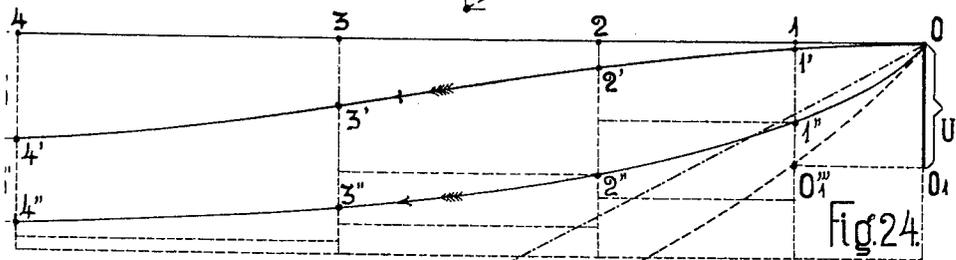
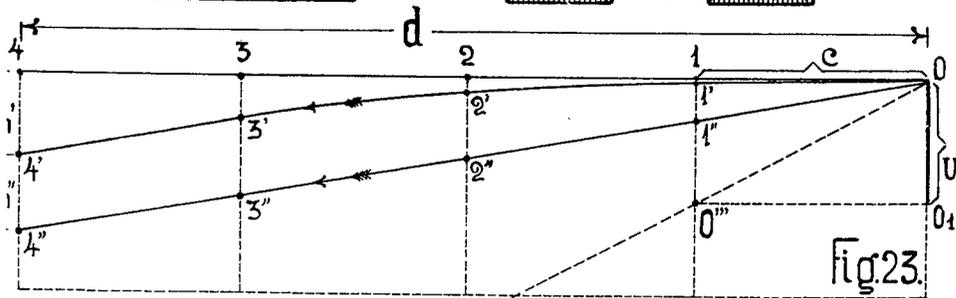
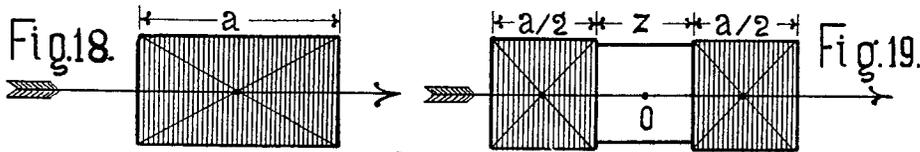
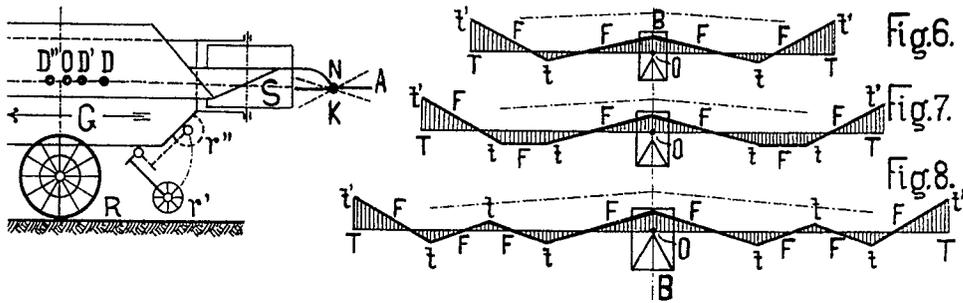




AUL MOLNÁR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.

Flugmaschine.

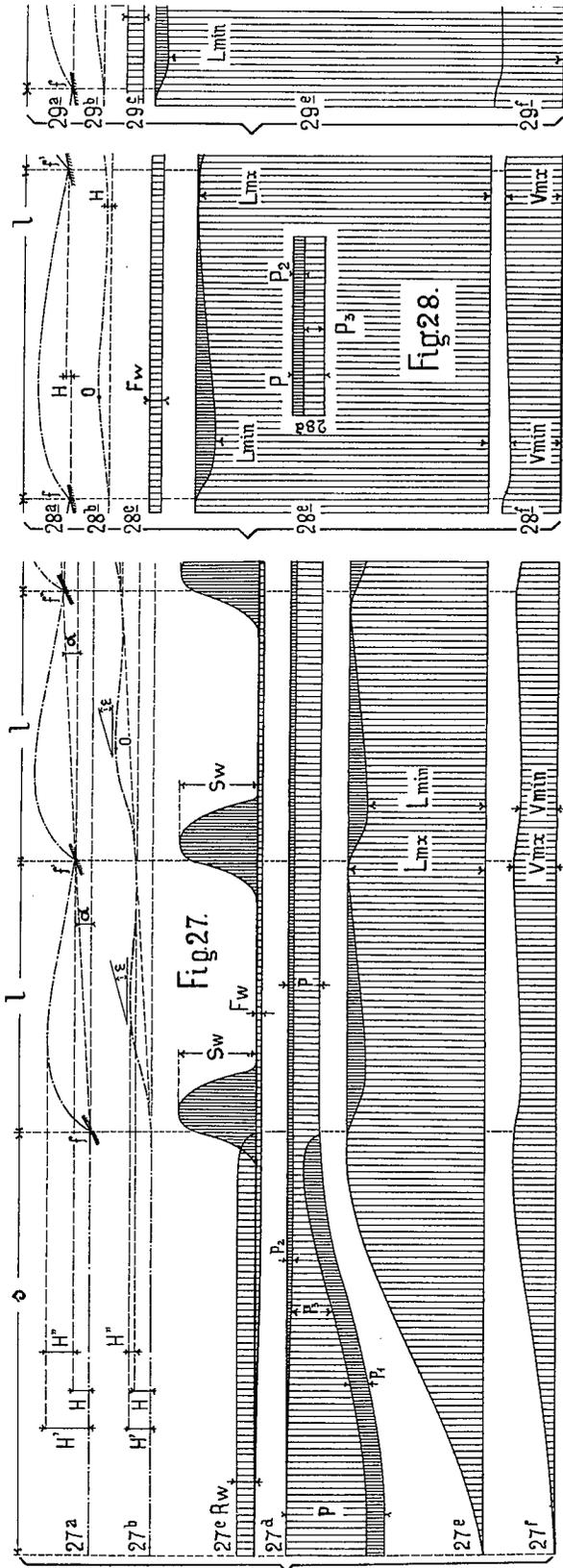
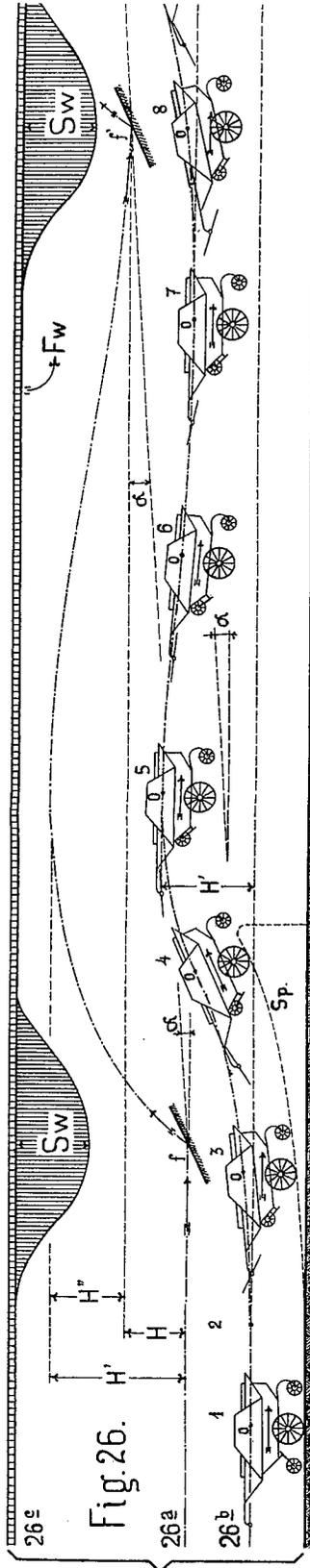


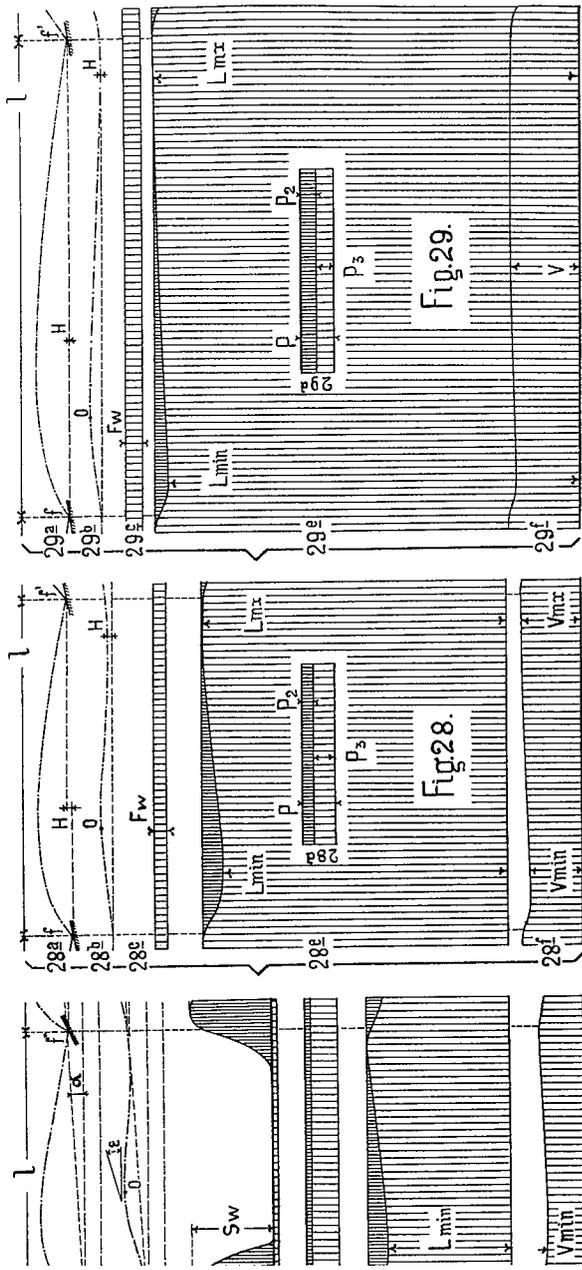
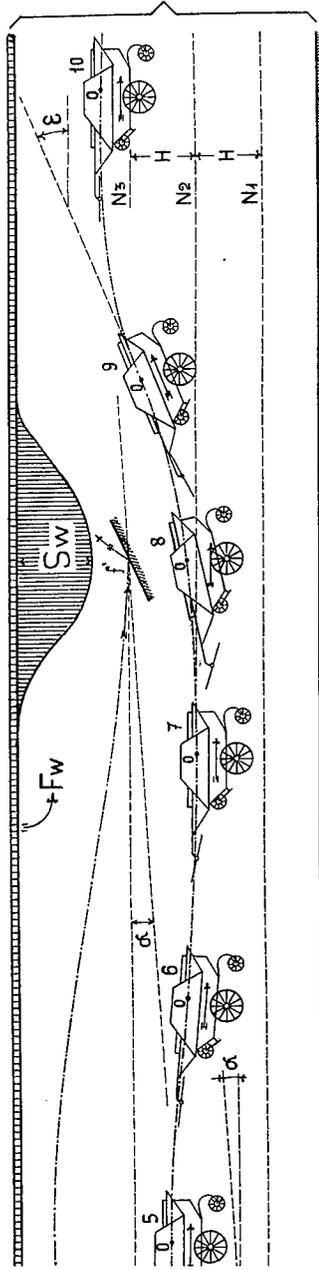


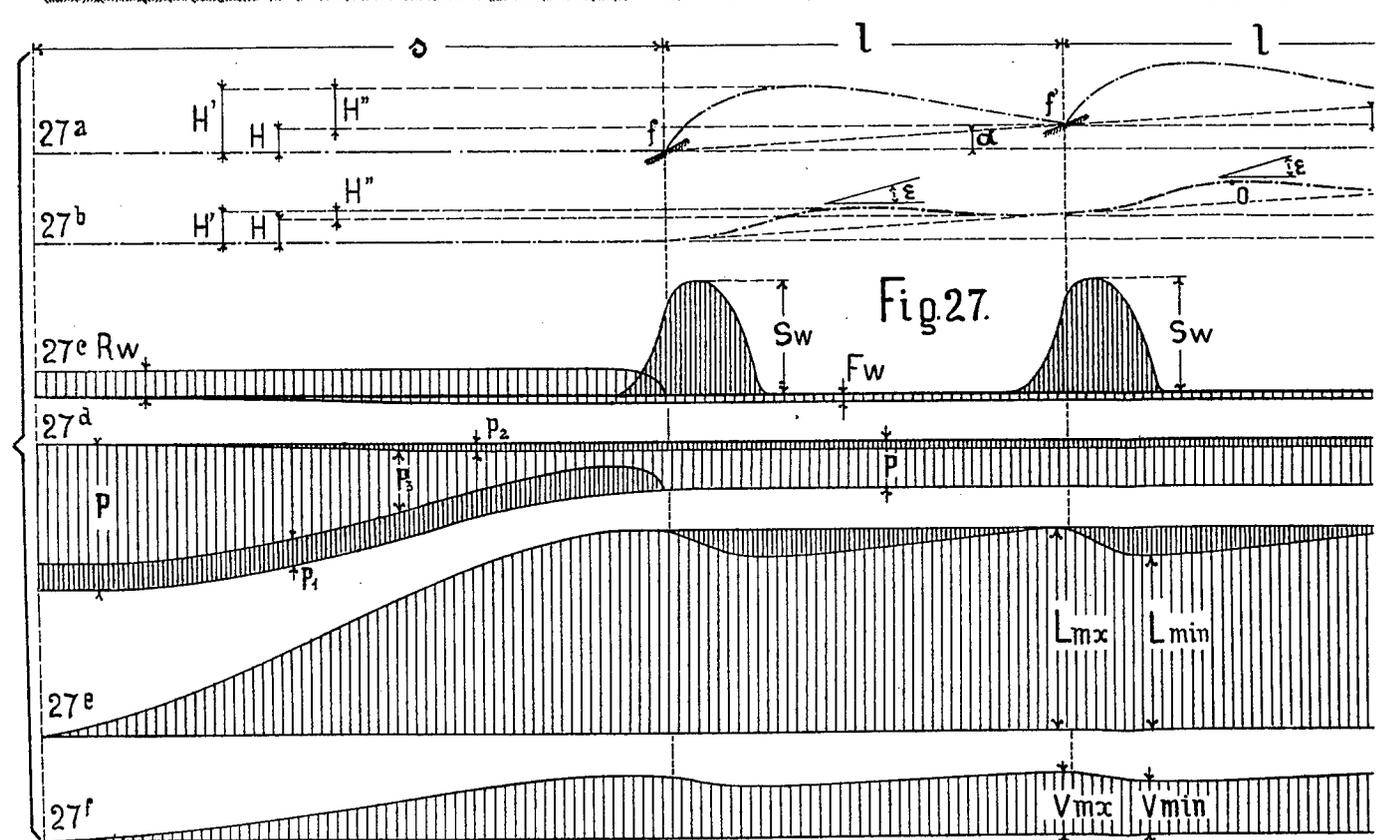
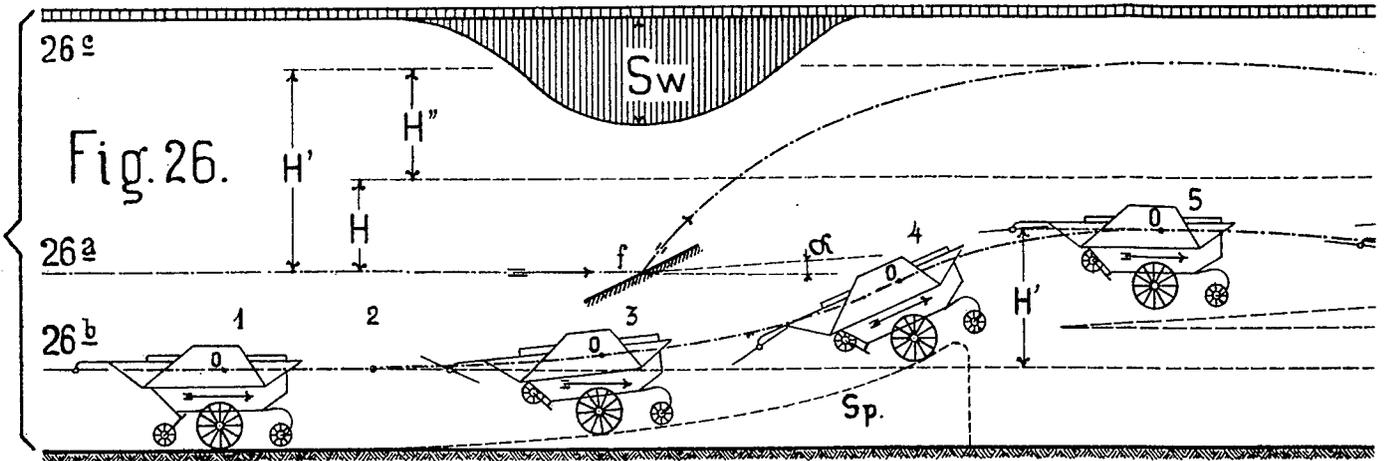
Zu der Patentschrift

N^o 100398.

PAUL MOINÁR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.
 Flugmaschine.

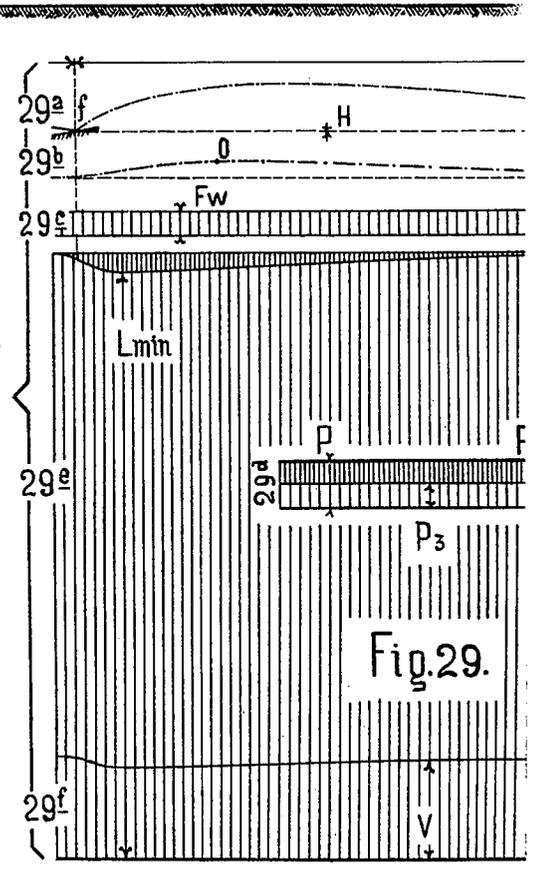
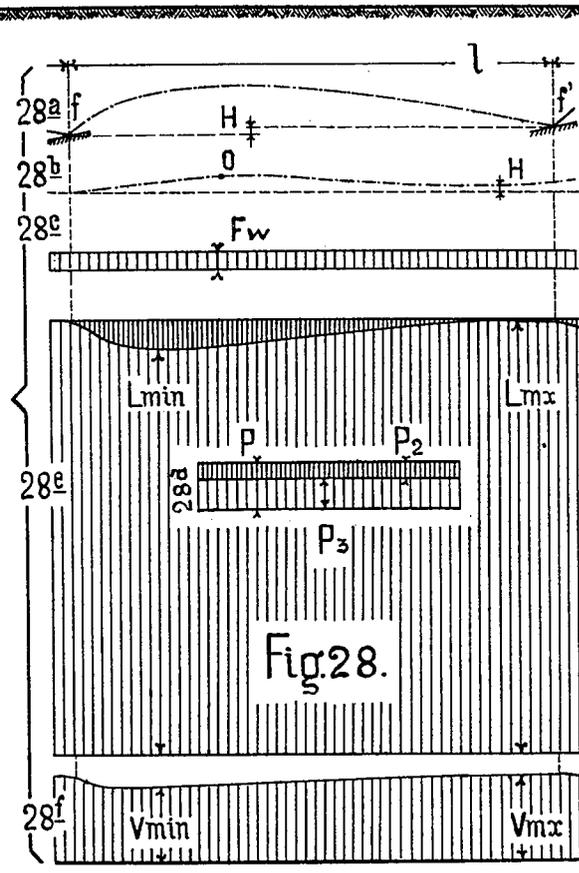
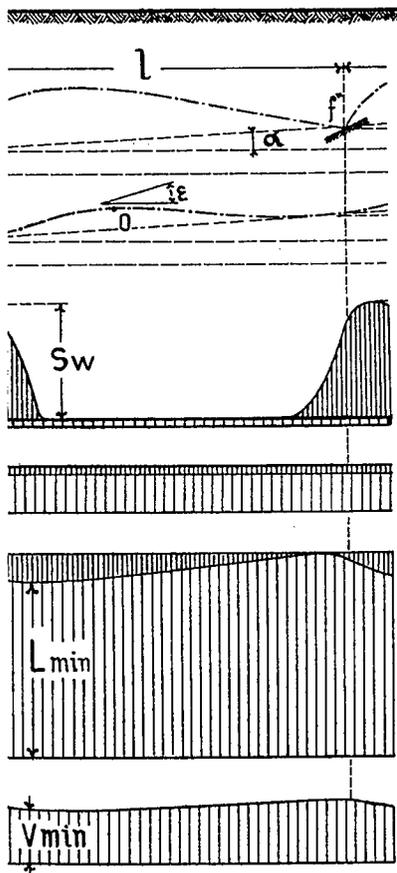
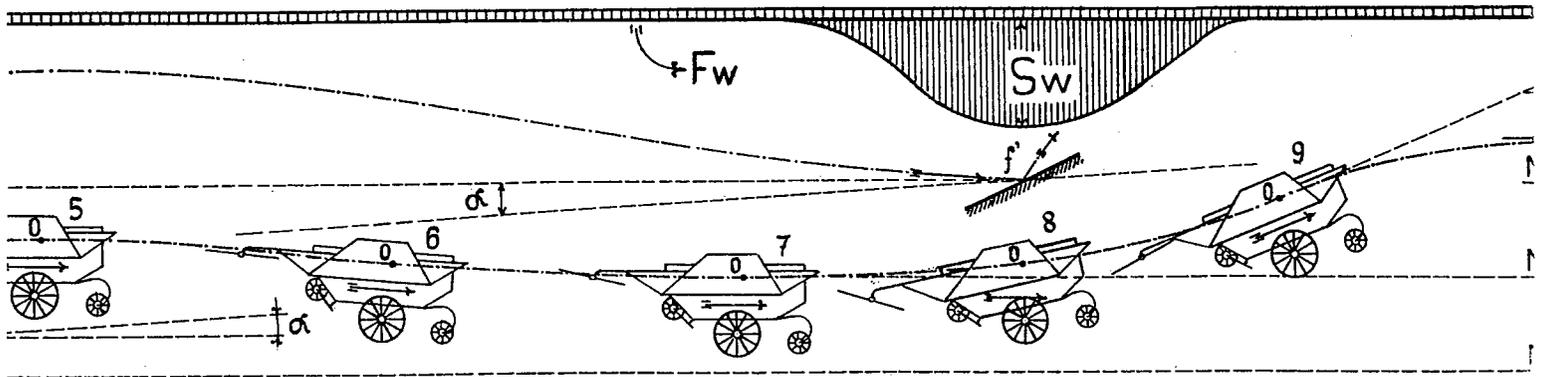


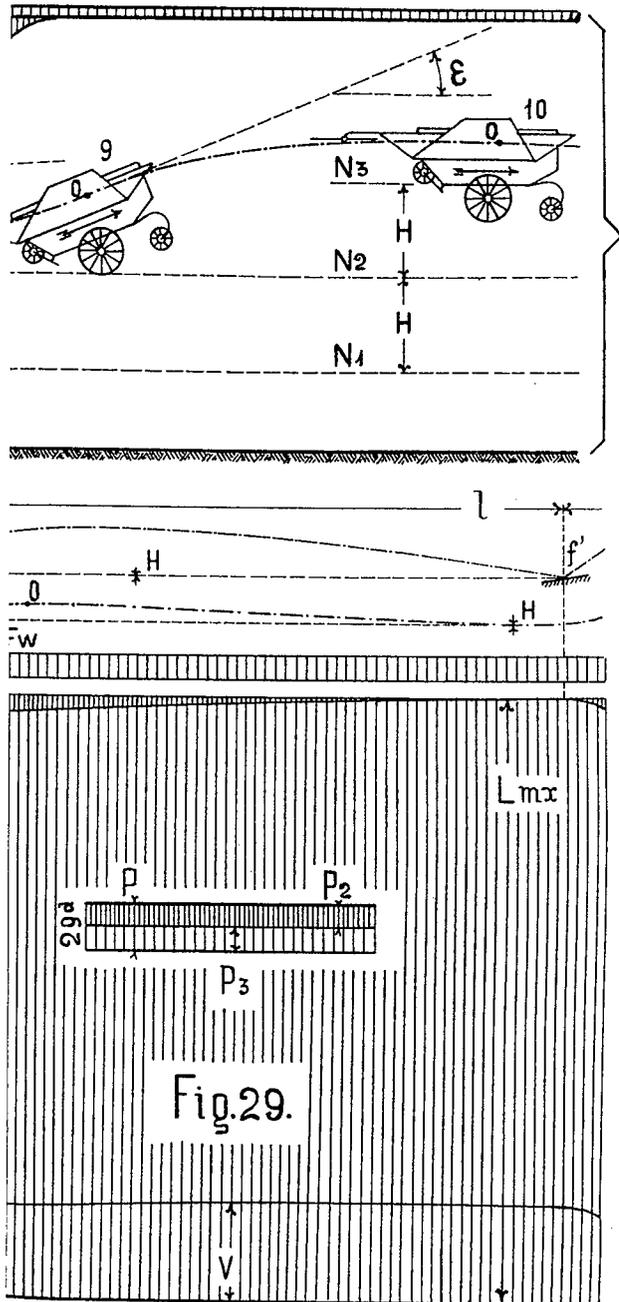




ÄR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.

Flugmaschine.





Zu der Patentschrift

N^o 100398.

PAUL MOLNÁR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.
 Flugmaschine.

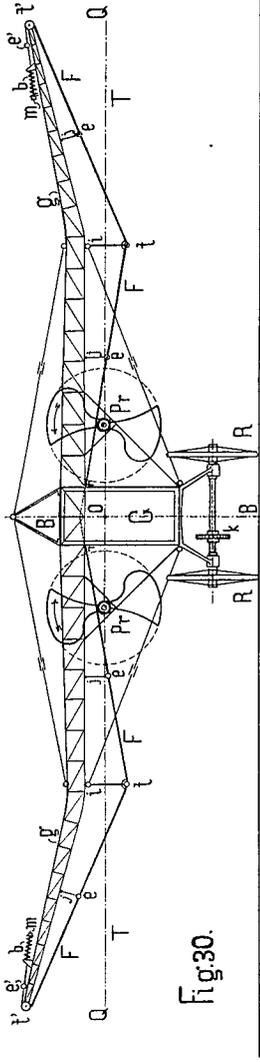


Fig. 30.

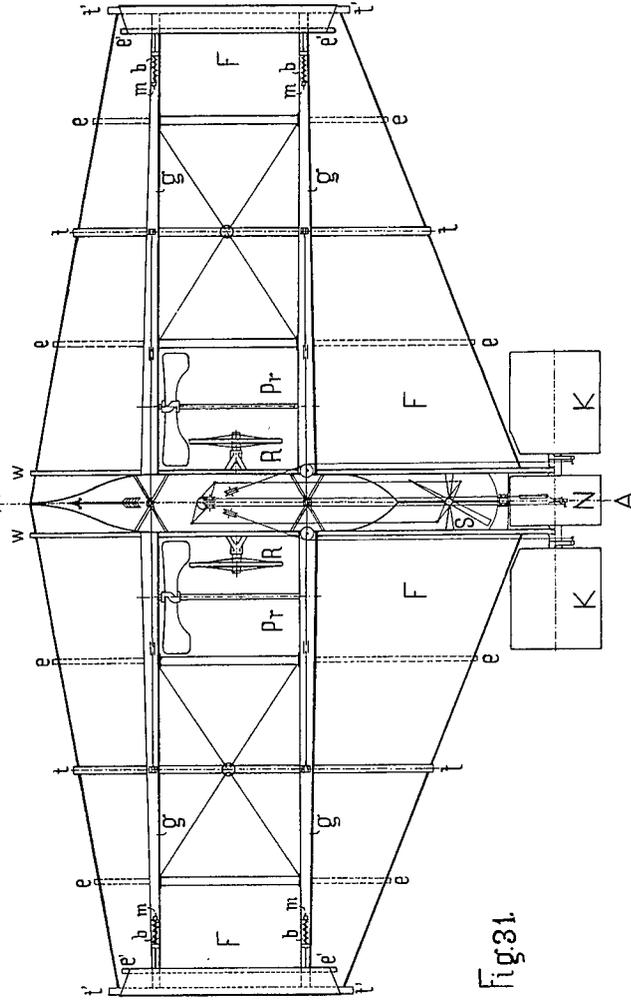


Fig. 31.

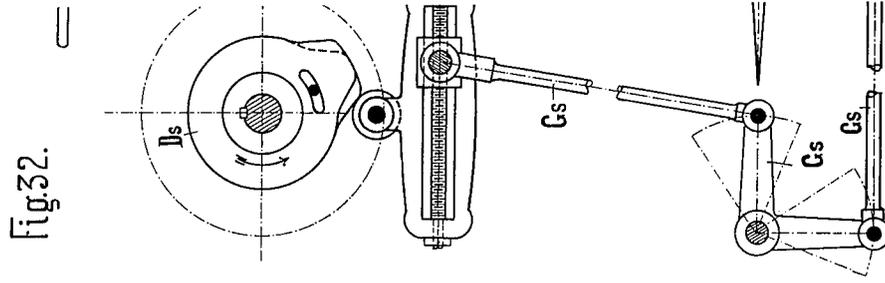


Fig. 32.

INGENIEUR F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.
 Flugmaschine.

Blatt III.

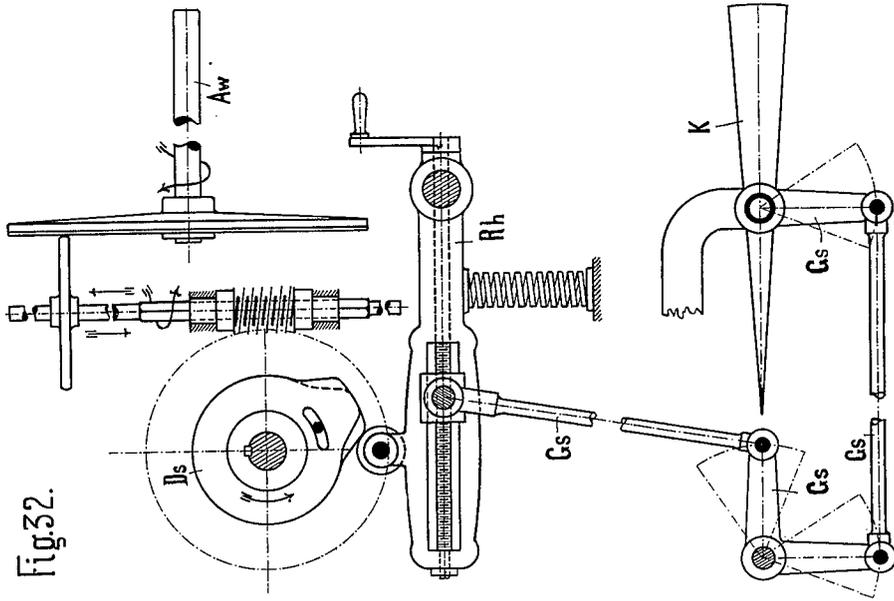
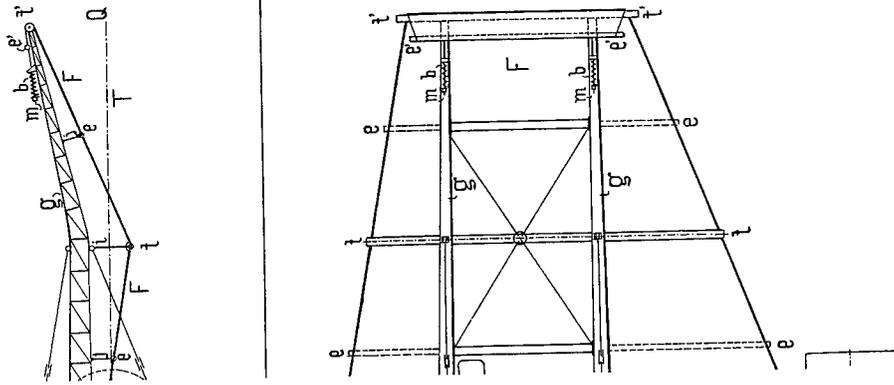


Fig. 32.



Zu der Patentschrift
 № 100398.

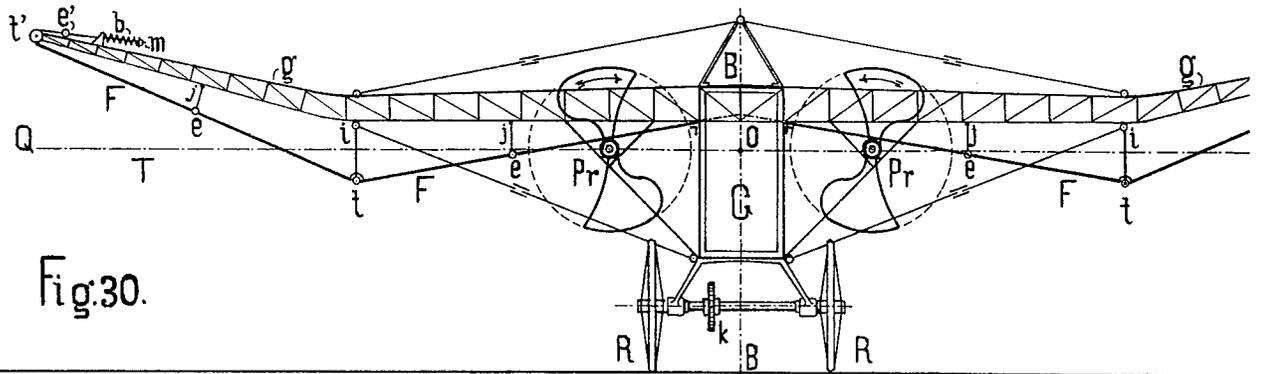


Fig. 30.

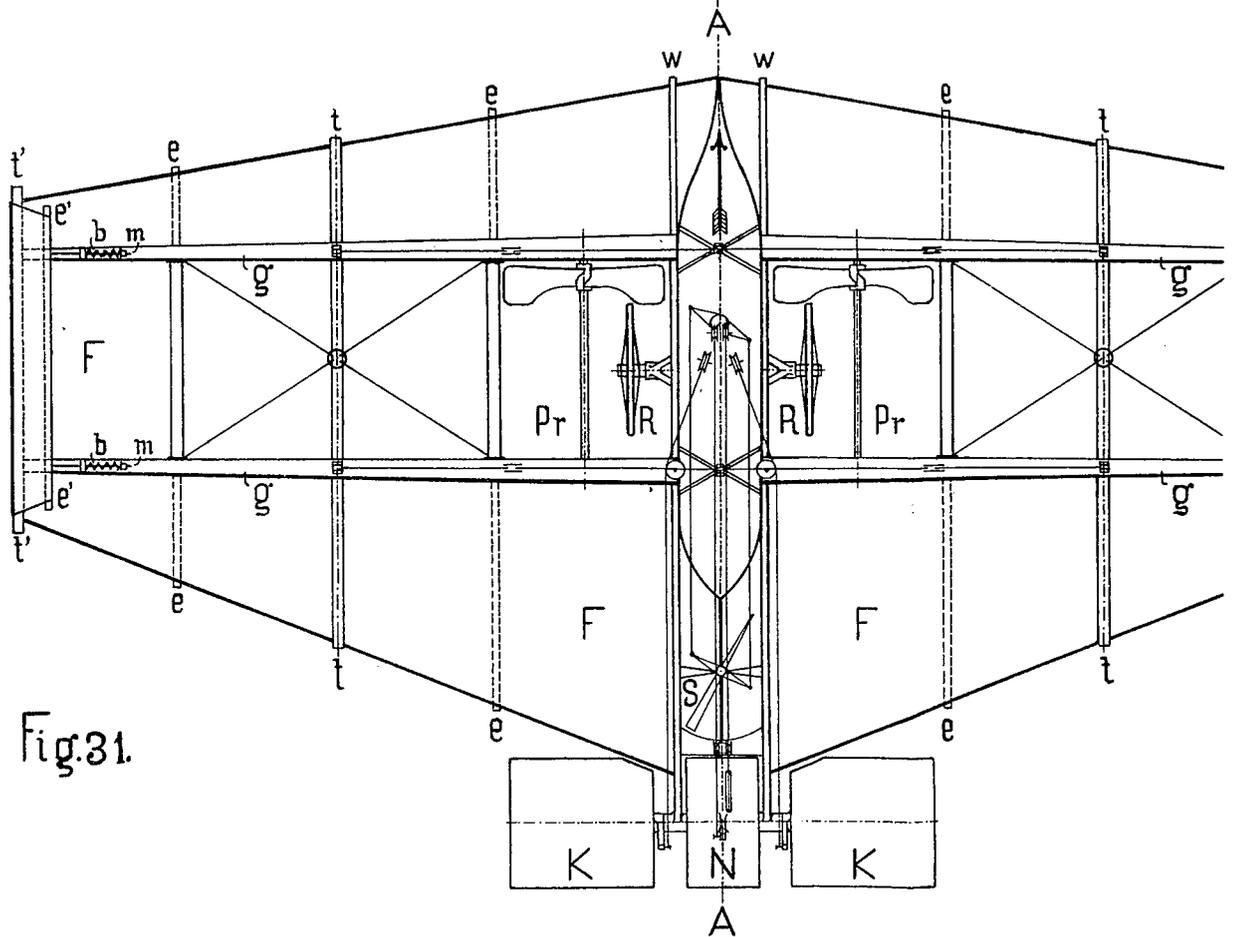


Fig. 31.

JAR, F. W. ROGLER UND HANS HÖRBIGER IN BUDAPEST.

Flugmaschine.

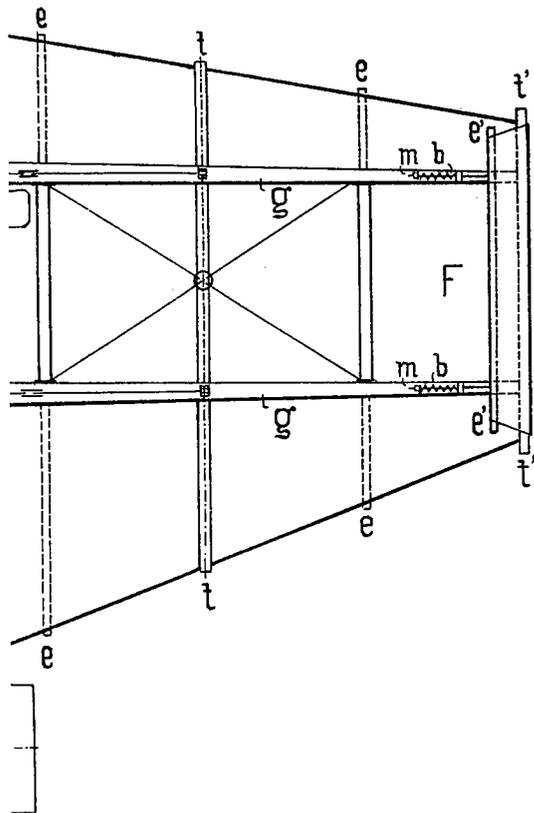
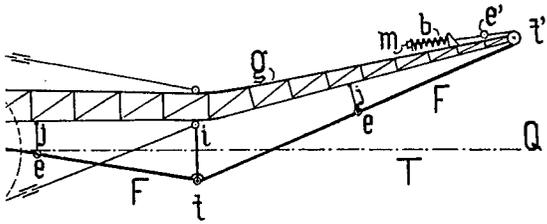
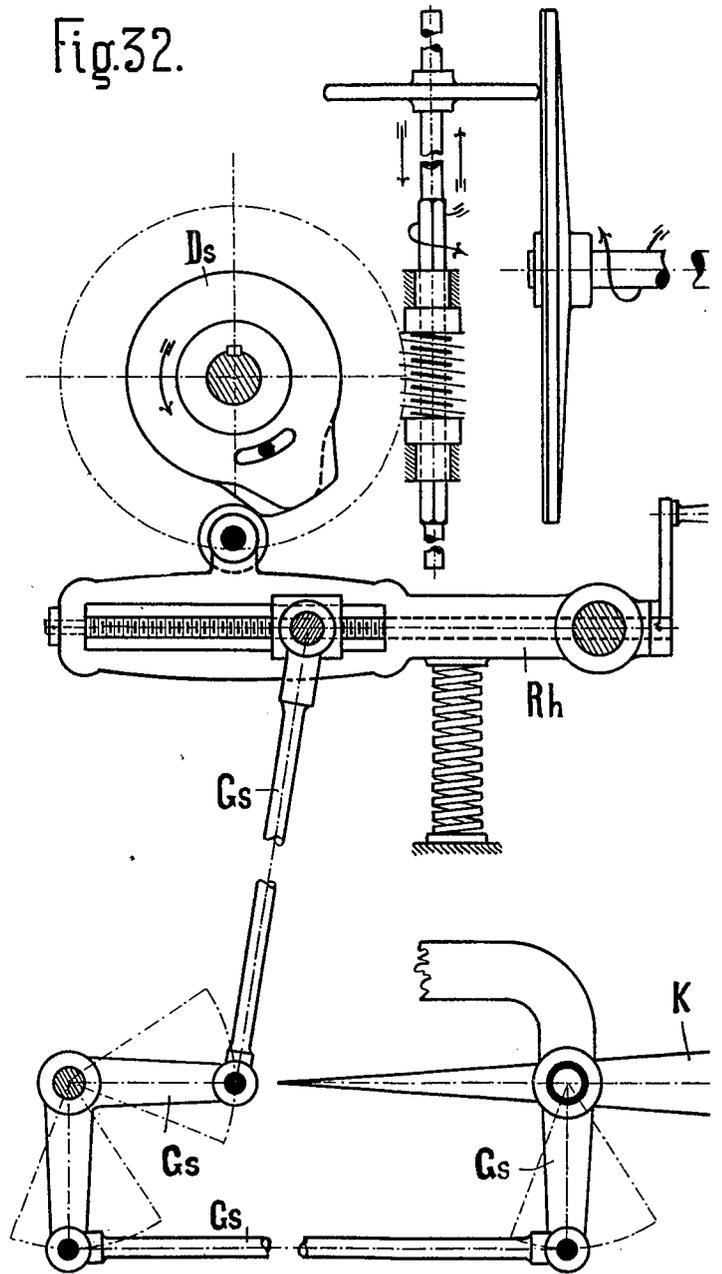
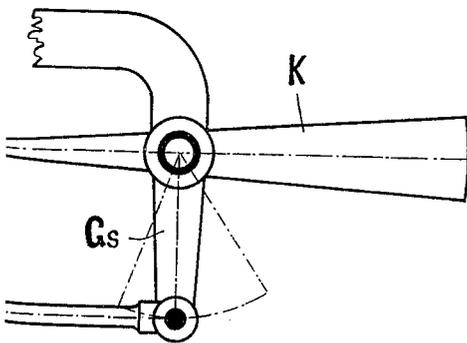
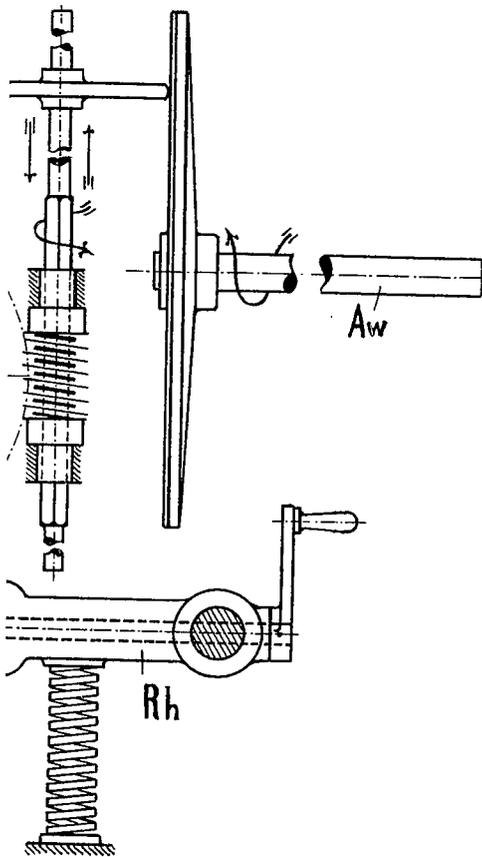


Fig.32.



Blatt III.



Zu der Patentschrift
№ 100398.