

sach zusammengefaltet auf eine Schnur aufgefädelt und an der Zimmerdecke befestigt. Nach kurzer Zeit kam das Blatt offen und beschrieben von der Decke herabgeflattert. Die Abbildung Fig. 6 zeigt diese Schrift, welche umgekehrt ist und nur als Spiegelbild gelesen werden kann.

Der Inhalt dieser Schrift bildet folgenden Vers:

«Aus dem Staub ersteht das Leben,
Aus dem Moder quillt das Licht,
Und was ihr sehn so sehn,
Seydhet weiter Worte nicht.»

Ueber die Kraft-Oekonomie des mechanischen Flugprincips.

Von

Buttenstedt-Rüdersdorf.

Es ist ein für die Förderung der Flugfrage günstiges Zeichen, daß zugleich mit der Veröffentlichung der Erklärung einer mechanischen Flugbewegung der Vogel im VI. Band, Seite 204, ein ähnliches größeres Werk von einem 77jährigen Naturforscher erscheint, der während eines Menschenalters die Vogelwelt auf der Zugvogelstation Helgoland beobachtet und Flugrathsel gesammelt hat, nach deren Veröffentlichung sich die Ornithologen aller Länder bereits seit Jahrzehnten jehnten: — dieses Werk, von Professor Dr. Blasius herausgegeben, ist *Die Vogelwarte Helgoland* betitelt und erhärtet in schlagender Weise die Wichtigkeit der Beobachtung eines mechanischen Vogelfluges auch ohne Flügelarbeit.

Doch nicht nur die Ornithologen, sondern auch die Aeronauten aller Länder werden darinklärung ihrer Ideen finden, denn alle Beobachtungen sind mit großer Sorgfalt und mit trefflicher Berücksichtigung von Neben Umständen gemacht, so daß sie auf Treue der thatächlichen Beobachtung Anspruch machen können.

Professor Dr. Blasius hebt denn auch hervor, daß Gätke die Räthsel, vor denen er steht, keineswegs löst, daß er aber die Räthsel in anziehender Weise wiedergiebt. Diese niedergelegten, durch vielfache Controlbeobachtungen sanctionirten Flugrathsel sind aber von lichter Bedeutung für die Aufstellung einer neuen Flugtheorie, denn sie beweisen, daß Flügelschläge bei vielen Vögeln zur Haltung in der Höhe und sogar zur Hebung um Tausende von Fuß nicht nöthig sind, und das ändert die ganze Flugfrage.

Um dem Leser beim Verständniß der Gätke'schen Flugrathsel behilflich zu sein, muß ich vorausschicken, daß es für den Vogel, sobald er in der Luft fliegt, Wind eigentlich nicht giebt. Wenn der Vogel von der Erdoberfläche nichts sehen würde, so würde er überhaupt kaum wissen, daß Wind wäre. Wind ist für den Vogel nur derjenige Druck, der durch die eigene Bewegung des Vogels entsteht, indem er die Luft durchschneidet.

Wind kann aber nur da Arbeit und Kraft hervorbringen, wo eine Gegenkraft geleistet wird; — die Windmühle hat auf der Erde einen festen Stand, das Schiff im Wasser eine feste Lagerung, beide leisten Widerstand und erfahren deshalb eine Kraftwirkung vom Winde, — ein Luftball dagegen, der mitten im Winde schwimmt und nirgends einen festen Punkt und Halt in der Luft hat, fühlt keinen Wind und man kann beim stärksten Sturme in der Gondel des Ballons in der offenen Hand eine Flaumfeder halten, ohne daß sich diese Feder bewegt.

Der schwebende Vogel hat nun eine eigene Bewegung in der Luft, also kann er dem Winde einen steten Gegen Druck leisten und die Windkraft ausnützen, um gewisse räumliche Vortheile zu erzielen und manche Bewegungen zu vereinfachen; — der Laie glaubt aber, der Wind trüge häufig den Vogel allein. Dies ist ein Irrthum, — die Bewegung eines Vogels durch Windkraft ist stets die Resultante von Wind- und Vogel-Gegenkraft.

Gätke hat durch die Wiedergabe der beobachteten Neben umstände dem prüfenden Sachkenner all die Fragen abgeknitten, die nothwendigerweise zu beantworten sind, um das Flugrathsel zu lösen: Gätke hat also gewußt, wonach ein Sachkenner ihn alles fragen würde. Dies kennzeichnet den Kennerblick Gätke's, trotzdem er das Räthsel des Vogel fluges nicht löst.

Um das Räthsel des Vogel fluges ganz fassen zu können, ist das Verständniß für eine Fülle alltäglicher Beobachtungen nöthig, die zum Fluge eigentlich nicht direct in Beziehung stehen, aber dennoch verstanden sein müssen, um die Summe ähnlicher Erscheinungen im Vogel fluge würdigen und erfassen zu können.

Daß Gätke trotz seiner tauendfältigen, oft ganz nahen Beobachtungen nicht hinter das Räthsel gekommen ist, ist ein Zeichen, daß die Ursache der Schwebebewegung direct gar nicht zu beobachten, sondern erst durch Beobachtung von Unterschieden an den maßgebenden Flügeltheilen, also mehr mit dem geistigen Auge gefunden werden muß, um ihre Wirkungsweise danach feststellen zu können. Ein jeder Beobachter hat entweder den im Schweben gezeigten Flügel für die Normalform gehalten, wiewohl er doch hier in Schwerkraft-Spannung des Vogels, dessen Last er doch trägt, verseht ist, und andererseits haben selbst tüchtige Forscher, wie Brehm, den Flügel, wie er uns beim stehenden Vogel als concave Form erscheint, als Normaltype angesehen und geglaubt, daß sich der Wind darunter fängt. Beide Ansichten sind Irrthümer: der Flügel hat zwei Formen, — diejenige im schwebenden Zustande ist die elastisch gespannte Form und diejenige eines auf den Füßen stehenden Vogels ist die Form elastischer Ruhe. Die wichtigste für uns ist die Form der Spannung, doch ist die Betrachtung der Form der elastischen Ruhe sehr nothwendig, um hinter die Wirkungsweise der Spannung zu kommen.

Dieses für den Flug wichtigste Spannungsverhältniß im Flügel war nun schon seit Jahrtausenden bekannt, wie die Betrachtungen bildlicher Darstellungen

fliegender oder mit Flügeln angethener Menschen des Alterthums im Berliner Museum zeigen, doch geht aus der Constructionsweise, die vom flugtechnischen Gesichtspunkte sicher Interesse verdient, deutlich hervor, daß gerade die Hauptsache dieser Spannung, ihre Wirkungsweise, nicht bekannt gewesen ist, da bei derjenigen Figur, welche die Spannung am deutlichsten zeigt, gerade diejenigen Spannungskräfte des Flugmaterials, in denen die Hauptwirkung des Fluges liegt, gegen die Flugrichtung wirken müssen: diese Constructionsweise zeigt kein Verständniß für das wirkliche Wesen des Fluges und für die Wirkungsart der Spannung. Die letzte Ausnahme wird noch als entscheidend dadurch bekräftigt, daß uns kein Flugapparat von unseren Altvordern überkommen ist. Bei der großen Sorgfalt, die man den technischen Ausführungen in der Kunst und Mechanik der Alten zusprechen muß, wäre sicher jeder praktische Erfolg von geringster Bedeutung aufgegriffen, weiter vervollkommen und den späteren Geschlechtern überliefert worden und würde auf uns überkommen sein, aber es muß thatsächlich die Wirkungsweise der Flügelmaterial-Spannung nicht im geringsten bekannt gewesen und nachahmbar erschienen sein, denn was nützt das schönste geladene Gewehr, wenn man nicht weiß, wie es anzufangen ist, um die Wirkung des Schusses hervorzubringen?

Es wird vorausgesetzt, daß dem Leser meine Erklärungen über das mechanische Princip des Fluges, wie über die Spannungen, sowohl des von mir gezeichneten Flugapparates, wie der Storchflügel in Band VI, Seite 204, bekannt sind, und füge ich daher zum Vergleich die Zeichnungen aus dem Alterthume hier bei, über die zunächst Herr Moedebeck in der Zeitschrift für Luftschiffahrt 1887 schreibt:

»Die Wiedergabe einer altägyptischen Bronze, einen beflügelten Menschen darstellend, in Tissandier's Buch »La navigation aérienne«, veranlaßte mich, auch im Berliner Museum nach solchen Schätzen Umschau zu halten.

Diese Bilder haben freilich, wie Tissandier jagt, nur eine symbolische Bedeutung, trotz alledem erscheint es doch nicht weniger interessant, den Vorstellungen einer weit hinter uns liegenden Vergangenheit nachzugehen und die zu Grunde liegenden Ideen zu erörtern.

Ich fand nun im historischen Saal des hiesigen ägyptischen Museums Nr. 1994 eine Spermophore mit Menschenkopf und ferner unter Nr. 2000 einen größeren Mistkäfer (Scarabaeus) mit Menschenkopf und Händen. Es darf kaum einem Zweifel unterliegen, daß hierunter eine Darstellung des Sonnengottes Ra zu verstehen ist.

Anders verhält es sich mit den Figuren auf den goldenen Armbändern der Königin von Meroë (Nr. 156, 157, 158). Sie stellen eine mit vier Flügeln und einer Krone versehene weibliche Figur dar. Die Flügel scheinen besonders construiert und mit Handgriffen verbunden zu sein (Fig. 1).

Indeß liegt die Erklärung auch hier sehr nahe. Die Könige waren nach dem Glauben der alten Ägypter Söhne der Sonne (Pharao). Der schöpferischen männlichen Kraft

des Sonnengottes Ra mußte aber noch eine erhaltende weibliche zur Seite stehen. Als solche galt in Theben die Göttin Neith, in Bubastis die Göttin Bast, in Ober Ägypten die Göttin Mut (Mutter).

Wahrscheinlich nun wurde diese Göttin die Patroin der Königinnen und es erscheint jenach erklärlich, wenn die äthiopische Königin von Meroë die Göttin Mut, welche selbst oft als Geier dargestellt wurde, zur bildlichen Ausstattung ihres königlichen Schmuckes wählte.

Diese Figur hat, wie Mewes hervor-



Fig. 1.

hebt, von den bekannten alten Figuren das meiste flugtechnische Interesse zu beanspruchen, trotzdem wird die Flügelconstruktion nicht praktischen Zwecken gedient haben, wenigstens stellt die Figur einen wirklich fliegenden Menschen nicht dar, weil die peinlich genauen Darstellungen der Alten wohl dann auch die Befestigungen der Flügel am Rumpfe des Fliegenden sicher nicht darzustellen vergessen hätten. Doch zeigen die gekrümmten Schattirungen der äußeren Flügelformen deutlich die Spannungen eines schwebenden Flügels. Würde man diese Flügelconstruktion als Flugapparat betrachten, würde er vom flugtechnischen Standpunkte aus als plump bezeichnet werden müssen, und wollte man dieselbe, wie Mewes meint, als eine Art Fall schirm betrachten, so stände der wichtige Umstand entgegen, daß der Schwerpunkt der Figur nicht in der mathematischen Mitte der Fläche liegt: das System würde mit den Füßen der Figur zur Erde fallen.

Endlich lassen die vorderen Ränder der großen Flügel die zum Schweben gerade erforderliche Horizontalspannung vermissen. All diese Umstände sprechen für die Annahme Moedebeck's, daß diese Figur nur einen symbolischen Werth haben wird.

Dasselbe gilt von der auf Seite 260 desselben Jahrganges genannter Zeitschrift von Menes gebrachten Figur unter den griechischen Gypsabdrücken Nr. 894, welche auch insofern von flugtechnischem Interesse ist, als die vier Flügelfenden und die Füße der Figur auf der Peripherie eines Kreises liegen, wie die vorgenannte Figur. Die Spannungen der Flügel sind hier noch deutlicher, aber gerade die Flügelspitzen würden hier im Schweben eine ganz entgegengesetzte als die Schwebewirkung hervorbringen. Eine fliegende Figur stellt das Bild also sicher nicht vor, dagegen spricht schon die ganze Haltung der menschlichen Figur selbst: immerhin legen die ganzen Größenverhältnisse, wie Menes treffend hervorhebt, ein glänzendes Zeugniß für die scharfe Naturbeobachtung des Künstlers ab (Fig. 2).

Diese genaue Copirung der Natur im Bau der Größenverhältnisse seitens des bildenden Künstlers giebt uns Zeugniß, daß man schon in Zeiten, die lange vor uns liegen, dem Vogelmechanismus ein veinliches Studium zugewandt haben muß, und dann jedenfalls auch Flugversuche gemacht, aber das Wesen des Fluges nicht ergriffen, und die Wirkungsweise der Spannungsenergie im Materiale des Vogelflügels nicht erfaßt hat.

Man darf aber hier wohl die Frage thun: Wie würde es heute auf der Erde aussehen, wenn die

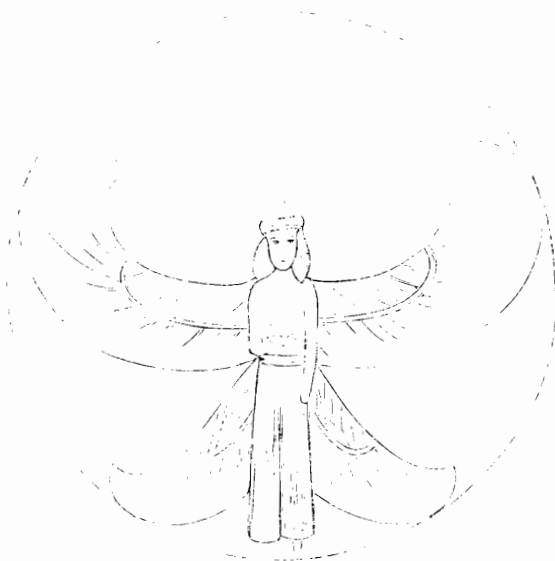


Fig. 2.

ihnen häufig dargestellt sein soll. Der Zusammenhang mit der altägyptischen und mosaischen Religion läßt sich nur in den Uraufängen, beispielsweise durch die gleiche Schöpfungsgeschichte von Adam und Hawa (Eva) mit

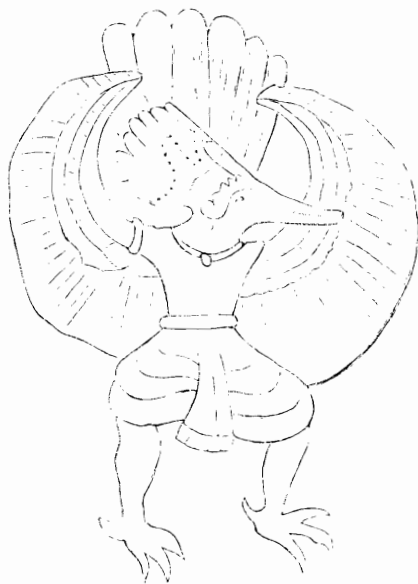


Fig. 3.

ihren Söhnen Kabil (Kain) und Abel, nachweisen. Möglich ist es also, daß die obenstehende Figur eine der ägyptischen Mut identische Javanengöttin ist. (Fig. 3).

Andererseits kann man sie allerdings auch für eine symbolische Darstellung des weiblichen Charakters halten, ich möchte aber hinzufügen, vom Standpunkte des Javanen aus. Man erkennt an der Figur die Wehrlosigkeit, denn die Arme sind Flügel, mit denen sich allerdings dann das Weib hoch über das Irdische zu erheben vermag. Die Eitelkeit ist durch Kopfschmuck und Schmuck an Ohr, Hals und Arm zum Ausdruck gebracht.

Auch die übeln Seiten fehlen nicht, weder der große Schnabel, noch die Krallen.

Diese Figur hat vom flugtechnischen Standpunkte aus kaum einen Werth, und sie ist nur hier gebracht, um dem Leser zu zeigen, welche Flugvorstellungen und Flügeldarstellungen die Alten hatten.

Wenden wir uns nunmehr den Forschungen der Neuzeit zu, und zwar zu jenen Beobachtungen und Schlüssen, die ein im Beobachtungsdienst ergauter Künstler und Naturphilosoph im Laufe eines Menschenalters gesammelt hat, zu den Gätke'schen Forschungen.

Nachdem Gätke über die Räthsel des Fluges und die wahrscheinliche Hubfähigkeit der mit warmer Luft gefüllten Lufttäcke der Vögel spricht, heißt es auf Seite 48 seines Werkes:

»Obzwar genauere Berechnungen auf Grund physikalischer Gezeze nun freilich erkennen lassen, daß diese so erwärmte Füllung der Lufttäcke den Vögeln

Wirkungsweise der Flügelspannkraft bekannt geworden wäre mit der Kenntniß der Spannung?» —

Zu Anschluß hieran, sagt Moedebeck weiter, »möchte ich auf eine ähnliche Erscheinung in der alten javanischen Religion hinweisen, wie solche auf den Tempelnruinen von Juku nach Dr. Horsfield

keine sehr bedeutende Erleichterung während ihrer Flüge zu gewähren vermag, so zwingen mich fortgesetzte Beobachtungen in der Natur dennoch unabweislich zu der Annahme, daß denselben irgend eine von dem Gebrauch ihrer äußeren Flugwerkzeuge unabhängige Schwebefähigkeit zu Gebote stehen müsse.

Schon bei dem Mublied großer Möven, die über dem Meere, und zwar nicht nur im Sturme, sondern auch bei völliger Windstille in Höhen bis zu 200 Meter stundenlang in jeder beliebigen Richtung und Wendung umher schweben, ohne die geringste Flügelbewegung zu machen, ist es unmöglich, den Gedanken zurückzudrängen, daß diese wunderbaren Flieger nicht über andere Mittel noch als die mechanischen ihrer Schwingen zu verfügen haben sollten, um sich so andauernd und ansehnend mühelos schwebend erhalten zu können.

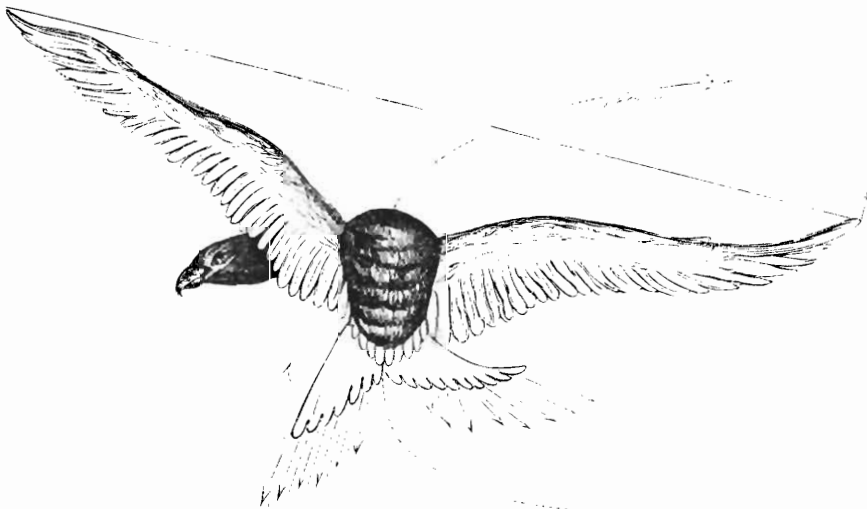


Fig. 4.

Diese ganzen Schlüsse Gütte's sind durchaus logisch und zengen von, wie man so sagt, gesundem Menschenverstande, denn er sagt sich: ein Wagen mag auf der glatteiten Schiene stehen, ohne eine treibende Kraft wird er doch stehen bleiben, mithin muß auch bei der stundenlangen schwebenden Flugbewegung des Vogels irgend eine Triebkraft wirksam sein, auch wenn der Vogel nicht mit den Flügeln arbeitet.

Daß diese treibende Kraft aber, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, in dem Flügel, der regungslos ausgestreckt wird, ruhen muß, das wird dadurch bewiesen, daß der majestätisch schwebende Raubvogel sofort senkrecht nach unten stürzt, sobald er seine regungslosen Flügel an sich zieht: — somit liegt die Schwebekraft nicht in den Luftsäcken des Leibes oder im Körper selbst, sondern im ruhigen Flügel; und in diesem Flügel ist es die selbstthätige Spannkraft, die diese gleichmäßige Schwebekraft verursacht.

Doch Gütte glaubt auch, daß noch eine Kraft vorhanden sei, welche den Vogel im Schweben erhalte, und er sagt dann weiter:

Diese Vermuthung steigert sich aber zur festen Gewißheit, wenn man, wie ich hier während so vieler Jahre, Buffarde in großer Zahl zum Wegzuge aufbrechen sieht. In einem der letzten dieser Fälle schwebten z. B. die Vögel, *Falco buteo*, etwa 70 Meter über Helgoland. Abichtlich richtete ich meinen Blick auf einen derselben. Dieser flog ohne Flügelbewegung höher und höher, in etwa 140 Meter Erhebung machte er ein paar mal noch zwei bis drei träge Flügelschläge, dann schwebte er aufwärts, ohne weiter die Schwingen zu regen.

Der Wind war ganz schwach Süd-Ost, fast Windstille, der Himmel in Meilenhöhe mit einer weißen, leichten Cirruschicht ebenmäßig bedeckt, also so günstig wie möglich für derlei Beobachtungen. Die Körperlage des Vogels war etwa Süd-Südost, fast Süd: ohne die Achsenrichtung seines Körpers, noch auch dessen horizontale Lage zu verändern, erreichte der-

selbe, senkrecht aufwärts schwebend, im Verlaufe einer Minute die Höhe von wenigstens 300 Meter, bewegungslos höher und höher steigend, bis er dem Blicke in der hellen mittägigen Atmosphäre entschwand und mit ihm in gleicher Weise 20 bis 30 Vögel der selben Art.

Was das Eigenthümliche der Erhebung so außerordentlich steigert und ganz besonders den Vergleich mit einem aufsteigenden Ballon hervorruft, ist, daß solche

Vögel vollständig regungslos, starr und rauch in ungebrochenen Linien zu Höhen aufschweben, in welche das Auge nicht mehr zu folgen vermag, welche in dem vorliegenden Falle also mindestens 4000 Meter betragen würde.

Hierzu möchte ich bemerken, daß die Gütte'sche Beobachtung des senkrechten Aufsteigens des Buffards bei mäßigem Winde vollständig richtig ist, und daß durch viele ähnliche Beobachtungen die alte Flugtheorie, daß zur Erhaltung von Höhe nöthig sei durch Flügelschläge Luft von oben nach unten zu treiben, völlig widerlegt ist, denn hier heben sich sogar Vögel ohne Flügelschlag.

Ein senkrecht Erheben der Vögel ohne Wind ist nicht ausführbar, und bei herrichendem Winde hilft der Vogel sowohl bei horizontalem Schwebeflug wie bei seiner senkrechten Hebung durch Schwanz-Ruderkraft nach, welche ich weiter beschreiben werde.

Diese Räder-, Schrauben- oder Ruderarbeit mit dem Schwanz ist ja so schwer bei einiger Höhe der Vögel zu beobachten, daß es gar nicht Wunder nimmt,

wenn Gätke sie trotz so ansehnlicher Sorgfalt nicht gefunden hat, und ich bin auch erst durch Zuckungen der ausgebreiteten Flügel auf die Thätigkeit des Schwanzes aufmerksam geworden. Die Gätke'schen Vorrichtungen sind trotzdem zum Beweise einer neuen Flugtheorie von hervorragendem Werthe.

Es ist schwierig, durch reine Beobachtung von Thatsachen zu der Lösung zu gelangen, wenn man nicht auch das beobachtete Material sieht, zusammenhält und mechanische Schlüsse daraus zieht, weil man beim schwebenden Vogel wohl deutlich die Wirkung der arbeitenden Kräfte, nicht aber ihre Ursachen, den Luftdruck und die Spannung des Flügelmaterials, sieht. Während wir an der Erdoberfläche keinen Wind haben, weil in 160 Meter Höhe schon ein ziemlicher Luftzug, den der Bussard zu seinen senkrechten Steigungen oder der Nasgeier in der Sahara zu seinem von Dr. König beobachteten Perpendikelschweben benutzt. Ebenso sieht man an den Flügeln keinerlei Formveränderungen, denn Spannung und Entspannung gleicht sich in so unmerklichen Wechselwirkungen aus, daß eine Beobachtung dieser regen Horizontalarbeit im Flügelmaterial völlig undenkbar ist. Und da ferner eine Erklärung des Schwebefluges durch die reine Segeltheorie auch nicht auskömmlich erscheinen kann, weil der Vogel stundenlang in einer Höhe bleibt und nicht sinkt, zum Segeln eins von beiden aber nöthig ist, entweder muß sich der Wind gegen das Segel bewegen, oder das Segelareal, also der Flügel, fallend gegen den unteren Luftdruck, so steht Gätke thatsächlich vor Räthseln inmitten seiner trefflichen Beobachtungen, denn von einer mechanischen Flugbewegung weiß er nichts.

Diese mechanische Flugbewegung wird nun bei den schwebenden Raubvögeln durch Steuer- und Ruderkräfte der gut ausgebildeten Schwanzfläche unterstützt.

In Fig. 4 ist ein Raubvogel dargestellt, der in der Richtung des Pfeiles *c* aufsteigt. Er hält die Flügel regungslos still und hat einen offenen Flugwinkel. Das Thier ist nun bei dieser Hebung seines Körpers in der Weise mit dem Schwanze thätig, daß es diesen so weit als möglich ausbreitet und ihn so wie eine Viertel-Schraubenumdrehung bewegt: wenn z. B. die linke Seite des Schwanzes in der Richtung des punktierten Pfeiles *a* hochgeht und die über dieser Schwanzseite lagernden Lufttheile strahlenförmig zurückwirft, bewegt sich die rechte Schwanzseite nach unten wie Pfeil *b* und wirft die unter ihr liegenden Theile zurück, ähnlich wie die Balldame sich mit dem Fächer Kühlung zusäthelt, oder die Köchin oder der Feuerarbeiter Feuer ansacht mit dem Fächerfächer. Die Reaktionskraft dieser nach hinten getriebenen Luft wirkt forttreibend auf den Vogel. Je nachdem er nun mit einer Schwanzseite mehr oder weniger drückt, schiebt er die Längsaxe seines Körpers nach rechts oder links, und es entsteht in der Lage des Vogels in der Weise ein kurzes Zucken, als der linke Flügel etwa um so viel zurückzuckt als sich der rechte vorbewegt, wie dies an den beiden Pfeilen bei

den Flügelstippen anschaulich zu machen versucht ist. — Diese kurzen Zuckungen beobachtete ich zunächst und schloß hieraus erst auf die energigiche Eingreifung des Schwanzes, die ich dann auch fand; und die ich, wenn ich sie nicht so oft beobachtet hätte, dennoch aufgedeckt haben würde, weil die Seitenchwanz-Ädern wie Flügelchwing-Ädern gebaut sind, die doch der Fortbewegung dienen, so daß der ausgebildete geprüfte Schwanz der Raubvögel geradezu Hilfsflügel-Dienste leistet.

Der beobachtete Bussard Gätke's, der senkrecht wie ein Ballon aufgestiegen ist, hat sich gegen den Wind gekehrt, und indem er sich vorn etwas aufgerichtet hat, hat er seine Schwanzrunder-Arbeit so ins Werk gesetzt, daß der Winddruck durch diese Arbeit neutralisirt wurde, also den Vogel nicht mit fortführte, sondern ihn in derselben Weise senkrecht forttrieb, wie eine fliegende Fähre über den Strom treibt.

Auch von der Hyäne des Meeres berichten die Forscher, von dem schnellen Hai, daß er seinen Schwanz schraubenförmig gebrauchte.

Dieses senkrechte Aufsteigen habe ich bis jetzt nur bei Raubvögeln, nicht auch bei Störchen, beobachtet, denn Störche sind mit den Schwänzen zu kurz weggekommen: Störche freijen daher stets beim Aufsteigen, und jedenfalls auch Möven und Albatrosse, weil auch sie kleine Schwänze haben und die bloße Schwerkraft-Spannung der Flügel mit der eigenen Steuerkraft des Thieres doch wohl zum Erheben nicht anreicht.

Dieses Erheben des Bussard in senkrechter Linie ist nichts weiter als ein verticales Segeln oder Lawiren, wie dies auch besonders Raben häufig seitwärts ausführen.

Unter den aneinander festlagernden Flügeln streicht eine widerstandsfähige Luftschicht hindurch, eine Luftschiene, die durch ihre Bewegung unter den Flügeln hindurch dieselbe Wirkung hervorbringt, als wenn die Luft ruhte und der Flügel über dieselbe hinweg-schießen würde.

Um dem Leser von dieser Wirkungsweise eine Vorstellung geben zu können, will ich eine Beobachtung des Herrn Meyer aus Hamburg hier anführen, die mir derselbe mittheilte, um die Unebenheiten in der Atmosphäre nachzuweisen, die aber auch auf andere Art recht lehrreich sind. Herr Meyer beobachtete auf Helgoland, daß sich die Stürme oft in den Einbuchtungen der Felswände fangen, darin zusammengepreßt und mit großer Gewalt hoch über den Felsrand fortgeschleudert werden. Diese aufwärtsstürmende Luftbewegung ist nun so stark, daß sich Knaben dicht an den Felsrand stellen und sich darüber hinausbiegen, ohne in den Abgrund zu fallen, weil die Luftströmung dem Körper einen Gegendruck gewährt.

Anderes ist das Bild, wenn eine Dame mit Federhut und Schleier einen Schritt weiter zurücksteht: — diese schießt nämlich nicht den geringsten Wind, so daß sich nicht einmal die Feder auf ihrem Hute bewegt, weil die hochschießende Luftsäule eine Schutzmauer gegen den aufstürmenden horizontalen Sturm bildet.

Solch eine feste Luftmauer bildet nun jeder schwebende Vogel unter seinen Flügeln durch eigene Bewegung, oder der auf einem Punkte der Luft verweilende Vogel durch das Hindurchströmlaffen der schnellen Luft unter seinem ruhigen Flügel; beides ist ja ganz gleich, denn es findet in jedem Falle der von mir als größtes Fallhinderniß bezeichnete Wechsel der Luftäule unter den Flügeln statt.

Da aber bei horizontaler Lage der Flügel die horizontale Flugkraft-Componente am stärksten ist, so sieht man auch die Vögel gegen den Sturm mit horizontal gelagerten Flugflächen ankämpfen.

Ein fernerer Beweis der Gunst horizontaler Flügelstellung ist noch die Gätke'sche Beobachtung der wunderbaren Flugleistungen der Vögel auf dem Wanderzuge oder bei ihren Eistflügen.

So schreibt Gätke weiter:

»Eine Bristtaube flog bei einem Preisfliegen von Gent nach Rouen 25 geographische Meilen in der Stunde. . . .

Schon an einem anscheinend schwerfälligen Flieger wie die Krähe, *Corvus cornix*, kann man eine Wandergeschwindigkeit von 27 geographischen Meilen in der Stunde beobachten.

Dem nordischen Blauehlchen, *Sylvia suecica*, nämlich ein nur mittelmäßiger Flieger, ist eine Wandergeschwindigkeit von 45 geographischen Meilen nachzuweisen. . . . Es hat sich herausgestellt, daß diese Thiere 400 geographische Meilen in neun Stunden zurücklegen.

Was müssen danach erst der Baumfalk, die Rauchschwalbe u. dergl. Vögel leisten; sicherlich ist es der Forschung noch vorbehalten, auf diesem Gebiete höchst Ueberraschendes an das Licht zu fördern. . . .

Die Krähen überfliegen die 80 geographische Meilen breite Nordsee in 3 Stunden. . . .

Der schlagendste und unaufschärfte Beweis für eine andauernd mit großer Schnelligkeit ausgeführte Wanderung bietet jedoch ein amerikanischer Vogel, der virginische Regenpfeifer, *Claradrius virginicus*, welcher während seines Herbstzuges das Blauehlchen an Schnelle noch übertrifft. Schaaren von Tausenden dieser Vögel hat man hundert und mehr Meilen östlich von Bermuda südwärts fliegend angetroffen, nämlich auf dem Wege von ihren Brutplätzen nach dem nördlichen Brasilien; die Entfernung zwischen den Küsten beider Länder beträgt 800 geographische

Meilen und auf dieser langen Linie befindet sich nicht ein einziger Ruhepunkt, die Wanderer sind somit gezwungen, diese ganze ungeheure Wegstrecke in einem Fluge zurückzulegen. Fünfzehn Stunden dürfte nun wohl die äußerste annehmbare Grenze sein, während welcher ein Vogel in ununterbrochenem Fluge und ohne Nahrung auszuhalten vermöchte. -- Dies würde eine Fluggeschwindigkeit von 53 geographischen Meilen in der Stunde ergeben.»

Wie ich nun in meiner Abhandlung: Das mechanische Princip des Fluges hervorzuheben habe, ist wissenschaftlich nachgewiesen, daß kein Vogel mehr Kraft besitzt, als im Verhältniß jedes andere Geschöpf von Fleisch und Bein; wenn der Vogel daher so außerordentliche Transportleistungen seines Körpergewichtes zu unternehmen im Stande ist, so ist das eben nur möglich, weil in dem horizontalgelagerten

Flügel eine den horizontalen Transport begünstigende Macht ruht.

Dieser Beweis wird durch die Beobachtung geführt, daß, wie ich schon hervorhob, gute Schwebevögel wie beispielsweise Störche, Kondore, Albatrosse und andere, bei horizontaler Lage wie in Fig. 5 hundert von Kilometern weit ihre Körperlast tragen, aber nicht im Stande sind, dies wie in Fig. 6 in senkrechter Richtung nur ein paar Meter hoch ausführen zu können, denn aus einem kleinen Garten

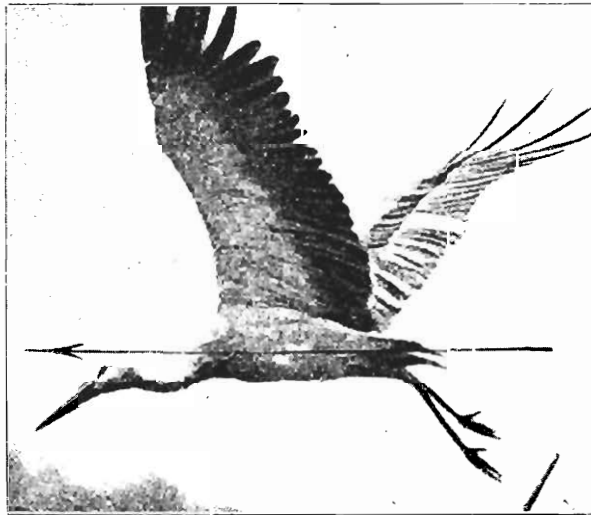


Fig. 5.

mit Unfriedung können sie sich gar nicht erheben, sondern sind Gefangene.

Um dies Räthsel der Natur erklärlich zu finden, müssen wir zu ganz alltäglichen Erscheinungen greifen.

Wir sehen im gewöhnlichen Leben, daß Kinder auf glattem Wege einen, zwei und sogar drei Erwachsene fortziehen, daß Männer ihr mehr als sechsfaches Gewicht auf kleinen Wagen, dagegen auf den Eschienen ihr 50faches und auf dem Wasser ihr 300faches Gewicht fortziehen. Die Berliner Neuesten Nachrichten haben bei Beschreibung der Wasserstraßen hervorgehoben, daß eine Pferdekraft auf dem Landwege 15, auf der Chaussee 30 und auf dem Wasser 1000 Centner forttransportiere.

Hieraus geht hervor, daß man eine Last leichter im Zirkelschlage um den Mittelpunkt der Erde fortbewegen kann, als diese Last vom Mittelpunkte derselben zu entfernen, oder sie diesem Mittelpunkte zufallen zu lassen, d. h. die fallende Last leistet dieselbe Arbeit als ihre Hebung verursachen würde.

Hieraus geht hervor, daß ich dieselbe Last mit der Kraft, mit der ich diese Last einen Meter hoch hebe, nicht nur einen Meter seitwärts, sondern ein Vielfaches von einem Meter fortbewegen kann. Oder mit anderen Worten: Ein Meterkilogramm Fallarbeit leistet viele Meter Horizontalarbeit durch Transport derselben Last.

So beobachtete ich einen Raben, der etwa einen Meter hoch hüpfte und nun 80 Meter weit hinter einem Fingre herichwebte, ohne einen Flügelschlag zu thun: er legte sonach ein Meter Fallhöhe in 80 Meter Transportweite um, wobei wohl allerdings auch die Steuerkraft mit ins Spiel kam.

Ein Staar setzte seine Abprunghöhe in 79fache Weite um. Ebenso kann ich eine Wassermasse 100 Meter senkrecht hochheben und diese Masse durch ein schräges Gerinne sicher um die 50- und mehrfache Weite forttransportiren, hier wieder heben und so weiter fortrinnen lassen: jeder senkrechte Hub von 1 Meter Höhe giebt einen Gewinn von 50 Meter Weite: wie dies die Rutschbahnen schon zeigen.

So ist es genau beim Vogelflüge. Die elastischen schrägen Flächen-Spannungen in den Schwungfedern sind das leichte Gerinne, das den Vogel-leib durch kurzen Fall in weiten Flug zieht.

Das elastische Flügelmaterial erweist sich hier als ein Sammelbecken kurzer starker Fallkraft und als ein Ausgeber dieser Kraft in kleine lange Flugkraft.

Es läßt sich nachweisen, daß, wie Lillienthal hervorhebt, der Leib des Storches bei einer Geschwindigkeit von 20 Metern in der Secunde nur einem Drucke des vierzigsten Theiles seines Gewichts begegnet, dies würde auf den Menschen angewandt nur ein Druck von 2 Kilogramm sein: wenn dieser durch Vertical-Steuerkraft aufgebracht und der Apparat dadurch in der Höhe erhalten würde, so hätte der Mensch einen Dauerflug erreicht. Die Bemerkung in meiner früheren Abhandlung, daß vielleicht zur Herbeiführung der Horizontalspannung in einem für den Flug eines Menschen hergerichteten Apparat 15 und weniger Kilogramm Druck nöthig sein werden, ist selbstredend nur Ausnahme: die Steuerkraft muß selbstverständlich gleichwerthig der Flugkraft sein, sonst kann eine reine Steuerung keinen Flug unterhalten. Wenn man aber ein Verticalsteuer so handhabt, daß damit während des Fluges beispielsweise ein Fuß Höhe gewonnen wird, so ist mit diesem Höhengewinn ein vielfacher

horizontaler Raumgewinn verbunden. Ganz dasselbe muß mit der verticalen Flügelarbeit, also mit der Eigenkraft der Fall sein. Ein verticaler Flügelschlag wird den Vogel-leib in horizontaler Richtung bedeutend weiter schlenkern als der Flügel verticalen Raum durchschlagen hat, und so wird auf diese Weise auch die Eigenkraft des Vogels in die Länge gezogen.

Das Flügelmaterial ist daher eine Cassie, in die das Kraftcapital in senkrechten Werthrollen eingezahlt, aber in langen Zählreihen wieder ausgezahlt wird: — diese Cassie nimmt die Werthe in Markstücken ein und zahlt sie in Pfennige umgekehrt wieder aus.

Dieses selbstthätige Einnehmen großer Verticalkraft-Bewegung und Ausgeben derselben Kraft als lange Horizontalbewegung ist die Hauptsache im Fluge und ist das, was ich das mechanische Princip des Vogelfluges nenne, und ohne dieses mechanische Princip kann meiner Ansicht nach kein Vogel so schweben und segeln, wie er es thut, und kein Vogel kann solche Flugreihen ansführen, wie sie ihm nachzuweisen sind.

Die horizontale Bewegung, d. h. der Umsatz verticaler Fallkraft in horizontale Bewegung geht beim schwebenden Vogel nicht in geneigter grader Linie, wie beim rinnenden Wasser vor sich, sondern bei horizontaler Schwingenlage unter stetem, langsamem Einsinken in die Luftäulen der Flügel.

Um aber den Höhenverlust eines schwebenden Menschen wieder einzubringen, dazu gebraucht

z. B. der Mensch wie beim Treppensteigen nur immer der jedesmaligen Anspannung eines Beines; die Erhebung auf eine Stufenhöhe würde in der Luft demnach dem Gewinne einer horizontalen vielfachen Strecke gleich zu rechnen sein, und darin liegt die große Kraft-Ekonomie des elastischen, treffend construirten Transportflügels in der Luft.

Die Flugwelt der Zugvögel zeigt uns aber, wie auch wir die Welt im Fluge einst durchheilen werden, indem wir einen orientirenden Blick in die Werkstatt der Mechanik des Vogelflugs gethan und das Ersehene nachgeformt und uns dienstbar gemacht haben, denn durch die infolge meiner Veröffentlichung der letzten Abhandlung wachgerufene Correspondenz mit Sachkennern stellt es sich immer mehr heraus, daß das, was ich in meiner Abhandlung: »Der eigentliche Flugmotor der Vögel«, 1888, Kiehl — Berlin, »Das Spannen und Entspannen« der elastischen Flügel, und in der Abhandlung »Das mechanische

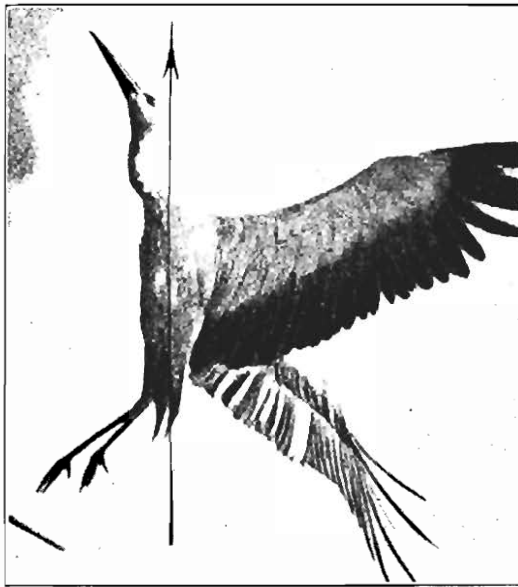


Fig. 6.

Princip des Fluges«, »Materialarbeit« genannt habe, diejenige Kraft-Ausgabestelle ist, welche die empfangene Kraftsumme, in kleine Münze umgekehrt, wieder ausgiebt, und daß die Kraft-Ekonomie dieses mechanischen Princip's der Kern und die Grundursache jedes Fluges ist. Nun hat ein Winddruck von 1 Meter Geschwindigkeit in der Secunde gegen einen Quadratmeter Fläche eine Druckkraft von 0.13 Kilogramm, eine Kraft, auf die wohl kein Schiff rechnet. Nun sieht man aber, daß ein freilebend schwebender Vogel in einer Secunde nicht mal eine Handbreite, gleichwie denn einen Meter sinkt, vielmehr in gleicher Höhe bleibt: die reine Segelkraft ist sonach wohl zu schwach, um den Hauptantheil des Schwebefluges zu tragen, und wir haben hier sicher mit der Kraft-Ekonomie der Spannarbeit des Flügelmaterials als bewegendem Motor zu rechnen.

Hierbei ist die elastische Kraft nicht als eine für sich bestehende Energie zu betrachten, sondern die Horizontal-Spannkraft ist ja erst durch die Segel-druckkraft schräger Flächen entstanden, mithin ist in dieser Spannkraft die Segelkraftwirkung schräger Flächen mitenthalten. Und für diejenigen Fachkenner, welche sich mit der reinen Spannkraft im Flügel nicht befreunden sollten, hebe ich hervor: die Horizontal-Spannkraft ist der flugwirksamste Umlatz der Segelkraft schräger Flächen.

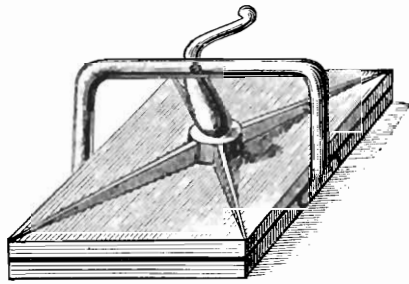


Fig. 1.

Das Copiren und die Copirpresse.

(Mit einer Tafel.)

Bei der Ausföhrung des Copirens handelt es sich vor Allem darum, der zu copirenden Schrift den Abdruck durch einen bestimmten, möglichst gleichmäßigen Druck zu verleihen. Das Hauptaugenmerk ist, um durchaus befriedigende Abdrücke zu erhalten, auf die Ausübung eines ganz gleichförmigen Druckes zu richten. Im Anfange, wenn das Original noch Ueberfluß an Schriftmasse besitzt, also bei der ersten Copie, ist der Druck so zu reguliren, daß er, unbeschadet seiner vollständigen Gleichmäßigkeit, am geringsten ist und auch nur ganz kurze Zeit ist derselbe anzuhalten. Bei dem zweiten Abzuge muß eine Steigerung des gleichmäßigen Druckes stattfinden, auch derselbe etwas länger angehalten werden. Jeder folgende Abzug bedingt einen stärkeren Druck und längeres Verweilen des Originals unter demselben.

Von Hand allein können zwar in vielen Fällen brauchbare Abzüge genommen werden, doch werden dieselben nur äußerst selten, nur bei einer ganz vorzüglich praktischen Übung, vollkommen befriedigen, weil das Hauptgebot einer vollendeten Copie: der gleichmäßige Druck, in diesem Falle sehr schwierig

durchzuführen ist. Unstreitig am vollkommensten werden die Copien nur bei der Verwendung einer gut construirten und richtig gehandhabten Copirpresse.

Um nun insbesondere den erforderlichen gleichförmigen Druck in der Copirpresse zu sichern, müssen vor Allem die Papierblätter zwischen zwei feste, unnachgiebige Platten gebracht werden. Aber ein correcter Druck erfordert nicht nur eine feste Unterlage, sondern er bedingt auch die vermittelnde Wirkung von Schichten, welche einen gewissen Grad von Weichheit und Elasticität besigen. Im Allgemeinen findet man deshalb bei den Copirpressen starke Holzplatten verwendet, welche mit einer mehrfachen Lage von weichem Papiere bedeckt sind, oder, weitaus besser, solider und dauerhafter, Eisenplatten als feste Widerlager und Bedeckung derselben mit weichem und elastischem, vulkanisirtem Kautschuk. Copirpressen mit Holzplatten sollte man überhaupt nicht mehr sich anschaffen, denn das Holz bringt namentlich hier, durch die bekannten Erscheinungen des Wessens, Reißens u. in Folge von Feuchtigkeitseinwirkung und durch Austrocknung arge Mißstände mit sich. Man sollte bei

Neuananschaffung ausschließlich mit Eisenplatten und Kautschuk ausgerüstete Copirpressen berücksichtigen. Bezüglich der Construction ist weiter noch zu bemerken, daß man nur jene Copirpressen in Betracht ziehen soll, bei welchen der Druck durch einen Hebel hervorgebracht wird, der seinen Drehpunkt in dem Bügel der unteren Platte besitzt und sich gegen die oben aufliegende Preßplatte stemmt.

Die älteren, nicht empfehlenswerthen Copirpressen hatten an der unteren Platte einen Bügel befestigt, durch dessen Mitte eine Schraube ging, welche die obere Platte gegen die untere preßte.

Fig. 1 zeigt die beschriebene einfache und zweckmäßige neuere Construction. Man legt also die zu copirende Schrift auf die untere Platte, breitet auf derselben das Copierpapier aus, bringt darüber ein Blatt eines guten Löschpapieres und läßt endlich die Preßplatte niedergehen.

Wie schon bemerkt, ist das Wesentlichste bei Abnahme von Copien die Art und Weise des Druckes, welchen man beim Pressen ausübt. Wenn nun auch sicher ist, daß Alles in dieser Beziehung Sache der praktischen Erprobung und Erfahrung ist, und daß man mit Leichtigkeit bei einiger Übung gewisse Regeln selbst herausfindet: so seien hier doch allgemeine Gesichtspunkte gegeben, welche das Copiren zu erleichtern vermögen und verhindern sollen, daß die Regeln erst durch einige mißglückte oder weniger gelungene Versuche erkannt werden.

Es ist ein geringer Druck stets dann erforderlich, wenn die Tinte tief in das Papier eingedrungen ist und die Schriftzüge noch frisch erscheinen. Hierzu kommt noch, daß auch der Feuchtigkeitszustand des