

bringen; aber alsdann zerfallen sie bald wieder und liefern die Elemente zu neuen, kleineren politischen Verbänden. Auch tritt statt der beabsichtigten Erweiterung häufig die Gründung neuer Staaten durch Auswanderung und Eroberung ein. Es erweist sich als zu schwierig, größere zusammenhängende Monarchien ins Leben zu rufen, und es entstehen an Stelle derselben kleine Stammesbezirke, eine Form, mit der wir es am Beginn der Geschichte allwärts allein zu thun haben.

=== Windflugmaschine. ===

Von

Karl Steffen.

Nachdem in neuerer Zeit von berufenen Constructeuren das Ballonproblem so gut wie fallen gelassen ist, entspinnt sich ein beharrlicher Kampf unter den Vertretern verschiedener flugdynamischer Systeme. Einen Höhepunkt erreichte dieser Kampf zur Zeit, als Lilienthal die Führung übernahm, ja man kann sagen, als Lilienthal einen eclatanten Sieg über eine Unzahl Vorurtheile seiner Fachgenossen und die Zweifel der Welt errang.

Aber Lilienthal war bald unzufrieden mit seinen Erfolgen. Die begrenzte Dauer seiner kurzen Segelflüge, die mangelhafte Sicherheit der Handhabung seiner Apparate, das alles ließ ihn mit Hast zu Verbesserungen seiner Apparate schreiten, die zum Theile nicht mehr im Einklang mit seinen beinahe $\frac{1}{4}$ Jahrhundert langen Vorstudien standen; es waren vielmehr Augenblickscombinationen in der Noth, in dem Drange nach vorwärts entstanden — und da zudem die Flügelschlagwirkungen und deren technische Nachbildung auf ganz unvernünftige, theoretisch noch nicht erkannte, wohl aber eingestandene Schwierigkeiten stießen (was Vorgänge im Winde und Stabilität betrifft), übersprang Lilienthal zum Doppelflächensystem, das ganz außerhalb seiner früheren Entwürfe stand.

Trotzdem schritt Lilienthal, immer kühner werdend, auch zur Ausgestaltung seines reinen Flügelsystems mit kräftigen und leichten Motoren. Wir sehen hier eine Zwiespaltigkeit seiner Bestrebungen, von denen früher oder später eine die andere ausschließen mußte. Es kam nicht dazu! Immer wieder hingezogen durch die Macht seiner Ueberzeugung zu seinem ursprünglichen reinen Vogel-flügelssystem, das ihm wohl den Dienst zu versagen begann, entgegen seinen ursprünglichen Erwartungen, wollte er wohl die Halsstarrigkeit seiner Apparate mit Motoren brechen? Jedenfalls störten diese Thaten den eigentlichen Charakter seines Systems; es erfolgten unberechnete Zwischenfälle, die ruhige, methodisch fortschreitende Ueberlegung trat zurück, der Drang nach vorwärts siegte — und Lilienthal unterlag jedenfalls einem principiellen Irrthume. — Wo dieser Irrthum lag,

gehört nicht hierher, er dürfte sich aber wohl finden lassen, sobald wir einmal wirklich und dauernd fliegen, denn dann müssen wir diese Klippe umschiffen haben und kennen.

Lilienthal hatte Nachfolger, die der mangelhaften Construction Lilienthal's methodisch beizukommen suchten (Hering's, beziehungsweise Chanute's Regulator), im Grunde aber doch auch Lilienthal's Irrthum, den Abfall von reinem Vogelflug erbten (Doppelflächensystem). Wohl hatte Lilienthal auch Flügelstieger mit und ohne Motoren zu Nachfolgern, aber nur an Drahtseilen und man wird vielleicht mangels eines ähnlichen Selbstbewußtseins und Kühnheit zur gefahrloseren (?) Combination einlenken.

Was Lilienthal aber merkwürdigerweise nicht that in seiner Neigung zum Flügelschlag, nämlich das Doppelflächensystem mit Motoren und Schrauben zu verbinden, das thaten seine Nachfolger kurzer Hand — und so wurde aus dem möglichst naturgetreuen Streben Lilienthal's das, was Lilienthal direct verpönte, ein Drachenflieger. Das war ein Rückschritt zu Maxim's, Langley's Principien, dem auch bald neue folgten (Kreß), in der Meinung, nun sei die Zeit für dieses gefahrlosere System gekommen.

Wir sehen den weiteren Entwicklungsproceß sich in ähnlichen rückläufigen Bahnen bewegen, soferne der Flügelapparat allein in Betracht kommt, das Motorproblem dagegen vorwärtsschreiten (Langley, Hering's, Kreß). Wird diese Richtung aber den Sieg bringen? Ich bin der Ueberzeugung, daß die leistungsfähige Flugmaschine das Gebilde eines Kopfes sein wird, der in alle Einzelheiten des Fluges eingedrungen und alle diese zu einem Ganzen in Theorie und Praxis verarbeitet hat; so lange aber die Beobachtung noch principielle Mängel zeigt und die Theorie principielle Grundsätze verkennt, so lange werden immer wieder Vordringen in der einen Richtung und Rückschläge zur anderen wechseln, ohne bleibende Erfolge. Zum bleibenden Erfolge gehört eben ein in allen Theilen durchgebildetes Flügelssystem.

Zu Gegenätze zu der bisher herrschenden Luftwiderstandstheorie, die ihrerseits auf dem allgemeinen Newton'schen Massenträgheitsgesetze ruht und in neuerer Zeit durch Oberingenieur v. Löbl zu flugtheoretischen Zwecken tiefer untersucht und specialisirt wurde, steht die Wind-Spannungstheorie — die ihrerseits auf den natürlichen Spannungs- und Spannungsausgleichswirkungen von Luftmassen, die in ihrer elastischen Spannung gestört werden, beruht. Gewissermaßen das Uebergangsstadium von der alten Luftwiderstandstheorie zu dieser neuen Theorie, bildet die vor einigen Jahren von Emil Jakob in Kreuznach aufgestellte Theorie eines sogenannten „Elastischen Widerstandes“.

Diese stellt uns nichts anderes vor als eine unfertige Spannungstheorie, verquickt mit der

veralteten Widerstandstheorie. Der Grundgedanke, welcher zur Aufstellung der letzteren Theorie führte, ist: „Der Beharrungswiderstand der Luft allein kann nicht genügen, die großartigen Flugleistungen der vogelartigen Flieger zu erklären; es müsse ein kinetisches Vermögen der Luft angenommen werden.“ Der Nachweis eines solchen kinetischen Vermögens muß aber nach der Jakob'schen Beweisführung und dessen Experimenten als hypothetisch, nicht vollkommen überzeugend und darum als nicht gelungen bezeichnet werden.

Unabhängig von diesen Versuchen geschah die Entdeckung dieses Vermögens fast gleichzeitig mit der Aufstellung letzterer Theorie, im December des Jahres 1897 durch den Verfasser. Diese Entdeckung durch den praktischen Versuch führte unmittelbar zu der Aufklärung des Zusammenhanges des Mayer'schen Gesetzes der Erhaltung der Bewegung mit der besonderen Bewegungsart „Flugbewegung“. Es ergaben sich folgende Schlüsse für die neue Betrachtungsweise: „Die Flugbewegung ist eine Bewegungsart, die wie jede andere Bewegungsart durch Umwandlung aus einer anderen entsteht. Nachdem die Flügelschläge allein nicht direct in die Flugbewegung umgewandelt werden können (z. B. im luftleeren Raume) und diese sich unter allen Umständen nur in einem besonderen Mittel (Luft) vollziehen kann, muß eine vermittelnde Bewegung zwischen Flügelschlag und der eigentlichen Flugbewegung in Form von Mittelbewegung angenommen werden, die im strengsten Verhältniß von Ursache und Wirkung zu den beiden anderen steht. Nur wenn eine solche vorhanden ist, kann von einer Flugbewegung gesprochen werden.

Wenn man dagegen Mittelwiderstand gewissermaßen als dieses vermittelnde Glied einschleibt, so ergibt sich von vornherein eine Unterbindung des Flugumwandlungsprocesses, weil Widerstand seinem Wesen nach keine ebenbürtige, umwandlungsfähige Bewegungsart ist.

Widerstand ist eine hemmende Ursache einer ursprünglich vorhandenen Bewegung (z. B. Fallbewegung), nie aber treibende Ursache. Würden nach dem Obigen Flügelbewegungen auf Widerstand stoßen, so wäre die natürliche Folge ein, mit gesteigerter Flügelarbeit oder Motorarbeit progressiv wachsender Widerstand, also Hemmung der Arbeit und damit logischerweise auch ein progressiv wachsender Fehlbetrag an Flügelarbeitseffect, der zum Schluß nicht mehr mit Motoren wett gemacht werden könnte, es müßte denn der Wirkungsgrad des Flügels progressiv und fort-dauernd wachsen, was unmöglich ist.

Daher die ganz logische latente Motorenfrage bei der gegenwärtigen Flugvorstellung, die durch keinen Motor gelöst werden könnte. Das höchste, was man beispielsweise mit motorisch vorwärts getriebenen Widerstandsflächen (Drachflächen à la Krefß) erreichen kann, ist: Eine an-

steigende Bahn oder auch Horizontalbahn, so lange eine wachsende Bewegungsdifferenz zwischen Fläche und Mittel vorhanden, oder was die Folge ist, so lange der elastische Repuls der Luftmassen durch den Zusammenstoß differenter Bewegungen, Energie an die Fläche abgibt; schwindet die Bewegungsdifferenz — was eintreten muß, weil die Flächen doch nicht dauernd beschleunigt angetrieben werden können, und mit wachsender Windbewegung nicht gerechnet werden kann, so findet selbstverständlich kein Zusammenstoß — keine Repulsion mehr statt; die Bewegung wird daher durch den Beharrungswiderstand der Luftmassen aufgezehrt und es tritt ein mehr oder weniger beschleunigter Fall ein.

Erfolgt die Aenderung der Bewegungsdifferenz plötzlich im positiven Sinne, so tritt plötzliches Steigen ein — im negativen Sinne — ein ebenso plötzlicher Fall, wechseln diese und negativen Differenzen, so stampft die Maschine. Es ist daher anzunehmen, daß der Drachenflug, abgesehen von anderen Uebelständen, auch eine viel größere Gefahr mit sich bringt als beispielsweise die Versuche mit Kunstflugapparaten.

Zu allen diesen Behauptungen bieten die bisher vorgenommenen Versuche, sowohl mit Drachentliegern als Flügelflächen à la Lilienthal drastische Beweise und es ist nur zu wahrscheinlich, daß das Drachentliegerproblem einem viel grausameren Ende entgegengeht als die Lilienthal'schen Segelflächen.

Die Langley'schen und Hering'schen Versuche zeigen, daß es mit Drachflächen nur Luftsprünge von kurzer Dauer giebt. Der Flug des ersten Langley'schen Modells, verdankt die große Flugdauer nur den mit der Höhe wachsenden Windbewegungsdifferenzen, welche das Modell, ohne sich um die Schraube zu kümmern, spirallinienförmig in die Höhe trugen. Wären die Schraube und der Motor stark genug gewesen, dann hätte die erstere gegen die Windströmungen durchdringen müssen in stracks ansteigender Bahn, so lange bis der Motor seine größte Wirkung entfaltet und dann stetig fallen müssen. Die Bahn einer Drachfläche stellt uns gewissermaßen das Widerstandsdiagramm des Motors dar.

Die einzig mögliche Lösung der Flugfrage kann daher nur in dem früher entwickelten Sinne damit gebracht werden, daß wir mit dem in den Luftmassen enthaltenen kinetischen Vermögen durch ausreichend große und richtig eingerichtete Flächencombinationen in Berührung treten, durch geeignete Flächenbewegungen das kinetische Vermögen wecken und dieses fortdauernd in kleinen Portionen aufnehmen, in Wacht ansammeln, so lange bis die Resultirende aus der Fallwuchtrichtung und der Flugwuchtrichtung immer flachere Bahnen ergibt. Das kinetische Vermögen besteht thatsächlich, sonst könnten die gezeigten Wunderscheinungen gar nie stattfinden; dieses Vermögen stellt

die Arbeitsfrage auf eine ganz neue Grundlage; es steht daher die Frage nur darum, wie dieses Vermögen am rationellsten ausgenützt wird. Wir thun am besten wie Lillienthal uns den Vogel-Flügel als Vorbild zu wählen.

Wie schon aus den Versuchen mit Klappen-Flächen hervorgeht, ist der Vogel-Flügel nach ganz demselben Principe gewachsen, wie die Klappe construirt ist. Die Klappe ist nur die einfachste Elementarflügel-Form, wie sie z. B. bei Insecten, Schmetterlingen u. dgl. Fluthieren vorkommt. Je entwickelter das Fluthier, desto organischer gegliedert, desto gründlicher verarbeitet ist dieses Princip am Flügel, durch Zerfällung der Flügel-Klappe in untergeordnete Unterklappen. Als Maschine gedacht ist der Flügel eine Art Wind-regulator oder Ventilator; er ist aber zugleich auch das Contactsystem, welches die geleistete Arbeit (Spannungsarbeit) übernimmt und rückwirkend an die Sammelmasse des Fliegers überträgt. Wie und nimmer ist aber der Flügel ein Tragorgan; die Arbeit in der Fallrichtung wird durch den Doppelschlag neutralisirt. Die Höhe hält der Flügel nicht durch Trag- oder Fallarbeit, sondern einzig durch die in Massenvucht umgewandelte Treibarbeit. Solchergehalt bietet uns der Flügel etwas ganz neues, der ausübenden Erfindungskunst fremdes. Es giebt aber nach eingehender Betrachtung nichts in der ganzen Hydro- oder Aerotechnik, was an rationeller Wirkung ihm jemals gleichkäme; keine Schraube, keine Schaufel- oder Segelräder und keine Combination von Segelflächen mit letzteren, die an Ausnützung der wirklichen Flugverhältnisse zu rationellen Wirkungen dem Flügel auch nur entfernt nahe kämen, oder die Wirkungen desselben nicht schädigte, wenn man ihn mit anderen Antriebsvorrichtungen an seiner statt combinirt.

Ich sage Ausnützung „der Flugverhältnisse“, weil es darauf ankommt und nicht darauf, welche Verhältnisse gerade für die Wirkungsweise gewisser Motoren wünschenswerth wären, wie schon oft behauptet wurde. Nicht was dem Motor einfach und gut dünkt, z. B. rotatorische Antriebsmaschinen, sondern was dem launenhaften windigen Gefellen entspricht, das ist hier die Frage. Mag die Flügelschlagbewegung manchem Techniker umgehbar erscheinen oder gar zu wenig rationell, der Grund dazu liegt nur darin, daß man weder den Flügel noch seine gewaltigen Wirkungen genügend kennt, sagen wir, das Geheimniß, das ihn und sein Treiben umgiebt.

Der Segelflugtechniker wieder irrt, wenn er meint, daß eine periodisch amwendbare Form der Flügelwirkung alle anderen Flügelwirkungen entbehrlich mache; und wo ist die scharfe Grenze zwischen Segelflug, Ruderflug, Gleitflug u. s. w., daß man sagen könnte, sie brauchten nicht alle den Flügel für sich, gerade so wie für sie alle zusammen.

Nichts von alledem! Wenn man einmal aus der einfachen mechanischen Thätigkeit des Flügels die einfachen Maschinenelemente abgeleitet und erfunden haben wird, dann wird man finden, daß die Flugtechnik nicht nur ihre eigene Bewegungslehre, sondern auch ihre eigene Maschinenbaulehre hat mit neuen Maschinenformen, neuen Elementen als Surrogat für den natürlichen Flügel.

Man sage daher nicht, daß derartige neue Maschinenformen bloße unpraktische Phantasien oder Nachäffungen seien; man würde sonst, und zwar im günstigsten Falle früher oder später zu solch unpraktischen Phantasien Zuflucht nehmen müssen, weil eben gewisse natürliche Dinge keine Umgehung seitens quintessentieller Köpfe vertragen.

Um sich die Spannungswirkungen des Flügels klar zu machen, hat man sich vor allem darüber klar zu werden, welcher Natur das Gleichgewicht der atmosphärischen Luftmassen sein muß, wenn die durch das Experiment vorgeführten Widerscheinungen möglich sind. Wäre das Gleichgewicht der Atmosphäre ein statisches, dann müßten derartig bewegte Flächen dauernde Veränderungen in der Lagerung der Luftmassen hervorrufen, repulsive Ausgleichswirkungen, wie wir sie bemerkt haben, sind unmöglich. Die Luft müßte sich verhalten wie Lehm, Butter oder dergleichen bildsame Materie, welcher Vorstellung auch die v. Lößel'sche Widerstandstheorie ihren Lebenskeim entnommen.

Wir müssen einen Gleichgewichtszustand annehmen, in welchem es den elastischen Luftmassen möglich ist, nach allen Seiten elastisch zu reagiren, und dieser Zustand kann nur „die elastische Spannlage“ der Lufttheilchen untereinander sein. Daß dieser Zustand vielleicht nicht vereinbar ist mit den bisherigen Ansichten über das Gleichgewicht der Atmosphäre, kann nicht Gegenbeweis sein, wenn die Natur selbst Erscheinungen bietet, welche in den Rahmen derartiger Ansichten nicht passen.

Uebrigens läßt sich der Zustand „der elastischen Spannlage“ aus der Centrifugalwirkung der Umschwingungsbewegung der Erde sammt ihrer Atmosphäre erklären; ja wir finden sogar bei näherer Untersuchung, daß die allgemeine Circulation der Atmosphäre auf ganz analogen Spannungs- und Spannungsausgleichswirkungen, hervorgerufen durch die Umschwingungsbewegung, der um die Erde elastisch lagernden Luftschale beruht; ein Beweis wäre damit immerhin geliefert, daß die erwähnte Spannlage der Atmosphäre durchaus keine willkürliche Annahme zu sein braucht, selbst dann nicht, wenn die Widerscheinungen am Flügel nicht beweisend wären. Es muß aber hier von einer weiteren Erörterung vorläufig abgesehen werden.

Haben wir einmal das Wesen der Spannlage mit lebendigen Sinnen begriffen, dann ist alles weitere leicht verständlich.

Jede Spannungsdifferenz in dem ungeheueren Luftspannungsreservoir „Atmosphäre“ muß Ausgleichswirkungen entbinden und damit Bewegung. Jeder dieser Ausgleichswirkung im Wege stehender Körper muß diese als elastischen Repuls oder Stoß empfinden.

Jede körperliche Bewegung muß aber auch Spannungsdifferenzen erzeugen und damit wieder Ausgleichswirkungen. Nur wenn das Spannungsvermögen der Luftmassen durch zu intensive und gleichgerichtete Bewegung zerstört wird, wird die Spannung verhindert, die Luftmasse wirkt als repulsionslose Masse nur durch ihr Beharrungsvermögen als Widerstand z. B. bei Geschossen. Es bilden sich zunächst des Geschoskörpers todte Luftmassenkörper statt Max, beziehungsweise vacuirte Räume statt Minin, welches von zerbröckelten Luftkörpern erfüllt erscheint.

Der Flügel ist klappenartig um eine nächst der vorderen Kante liegende Drehachse drehbar und erzeugt durch seine Schwingungen abwechselnd einmal auf der einen Seite der Fläche, dann auf der anderen eine Höchstspannung (Max), beziehungsweise eine Tiefspannung (Min) — zwischen beiden Max-Min also eine Spannungsdifferenz, deren größter Betrag in der Richtung der kürzesten Verbindung des Max mit dem Min liegt. Das Bestreben der elastischen Luftmasse, in den Spannungsgleichgewichtszustand zurückzukehren, bewirkt den Ausgleich; — der Ausgleich wird daher immer von Orten höherer Spannung zu Orten niederer Spannung erfolgen. Dem Ausgleich steht in der Verbindung Max-Min die Fläche selbst entgegen, denn er kann durch die Fläche nicht erfolgen, also muß er um die Flächenränder herum erfolgen. Aber die zunächst der Fläche gepreßten Luftmassen haben im letzteren Falle einen großen Umweg zu machen; das bewirkt eine Verzögerung des Ausgleiches im Vergleiche zu dem kurzen Wege, den die Fläche zurücklegt — und diese Ausgleichsverzögerung macht sich durch Repulsionswirkung auf die Fläche bemerkbar.

Je länger wir diesen Ausgleich im Vergleiche zur kürzesten Schwingungszeit des Flügels gestalten, desto dauernder ist die Repulsion. Auf diesem Principe beruht die Einrichtung und der Wirkungsgrad der verschiedenen Flügelformen. Der Vogel Flügel oder der Insecten Flügel verhindert nämlich noch weiter den Ausgleich durch die Nach-

giebigkeit des breiteren Flächentheiles gegen den Repulsionsdruck des Max. Das Drehmoment dieses

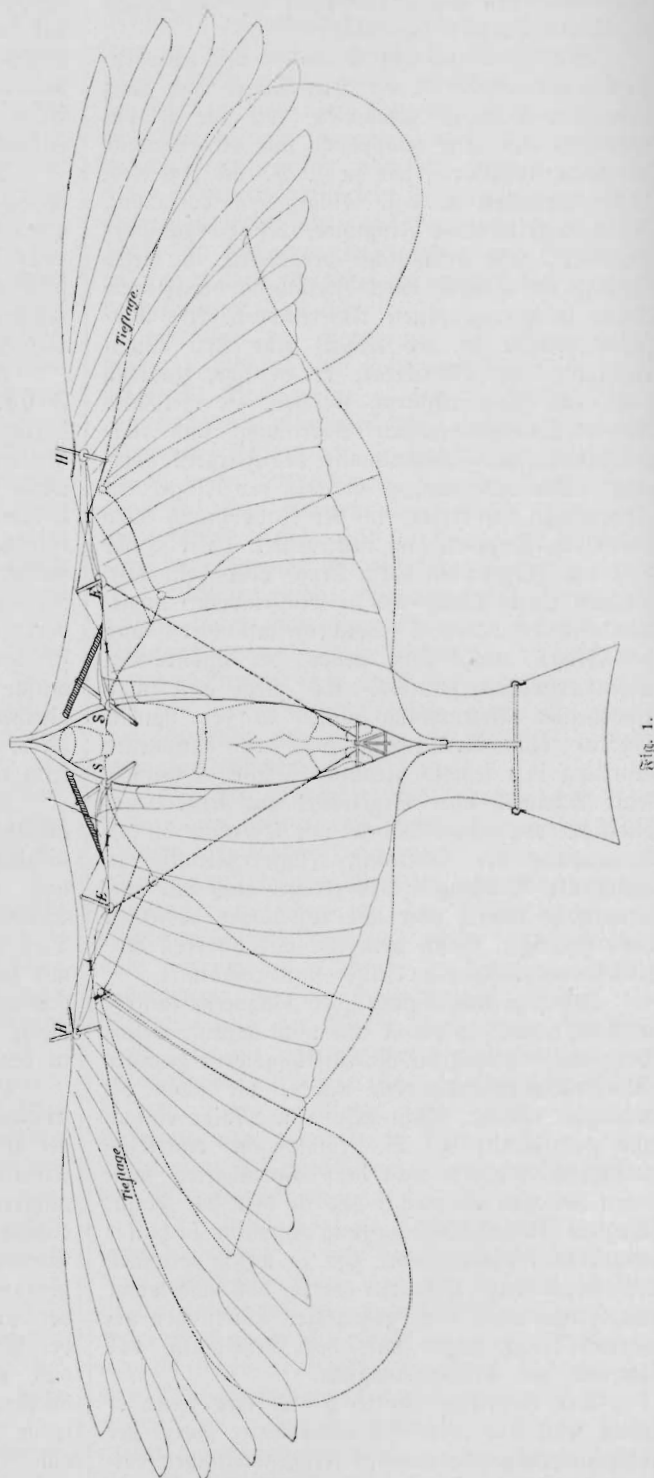


Fig. 1.

Druckes bewirkt die Drehung der Flügelfläche und damit eine Ablenkung der um den breiteren Flächentheil sich ausgleichenden Luftströmungen

derart, daß diese in der Richtung der Ausweichung der Fläche mit Gewalt ausgeworfen werden —

und je günstiger die Flügelconstruction diesem eigenthümlichen Ausgleichsverhindern ist, desto größer die empfangenen Drücke. Da sich aber das Min doch mit den normalgespannten Luftmassen ausgleichen muß, so sehen wir diesen Ausgleich mit den vor und zu beiden Seiten der Fläche liegenden normalgespannten Luftmassen sich vollziehen (Wind).

Es hat aber auch durch die Drehung der Fläche eine seitliche Verückung der Druckcentren Max=Min stattgefunden, und zwar des Max in der Richtung der ausweichenden, des Min in der Richtung entgegen dem Winde. Da, wie schon gesagt, die Repulsion in der Verbindungsrichtung dieser beiden wirkt, so wurde auch diese Stoßrichtung aus der früheren Normalrichtung zur Fläche gegen die Luftstromrichtung gebeugt und darum die auffallende seitliche Verschiebung der Fläche in dieser Richtung.

Mit jeder folgenden Schwingung wird diese seitliche Verschiebung größer (beschleunigt). Weil die Eigenbewegung der Fläche mit der Schwingung zu immer flacheren Schwingungen und dementsprechend die Luftstromrichtungen mit dem Zu- und Abfluß zu immer beschleunigteren Gegenströmungen resultiren, muß auch die seitliche Verschiebung des Max und Min im entgegengesetzten Sinne (wie oben) eine stärkere werden und daher die Biegung der Stoßrichtung zur Luftstromrichtung zunehmen.

Kurz, der ganze Spannungs- und Ausgleichsproceß wird mehr und mehr in die Bewegungsrichtung der Fläche verlegt, oder in die Richtung der Flächenbreiteerstreckung, oder in den Flughorizont, wo er sein geheimnißvolles Spiel bis zum Phänomen treibt.

Wir nehmen nun den wirklichen Fall, daß der Flügel um seine innere Schmalkante schwinde, wie dies in Wirklichkeit der Fall ist. Halten wir uns vor Augen, daß nämlich das Spannungsvermögen für eine bestimmte noch erregte Luftmasse ein begrenztes ist, und daß einem bestimmten Wege des Flügels eine ganz bestimmte Normalspannungsgrenze entspricht, so erkennen wir sofort, daß

also gar nicht zum Ausgleich gelangen. Nach dem früher Gesagten entspricht diesem Vorgange aber auch eine bedeutend größere Repulsionswirkung,

bei dem großen Wege, den die Flügelspitze zurücklegt, die Normalspannungsgrenze schon überschritten sein wird, wenn die mittleren Flügel-

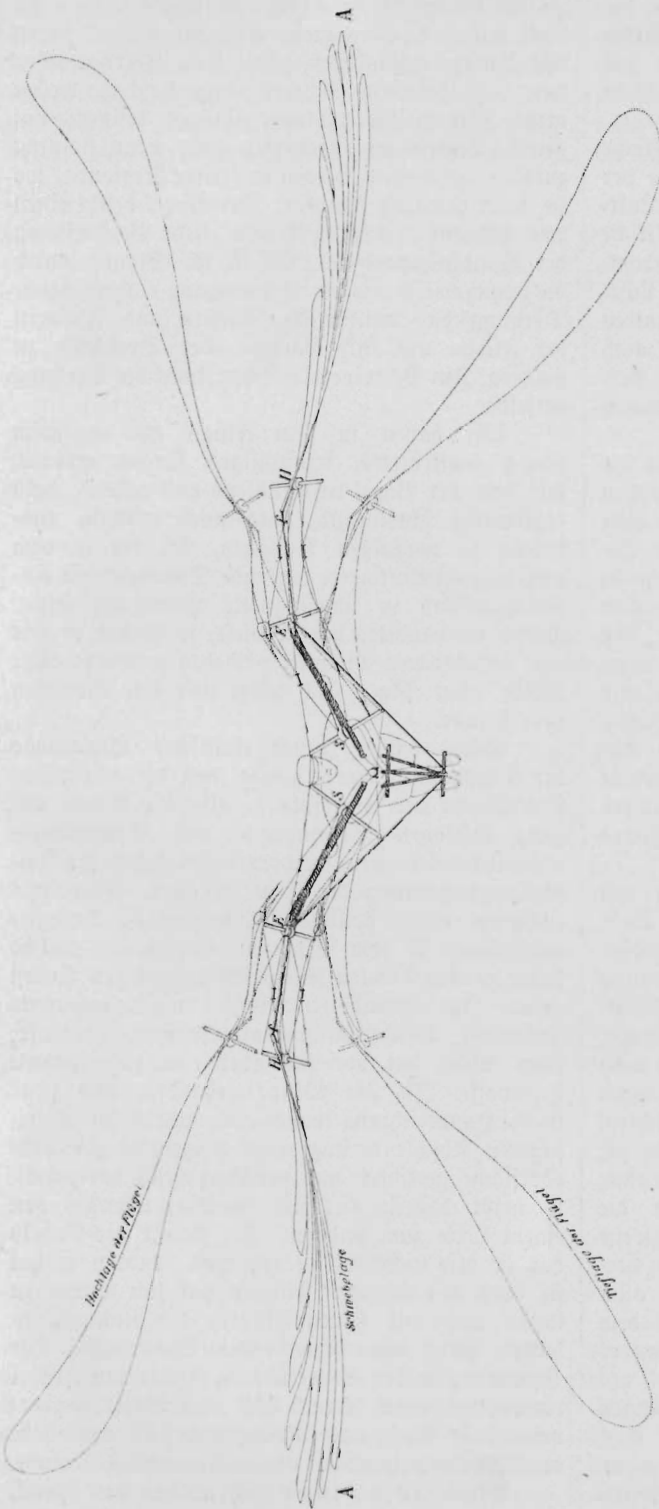


Fig. 2.

theile z. B. normale Spannung anzeigen. Die Spitze würde also die Spannung schon zerstören und daher mit Widerstand arbeiten, wenn die Mitte noch Repulsion empfängt. Die von der Spitze bearbeiteten Lufttheile werden in ihrem elastischen Zusammenwirken gestört (was ich mit Zerreißen oder Zerbröckeln bezeichnete) und wirbeln unregelmäßig durcheinander.

Hier wirkt die elastische Drehung der Fläche ausgleichend, und zwar: Dem größeren Wege der Flügelspitze entspricht eine größere differente Luftbewegung (Ausgleich), mithin eine größere seitliche Verrückung des Druckcentrums in der Luftstromrichtung, beziehungsweise im Win gegen die Luftstromrichtung. Dieser Verrückung der Luftcentren entspricht ein größeres Drehmoment, mithin auch eine stärkere Drehung des Flügels in dem Verhältnisse als die differenten Flügelschwingungen und Luftstromrichtungen zunehmen.

Einer Ueberspannung der Luftmassen in der Flugrichtung ist vorgebeugt durch das Weichen der Fläche vor dem Repulsionsdrucke. Da diese treibenden Repulsionsdrücke im Beginne der Bewegung sehr klein sind, könnte die noch träge ruhende Masse des Fliegers widerstehend, diese schwachen Repulsionsdrücke zerstören, darum sehen wir, daß der Anflug um so leichter von Statten geht, wenn wir den Uebergang in die Massenbewegung und dementsprechend der Entfaltung der schwachen Repulsionsdrücke künstlich nachhelfen, durch Anlaufen — ähnlich wie wir bei der Dampfmaschine das Anlaufen nicht durch den Kolbendruck, sondern vom Schwungrade aus bewirken, indem wir letzteres mit der Hand in Umschwingung versetzen.

Wir machen überhaupt bei Versuchen mit Flächen im Winde oder auch in ruhender Luft, die Wahrnehmung, daß die Effecte um so größer werden, je feiner und gefühlvoller wir die Spannung abfühlen und in zweckdienlicher Richtung (Selbstregulirung der Fläche) ablenken. Man gestatte mir den trivialen Vergleich: Mit der Luft muß man sehr höflich umgehen, nicht brutal, immer wenn man von ihr etwas verlangt, das Gesetz beobachten, nach welchem sie etwas zu leisten im Stande ist; Gesetze, die ihrem Wesen nicht entsprechen, brutale Provocationen ihres Widerstandes, machen die Luft hartnäckig, widerstehend, launisch, sprungweise nachgebend und gleich wieder rücksichtslos vernichtend. Ja, die Weisheit des Schöpfers aller Dinge spricht aus ihr gerade so wie aus dem beleidigten Rechtsgeföhle des Menschen, wenn er das Gesetz umgangen sieht.

Wir haben bis jetzt von einer selbstthätigen Drehung der Fläche gesprochen, es ist aber klar, daß diese nur dann regelmäßig wirken wird, wenn die regelmäßig und gleichlaufend mit den Flügelschwingungen erzeugten differenten Luftströme oder Ausgleichsströme nicht durch äußere unregelmäßig einfallende Luftströme gestört werden, wie das um so häufiger vorkommt, je mehr man nicht auf bestimmte

günstige Luftpartien über Teichen, Bäumen, Gewässern, Wäldern u. s. w., wo die Strömungen mehr regelmäßig auftreten, angewiesen sein will. Je unabhängiger der Flug im freien Ocean der Luft sein soll, desto mehr muß der Flügel gegen alle Unregelmäßigkeiten gefeit sein. Darum sehen wir, daß Insecten, Schmetterlinge u. dgl., welche mehr automatisch wirkende Flügel besitzen, auf gewisse Lusträume angewiesen sind, wenn sie nicht zufällig vertrieben werden in freiere Regionen, wo sie dann gewaltig kämpfen. Der Vogel besitzt einen zwangsläufig drehbaren Flügel (siehe Beschreibung der Windflugmaschine). Er ist im Stande, durch die zwangsweise mit der Schwingung einhergehende Drehung das willkürliche Hütteln und Flattern der Fläche um ihre Längs- oder Drehachse zu hindern. Im Principe bleibt der Zweck der Drehung derselbe.

Wir haben in dem Flügel ein ungemein sinnig construirtes, feinfühliges Organ erkannt, mit dem der Vogel bald fühlend und tastend, bald regelmäßig schwingend, bald auch mächtig ausholend zu wuchtigen Schlägen, sich die in dem ungeheuren Luftmeere lagernde Spannenergie einsammelt und in schwingungsvolle Bewegung seiner Masse umwandelt; hat er diese, so gleitet er wie von unsichtbaren Mächten getrieben vorwärts ohne Mühe, ohne Plage, sich selbst und den Menschen zur Freude.

Schon früher (unter elastischer Spannlage der Atmosphäre) wurde gesagt, daß die allgemeine Circulation der Atmosphäre, also die Winde auf ganz analogen Spannungs- und Spannungsausgleichswirkungen, hervorggerufen durch die Umschwingungsbewegung der Erde, beruhen. Allerdings entstehen durch örtliche Wärmeeinflüsse Unregelmäßigkeiten in dem Spannungsausgleich, welche dann zu den localen Ausgleichsströmungen Anlaß geben. Im Grunde ist Wind immer gespannte Luftmasse, Windstille normal gespannte Luftmasse; jeder Wind hat vor sich aber eine tiefgespannte Luftmasse. Ist also Wind vorhanden, und zwar ist die Haupttrichtung immer entsprechend der centrifugalen Abschleuderung mehr tangential zur Erdoberfläche gerichtet, nur vorübergehend horizontal, so heißt das so viel als wandere Energie von einem Orte zum anderen. Die Arbeit des Vogels hat sie also nicht erst zu erzeugen, sondern er hat sie bloß mit ruhenden Flügeln auf sich wirken zu lassen und mit seinen Flügeln die Richtung zu halten, gleich einer schwebenden Wetterfahne. Die Spannung in der Segelrichtung drückt den Flügel vorwärts; diesem Druck hält das Beharrungsvermögen der Masse das Gleichgewicht; die ausfallenden Normalspannungen neutralisiren die Fallwucht.

Meine Windflugmaschine hat den Zweck, den Menschen, vermöge seiner eigenen Muskelenergie und Geschicklichkeit zum freien Flug zu befähigen. Zu diesem Ende besitzt die Maschine ein Paar flügelschlagartig zu bewegender Schnell-

flächen (Propeller), welche an einem Gestelle G (Fig. 1 und 2) zwangsläufig beweglich angebracht sind. Der vordere Rand der Schnellflächen wird von einem dreigliederigen Hebelarmsystem gebildet, dessen einzelne Armglieder an ihren zusammenstoßenden Enden, beziehungsweise mit den Holmlagern des Gestelles G beweglich verbunden sind, und zwar der leichteren, reibungsloseren Bewegung halber, in Kugellagern laufend. Die Arme werden

des Gestelles durch je eine Führungstange f ebenfalls gelenkig verbunden.

Durch diese Einrichtung ist ein gleichmäßiges und correspondirendes Öffnen und Schließen des ganzen Hebelarmsystems ermöglicht. Durch ein Paar Streckfedern wird das System in der geöffneten Lage erhalten. Um ferner diesem System beim Öffnen eine, von den Holmlagern gegen die äußeren Enden zu verstärkt schraubenartige

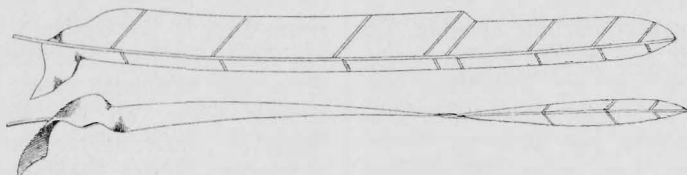


Fig. 3.

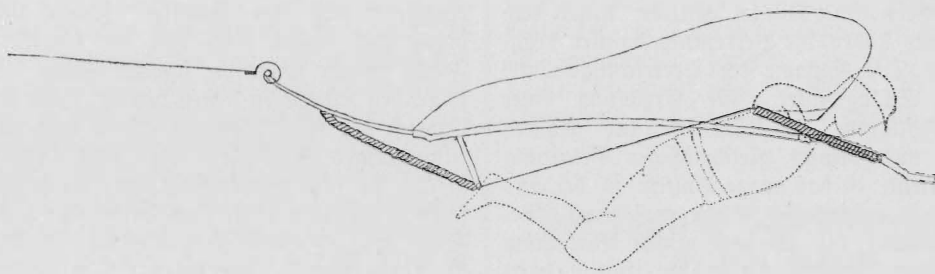


Fig. 4.

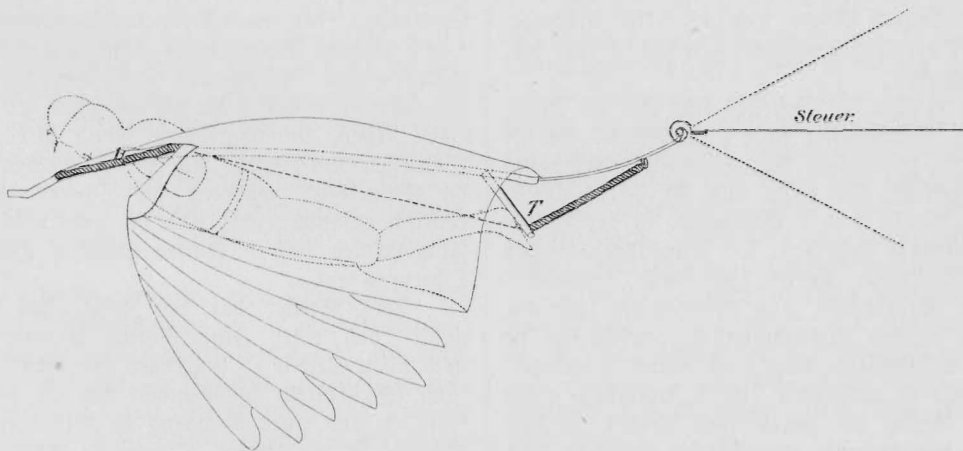


Fig. 5.

von außen nach innen zu benannt, und zwar: H A äußerer Arm der Schranke; E H mittlerer Arm oder Unterarm; S E innerer Arm oder Oberarm. Die Gelenke werden bezeichnet: H Handgelenk, E Ellenbogengelenk, S Schultergelenk oder Schulterlager. Um die Arme untereinander in einer bestimmten zwangsläufigen Führung zu erhalten, sind die nach innen überragenden Theile des äußeren, beziehungsweise mittleren Armes mit dem inneren Arme, beziehungsweise dem Holme

oder windschiefe Aufdrehung — beim Schließen eine ebensolche Abdrehung mit Bezug auf den Flughorizont zu ertheilen, sind die Lagerachsen S, E, H gegeneinander windschief verstellt (Verrenkung genannt), so zwar, daß die Arme beim Öffnen und Schließen sich nicht mehr in einer durch das Gestelle und die Arme gelegten Ebene (Flughorizont) bewegen, sondern entsprechend der windschiefen Verstellung ihrer Lagerachsen, sich in Ebenen bewegen welche ebenfalls untereinander windschief verdreht

sind. Da die Verstellung gegen die Spitze zu im gleichen Sinne zunimmt — beziehungsweise für das Schließen abnimmt — muß jeder äußere Arm an dieser Bewegung im stärkeren Maße theilnehmen, als z. B. der nächstanliegende innere Arm. Die aus dieser progressiven windschiefen Bewegung sich ergebende Normalbewegung (Flügel Schlagbewegung) wird die aus Fig. 2 ersichtliche sein. Die mit dieser Bewegung gleichlaufende Flughorizontalbewegung ist aus Fig. 1 ersichtlich. Der Verrenkungswinkel ist der Winkel, um welchen je ein Arm aus der Flughorizontebene abweicht. Da dieser Winkel sich mit dem ganzen System dreht, wird dessen Projection auf der Bildfläche, das Maß der Abdringung in derselben und dessen Projection auf die Profilebene, das Maß der Abdringung in dieser geben, aus beiden Abdringungen setzt sich die Gesamtabdringung in den zwei Raumdimensionen zusammen. Ueber dem Flughorizonte haben die Verrenkungswinkel positive, unter dem Flughorizonte haben die Verrenkungswinkel negative Werthe. Die Summe der Verrenkungswinkel giebt den Schlagwinkel. Zur Erzielung einer größeren Festigung des Systems bei größter Leichtigkeit und behufs gleichmäßiger Belastung der Kugelgelenke ist das ganze System in der aus Fig. 1 und 2 ersichtlichen Weise versprengt. Behufs Regulirung der zwangsläufigen Bewegung für verschiedene Schlagwinkel und Greifweite (horizontale Verschiebung) können die Verbindungsflammern der Führungsstäbe f mit den überragenden Theilen des äußeren, beziehungsweise mittleren Armes verschoben werden, und so das Ueberzeugungsverhältniß der Führungshebel vergrößert oder verkleinert werden.

Die Holme des Gestelles sind aus 32 Millimeter im Durchmesser und 1 Millimeter in der Wandstärke messendem Aluminium-Mannesmannrohr hergestellt. Die Arme aus 30 + 15 Millimeter im Profil und 1 Millimeter in der Wandstärke messenden Scheiden. Die Kugellager werden aus 2 Millimeter starken, paarweise gegenüberliegenden Preßtheilen aus Aluminium gebildet, in deren runden Ausnehmungen gewöhnliche im Handel vorkommende Kugellagerschalen eingelagert sind. Diese so gebildeten Backen umfassen einen seitlichen Ansatz des zugehörigen Armes, in dem ebenfalls entsprechende Lagerschalen eingesetzt sind. Mittelfst einer Lagerbüchse und beiderseitigen Muttern und Gegenmuttern wird das Ganze zusammengehalten. Mangels eines sicheren Lötverfahrens für Aluminium werden alle Verbindungen durch Verschraubung, Ueberlappung und Vernietung hergestellt.

An den Armen des Hebelarmsystems befindet sich eine Anzahl elastischer, gegen das äußere Ende zu verjüngt zulaufender Stäbe aus Holz oder Kautschuk, mit den Armen in ungefähr 20 Centimeter Entfernung von diesen ein Drahtzug, der die Stäbe verbindet. Je ein Hebelarm

mit den dazugehörigen Stäben bildet das Stabgerippe für ein Flügel Feld. Diese werden benannt: Äußerer Arm mit Stäben die Schranke oder Hand, mittlerer Arm mit Stäben die Flügeldecke, innerer Arm mit Stäben die Oberarmdecke. Die Stäbe des äußeren und mittleren Armes bilden den Kiel oder die Achse je einer Windflügelklappe Fig. 3, von folgender Einrichtung: Die Stäbe sind in bestimmten Abständen mit Einschnitten zur Aufnahme der Enden schwacher Bandsfederstücke (Blanchets) versehen. Die Bandsfederstücke sind, mit einem Ende in den Einschnitt etwas geneigt, gegen den Stab eingeklebt. Die Bandsfederstücke der einen Seite sind durchwegs etwas länger als die der anderen Seite, an den Enden durchlocht und sämtlich untereinander durch einen Drahtzug verbunden. Dieses Klappengerippe ist mit Seide oder anderem gefirnizten Stoff überspannt.

Die Windflügelklappen sind am Arme derart eingeklebt, daß ihre schmalere Fahne stets nach vorne oder außen liegt und die hintere breitere Fahne immer unter die schmale Fahne der nächstfolgenden Klappe zu liegen kommt. Diese Lagerung bezweckt ein selbstthätiges Öffnen nach unten und selbstthätiges Schließen nach oben. Das Stabgerippe des inneren Armes ist von einer geschlossenen, straff gespannten Decke aus Seide oder gefirniztem Stoff mit Zwischeneinsätzen aus Kautschukstoff oder Mojetig-Battist überzogen. Die Einsätze bezwecken eine gleichmäßige Spannung der Decke in allen Lagen des Systems. Sämmtliche drei Flügel Felder haben in Folge der elastischen Beschaffenheit, des rückwärts, beziehungsweise auswärts offenen Stabgerippes, einen ungemein nachgiebigen, fast schlappenden elastischen Hinterrand und Spitzen, wogegen der vordere Theil des Flügels einen festen, unnachgiebigen Rand bildet. Beim Schließen unterzieht sich die Flügelhand unter die Flügeldecke, während die Oberarmdecke sich elastisch zusammenzieht und bei ganz geschlossenen Flügelarmen sich in Falten zwischen Holm und Oberarm legt.

Das Steuer hat den Zweck, den Abfallwinkel von einer Flugrichtung in eine andere nach allen Seiten zu begrenzen und die neue Richtung festzuhalten; insbesondere um ein plötzliches Abfallen aus einer Richtung zu verhindern. Das Steuer ist an einem Querstücke am hinteren Theile des Gestelles angebracht und besteht aus einem Stabgerippe analog dem der Flügel mit einer Anzahl von Windsteuerklappen, welche nach denselben Principien wie die Flügelklappen construirt und eingesetzt sind, Fig. 3. Die äußersten Randstäbe sind vermittlest der Steuerhebel h und einer Schieberstange zu beiden Seiten der Holme in ihrer Normallage erhalten. Die Schieberstangen können beim Gebrauche mit den Händen ergriffen werden, oder sie können auch mit den Flügeln in Verbindung gebracht werden, wenn das Steuer correspondirend mit diesen wirken soll.

Diese letztere Verbindung ist derart getroffen, daß sie entlang des Oberarmes verschoben werden kann, somit das Maß der auf die Schieberstangen zu übertragenden Bewegung regulirt werden kann. Durch die Umsezung am Steuerhebel h wird diese Bewegung in auf- und ab-drehenden Sinne übertragen. Arbeiten die Oberarme gleichmäßig, so werden beide Randstäbe gleichmäßig gehoben oder gesenkt. Arbeiten die Oberarme ungleichmäßig, so werden auch die Randstäbe verschieden gehoben und gesenkt und das ganze Steuer wird windschief verdreht.

Der Antrieb erfolgt für jeden Flügel von einem Tritthebel T (Fig. 5) aus, dessen Bewegung auf die festsetzende Rolle des Zughebels übertragen wird und von diesem durch den Drahtzug auf das äußere Ende des Oberarmes. Beide Hebel sind an dem Längsstück, welcher das Steuer mit dem Gestelle verbindet, drehbar befestigt. Der Zughebel greift durch einen Schlitz des Tritthebels und letzterer ruht in jeder Lage auf der Rolle des Zughebels, der für sich im Schlitz frei beweglich ist. Wird auf den Austritt ein Druck ausgeübt, so wird dieser auf die Rolle des Zughebels übertragen und letzterer bewegt. Das weitere siehe unten. Am freien Ende des Tritthebels ist ein Austritt angebracht, das freie Ende des Zughebels ist mit dem äußeren Ende des Oberarmes in Verbindung. Der Zughebel bewirkt also die Bewegung des ganzen Armsystems durch den Oberarmhebel. Diese Hebelübersezung bezweckt eine kleine Tritthöhe oder Streckhöhe der Beine, bei einer großen Zughöhe des Zughebels und bei einem möglichst günstigen Uebersetzungsverhältniß. Die Zughebel sind ferner durch Spiralfederzüge nach rückwärts so stark gespannt, daß sie den Streckfedern der Flügeloberarme in der Schwebe-lage das Gleichgewicht halten. (Siehe Flügel-führung.) Der Flügel befindet sich also mit dem Antriebshebelsystem in einer elastischen Spannlage.

Der Vortheil, welchen diese Spannlage bietet, ist:

1. Dieselbe gestattet eine selbstthätige Anpassung des Flügel-systems an die zummeist unregelmäßig und stoßweise einwirkenden Windrepulsionen, besonders so lange der Apparat im Ruhezustande zum Gebrauche bereit gestellt wird, ohne in der ihm vom Winde erteilten Lage zu verharren; der Flügel stellt sich ohne Zuthun des Liegers wieder in die normale Spannlage zum Ansaß bereit.

2. Diese Anpassung kann am Tritthebel leicht abgefühlt, abgewartet oder benützt werden. Starre Flächen unterliegen einer sofortigen Zerstörung und machen überdies die Spannungseffekte der Windrepulsionen zunichte, weil die gespannten Luftmassen zerdrückt werden.

3. Aus letzterem Grunde vermindert das elastisch ausbalancirte Flügel-system auch den Arbeitsaufwand am Tritthebel.

4. Die different gespannten Federzüge, in welchen der Tritthebel ausbalancirt ist, vermindern die nothwendige Arbeitsenergie, da nur die Differenz der latenten Spannenergie der Federn an Arbeitsenergie zu leisten ist; und im Hoch- oder Tiefstand, wo ein Federpaar immer abge-spannt ist, ist die ganze Spannenergie der Feder zu überwinden. Dieses Balancirsystem stellt somit eine Art Differenzialfeder-Accumulator vor.

5. Kann dieses System etwa vorhandene günstige Windrepulsionen accumuliren und die Beine periodisch entlasten.

Die Antriebshebel sind aus 30 + 15 im Profil messenden und 1 Millimeter in der Wandstärke messenden Mannesmann-Stahlscheiden, die charnierartige Verbindung mit dem eingefügten Längsstück am Gestelle erfolgt durch ein gewöhnliches Charnier. Totalgewicht und Flächen-ausmaß des Apparates sammt Antriebsmechanismus 10 Kilogramm. Flügelflächenareale 7 Quadratmeter bei 7 Meter Spannweite und 1 Meter 20 Centimeter größter Breite. Steuerfläche 1 Quadratmeter bei 1 Meter 30 Centimeter Länge und 1 Meter größter Breite.

Das englische Schnellfeuergeschütz, System Maxim.

Von

E. M. Rech, k. u. k. Artillerie-Major.

An das im gegenwärtigen Kriege in Süd-Afrika zur Verwendung gelangende 37 Millimeter-Maschinengeschütz von Maxim werden, wenn man sich so ausdrücken darf, große Erwartungen geknüpft. Es dürfte demnach von allgemeinem Interesse sein, wenn wir unseren Lesern in den nachfolgenden Zeilen eine kurze Darlegung von dieser neuesten Wordwaffe bieten, wobei wir einen orientirenden Ueberblick auf das Wesen der Schnellfeuergeschütze vorausgehen lassen.

Dieselben müssen in erster Linie eine große Feuergeschwindigkeit besigen. Um dies zu erreichen, ist vor allem nöthig, die Verrichtungen des Ladens und Zielens gleichzeitig auszuführen, und den Rücklauf des Geschützes nach dem Schusse zu vermindern.

Da nun die Eigenschaften eines solchen Geschützes auch als Fahrzeug zu berücksichtigen waren, so vermehrten sich hierdurch die Schwierigkeiten der Construction. Die Functionen eines automatischen Geschützes zwangen dabei zu einer bedeutenden Verringerung des für Feldgeschütze angewandten Kalibers, bei welchem gleichwohl eine Grenze sich ergab. Die in Durchführung begriffene Neubewaffnung der Feldartillerien aller Staaten Europas nöthigt zu dieser Frage überhaupt, ein gemeinschaftliches Urtheil zu veröffentlichen.