

Über
Flugorgane von Wirbelthieren
und das
Problem der Flugtechnik.

Von
C. Claus.

Vortrag, gehalten den 13. Februar 1895.

Die schöne Stelle im Faust-Monolog:

„Geheimnisvoll am lichten Tag,
Lässt sich Natur des Schleiers
nicht berauben,
Und was sie Deinem Geist nicht
offenbaren mag,
Das zwingst Du ihr nicht ab mit Hebeln
und mit Schrauben.“

hat keineswegs, wie man wohl hätte erwarten sollen, ungetheilte Zustimmung gefunden. Physiker und Techniker haben sich gegen dieselbe ablehnend verhalten, weil sie aus ihr die Geringschätzung ihrer schulmäßigen Bestrebungen herauslesen zu müssen glaubten. In gleichem Sinne hat dieselbe auch Dubois-Reymond in seiner bekannten, von Goethe-Forschern gerade nicht beifällig aufgenommenen Rede „Goethe und kein Ende“ beurtheilt und unter Bezugnahme auf Goethes Irrungen in der Farbenlehre auf den Widerwillen des Dichters gegen das Experiment und die mathematische Behandlungsweise zurückgeführt. Mir scheint eine solche Interpretation durch zwingende Gründe nicht erwiesen, vielmehr aus dem Zusammenhange der Dichtung zu Gunsten einer anderen Deutung widerleg-

bar. Faust spricht die Worte aus, unmittelbar bevor er den verzweifelten Schritt zur Phiole unternimmt, um sich durch den Gifttrank aus dem quälenden Zustande zu befreien, in welchen ihn die Einsicht von der Unzulänglichkeit menschlicher Erkenntnis versetzt hat. Demnach können doch wohl nur die letzten und höchsten Probleme des Daseins gemeint sein, die wir bei unserer Unfähigkeit, das Wesen der Dinge zu ergründen, niemals zu lösen im Stande sein werden.

Es handelt sich daher um einen Ausspruch, dessen Sinn sich im wesentlichen mit Dubois-Reymonds „Ignorabimus“ deckt und auf die Grenze des menschlichen Erkenntnisvermögens hinweist, die wir mit allen Mitteln der Mechanik nicht zu überschreiten vermögen. Sicher lag dem Dichter die ihm von Dubois-Reymond unterstellte Meinung ferne, als sei es unserem Geiste versagt, mit Hilfe „richtig gebauter und gebrauchter Instrumente die Kenntnis und Macht des Menschen innerhalb der Grenzen des Naturerkennens zu erweitern“. Weist doch Goethe selbst wiederholt auf die Natur als unsere höchste Lehrmeisterin hin und ruft er doch am Schlusse seines herrlichen Gedichtes „Die Metamorphose der Thiere“ begeistert die erhebenden Worte aus:

„Freue Dich, höchstes Geschöpf der Natur,
Du fühlst Dich fähig,
Ihr den höchsten Gedanken, zu dem sie
schaffend sich aufschwang,
Nachzudenken.“

Freilich hat Goethe nicht die Erfindung einer Maschine im Sinne. Es handelt sich bei ihm um ein ungleich bedeutenderes Problem: um die Erkenntnis des Urbildes, des Typus, der bei allem Wechsel in der Erscheinung dem Thiere gemeinsam bleibt, und um diesen zu entdecken, genügt ihm nicht die bewusst durchgeführte Methode der inductiven Wissenschaft, vielmehr braucht er hiezu die anschauende Urtheilskraft des künstlerischen Genius und ruft die Hilfe der Muse an mit den Worten:

„Hier stehe nun still und wende die Blicke
Rückwärts, prüfe, vergleiche und nimm
vom Munde der Muse,
Dass Du schauest, nicht schwärmst, die liebliche,
volle Gewissheit.“

Kein Geringerer als H. v. Helmholtz hat für das Zusammentreffen der höchsten Erkenntnis, zu welcher der lange und mühsame Weg der inductiven Wissenschaft führt, mit dem mühelos in plötzlichem Aufblitzen des Gedankens gewonnenen Anschauungsbilde des künstlerischen Genius Zeugnis abgelegt, indem er in der denkwürdigen, zu Weimar gehaltenen Rede Goethe als Vorahner kommender naturwissenschaftlicher Ideen verherrlicht. Hier wurden auch des Dichters Bestrebungen auf dem Gebiete der Physik von dem abgeklärten großen Geiste des berühmten Physikers gerechter, als dies oft früher geschah, gewürdigt und die minder glücklichen Erfolge auf dem Gebiete der Farbenlehre im wesentlichen darauf zurückgeführt, dass Goethe

mit den ihm zu Gebote stehenden unvollkommenen Apparaten die entscheidenden Thatsachen nicht hatte beobachten können. Es wurde Goethes Abneigung gegen die Abstractionen anschauungsleerer Begriffe in unmittelbarer Parallele mit Faradays Anschauungsweise und den aus dieser entsprungene Entdeckungen volle Anerkennung gezollt. Anknüpfend an Kirchhoffs Definition der Mechanik, nach welcher es die Aufgabe dieser Wissenschaft ist, „die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben“, spricht es Helmholtz aus: „Was Kirchhoff hier unter der einfachsten Beschreibung versteht, dürfte nicht weit von dem Urphänomen Goethes abliegen.“

Nicht nur den Gedanken, den der Dichter als den höchsten bezeichnete, unzählige Gedanken hat die Natur in ihren Werken verwirklicht, und wir sind in angestrengter Arbeit eifrig bemüht, sie nachzudenken, sei es nun, dass wir uns bescheiden, dieselben theoretisch verstehen zu lernen, oder dass wir zugleich unternehmen, sie praktisch zu verwerthen und durch Nachahmung der Vorbilder unser Leben angenehmer und vollkommener zu gestalten.

Was auf dem Wege inductiver Forschung der menschliche Geist zu erreichen vermochte, dafür legen die kaum geahnten Fortschritte der Wissenschaft und die staunenswerthen Errungenschaften der Technik, durch welche in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts die praktischen Verhältnisse des Lebens so völlig

umgestaltet wurden, ein glänzendes Zeugnis ab, und bei nicht wenigen der zahllosen Erfindungen hat uns die Natur das Vorbild gegeben.

Auch die Flugtechnik, welche die Lösung eines der schwierigsten Probleme erstrebt, hat zu jeder Zeit dem Flug der Thiere und vor allem der Vögel ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Wenn es trotz der außer Frage stehenden theoretischen Fortschritte, welche die jüngste Zeit auf diesem Gebiete aufzuweisen hat, bisher nicht gelungen ist, die ersehnte Flugmaschine zu erfinden, so möge man wieder aus den Phänomenen des Naturlebens die beste Ermunterung zu fortgesetzter Arbeit schöpfen. Auch die Natur hat Zeit gebraucht, um den vollendeten Flug des Vogels zu erreichen und denselben durch eine Reihe minder vollkommener Vorstufen vorbereitet. Auch diese einfacheren Formen der Flugorgane, an welche sich die Anfänge des Flugvermögens knüpfen, verdienen unsere volle Beachtung, weil sie über den Ursprung des Fluges Aufschluss geben und die Flugtechnik darauf hinweisen, mit welchen Apparaten sie zur Erreichung ihres Zieles zu beginnen hat.

Fliegende Thiere fanden sich in allen fünf Wirbelthierclassen. Indessen handelt es sich meist nur um mehr oder minder geschickte Luftsprünge, vermittelt durch Hautduplicaturen, welche im Zustande der Entfaltung nach Art eines Fallschirmes wirken und die durch den Sprung erlangte Bewegung auf eine längere Wegstrecke durch die Luft zu erhalten im Stande sind. Bei den

Landthieren ist es der Absprung von einer Felswand, von einem hohen Baume oder sonst erhöhter Örtlichkeit, welcher der Ausbreitung des Fallschirmes vorausgeht und die Bewegung einleitet. Es sind daher stets zum Klettern geschickte, vornehmlich auf Bäumen lebende Thiere, bei welchen ausspannbare Hautflächen zum Tragen des Körpers durch die Luft zur Entwicklung gelangen.

In anderer Weise verhalten sich die fliegenden Wasserbewohner. Bei den fliegenden Fischen kann es nur eine aufwärts schnellende, das Thier über den Wasserspiegel emporhebende Bewegung sein, welche der als Flug bezeichneten Locomotion in der Luft vorausgeht. Die fliegenden Fische, die sogenannten Flederfische und Flughähne sind Arten der Gattungen *Exocoetus* und *Dactylopterus*, welche sich durch den Besitz ungewöhnlich großer flügelähnlicher Brustflossen auszeichnen, mittels deren sie ansehnliche Strecken über die Meeresoberfläche hinschwebend getragen werden.

Obwohl bereits eine Reihe guter Beobachter die Bewegungen dieser besonders in den wärmeren Meeren überaus verbreiteten Fische aufmerksam verfolgt haben, bestehen doch noch Meinungsverschiedenheiten darüber; ob es sich lediglich um eine Art passiven Drachenfluges handelt, oder ob bei der oft recht beträchtlichen, wohl circa 100 m langen Flugstrecke, die in wenigen Secunden zurückgelegt wird, auch active Flatterbewegungen der Flossen wirksam sind. Offenbar ist es ein durch die Seitenrumpf- und Schwanzmuskeln er-

zeugter Sprung, welcher den Fisch mit beträchtlicher Schnellkraft in bestimmter Richtung aus dem Meere emporhebt. Demnach wird derselbe mit einer gewissen Anfangsgeschwindigkeit, dem Resultate der kräftigen, rasch aufeinander folgenden Schwanzbewegungen, die Flugbahn über dem Wasser beginnen und die Fläche seiner beim Hervortauschen nach vorne und nach außen gedrehten Brustflossen als Fallschirm benutzen, um sich eine Zeitlang in der Luft schwebend zu erhalten. Unter der Voraussetzung des Ausfalles selbständiger Flossenschwingungen würde die Dauer der in kurzem Schenkel steil aufsteigenden und in längerem Schenkel allmählich abfallenden Flugbahn einestheils von der Anfangsgeschwindigkeit, anderentheils von der Luftströmung abhängig sein, welche, falls sie der Bewegungsrichtung des Fisches entgegengesetzt ist oder dieselbe schräg kreuzt, den Flug fördern und die Bahn desselben beträchtlich verlängern kann.

Verschiedene ältere Beobachter, wie Frémenville, Wüllersdorf-Urbair, Taylor und unter den jüngeren Seitz, wollen aber auch Flatterbewegungen, deren Möglichkeit bei dem Vorhandensein einer Flossenmuskulatur a priori nicht von der Hand zu weisen ist und die Verlängerung des Weges wesentlich fördern würde, direct beobachtet haben. Thatsache ist, und darin stimmen auch die übrigen Beobachter überein, welche wie Moebius und Dahl ein Flügelschlagen in Abrede stellen, dass beim Emportauschen des Fisches aus der Meeresoberfläche ein Vibrieren der Flossen

stattfindet. Sie führen dasselbe jedoch als rein mechanische Erschütterung auf die vorausgegangenen schnellen Schwanzbewegungen zurück, müssen aber zugestehen (Dahl), dass ein solches Erzittern einem Flattern ähnlich sei und auch dann stattfindet, wenn man einen eben gefangenen Fisch am Schwanze hält.

Außer dem über längere Strecken ausgedehnten Fluge kommt es aber auch häufig vor, dass durch ein herannahendes Schiff aufgeschreckte Fische, vielleicht weil die Vorbereitung zur Erzeugung einer ausreichenden Propulsionskraft zu kurz bemessen war, schon in den nächsten Wellenkamm wieder einfallen und von diesem aus wahrscheinlich unter dem Einflusse erneuter Bewegungen des Schwanzes häufig in veränderter Richtung wieder auftauchen, um dann in den nächsten Wellenkamm unterzusinken.

Aus der Classe der Amphibien hat der berühmte Naturforscher A. R. Wallace auf Borneo einen fliegenden Frosch entdeckt und in seinem Reisewerke „Der malayische Archipel“ als der Gattung *Rhacophorus* zugehörig beschrieben. Es ist ein etwa 4 Zoll langer Laubfrosch mit enorm verlängerten Zehen und dementsprechend vergrößerten Schwimmhäuten, welche bei vollständiger Ausbreitung die Oberfläche des Körpers an Umfang merklich übertreffen und offenbar als Fallschirm beim Absprung von hohen, zuvor mittels der Heftscheiben erkletterten Bäumen dienen. Die beim Laubfrosch zum Schwimmen und Klettern modificierten Zehen sind somit bei dieser Art durch unge-

wöhnliche Verlängerung und entsprechende Vergrößerung ihrer Verbindungshäute vortheilhaft benutzt worden, um es dem Thiere möglich zu machen, im Sprung vom Baume herabzufliegen und auf diese Weise vielleicht einer plötzlich drohenden Gefahr geschickt und sicher zu entgehen.

Vollkommener erscheinen die Flugapparate, welche wir bei lebenden und vorweltlichen Reptilien antreffen. Unter den ersteren sind es die sogenannten fliegenden Drachen, welche unsere Aufmerksamkeit auf sich lenken, kleine spannelange Eidechsen des ostindischen Inselgebietes, welche an Bäumen emporklettern und von diesen abspringend mittels einer an den Seiten des Körpers entfaltbaren Hautduplicatur eine im Verhältniß zur Körpergröße außerordentlich lange Sprungbahn zurückzulegen vermögen. Der Fallschirm besteht aus einer flügelförmigen Hautfalte, welche jederseits zwischen den stark verlängerten, frei vorstehenden Rippen ausgespannt ist und bei dem Vorziehen der Rippen entfaltet, bei der Rückwärtsbewegung derselben wieder zusammengelegt wird. Hier handelt es sich also lediglich um eine passive Unterstützung des Sprunges, welcher wie im Fluge, jedoch ohne selbständige Flatterbewegungen der beiden weit ausgespannten Hautfalten ausgeführt wird. Die Ähnlichkeit, welche die caudalwärts verschmälerten Hautfalten dem fliegenden Eidechsenleib mit der Gestalt eines Drachen verleihen, hat zu der passenden Bezeichnung des Thieres als „Draco“ Veranlassung gegeben.

Einen weit größeren Umfang müssen die Flugflächen der vorweltlichen, besonders zur Jurazeit verbreiteten Pterosaurier oder Flugechsen erreicht haben, in deren Körperbau und Lebensweise schon manche Ähnlichkeit mit den Vögeln bestand. Mit überaus leichtem, pneumatischem Knochengerüste und bezahnten Kiefern oder auch mit zahnlosem Hornschnabel ausgerüstet, trugen sie an den Seiten des Körpers zwischen hinteren und vorderen Gliedmaßen ausgespannt einen schmalen Hautsaum, welcher sich längs des mächtig verlängerten Außenfingers fortsetzte und als spitze, schwalbenähnliche Schwinge endete. Während eine schon im Lias beginnende Formenreihe, die der Rhamphorhynchiden, bei mäßig gestrecktem Schädel einen langen Schwanz und an den Hinterfüßen fünf wohlausgebildete Zehen besaßen, war für die Pterodactyliden des oberen Jura das Vorhandensein sehr langer Kieferknochen, eines nur kurzen Schwanzes und einer nur rudimentären-fünften Zehe charakteristisch. Eine dritte jüngere Formenreihe, welche zur Kreidezeit in Nordamerika lebte, die der Pteranodontiden, umfasste Arten mit zahnlosen Kiefern und rudimentärem Schwanze, Formen, welche an Größe die älteren Flugsaurier beträchtlich übertrafen (die größten mit 6 m Spannweite der Flügel).

Ihre kurzen, aus der Flughaut vorstehenden bekrallten Finger scheinen diese Thiere nicht nur zum Klettern, sondern nach Zurückschlagen des Flugfingers auch zum Kriechen auf dem Erdboden gebraucht zu

haben. Dagegen vermochten sie sich bei der geringen Entwicklung der Kreuzbeinregion, in welche nur 3 oder 4 (bei *Pteranodon* 5) Wirbel einbezogen waren, und bei der Schwäche ihrer hinteren Gliedmaßen wahrscheinlich nicht vom Boden aus zu erheben, sondern erst nach erklettertem Höhepunkte von diesem abspringend den Flug zu beginnen, welcher sich ähnlich dem Fluge mancher Fledermäuse verhalten haben mag, jedenfalls hinter dem der Vögel weit zurückblieb.

* Unter den Säugethieren sind die Fledermäuse die einzigen wahren und relativ vollkommenen Fluginsecten. Auch bei ihnen sind seitliche Hautfalten zur Herstellung einer umfangreichen Flugfläche verwendet, welche von geringen Anfängen aus durch primitive Vorstufen in verschiedenen Säugethier-Ordnungen sich entwickelt hat. Bei gewissen Beuteltieren, Nagethieren und Insectivoren gelangt der auch sonst vorhandene schwache, embryonale Hautsaum zwischen vorderer und hinterer Gliedmaße zu stärkerer Ausbildung und setzt sich jederseits längs beider Gliedmaßen bis zur Hand und zum Fuße fort. Indem ferner an der Vorderseite der vorderen und an der hinteren Seite der hinteren Gliedmaße eine schmale Hautfalte hinzutritt, von denen jene sich zur Seite des Halses bis zum Kopfe verlängert, diese bis zur Wurzel des Schwanzes herabwächst, beziehungsweise den Schwanz in sich aufnimmt, kommt es zur Entwicklung einer recht ansehnlichen Hautausbreitung, welche beim Absprünge

als Fallschirm dient und den Körper des Thieres wie im Fluge über weite Strecken dahinträgt.

Die relativ geringste Ausdehnung erlangt dieser Fallschirm bei gewissen Flugbeutlern, kleinen, an unsere Siebenschläfer erinnernden, überaus behenden Baumthieren Neuhollands mit langem, buschigem Schwanze, welcher wie bei den Eichhörnchen während des Sprunges als eine Art Steuer fungiert. Ein Vertreter dieser zierlichen, erst zur Abendzeit ihre Verstecke verlassenden Beuteltasche, das in Neu-Südwaes einheimische sogenannte Zucker-Eichhörnchen, *Petaurus (Belideus) sciureus*, soll, von 10 m Höhe abspringend, einen 20 bis 30 m entfernten Baum zu erreichen im Stande sein und während des langen Flugsprunges unter Beihilfe des Steuerschwanzes in geschickter Wendung und im Bogen sich drehend, die Richtung des Sprunges verändern können.

Ganz ähnlich ist die Bewegungsweise der mit einer größeren, durch einen Sporn der Handwurzel gestützten Hautausbreitung versehenen Flughörnchen, welche mit ihrem Nagethiergebiss sich nach Art unserer Eichhörnchen ernähren, jedoch eine nächtliche Lebensweise führen und, bei den weiten Sprüngen die Beine wagrecht ausstreckend, ihre Flughaut zu einem breit ausgedehnten Fallschirm ausspannen. Es handelt sich um eine durch zahlreiche Arten vertretene, über die alte und neue Welt verbreitete Thiergruppe, von der die großen Taguans (*Pteromys Petaurista, nitidus*) das Festland Ostindiens und die Sundainseln bewoh-

nen, kleinere Arten (*Pteromys volans*) über den nördlichen Theil von Osteuropa und über Sibirien verbreitet sind und wieder andere Arten, wie der Asjapan (*Pteromys volucella*) in Nordamerika ihre Heimat haben.

Eine größere Annäherung zu den Fledermäusen zeigen die sogenannten Pelzflatterer oder fliegenden Makis (*Galeopithecus volans*), Bewohner der Sundainseln und Philippinen, mit langem, zugespitztem Kopfe, scharfzahnigem Insectivorengebiss und langem Schwanz, der vollständig in die Flughaut aufgenommen ist. Nur die kurzen, mit scharfen Sichelkrallen bewaffneten Finger und Zehen stehen aus der Flughaut hervor und leisten beim Klettern und Anklammern unentbehrliche Dienste. Den Tag verbringen diese katzen großen, bald zu den Halbaffen, bald zu den Insectivoren gestellten Thiere in behaglicher Ruhe, nachdem sie sich ähnlich wie die Fledermäuse, den Kopf nach unten gewendet und den Leib in die Flughaut wie in einen Mantel eingehüllt, mit den Krallen der Hinterfüße an Baumäste oder sonst vorspringende Objecte angehängt haben. Erst mit der Dämmerung beginnen sie ihrem aus Insecten, Eiern, Früchten, auch kleinen Warmblütern bestehenden Lebensunterhalt nachzugehen und in gewaltigen, durch die mächtige Flughaut unterstützten Sätzen von Baum zu Baum zu springen.

Durch die Zwischenform der fliegenden Makis gelangen wir zu den Fledermäusen, deren Flughaut dadurch außerordentlich an Flächenumfang gewinnt,

dass sich dieselbe zwischen die verlängerten Finger fortsetzt und von diesen wie ein zwischen den Stäben seines Gestelles ausgespannter Schirm gestützt wird. Dazu kommt als ein neuer, den Flug sehr wesentlich begünstigender Umstand der Verlust des dichten Haarpelzes, welcher die Flughaut der bisher besprochenen Säugethiere bekleidet. Mit feinen, mehr zerstreuten Härchen besetzt, wird die Flughaut unbeschadet ihrer Festigkeit und Elasticität überaus dünn und leicht. Nur der kurze, mit einer Kralle bewaffnete Daumen steht aus derselben frei hervor und findet im Vereine mit den in gleicher Weise aus der Flughaut ausgeschlossenen bekrallten Zehen zum Anhängen des Körpers, sowie beim Klettern und Kriechen zweckentsprechende Verwendung. Beim Kriechen, welches bei einigen Arten zu einem raschen Laufe beschleunigt werden kann, stützt sich die Fledermaus auf den Daumen und dessen Kralle, zieht die Hinterfüße unter dem Leibe nach und schiebt dann unter Hebung des Hinterkörpers den Vorderkörper nach. Der Besitz der so mächtig entwickelten Hautduplicatur befähigt den Träger derselben zu selbständigen flatternden Bewegungen, zu einem wahren Fluge, welcher zwar von dem des Vogels nicht unwesentlich verschieden ist, indessen bei den besten Fliegern, wie zum Beispiel der frühfliegenden Fledermaus (*Vesperugo noctula*), an Schnelligkeit und Gewandtheit der Wendungen den Schwalben wenig zurücksteht. In solchen Fällen erscheint der Mittelfinger im Vergleich zum fünften Finger

außerordentlich verlängert, und der Flügel gewinnt bei bedeutender Länge eine zugespitzte Form. Im Vergleich zum Vogelflug ist der Ruderflug der Fledermäuse bislang weniger genau verfolgt und wohl kaum zum Gegenstande eingehender Studien gemacht worden. Wohl aber konnte festgestellt werden, dass die Thiere die Action ihrer Flügel in bewunderungswürdiger Weise beherrschen, dass sie beim Aufschlagen der Flügel zur Verminderung des entgegenwirkenden Luftwiderstandes dieselben zusammenfallen und vor dem Abwärtsschlagen ebenso rasch wieder ausbreiten, um mit der ganzen Fläche auf die Luft zu drücken, dass sie auch die rasche Veränderung in der Richtung des Fluges durch gewandte Steuerbewegungen der Flügel und des Schwanzes in ihrer vollen Gewalt haben. Aber nicht nur den Ruderflug, sondern auch den Segelflug üben sie in behenden Bewegungen und mit großer Schnelligkeit aus.

Weit über die Flugfähigkeit der sogenannten Flatterthiere erhebt sich das Flugvermögen des Vogels, das hier eine so dominierende Herrschaft über den gesamten Organismus gewonnen hat, dass sämtliche Organe dieser Bewegungsform auf das zweckmäßigste angepasst, gewissermaßen als Theile der Flugmaschine erscheinen und in ihren Besonderheiten nur mit Rücksicht auf das zu erreichende Ziel des vollendeten Fluges verständlich werden. Es sind vornehmlich vier Factoren, durch deren Zusammenwirken die Vollkommenheit des Fluges erreicht wurde.

1. Die Regionenbildung der Wirbelsäule und die durch dieselbe möglich gemachte Arbeitstheilung im Gebrauche des vorderen und hinteren Gliedmaßenpaares.

2. Der Besitz eines Federkleides und die Verwendung der elastischen Contourfeder als wesentlichster Bestandtheil der concav gewölbten Flügelfläche.

3. Die Herabsetzung des specifischen Körpergewichtes durch die Pneumaticität der Knochen, sowie durch Ersparung von Material an zahlreichen Organen.

4. Die Besonderheit im Bau der Athmungsorgane und die mit diesen in Verbindung stehenden Luftsäcke als Ventilatoren der Lunge bei anhaltendem Fluge in hohen Luftregionen.

Beim Vogel gestatten vordere und hintere Gliedmaße nicht wie bei den Flatterthieren alternierende, beim Klettern und Anklammern an festen Gegenständen sich gegenseitig ergänzende Bewegungen. Es ist ausschließlich die hintere, als kräftiges Beinpaar gestaltete Gliedmaße, welche den Vogel bei schräger Haltung des Rumpfes auf festem Boden trägt und die diesbezüglichen Bewegungsformen, wie Klettern, Laufen, Hüpfen, vermittelt. Um die für derartige ohne Beihilfe der vorderen Gliedmaße auszuführenden Bewegungen nothwendige feste Stützfläche am Achsen skelet zu gewinnen, erscheint der Beckengürtel mit einer großen Zahl von Rumpfwirbeln in fester unbeweglicher Verbindung und nach vorne über die gesammte Lendenregion, sowie nach hinten über eine

Reihe von Schwanzwirbeln ausgedehnt. Infolge dessen erhält die Wirbelsäule die dem Vogel eigenthümliche Gliederung, welche man früher durch den Mangel der Lendenregion, den außerordentlichen Umfang des Kreuzbeins und die Kürze des Caudalabschnittes charakterisierte, eine Gliederung, welche auch für den Flug insofern den nicht zu unterschätzenden Vortheil bringt, als sie einen mehr oder minder kräftigen Aufsprung des Körpers und damit zugleich das Auffliegen vom Erdboden möglich macht. Vögel mit schwachen, zum Sprunge untauglichen Beinen und schwächtigen Klammerfüßen, wie die bekannten Mauerschwalben, sind nicht im Stande, vom Boden aufzukommen.

Wie das hintere Gliedmaßenpaar zur Bewegung auf festem Boden, so wird das vordere, zu Flügeln gestaltete Paar ausschließlich zur Bewegung in der Luft verwendet. In keiner anderen Wirbelthierclassen findet dasselbe so umfangreiche und feste Stützflächen am Brustkorbe. Während der dorsale Bogentheil des Schultergürtels als säbelförmig gekrümmte Knochenspanne dem Rücken aufliegt, hat der ventrale Theil des Gürtels, das vordere und hintere Schlüsselbein, einem Doppelpaare kräftiger Säulen vergleichbar, am Vorderrande des breiten Brustbeines seine feste Stütze. In der Medianlinie der mächtigen Brustbeinplatte erhebt sich ein verticaler Knochenkamm, welcher die Ansatzfläche der großen, zum Fluge dienenden Brustmuskeln beträchtlich vergrößert, bei den flugunfähig gewordenen Vögeln aber wieder rückgebildet und ver-

schwunden ist. Der im Schultergelenk eingefügte Flügel entspricht seinen Knochen und Muskeln nach durchaus der vorderen Extremität einer Eidechse oder eines Säugethieres und gliedert sich wie diese in Oberarm, Unterarm und Hand, in drei Abschnitte, welche im Zustande der Ruhelage in der Art aneinanderschließen, dass der Oberarm nach hinten, der meist längere Unterarm längs des ventralen Randes des ersten nach vorne gerichtet und die ansehnlich gestreckte, aber in der Zahl ihrer Finger stark reducierte starre Hand wieder nach hinten gewendet, dem Rumpfe aufliegt. Was den Flügel besonders auszeichnet und zum Gebrauche als vollkommenen Flugapparat tauglich macht, ist der Besatz mit elastisch biegsamen und zur Begegnung des Luftwiderstandes denkbar zweckmäßig gebauten Contourfedern zur Herstellung der Flugfläche. Der vom Gerüste der Arm- und Handknochen durchsetzte Flügel gleicht einem in zwei Gelenken, dem Ellenbogen und Handgelenk zusammenlegbaren Doppelfächer, dessen Fläche zum geringeren Theil durch Hautsäume am hinteren Flügelrande zwischen Rumpf und Ellenbeuge und am vorderen zwischen Hals und Handwurzel, zum bei weitem größten Theile aber durch die dichtgestellten, eng aneinanderschließenden Reihen der großen Schwungfedern an Unterarm und Hand gewonnen wird. Der hintere Hautsaum erscheint vornehmlich für die Verbindung des Flügels mit dem Rumpfe wichtig und entspricht einem reducierten Theile des seitlichen Hautsaumes am Rumpfe der

Flatterthiere und Flughörnchen, die niedrige vordere Flughaut wird vornehmlich durch ein elastisches Band bedeutungsvoll, welches sich längs ihres Vorderrandes zwischen Schulter und Handgelenk ausspannt und bei der die Ausbreitung des Flügels bedingenden Streckung des Vorderarmes einen derartigen Zug auf die Daumen- seite des Handgelenkes ausübt, dass ohne weiteren Aufwand von Muskelarbeit zugleich die Streckung der Hand erfolgt und infolge dessen auch der distale Abschnitt des Fächers sich entfaltet. Zudem gewinnt durch dieses Sehnenband der Vorderrand des Flügels, welcher dem Stirnwiderstand der Luft entgegenwirkt, außerordentlich an Stärke und Festigkeit. Die großen Schwungfedern sind längs des hinteren Randes von Hand und Vorderarm, auf die Knochen dieser Flügelabschnitte gestützt, in die Haut eingepflanzt, in der Regel zehn Handschwingen von der Flügelspitze bis zum Handgelenk und eine größere, aber variable Zahl kürzerer Armschwingen am Vorderarm bis zur Ellenbeuge. Eine Gruppe schwächerer Federn bildet den sogenannten Schulterfittig und eine kleine Gruppe noch kürzerer Federn, welche am Daumengliede vor der Handbeuge inserieren, den kleinen Afterflügel (Alula). Sämmtliche Schwingen werden dorsalwärts an ihrer Basis von dachziegelförmig übereinanderliegenden Reihen kurzer Deckfedern überlagert, so dass die schwach gewölbte Ventralseite der Flügelfläche, welche beim Fluge auf die Luft drückt, in festem Verschlusse für diese undurchdringlich wird.

Es würde zu weit führen und kann daher hier nicht meine Aufgabe sein, die morphologische und physiologische Analyse des Vogelorganismus mit Bezug auf das Flugvermögen des näheren auszuführen. Es genügt, die höchste und vollkommenste Form des Flugapparates im Anschluss an die einfacheren und unvollkommenen Flugorgane der Vertebraten nach Gliederung der Wirbelsäule und Flügelbau kurz dargelegt und die in der gesamten Organisation gegebenen Bedingungen zu dem bewunderungswürdigen Fluge des Vogels im allgemeinen dargestellt zu haben. Dagegen liegt es mir ob, nach dem Ursprung des Vogelfluges Umschau zu halten und die Frage zu beantworten, ob wir nicht wie bei den Flatterthieren, deren Flugorgane wir von den ersten Anfängen eines seitlichen Fallschirmes an durch mehrfache Zwischenformen fliegender Säugethiere bis zur Ausbildung des vollkommenen Flugapparates der Fledermäuse verfolgen konnten, auch den des Vogels aus einfacheren Vorstufen abzuleiten vermögen. Naturgemäß war man anfangs geneigt, solche in der Classe der Vögel selbst zu suchen und die rudimentären Flügel der Strauße, Kiwis und Verwandten, welche Huxley als Ratiten den flugfähigen Vögeln oder Carinaten gegenüberstellte, in diesem Sinne als Ausgangsformen einer aufsteigenden Entwicklungsreihe der Flügel zu deuten. Indessen legte schon R. Owen den Irrthum dieser Auffassung dar, indem er die Flugunfähigkeit der Ratiten als auf secundär erfolgter Rückbildung der Flugorgane und mit

dem Flugvermögen in Verbindung stehender Besonderheiten der Organisation nachwies. Es konnte keinem Zweifel unterliegen, dass man die Vorläufer der scheinbar ohne Vermittlung dastehenden, so scharf abgegrenzten Classe der Vögel auf dem Gebiete der vorweltlichen Reptilien zu suchen habe, deren Verwandtschaft zu den Vögeln schon längst auf Grund tiefgreifender anatomischer Übereinstimmungen als eine so enge und nahe erkannt worden war, dass Huxley beide Classen in engerem Verbande zu einer Hauptabtheilung des Wirbelthierstammes zusammengezogen und als Sauropsiden den Säugethieren einerseits und den als Ichthyopsiden zusammengefassten Fischen und Amphibien andererseits gegenübergestellt hatte. Was war nun natürlicher, als dass man nach dem Vorgange R. Owen's zu den Flugechsen der Jurazeit zurückgriff und in diesen die Stammformen der Vögel zu erkennen vermeinte. Für die Richtigkeit der Auffassung, die Vögel aus den Reptilien abzuleiten, war inzwischen durch den bedeutsamen Fund eines vogelähnlichen Sauriers aus dem Solnhofer Kalkschiefer ein neuer Beweis erbracht worden, und R. Owen, welcher diesen merkwürdigen Rest einer vorweltlichen Zwischengruppe als *Archaeopteryx* beschrieben hatte, glaubte in demselben das Bindeglied zwischen den langschwänzigen Rhamphorhynchiden und den jetzt lebenden Vögeln entdeckt zu haben. Nach den an diesem unvollständigen Reste und an einem zweiten besser und vollständiger erhaltenen

Exemplare von *Archaeopteryx* gewonnenen Befunden handelt es sich in der That um mit Federn bekleidete, den jetzt lebenden Vögeln zwar nahestehende, indessen von denselben nicht unwesentlich verschiedene Saurosiden der Jurazeit. Der Kopf war der eines Vogels; jedoch wie bei den Vögeln der Kreidezeit in den Kiefern bezähnt und ohne Hornschneide des Schnabels. Auch die hintere Extremität mit ihrem wohlentwickelten Laufe und vierzehigen, bekrallten Fuße stimmte mit der des Vogels überein. Dagegen bestanden in der Gliederung der Wirbelsäule, im Baue des Brustkorbes und des kurzen Kreuzbeines, sowie in der Gestaltung von Flügel und Schwanz sehr bedeutende Abweichungen, welche auf die noch nicht durchgeführte Arbeitstheilung im Gebrauche der beiden Extremitätenpaare und eine weit unvollkommenere Form der Flugbewegung mit Sicherheit zurückschließen lassen, sodass in der That die *Archaeopterygier* eine Durchgangsstufe in der aufsteigenden Entwicklung der Vogelwelt gebildet haben mögen.

Wahrscheinlich bestand der Flug derselben in einem mehr oder minder raschen und gewandten Flattern, welches durch den Absprung von einem zuvor erklommenen Höhepunkte eingeleitet wurde. Gegen den Aufsprung vom Boden spricht vor allem die geringe Entwicklung des Beckens sowie die Kürze des Kreuzbeines, welches sich nur über fünf oder höchstens sechs Wirbel erstreckte und mit jenem nicht einmal in fester knöcherner Verbindung verschmolzen war. Auch hat

sich *Archaeopteryx* gewiss nicht dem Vogel ähnlich bei schräger Haltung des Rumpfes hüpfend und laufend auf dem Erdboden, sondern vornehmlich kletternd auf Bäumen und an Felswänden bewegt.

Für das Baumleben dieser Thiere und die mit beiden Gliedmaßenpaaren ausgeführte Kletterbewegung derselben spricht insbesondere auch der Bau des Flügels, dessen drei lange bekrallte Finger frei hervorragten und unter einander noch nicht zu einem festen, die Flugfläche stützenden Abschnitt verwachsen waren. Und in gleicher Weise deutet der bereits mit Federn und Schwingen ausgestattete Flügel in Verbindung mit der geringen Festigkeit des Brustkorbes, dessen schwache Rippen der Hakenfortsätze entbehrten, auf die geringe Entwicklung des Fluges hin, welcher mehr ein Forttragen des mittels Absprunges in Bewegung gesetzten Körpers durch die Luft gewesen sein mag, wenn auch bereits Flatterbewegungen die Flugbahn verlängert und einen unvollkommenen Ruderflug ermöglicht haben dürften. Mit einer solchen auf den Körper- und Flügelbau gestützten Auffassung steht denn auch die Form und Gliederung des langen Schwanzes mit seiner eigenthümlichen Anordnung der zweizeilig gestellten Federn im besten Einklang. Im Gegensatze zu dem kurzen, nur wenig aus dem Rumpfe vorstehenden Vogelschwanz mit seinen fächerartig entfaltbaren Steuerfedern besaß der jurassische *Archaeopteryx* einen langen, aus zwanzig untereinander beweglichen Wirbeln gebildeten Schwanz, an dessen

Seiten kräftige Contourfedern, je ein Paar an jedem Wirbel, fiederständig eingepflanzt waren. Diese vom Fächerschwanze der jetzt lebenden Vögel so auffallende Abweichung wurde von Huxley mit Recht als ein wesentlicher, das Bild der gesamten Erscheinung bestimmender Charakter erkannt und deshalb zur Benennung der vogelähnlichen Archaeopterygier als *Saururae*, d. h. als Vögel mit Eidechsenschwanz verwertet. Schwerlich hätte ein so langer und beweglicher Schwanz mit seiner so ansehnlichen Doppelreihe seitlicher Contourfedern im Sinne des Fächerschwanzes der jetzt lebenden Vögel beim Fluge in der Luft zweckmäßig verwendet werden können, während derselbe bei dem durch einen mächtigen Fallschirm unterstützten Sprung nicht nur die Flächenwirkung jenes an sich zu verstärken, sondern auch als Balancierstange auf die Erhaltung des Gleichgewichtes zu wirken, beziehungsweise als Steuer die Richtung der Bewegung zu ändern vermochte.

Indessen können die *Saururae* der Jurazeit gewiss nicht die ersten Etappen für die Entwicklung des Vogelfluges gewesen sein, vielmehr haben wir allen Grund, anzunehmen, dass diese weiter zurückreichen und in älteren Sauropsiden der Urwelt zu suchen sind, an deren Flugfläche die starke, elastische Contourfeder noch fehlte und durch eine schuppenähnliche Epidermoidalbekleidung der Haut vertreten war. Leider hat uns die Paläontologie bislang keine ausreichende Urkunde überliefert, aus der wir mit Sicherheit die zur

Bestimmung der Anfangsglieder erforderlichen Anhaltspunkte hätten gewinnen können. Die jurassischen Flugechsen oder Pterosaurier, welche seinerzeit R. Owen als solche in Anspruch nahm, werden nicht nur wegen des ganz verschiedenen Baues des Beckens und der mit freien Metatarsalknochen versehenen Füße, sondern vornehmlich auch aus dem Grunde nicht in Betracht kommen, weil die zum Flugorgan gestaltete vordere Gliedmasse mit ihrem riesig verlängerten Außenfinger eine bereits so eingehend specialisierte Differenzierung besaß, dass sich aus derselben unmöglich die nach einer ganz anderen Richtung hin specialisierte Flügelform des *Archaeopteryx* oder Vogels hätte entwickeln können. Aber auch die bislang bekannt gewordenen Dinosaurier, von denen einzelne Typen wie *Compsognathus* und Verwandte seitens hervorragender Autoren als zu den Vögeln führende Zwischenglieder beurtheilt wurden, vermögen wir als solche nicht anzuerkennen, denn wenn sie auch im Knochenbau von Becken und Fuß eine gewisse Übereinstimmung zeigen, so sind wiederum ihre kurzen und schwächtigen Vordergliedmaßen von dem Flügel des *Archaeopteryx* und Vogels so abweichend gestaltet, dass man sie zu diesen in keine Beziehung bringen kann. Möglicherweise handelt es sich aber um eine Dinosauriergruppe, von welcher wir bislang bei der Unvollständigkeit der paläontologischen Überlieferung noch keine Kunde erhalten haben.

Wie nun aber auch die Stammformen der *Archaeopterygier* im speciellen gestaltet gewesen sein mögen,

gewiss werden wir zu der Annahme berechtigt sein, dass die vorderen Gliedmaßen derselben bei relativ noch indifferentem, nicht spezialisiertem Baue bereits eine ansehnliche, als Fallschirm verwendete Flugfläche besaßen, deren Bekleidung noch durch Schuppen und nicht durch Federn gebildet war. Auch in der Stamreihe der Vögel muss der durch einen Fallschirm unterstützte Absprung von Höhepunkten der Ausgang zur Entwicklung des Fluges gewesen sein.

Jahrhunderte reichen die Bestrebungen des Menschen zurück, Flugapparate zu ersinnen, um mit Hilfe derselben dem Vogel ähnlich die Luft zu durchfliegen. Trotz aller Fortschritte der Physik und Technik ist es bislang nicht gelungen, eine verwendbare Flugmaschine, geschweige denn ein zur Beförderung großer Lasten geeignetes lenkbares Luftschiff zu bauen, wenn auch theoretisch die Lösbarkeit des Problems erwiesen sein mag. Erst seitdem man in neuester Zeit, bewusst oder unbewusst dem Vorbilde der Natur folgend, sich bescheidet, in kleinerem Maßstabe mit einfacheren Apparaten zur Ermöglichung des Einzelfluges zu beginnen und beim Gebrauche derselben den Anlauf nebst Absprung zur Erzeugung der anfänglichen Kraftquelle verwertet, scheint man der praktischen Lösung des Problems einen Schritt näher getreten zu sein. Mit dem Flugapparate von Dr. O. Lilienthal ausgerüstet, wird der Mensch zum Einzelflieger. Er bewaffnet seine Arme mit zwei umfangreichen, fest verbundenen Flügeln, welche den Körper bei genügender

Geschwindigkeit eine Zeitlang durch die Luft zu tragen vermögen. Zur Bekämpfung des Windes dient ein dem Vogelschwanz nachgeahmtes verticales und horizontales Steuer, dessen Handhabung freilich gelernt sein muss und ebenso wie die Nothwendigkeit, in beständigem Balancement die Schwerpunktlage zu erhalten, große Gewandtheit und volle Geistesgegenwart voraussetzt. Der auf diese Weise ohne Zuhilfenahme eines eigenen Motors geübte Segelflug kann selbstverständlich noch kein wahres Fliegen genannt werden und beschränkt sich auf größere, von erhöhten Punkten aus unternommene, durch den Fallschirm unterstützte Luftsprünge, welche, denen der Flugbeutler und Flughörnchen vergleichbar, unter Beihilfe des Luftstromes eventuell auf längere Strecken ausgedehnt werden. Sollte es gelingen, bei weiterer Vervollkommnung des Apparates mit demselben einen Motor zu verbinden und mit dessen selbständiger Arbeit die beim Beginne des Fluges vorhandene Anfangsgeschwindigkeit im Verlaufe des Fluges zu erhalten oder noch zu steigern, somit eine Kraftquelle zu gewinnen, welche ausreicht, die Last des Körpers in horizontaler Fortbewegung dauernd über den Erdboden zu tragen, so würde damit eine zum Einzelfluge taugliche dynamische Flugmaschine hergestellt sein. Dieselbe würde zwar eines größeren praktischen Wertes entbehren, aber immerhin zu einem nützlichen, wenn auch gefährlichen Sporte führen, welcher ähnlich dem Radfahrersport, aber ungleich schwieriger als dieser den Körper und Geist in angestrengter Gymnastik übt.

Zu einer ungeahnten, den Weltverkehr umgestaltenden und in neue Bahnen drängenden Bedeutung könnte allein das in großen Dimensionen erbaute und zum Tragen gewaltiger Lasten befähigte lenkbare Luftschiff gelangen. Daher war denn auch die Erfindung eines solchen das von der Mehrzahl der Flugtechniker erstrebte Ziel, dessen Erreichbarkeit man nach theoretischen Berechnungen in dieser oder jener Form bestimmen zu können glaubte. Man erdachte eine Menge von Projecten, vorwiegend nach dem Muster des Vogelfluges, dessen Mechanik sowohl nach dem gesamten Körperbau und den in diesem begründeten, auf den Flug bezüglichen Einrichtungen, als nach der Arbeitsleistung der Motoren ein sorgfältiges und eingehendes Studium gefunden hatte. Indessen blieb man vor der Erreichung dieses im Vergleiche zum Einzelflug so hochgesteckten Zieles bislang noch weit entfernt, und es erwies sich an all den zahlreichen sinnreich erdachten Apparaten die theoretische Vorausberechnung dem praktischen Versuche gegenüber als unzureichend. Mag die bewegende Kraft ausschließlich durch Luftschrauben und mit diesen in Verbindung stehenden Schaufelrädern erzeugt oder wie bei den sogenannten Drachenfliegern zugleich das Princip der schiefen, etwas gewölbten Fläche in Verwendung gebracht werden, letzteres, um bei rascher Bewegung die zu hebende Kraft des Luftwiderstandes in zweckmäßiger Weise zu benützen: stets dürfte das größte und vielleicht überhaupt nicht zu überwindende Hindernis in

der Nothwendigkeit begründet liegen, mit der Zunahme der zu bewegendenden Last auch die zum Tragen derselben erforderliche Fläche in gesteigertem Maße zu vergrößern, da bei gleichbleibender Gestalt und auch sonst in veränderter Anordnung die zu bewegendende Masse im Cubus, die jene zu tragende Fläche nur im Quadrate zunimmt und letztere noch dazu durch das Erfordernis entsprechend größerer Festigkeit an Gewicht in ungleich höherem Maße gesteigert werden muss. Ist auch den Bedingungen eines durch eigene Kraftquelle erlangten gewaltigen Auftriebes und einer ausreichenden Geschwindigkeit der Fortbewegung Genüge geleistet, so dürfte doch den Anforderungen der vergrößerten Flächen gegenüber die Schwierigkeit für die Lenkung und Steuerung des schwerfälligen Kolosses angesichts der von der Gewalt der Luftströmungen drohenden Gefahren eine kaum zu bewältigende sein. Auch aus dem berufenen Munde des theoretischen Physikers haben wir gehört: „Nur von einem Genius ersten Ranges kann sie erfunden werden. Und dieser Erfinder muss nicht nur ein Genius sein, sondern auch ein Held, der den persönlichen Muth hat, sein Leben dem Elemente anzuvertrauen.“

Das mit einem solchen Probleme gesteckte Ziel ist besonders im Hinblick auf das Erfordernis, dem Einzelfluge gegenüber unverhältnismäßig große Lasten zu bewältigen, unvergleichlich höher und schwieriger lösbar, und wir möchten die Divinationsgabe des künstlerischen Genius anrufen, um dem auf langsamem und

mühevollen Wege inductiver Forschung vorschreitenden Techniker zuhülfe zu kommen.

Schon die Versuche des Einzelfliegers vermöchten einen Begriff von der Größe der Gefahr zu geben, welche der Wind dem relativ kleinen Flugapparat und seinem Träger bringt. Versteht dieser nicht als gewandter und muthiger Turner auch bei günstiger Luftströmung das Gleichgewicht zu erhalten und ist er nicht geübt, in jedem Augenblicke bei voller Geistesgegenwart die Steuerung zu handhaben, so kann er leicht den hohen Genuss, welchen ihm die kurze, aber eilzugsschnelle Luftfahrt gewährt, mit dem Leben büßen.

Und nun erst Maxims gewaltige Flugmaschine, welche im Vorjahre auf der Naturforscher-Versammlung in Oxford Gegenstand allgemeiner Bewunderung war; aber gleich beim ersten Versuche infolge des mächtigen Auftriebes und der Größe des schnellbewegten Riesenschiffes Schiffbruch litt!

Der Biolog vermag unter solchen Umständen der baldigen Lösung des Problems kein allzugroßes Vertrauen entgegenzubringen und glaubt in der Begrenzung der Größe und Masse, welche die Natur dem Vogel und Fluthier überhaupt gegeben hat, einen Fingerzeig zu erkennen, dass auch die noch zu erfindende Flugmaschine, sofern sie praktisch verwertbar sein soll, eine gewisse Größengrenze nicht überschreiten wird. Die jetzt lebenden Strauße und die noch größeren Riesenvögel der Diluvialzeit haben im Zusammenhange mit der wachsenden Größenzunahme ihres Kör-

pers das ursprünglich vorhandene Flugvermögen eingebüßt. Hier war nicht nur die Beziehung der zugleich mit dem Volum zu vergrößernden und verstärkenden Flugfläche, sondern wohl in erster Linie die durch die bestimmte Anordnung der Musculatur gegebene Disposition des Motors das Hindernis. Es wurde dem Motor die Möglichkeit entzogen, bei fortschreitender, im Cubus sich steigender Gewichtszunahme mit seiner Arbeitsleistung, die dem Querschnitte der Muskeln proportional, also nur im Quadrate wachsen konnte, gleichen Schritt zu halten. Schließlich musste das Auffliegen vom Boden, welches sich bekanntlich schon bei großen Vögeln sehr schwierig gestaltet, unmöglich werden und dann auch die zur horizontalen Fortbewegung erforderliche Geschwindigkeit hinter der Minimalgröße zurückbleiben, um den Körper noch schwebend durch die Luft zu tragen.

Vom Standpunkte der Biologie dürfte daher der Gesellschafts-Flugmaschine kein allzugünstiges Prognosticum zu stellen sein. Ob wir sie noch in diesem Jahrhunderte erleben? Sicher hat Julius von Payer sehr weise gehandelt, wenn er mit seiner zur malerischen Erforschung der Polarregion geplanten Expedition nicht wartet, bis ihm die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes zuhulfe kommt und dieses ihn in raschem Fluge von der Ostküste Grönlands zum Nordpol trägt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Claus Carl [Karl] Friedrich Wilhelm

Artikel/Article: [Über Flugorgane von Wirbelthieren und das Problem der Flugtechnik. 337-369](#)