Die Grösse der Flugflächen.

Von

Dr. **Karl Müllenhoff**

in Berlin.

Hierzu 5 Holzschnitte.

Bei den Untersuchungen über die Flugbewegung hat man stets mit besonderer Aufmerksamkeit die Muskulatur der Flügeltiere und die Grösse der beim Fluge verwendeten Flächen untersucht.

Namentlich der zweite Gegenstand der Untersuchung ist ausserordentlich vielfach behandelt worden; die Resultate dieser Untersuchungen waren indessen vielfach so sonderbar, die der verschiedenen Forscher stimmten so wenig zusammen, dass eine erneute Untersuchung dieser für das Verständniss der Flugbewegung sehr wichtigen Frage wünschenswerth schien.

A. Aeltere Untersuchungen

über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche. Berechnet nach dem Verhältnisse F/P .

Der erste, der eingehende Untersuchungen über die Grösse der Flügelflächen bei den verschiedenen Thieren anstellte, war De Lucy. Derselbe giebt in seinem im Jahre 1865 in der Presse scientifique des deux mondes erschienenen Aufsatz „Le vol des oiseaux, chauve-souris et insectes“ eine Anzahl von Bestimmungen der Flügeloberfläche und des Gewichtes verschiedener fliegender Thiere. Aus den durch diese Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlenwerthen suchte er sodann das von ihm vermuthete gesetzmässige Zahlenverhältniss zwischen der Grösse der Flügel und dem Körpergewichte in der Art zu berechnen, dass er die

durch seine Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen miteinander dividirte. Bezeichnet P das Körpergewicht in Grammen, f die Grösse der Unterfläche der beiden Flügel, so berechnet De Lucy die Grösse der Flügelfläche, die auf ein Gramm kommt nach der Formel f/P .

Der Quotient f/P ist nun, wie De Lucy zeigte, im allgemeinen bei kleinen Thieren bedeutend grösser als bei grossen. De Lucy stellte deswegen das Gesetz auf, dass „ein Thier verhältnissmässig um so kleinere Flugflächen besitze, je grösser es ist.“

Dieses von De Lucy aufgestellte „Gesetz“ ist indessen keineswegs in dem Sinne aufzufassen, dass das Gewicht und die relative Flügelgrösse etwa umgekehrt proportional seien. Ein Blick auf die Tabelle De Lucy's zeigt, dass die Beziehung zwischen den beiden Zahlenreihen für P und f/P keineswegs eine so einfache ist.

Das Resultat De Lucy's ist demgemäss ein recht wenig befriedigendes. Trotzdem wurde es fast unverändert aufgenommen von Pettigrew. In seinem Werke über die Ortsbewegung der Thiere fügte Pettigrew in Bezug auf das Verhältniss zwischen Flügelfläche und Gewicht zur Tabelle De Lucy's nur einige wenige und dabei recht oberflächliche Messungen hinzu; er förderte somit in diesem sonst zahlreiche neue Beobachtungen und Betrachtungen enthaltenden Werke die Erkenntniss der Frage nach der Grösse der Flugflächen sehr wenig. Einen Versuch, die von De Lucy aufgefundene Regelmässigkeit zu erklären, machte er nicht. Ja er leugnete sogar, trotzdem er De Lucy citirt und ihm im allgemeinen zustimmt, dass eine bestimmte Beziehung zwischen dem Gewichte eines fliegenden Thieres und seiner Flügelfläche bestehe.

Einen Versuch, dass von De Lucy aufgestellte „Gesetz der relativen Grössenabnahme bei zunehmendem Körpergewicht“ theoretisch zu begründen, unternahm v. Lendenfeld in seinen im Jahre 1881 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie erschienenen Untersuchungen über den Flug der Libellen.

v. Lendenfeld glaubt den Grund für die von De Lucy beobachtete Regelmässigkeit in den physikalischen Gesetzen des Luftwiderstandes gefunden zu haben. Der Luftwiderstand wächst, sagt v. Lendenfeld, abgesehen von der Grösse und Form der Fläche, annähernd proportional der dritten Potenz der Geschwin-

digkeit, mit der sich ein Körper durch die Luft bewegt. Da nun die Flügel grosser Thiere absolut grösser und länger sind, als jene kleiner Thiere, so wirken die Endtheile der grossen Flügel bei sonst gleichen Umständen mit viel grösserer Geschwindigkeit, als die kleiner Flügel; es müssen daher die Flügel kleiner Thiere relativ viel grössere Flächen im Vergleiche mit dem Körpergewichte haben, als jene grosser Thiere.

Das ganze Raisonement v. Lendenfeld's ist basirt auf der Annahme, dass bei grossen und kleinen Thieren abgesehen von den Grössenunterschieden dieselben Umstände, hier also in erster Linie dieselbe Grösse des Schlagwinkels und dieselbe Zeitdauer eines Flügelschlages vorhanden seien.

Dieses ist nun aber keineswegs der Fall; es bewegen sich vielmehr die Flügel der grossen und der kleinen Flieger mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. v. Lendenfeld hat diese bereits durch Prechtl erwähnte und durch Marey's Untersuchungen allbekannte Thatsache nicht berücksichtigt und ist dadurch zu dem Irrthum verleitet worden, dass er die von De Lucy aufgestellte Gesetzmässigkeit mathematisch begründet zu haben glaubte. In der Abhandlung v. Lendenfeld's wird übrigens die Frage nach dem Verhältnisse zwischen Flügelfläche und Körpergewicht nur ganz beiläufig berührt. Eine erschöpfende Behandlung der uns vorliegenden Frage lag nicht im Plane des Verfassers. Er gibt indessen in mehreren Tabellen eine Reihe guter Wägungen und Messungen von einigen Vögeln und zahlreichen Insekten und liefert dadurch Beobachtungsmaterial, das für die Beantwortung unserer Frage ganz vorzüglich verwendbar ist.

Eine noch weit bedeutendere Anzahl von Beobachtungen ist enthalten in Mouillard's *L'empire de l'air, Essai d'ornithologie appliqué à l'aviation*. Paris 1881. Mouillard's Beobachtungen erstrecken sich auf weit zahlreichere Thiere, als die aller früheren Beobachter. De Lucy untersuchte nur einige wenige beliebig herausgegriffene Formen, v. Lendenfeld beschränkte sich fast ganz auf die kleine und in Bezug auf ihre Flugvorrichtungen verhältnissmässig einfache Familie der Libellen, Mouillard machte dagegen seine Beobachtungen an zahlreichen Arten und diese gehören allen Ordnungen der Vögel an und repräsentiren alle Methoden des Fliegens, die bei den Vögeln vorkommen.

Was Mouillard ausserdem vor allen früheren Beobachtern

auszeichnet, ist seine genaue Kenntniss vom Verhalten der verschiedensten Thiere beim Fluge. Mehrere Decennien hindurch machte er an frei lebenden Thieren Beobachtungen über die Flugbewegungen. Diese lange Zeit fortgesetzten und mit grosser Sorgfalt angestellten Beobachtungen führten ihn zu einer Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode. Er theilt sie in 12 Flugtypen ein und beschreibt den Flug einer jeden solchen Gruppe in ausserordentlich lebendiger Darstellung; dabei zeigt er eine sehr grosse Sicherheit und Zuverlässigkeit in den Einzelbeobachtungen.

Seine Beobachtungen führten ihn zu der Annahme, dass bei den verschiedenen Flugtypen ein gewisses Verhältniss zwischen der beim Fluge dem Winde dargebotenen Unterfläche des Thieres F und dem Körpergewichte vorhanden sein müsse, und er machte, um dieses Verhältniss aufzufinden, bei sehr zahlreichen Thieren Messungen von F und P .

Mouillard erkannte zuerst, dass nicht nur die Grösse und Gestalt der Flügel für die Art des Fluges von Wichtigkeit sei, sondern dass ebenso gut wie die Flügelflächen auch die gesammte andere Unterfläche des Thieres als wirksame Trag- und Gleitfläche in die Betrachtung aufzunehmen sei.

Anstatt also nur die Grösse der Flügelfläche (f) zu bestimmen, wie es De Lucy, Pettigrew und v. Lendenfeld thaten, gibt Mouillard die Grösse des gesammten dem Winde gebotenen Segelareales an, d. h. die Unterfläche von Kopf, Brust, Bauch, Schwanz und Flügeln.

Wir nennen diese Fläche im Gegensatze zur Fläche beider Flügel (f) kurz die Segelfläche (F).

Das von Mouillard bei seinen Messungen befolgte Verfahren ist derartig, dass man erkennt, wie er den grössten Aufwand an mühseliger Arbeit nicht gescheut hat, um recht sichere Messungen zu erhalten. Er legt den zu vermessenden Vogel mit ausgebreiteten Flügeln auf Papier und zieht die Contouren des ganzen Thieres nach. Die Projection des fliegenden Thieres, die er auf diese Weise erhält, zerlegt er in ein Dutzend Dreiecke und vier oder fünf Parallelogramme und bestimmt den Flächeninhalt derselben.

Um eine Prüfung dieses Verfahrens vorzunehmen, habe ich von ein und demselben Exemplare eines Vogels mehrmals in der von Mouillard angegebenen Weise die Segelfläche aufgezeichnet

und jede Zeichnung mehrmals durch Zerlegung in Dreiecke und Parallelogramme ausgemessen. Ich fand, dass die verschiedenen Ausmessungen einer Zeichnung bis auf $\frac{1}{1000}$ übereinstimmen, dagegen erhielt ich Differenzen bis zur Höhe von $\frac{1}{100}$ zwischen den verschiedenen Zeichnungen von ein und demselben Thiere. Der Grund für die grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeichnungen liegt darin, dass es bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist, welche Streckung man den Flügeln des Thieres und welche Ausbreitung man dem Schwanze desselben ertheilt, wenn man seine Umrisse auf das Papier projiciert.

Da zwischen zwei und mehr Zeichnungen eines Thieres so bedeutende Differenzen hervortreten und da der aus diesen Differenzen sich ergebende Versuchsfehler ganz unvermeidlich ist, so ist es natürlich überflüssig, eine auf vier, fünf oder gar sechs Decimalen genaue Ausmessung einer einzelnen Zeichnung vorzunehmen.

Mouillard hat von der Höhe dieses bei allen seinen Messungen unvermeidlichen Versuchsfehlers keine Vorstellung. Er glaubt die Oberfläche eines mit über 1 Quadratmeter Segelfläche fliegenden Vogels auf 1 Quadratmillimeter genau angeben zu können; er giebt z. B. die Oberfläche des Gyps fulvus auf 1,044576 Quadratmeter an.

Mouillard's Methode der Messung ist, weil er eine grössere Genauigkeit erstrebt, als er in der That erreichen kann, weit umständlicher, als nöthig ist. Dasselbe lässt sich nun aber in noch weit höherem Grade von seinen Berechnungen sagen. Er berechnet nämlich, und zwar auf 4 Decimalen, bei jedem vermessenen Thiere, wie viel Gramm ein Quadratmeter der Segelfläche trägt ($10000 \cdot P/F$), wie gross die zum Tragen eines Grammes erforderliche Fläche ist (F/P) und wie gross die Fläche sein müsste, um das Gewicht eines Menschen (80 Kilogramm) zu tragen ($80000 \cdot F/P$).

Von diesen Berechnungen sind, da sie alle nur das Verhältniss zwischen F und P angeben, zwei überflüssig; ausserdem darf aus dem bereits angeführten Grunde, dass die Zahlen für die Oberfläche nur auf $\frac{1}{100}$ genau sind, eine Berechnung der Verhältnisszahlen nur auf drei Stellen ausgeführt werden.

Es hat somit Mouillard auf seine Messungen und Berechnungen recht viel Mühe verwandt. Er klagt auch sehr über die mühselige Arbeit. Aber es war für ihn vergebliche Arbeit. Trotz

aller aufgewandten Sorgfalt war sein Resultat recht geringfügig. Er erhielt, obgleich er die Zahl der Messungen so bedeutend vermehrte, dieselben mit der grössten nur denkbaren Sorgfalt anstellte und sie alle einer Berechnung nach einheitlichem Prinzipie unterzog, bezüglich der Grösse des Segelareales nur dasselbe sonderderbare Resultat, das bereits De Lucy aus seinen Messungen für die Flügelflächen folgerte und das v. Lendenfeld zugleich aus theoretischen Gründen abgeleitet zu haben meinte.

Die Verhältnisszahlen zwischen P und F , welche Mouillard berechnete, sind derartig, dass im allgemeinen die Segelfläche bei kleinen Thieren relativ gross, bei grossen klein ist.

Mouillard selbst ist mit diesem Resultate seiner Messungen und Berechnungen durchaus nicht zufrieden; er legt daher den durch so mühselige Arbeit erhaltenen Zahlen nur eine sehr geringe Bedeutung bei, denn er verwendet sie für seine Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode absolut nicht; innerhalb eines jeden Flugtypus schwanken vielmehr bei ihm die Werthe für das Verhältniss F/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Seine Eintheilung ist ausschliesslich auf die Beobachtungen begründet, die er an den im Freien lebenden Thieren machte; die Auffindung des von ihm vermutheten gesetzmässigen Verhältnisses zwischen F und P gelang ihm nicht.

Der Grund des mangelhaften Erfolges lag bei Mouillard in der Art, wie er die Berechnung anstellte.

Dass die Flügelflächen und ebenso auch die Segelflächen nicht proportional dem Körpergewichte wachsen können, zeigt ja die einfache mathematische Ueberlegung. Wenn ein fliegendes Thier, z. B. ein Vogel, sich vergrössert, so dass seine Länge, Breite und Dicke in allen Theilen gleichmässig wachsen, so müssen, wenn die Länge l sich linear vergrössert, die Flächen F und f in quadratischen, das Gewicht P im kubischen Verhältnisse wachsen. Es sind also nur l , $F^{1/2}$, $f^{1/2}$ und $P^{1/3}$ resp. l^2 , F , f und $P^{2/3}$ vergleichbare Zahlen.

B. Aeltere Untersuchungen

über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche. Berechnet nach dem Verhältnisse $F/P^{2/3}$ (resp. $F^{1/2}/P^{1/3}$).

Der Umstand, dass man annahm, dass Oberfläche und Körpergewicht im gleichen Verhältnisse wachsen müssten, ist, wie wir

gesehen haben, der Grund zu vielen vergeblichen Bemühungen gewesen.

Und doch ist schon im Jahre 1846 von Pechtl in seinen klassischen Untersuchungen über den Flug der Vögel (Wien 1846) die Berechnung der Proportion zwischen F und P nach der Form $F/P^{2/3}$ als die einzig anwendbare bezeichnet. Diese Art der Berechnung, die Pechtl nur vorschlug, wurde angewendet von Harting, Marey, Legal und Reichel.

Von Harting sind unter dem Titel *Observations sur l'étendue relative des ailes* in den Archives neerlandaises 1869 eine ganze Reihe von Wägungen fliegender Thiere und Messungen ihrer Flügelflächen veröffentlicht; er hat dabei die relative Flügelgrösse der gemessenen Thiere nach dem Verhältnisse $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet. Harting entkleidete zugleich die Ansicht De Lucy's und seiner Nachfolger, dass die Flügelgrösse der Thiere mit steigendem Gewicht derselben relativ kleiner würde, ihrer Sonderbarkeit und wies durch seine Messungen an Vögeln und Fledermäusen nach, dass die Thiere bei zunehmender Grösse sich durchaus ähnlich bleiben, d. h. also, dass ihre Flügelfläche im quadratischen Verhältnisse wächst, wenn das Körpergewicht im kubischen Verhältnisse zunimmt.

Seine Begründung dafür, dass er die relative Flügelgrösse nach dem Verhältnisse von $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, ist allerdings sehr kurz, aber vollkommen klar, und es ist doch auffallend, dass v. Lendenfeld, der die Arbeit Harting's kannte, sie nicht berücksichtigte, sondern die Berechnungsart De Lucy's wählte.

Marey wiederholte in seinem in der Bibliothèque scientifique internationale erschienenen Werke *La machine animale* (Paris 1875) die Harting'schen Betrachtungen und einen Theil seiner Messungen; er giebt daneben auch eine ganze Anzahl eigener Messungen und Berechnungen; doch verfolgt er die Frage nicht näher, er erwähnt sie nur vorübergehend.

Weit eingehender als von Marey wird der Gegenstand von Legal und Reichel in den Verhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur (Breslau 1882) behandelt. Aehnlich wie bei Mouillard ist auch bei Legal und Reichel das Ziel der Untersuchung die Ermittlung der zur Fortbewegung eines Menschen erforderlichen Flügelgrösse; zugleich suchen sie festzustellen, ob mit der Vergrösserung des Körpers wirklich, wie Helmholtz

meint (Monatsberichte der Berliner Akademie 1873), eine relative Vermehrung des zum Transporte nöthigen Kraftaufwandes sich erkennen lässt.

Legal und Reichel bestimmten daher ausser dem Totalgewichte der Thiere P und ihrer Flügelfläche f auch das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur (p) sowie das Gewicht der hauptsächlich beim Fluge verwendeten Muskeln. Sie bestimmen ferner nach einer bereits von Pechtl angegebenen Methode die theoretische Länge des Flügels (h), d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes des schwingenden Flügels vom Drehungspunkte; unberücksichtigt liessen sie das Gesamtsegelareal (F).

Die Berechnungen von Legal und Reichel erstreckten sich zunächst auf die relative Grösse der Flugmuskulatur p/P , eine Zahl, die auch von Harting bereits für einige Thiere bestimmt worden war. Die Bestimmung der relativen Grösse der Flugmuskulatur erschien besonders wichtig für die Entscheidung der Frage, ob bei einer Grössenzunahme des Körpers wirklich eine relative Vermehrung des zum Transporte erforderlichen Kraftaufwandes eintritt.

Da wie Plateau für die Insekten und Weichthiere, Marey für die Wirbelthiere, speciell die Vögel nachwies, die Arbeit, die ein Muskel verrichtet proportional seinem Volum und also auch seinem Gewichte ist, so hat man in der Bestimmung der Maasse der Muskeln ein Mittel um die Grösse der durch dieselben zu leistenden Arbeit zu messen.

Die Vergleichung der Vögel derselben Familie, die sonst ähnlich gebaut sind, aber im Gewichte bedeutende Differenzen zeigen, ergab indessen bei steigendem Gewichte meistens eine geringe relative Abnahme der Flugmuskulatur, jedenfalls aber keine Steigerung derselben, wie man sie hätte erwarten sollen, wenn einerseits Helmholtz' theoretische Betrachtungen, andererseits die Messungen Plateau's und Marey's auf diesen Fall anwendbar sind.

Uebrigens sind die für die relative Grösse der Flugmuskulatur gefundenen Werthe nicht unmittelbar als Maass für das Flugvermögen zu benutzen; sehr häufig zeigen Thiere von äusserst verschiedener Flugfähigkeit dieselben Werthe von p/P ; andererseits schwanken bei Thieren mit gleichem Flugvermögen die Werthe für p/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Es folgt daraus,

dass gleich grosse Vögel mit einem sehr verschiedenen Kraftaufwande fliegen.

Legal und Reichel untersuchten deshalb, in welchem Verhältnisse der Druck, welchen Vögel verschiedener Grösse bei jedem Flügelschlage ausüben, zum Körpergewichte steht.

Wenn ein Vogel ähnlich gebaut bleibt, wie sehr auch seine Grösse schwankt, so muss die Länge und Breite des Flügels sowie auch die theoretische Länge (h) desselben (d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes von dem Drehungspunkte) in einer Längendimension zunehmen, welche proportional ist dem Wachsthum der Dimensionen des Vogelkörpers. Dann wird also der vom grösseren Vogel erzeugte Luftwiderstand, vorausgesetzt dass Schlagwinkel und Winkelgeschwindigkeit gleich seien, und unter der Annahme, dass der Luftwiderstand wächst proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit, einerseits proportional der Fläche, andererseits proportional dem Quadrate der theoretischen Länge $c \cdot (f \cdot h^2)$ wachsen, d. h. also in der vierten Potenz, wenn der Körper sich im Kubus ändert. Es ist also $f^{3/4} \cdot h^{3/2} / P = \text{const.}$ Diese Zahl, die von Legal und Reichel die „Flügelziffer“ (φ) genannt wird, lässt allerdings schon eine gewisse Beziehung zum Flugvermögen erkennen; sie ist im allgemeinen am grössten bei den ruhig fliegenden Raubvögeln und einigen Möwen ($\varphi = 40-50$), am kleinsten bei den heftig flatternden Thieren, Rebhuhn, Sperling u. s. w. Dabei finden sich indessen sehr bedeutende Unregelmässigkeiten, so schwanken z. B. die Möwen in Bezug auf ihre Flügelziffer zwischen sehr weiten Grenzen. Während die *Sterna minuta* dem *Corvus monedula* gleicht ($\varphi = 20$), erreicht die *Sterna hirundo* mit $\varphi = 35$ den Storch und *Sterna cantiaea* mit $\varphi = 50$ die höchste Flügelziffer von allen. Bei diesen und ähnlichen Unregelmässigkeiten lässt sich ein bestimmter Einfluss des Gewichtes nicht nachweisen; aber man sieht doch deutlich, dass offenbar noch ein Factor fehlt in dem Ausdrücke für das Flugvermögen.

Als einen solchen für die Rechnung wichtigen Factor betrachteten nun Legal und Reichel die relative Grösse der Brustmuskulatur. Sie multiplicirten deswegen die Flügelziffer mit p/P und erhielten somit eine Zahl von der Form $\frac{p}{P} \cdot \frac{f^{3/4} \cdot h^{3/2}}{P}$; sie nennen dieselbe die Flugziffer (μ) und meinen in $\int \left(\frac{f^{3/4} \cdot h^{3/2}}{P} \cdot \frac{p}{P} \right)$ einen Ausdruck für das Flugvermögen gefunden zu haben.

Doch bleiben die Resultate trotz der Zuziehung dieses Factors p/P wenig befriedigend. Die Zahlenwerthe für die Flugziffer schwanken vielmehr genau ebenso wie die der Flügelziffer. Die niedrigste Flugziffer ($\mu = 0,43$) findet sich ebenso wie die niedrigste Flügelziffer bei den heftig flatternden Vögeln (Rebhuhn, Sperling u. s. w.), die höchste bei den ruhig schwebenden (Adlern, Störchen und Möwen). Das Maximum ($\mu = 3,3$) erreicht auch hier *Sterna cantia*; dagegen zeigt die im Fluge wenigstens ebenso tüchtige *Sterna minuta* nur $\mu = 1,77$, *Larus canus* und *argentatus* $\mu = 1,8$ und *Sterna hirundo* $\mu = 2,67$, ohne dass man zwischen der Flugart und der Flugfähigkeit wesentliche Unterschiede wahrnehmen kann.

Es lieferte somit auch dieser Versuch, die Construction der Flugapparate näher kennen zu lernen, ein noch wenig befriedigendes Resultat und es ist nicht schwer, den Grund für das Misslingen auch dieses Versuches aufzufinden: die Zahl φ sowohl wie μ geben die Ausdrücke für die vom Flügel geleistete Arbeit nur für die Voraussetzung, dass die Flügel bei grossen und kleinen Vögeln mit gleichem Schlagwinkel und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit bewegt würden. Es ist bereits gezeigt worden, dass diese Voraussetzung nicht zutreffend ist; es ist also von Legal und Reichel derselbe Fehler gemacht worden, den v. Lendenfeld machte bei seiner vermeintlichen Beweisführung für die Richtigkeit des De Lucy'schen Gesetzes.

Gerade diese bei den verschiedenen Thieren hervortretenden Differenzen in der Schnelligkeit, mit der die Flügel auf- und abschwingen, sind sehr wichtige Momente, welche bei der Untersuchung in erster Linie in's Auge zu fassen sind.

Daraus ergibt sich der Gang, der bei einer neuen Untersuchung zu wählen ist.

Es müssen zunächst die zahlreichen in der Literatur aufgeführten Messungen, die angestellt wurden behufs Feststellung der Grösse der in Betracht kommenden einzelnen Factoren auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und die verwendbaren derselben nach einheitlichem Principe einer Berechnung unterzogen werden.

Die neuen Messungen, die sowohl behufs der Prüfung der Zuverlässigkeit der vorliegenden Messungen, wie auch zur Vergrösserung des vorhandenen Zahlenmaterials anzustellen sind, werden dabei auf alle Gruppen der fliegenden Thiere auszudehnen,

nicht etwa auf die Vögel und Fledermäuse zu beschränken sein, wie es bisher fast immer geschehen ist. Nur v. Lendenfeld hatte die Insekten eingehender berücksichtigt; und dabei ist diese Thierklasse doch in Grösse und Organisation so äusserst vielgestaltig, dass die Grössen- und Formunterschiede der Wirbelthiere dagegen verhältnissmässig geringfügig erscheinen.

C. Eigene Untersuchung.

1. Ziel der Messungen.

Wenn ein fliegendes Thier mit kräftigen Flügelschlägen dem Winde entgegenfliegt und wir denken uns seine Flügelbewegung plötzlich gehemmt, so wird die Grösse der Strecke, die es ohne Flügelschlag wagerecht fortschweben kann, nur von zwei Factoren abhängig sein: von der Grösse der dem Winde dargebotenen Fläche und von dem Quantum lebendiger Kraft, das es im Momente der Sistirung der Flügelschläge besitzt.

Als die dem Winde dargebotene Fläche ist nun natürlich nicht nur die Fläche beider Flügel (f) in Ansatz zu bringen, sondern es ist, wie bereits von Mouillard geschehen, die gesammte Unterfläche des Thieres (F) als wirksame Trag- und Gleitfläche anzusehen.

Um die Höhe der lebendigen Kraft zu bestimmen, die dem vorwärts schiessenden Körper eigen ist, bedarf man mehrerer Messungen. Zunächst muss man das Gewicht des fliegenden Körpers (P) kennen; sodann ist es nothwendig, die Zahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Flügelschläge (n) zu kennen sowie die Grösse der Totalarbeit, die der als Propeller wirksame Flügel mit jeder Bewegung leistet. Letztere Grösse aber hängt ab einerseits von der Grösse der Flügelfläche (f), andererseits von der Entfernung des Druckmittelpunktes des Flügels von der Drehungsaxe (h).

Da, wie Plateau und Marey zeigten, gleiche Gewichte der Muskeln der verschiedensten Thiere zu einer gleichen Arbeitsleistung befähigt sind, so kann, um die Grösse der in einer bestimmten Zeit durch den Flügel zu leistenden Arbeit zu bestimmen, das Gewicht der Flugmuskulatur (p) Verwendung finden.

Bei allen Berechnungen kommt es nun selbstverständlich hauptsächlich darauf an, den Einfluss der Körpergrösse festzustellen,

und es sind somit nicht so sehr die absoluten Maasse von Wichtigkeit, als die Verhältnisszahlen derselben bezogen auf gleiche Gewichte.

Die Wägungen und Messungen, die angestellt sind, um das Flugproblem der Lösung näher zu bringen, sind demnach die Schnelligkeit der Flügelschläge pro Secunde n ,

das Gewicht des ganzen Thieres P ,

das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur p ,

die Segelfläche F ,

die Gesammtfläche beider Flügel f ,

die Klatferweite K ,

die Länge der Flügel (beider Flügel zusammen) l ,

die theoretische Flügellänge h .

Berechnet wurde die relative Grösse dieser Werthe nach den Verhältnissen

$$\frac{p}{P}, \frac{F^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{K}{P^{1/3}}, \frac{l}{P^{1/3}}, \frac{h}{P^{1/3}}.$$

2. Methode der Messungen und Berechnungen.

Bezüglich der in den folgenden Tabellen aufgeführten neuen Messungen und Berechnungen sowie der aus der vorliegenden Literatur entnommenen Zahlenwerthe sei folgendes vorausgeschickt.

Viele der alten Messungen konnten keine Berücksichtigung finden, weil sie nach Methoden erhalten waren, die wie die Prüfung ergab, durchaus unzuverlässig sind.

Zunächst waren alle Daten auszusondern, welche durch Messungen solcher Thiere erhalten waren, die in der Gefangenschaft gelebt hatten. Die in zoologischen Gärten und ebenso auch die als Hausthiere gehaltenen Thiere, ja selbst solche Insekten (z. B. Schmetterlinge), welche sich im Zimmer entwickelt hatten, lieferten Zahlen, die weder unter sich übereinstimmten, noch mit den übrigen harmonirten. Selbst bei halb domesticirten Thieren, wie den Fasanen, und solchen, die wie in der Freiheit herumfliegen, wie die Haustauben, treten sehr bedeutende Differenzen hervor. Dass alle diese Thiere so schwankende Resultate liefern, ist darin begründet, dass dieselben durch den Menschen ernährt werden und mehr oder weniger in der Bewegung gehemmt sind. Sie sind daher bald unnatürlich abgemagert, wie fast alle in den zoologischen Gärten sterbenden Thiere, oder enorm fett, wie die Fasanen.

Bald haben sie, wenn sie zur Messung kommen, ein stark abgestossenes, dann wieder ein sehr vollkommenes Gefieder. — Junge Thiere, deren Gefieder noch nicht vollkommen ausgebildet ist, sowie solche alten Thiere, die gerade in der Mauserung begriffen sind, müssen ebenfalls ganz ausgeschlossen werden. Ein jedes zu vermessende Thier muss daher auf sein Lebensalter und auf den Zustand seines Gefieders genau geprüft werden.

Es wurden demgemäss nur solche Exemplare für die Untersuchung verwendet und in die Tabellen aufgenommen, welche frei lebten und in voller Kräftigkeit plötzlich getödtet waren. Die Insekten wurden im Freien und zwar im Fluge gefangen und durch Blausäuredämpfe getödtet d. h. sie wurden in eine Flasche gesteckt, deren Boden mit cyankalium-haltigem Gipsbrei ausgegossen war. Die Vögel wurden geschossen oder in Schlingen gefangen. Bei geschossenen Thieren ist der Versuchsfehler, den das ausfliessende Blut macht, sehr unbedeutend, auch der Zuwachs an Gewicht durch Kugeln und Schrotkörner kann vernachlässigt werden. Bedeutender erwies sich schon bei Vögeln die Differenz an Gewicht, die durch den sehr wechselnden Inhalt des Kropfes verursacht wird. Eine Entleerung des Kropfes der zu wägenden Thiere erwies sich indessen nicht als nothwendig, da der durch den Kropfinhalt verursachte Versuchsfehler innerhalb der Breite der Differenzen im Gewichte liegt, die ein jedes Exemplar je nach Jahreszeit und Ernährungszustand zeigt.

Die in der angegebenen Weise ausgewählten Thiere wurden nun zunächst gewogen. Für die Wägung von Insekten und anderen kleinen Thieren bis zu 10 gr diente eine chemische Wage (Genauigkeit 0,01 gr bei 10 gr Belastung); für Thiere von 10 bis 500 gr eine kleine, für schwerere Thiere eine grössere Balancierwage.

Ausnahmslos wurde nur bis auf die dritte Decimale genau gewogen. Eine grössere Genauigkeit zu erstreben, wäre nutzlos gewesen wegen der vielfachen Schwankungen, die das Gewicht eines Thieres je nach der Jahreszeit und dem jeweiligen Ernährungszustande — dem Vorrathe an Fett — erleidet.

Nachdem das Gewicht bestimmt war, wurde F und f in der Weise gezeichnet, dass das Thier auf den Rücken und zwar mit wie im Fluge ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfedern auf einen Bogen weisses Papier gelegt wurde, und es wurden sodann die Contouren nachgezeichnet. Die Ausmessung dieser Zeichnungen ge-

schah bei grösseren Thieren durch Zerlegung in Streifen von der Breite eines Centimeters und Ausmessung der durchschnittlichen Länge eines jeden derselben mit einem Centimetermaasse.

Eine Modification dieses Verfahrens war bei den Insekten nothwendig. Diese wurden, nachdem sie gewogen waren, in der gewöhnlichen Weise auf Nadeln aufgesteckt und die Flügel in der Stellung ausgespannt, welche dieselben beim Fluge haben. Nach dem Trocknen wurden sodann die Contouren des Thieres und seiner Flügel auf in Millimetercarreaus getheiltes Skizzenpapier aufgetragen und die Quadratmillimeter abgezählt.

Diese Art der Oberflächenbestimmung ergibt, wie zahlreiche Versuche zeigten, bis in die dritte Decimale übereinstimmende Resultate, wenn eine und dieselbe Zeichnung mehrmals ausgemessen wird. Die Methode der Messung ist also ausreichend genau. Wie bereits erwähnt wurde, zeigt sich ja, wenn ein und derselbe Vogel mehrmals gezeichnet wird, je nach dem Grade der Streckung, den man den Flügeln giebt, ein bedeutender Unterschied ($\frac{1}{100}$) zwischen den verschiedenen Bildern. Ebenso verhält es sich natürlich mit den andern fliegenden Thieren. Auch bei den Fledermäusen und Insekten differiren die Zeichnungen von einander um $\frac{1}{100}$.

Die angewendete Methode der Ausmessung führt mit grosser Schnelligkeit und Bequemlichkeit zum Ziele und ist deswegen allen andern Methoden vorzuziehen. Eine Ausmessung der Zeichnungen durch Auflegen eines in Quadratcentimeter eingetheilten Bogens Pauspapier und Abzählung der Carreaus ist für die Augen sehr ermüdend und ist dabei nicht einmal schneller ausführbar, als das Zerlegen in Streifen von Decimeter- resp. Centimeter-Breite.

Das Verfahren, durch das Mouillard eine möglichst genaue Ausmessung seiner Zeichnungen zu erreichen suchte, ist bereits besprochen und als viel zu umständlich für die zu fordernde Genauigkeit bezeichnet worden. Wegen der grösseren Umständlichkeit ist auch das Ausmessen der Zeichnungen vermittelst des Planimeters verworfen worden, sowie das von Legal und Reichel befolgte Verfahren, die Zeichnungen auf Papier von bekanntem Gewichte zu entwerfen, sie dann auszuschneiden und durch Wägung die Grösse der Oberfläche festzustellen.

Selbstverständlich ist es, dass bei der Aufzeichnung des Thieres auch die Grenze des Flügels gegen den Rumpf zu nachgezogen wurde.

Nach diesem Bilde wurde nun nicht in der von Legal und Reichel angewendeten Art die Lage des Druckmittelpunktes berechnet, sondern nur die Länge des Flügels und die Klafterweite ausgemessen (Genauigkeit $\frac{1}{100}$). Eine Berechnung der Druckmittelpunkte, wie sie Legal und Reichel ausgeführt haben, erwies sich als nicht nothwendig. Die Bestimmung der Flügellängen genügte.

Die Bestimmung des Druckmittelpunktes ist überhaupt mit einiger Unsicherheit behaftet wegen der Unsicherheit des Gesetzes des Luftwiderstandes. Nimmt man ihn proportional der zweiten Potenz der Geschwindigkeit, so wäre er zu berechnen nach der Formel $\int y x^3 dx / \int y x^2 dx = h$ und nicht nach der Formel $\int y x^3 dx = h^3 f$, wie sie Prechtel angiebt und ihm folgend Legal und Reichel anwenden.

(Es würde hiernach die Lage des Druckmittelpunktes bei einem sich verschmälernden Dreieck auf 0,6, bei einem sich verbreiternden Dreieck auf 0,8, bei einem Rechteck auf 0,75 der Länge fallen.)

Bei einigen Thieren wurde dann auch noch die Flugmuskulatur möglichst sauber frei präparirt und mit $\frac{1}{100}$ Genauigkeit gewogen.

Die Berechnungen wurden durchweg auf drei Decimalen genau gemacht. (Tabelle I.)

Die Berechnungen der für die Vergleichung der verschiedenen Flugapparate nothwendigen Verhältnisszahlen erstreckten sich nicht nur auf die durch die eigenen Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen, sondern es bedurfte bezüglich der aus der älteren Literatur entnommenen Zahlen einer ganzen Anzahl von Umrechnungen, um die nothwendige Einheitlichkeit in der Behandlung der Zahlen zu erreichen.

So hatte z. B. Harting, der mit f die Fläche eines Flügels bezeichnete, in seinem $f^{1/2}/P^{1/2}$ Werthe, die sich von unseren durch den Factor $1/2^{1/2}$ unterscheiden; sie sind natürlich nicht halb so gross, wie Marey sagt.

Weit mehr Arbeit machte die Umrechnung der Mouillard'schen Zahlen. Diese bedurften einer vollständigen Neubearbeitung.

Da sie mit grosser Genauigkeit festgestellt sind, sich ausschliesslich auf im Freien lebende Thiere beziehen und sich auf F und P beziehen, so verdienen gerade die Mouillard'schen Messungen und Wägungen eine eingehende Discussion.

3. Analyse der Mouillard'schen Berechnungen.

Die Art, wie Mouillard seine Berechnungen ausführt, lässt deutlich erkennen, dass er bei aller Schärfe und Zuverlässigkeit im Beobachten weder im Stande ist den Werth der durch die Beobachtung gewonnenen Zahlen zu verstehen, noch auch die Gesetzmässigkeit zu erkennen, die zwischen zwei gegebenen Reihen von einander abhängiger Zahlen besteht. Der bedenkliche Mangel an mathematischem Verständnisse, der bei ihm in dem Bestreben hervortritt, weit über das Bedürfniss hinaus genaue Messungen und Berechnungen zu erhalten, zeigt sich noch mehr dadurch, dass er überhaupt gar nicht den Versuch macht, seine durch Messungen und Berechnungen erhaltenen Zahlen irgendwie zu gruppiren. Er würde sonst die einfache Beziehung, die zwischen F und P besteht, gefunden haben müssen.

Ich habe deswegen, um die von Mouillard gegebenen Berechnungen zu verwerthen, es zunächst unternommen, seine Messungen und Wägungen einer graphischen Darstellung zu unterziehen.

Fig. 1.

Fig. 1a.

Wie bereits erwähnt, berechnet Mouillard das zum Tragen eines Gramms erforderliche Segelareal nach dem Verhältnisse F/P , wobei F die in Quadratecentimeter ausgedrückte Segelfläche, P das in Gramm ausgedrückte Gewicht bezeichnet.

Wenn man nun die nach der Mouillard'schen Berechnungsart gefundenen Zahlen z. B. auf in Carreaus eingetheiltem Papier in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte, die Abscissenaxe das für gleiche Gewichte nach Mouillard's Formel F/P berechnete Segelareal angiebt, so sieht man, dass die sämtlichen Vergleichszahlen zwischen zwei in geringen Abständen neben einander hinlaufenden und einander ähnlichen Curven liegen.

Diese Grenzcurven, die auf Fig. 1 und 1^a ausgezogen sind, haben die Gleichung $y x^3 = \text{const.}$ Setzt man in diese Gleichung für $y = P$ und für $x = F/P$, so ergibt sich $F^{1/2}/P^{1/3} = \text{const.}$, d. h. für alle Thiere, die ein und derselben Curve entsprechen, ist $F^{1/2}/P^{1/3}$ gleich. Zwischen den beiden Grenzcurven kann man sich unzählige ähnliche Curven von der Gleichung $y x^3 = \text{const.}$ denken.

Als ein für das Verständniss des Fluges wichtiges Resultat ist demgemäss aus den Mouillard'schen Messungen der Satz abgeleitet: dass die verhältnissmässige Grösse des Segelareals: $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder kurz die Segelgrösse (σ) innerhalb bestimmter

Grenzen schwankt, die von der Grösse des Thieres ganz unabhängig sind.

Dieses wird am einfachsten erkannt, wenn man in derselben Art, wie es bereits oben für die Mouillard'schen Zahlenwerthe geschehen ist, die sämtlichen vorhandenen Werthe für P und $F^{1/2}/P^{1/3}$ in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte P , die Abscissenaxe die relative Segelgrösse $\log. F^{1/2}/P^{1/3}$ angiebt (Fig. 2).

Fig. 2.

Die Tabelle enthält die Messungen Mouillard's sowie meine eigenen. Beide Zahlenreihen zeigen in vollkommener Uebereinstimmung, dass kleine und grosse relative Segelgrösse gleichmässig bei schweren und bei leichten Thieren vorkommt. Man sieht aus dieser graphischen Darstellung, dass bei dieser Art der Berechnung der Einfluss des Gewichtes auf die relative Segelgrösse vollkommen eliminiert ist. Wir können somit das De Lucy'sche „Gesetz“ als beseitigt ansehen.

4. Classification der Flugthiere nach ihrer Segelgrösse $\sigma = F^{1/2}/P^{1/3}$.

Die Tabelle zeigt, dass bei leichten sowohl wie bei schweren Thieren die Segelgrösse zwischen den Zahlen 2 und 7 schwankt. Um die Bedeutung, welche diesen Differenzen in dem Zahlenverhältnisse $F^{1/2}/P^{1/3}$ innewohnt, zu erkennen, ist es das einfachste, wenn man die sämmtlichen Thiere nach dem Werthe von $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder noch vortheilhafter nach denen von $\log. F^{1/2}/P^{1/3}$ ordnet. Man erreicht dadurch, dass Schwankungen um gleiche relative Beträge bei den verschiedensten absoluten Werthen als gleich gross dargestellt werden.

Ein Blick auf die Tabelle II lässt sofort erkennen, dass sich durch diese Art der Anordnung eine Classification der Thiere ergibt nach ihrer Fähigkeit, sich ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten: wir können diese Fähigkeit kurz das Segelvermögen nennen.

Wir sehen hieraus: Die fliegenden Thiere gleichen durch die relative Grösse ihrer Segelfläche ganz den Schiffen. Beim Schiffbau wendet man bekanntlich, um das für ein Schiff von gegebener Grösse erforderliche Segelareal zu finden, die Formel $S/D^{2/3} = a$ oder, was dasselbe ist $S^{1/2}/D^{1/3} = a_1$ an; hierbei bezeichnet S das erforderliche Segelareal in Quadratmeter, D das Displacement (= Gewicht) des Schiffes in Kubikmeter, und a oder a_1 hat für jede Schiffsklasse einen von der Grösse des Schiffes ganz unabhängigen Werth. Indessen schwanken die Werthe von a bei den verschiedenen Schiffsklassen sehr beträchtlich. Den niedrigsten Werth hat a bei den Panzerschiffen ($a = 60$), den höchsten bei den für Regattas gebauten Yachten ($a = 200$, ja in einem Falle selbst 275).

Nun ist ja bekannt, dass von allen Schiffen die Panzerschiffe am schlechtesten, die Yachten am besten segeln, und dass bei der in Bezug auf die relative Grösse des Segelareals die Mitte haltenden Schiffsklassen die Fähigkeit zu segeln steigt und fällt, entsprechend einer Vergrösserung oder Verkleinerung von a ; man nennt daher auch in der Schiffstechnik den Coefficienten a kurz das Segelvermögen.

Von vornherein wird man geneigt sein, zu vermuthen, dass für die Vögel sich analoge Beziehungen werden nachweisen lassen. Eine Prüfung der Tabelle zeigt, dass dieses in der That der Fall ist.

Die Reihe beginnen die kleinflügeligsten Thiere: die Stubenfliege und diejenigen Käfer, welche nur kurze Zeit fliegen, wie *Dyticus*, *Hydrophilus*. Dazu kommen die schlecht fliegenden Wasservögel (*Fulicula*, *Harelda*, *Gallinula*) und diejenigen Hühner, welche keine grossen Schmuckfedern haben (*Bonasa*, *Lagopus*, *Perdix*). Bei allen diesen Thieren ist das Segelvermögen so klein ($\log. \sigma = 0,26$ bis $0,5$), dass an ein Schweben oder Segeln nicht zu denken ist. Diese Thiere fallen daher sehr schnell, selbst heftig zu Boden, sobald die wegen der Kleinheit ($f^{1/2}/P^{1/3}$) und Kürze ($l/P^{1/3}$) der Flügel nothwendigerweise sehr raschen und einen grossen Kraftaufwand p/P erfordernden Flügelschläge aufhören.

Diese Thiere mit flatterndem Fluge kann man kurz als den Wachteltypus bezeichnen.

Ihnen schliessen sich an solche Thiere, welche zwar ebenso kleine Flügelflächen wie die vorigen, aber doch ein etwas grösseres Segelareal haben, $\log. \sigma = 0,6$. Hierzu gehören die Hühner mit grossen Schmuckfedern (*Phasianus*, *Tetrao urogallus*, *Pavo*) und Insekten mit grossen Geschlechtszierrathen (*Lucanus*). Diese Thiere vom Fasanentypus können zwar ebenso wenig wie die vorigen längere Zeit fliegen, sie brauchen aber doch nicht beim Senken des Körpers so ängstlich zu flattern, wie die Thiere vom Wachteltypus. Geradezu ein Hinderniss für die rasche Fortbewegung wird die Steigerung des Segelareales beim Pfau; trotz verhältnissmässig grosser und zumal langer Flügel und kräftiger Flugmuskulatur fliegt derselbe nur sehr langsam.

Dem Fasanentypus gleich stehen in Bezug auf die Segelgrösse die Sperlinge und Staare, Drosseln und Erdbtauben (*Columba aegyptiaca*), die Schnepfen und Brachvögel (*Numenius*) $\log. \sigma = 0,6$. Auch sie, die Thiere vom Sperlingstypus, fliegen ebenso wie die vom Wachteltypus mit raschen Flügelschlägen, können aber, wenn sie sich von der Höhe herabsenken, die Flügel längere Zeit ruhig halten; sie können also, wenn auch nicht segeln, so doch gleiten. Diese Fähigkeit zu gleiten wächst mit zunehmender Segelgrösse mehr und mehr (bei den Fledermäusen und Regenpfeifern, den Lerchen, dem Ibis).

Den Vögeln vom Sperlingstypus schliessen sich durch gleiche Segelgrösse die Thiere vom Schwalbentypus an, eine kleine Anzahl äusserst langflügeliger Thiere (*Cypselus*, *Hirundo*, *Caprimulgus*), bei denen die Länge der Flügel ($l/P^{1/3}$) und die riesige

Entwicklung der Brustmuskulatur (p/P) bewirkt, dass ein einziger Schlag ihrem Körper eine sehr bedeutende Bewegungsgrösse verleiht. Durch einen solchen rapiden und kraftvollen Flügelschlag, *coup de fouet*, wie ihn die Franzosen bezeichnend nennen, werden sie in den Stand gesetzt, weit grössere Strecken ohne Flügelschlag zu durchgleiten, als es bei ihrer Segelgrösse sonst möglich sein würde.

Wenn die relative Grösse des Segelareals den Werth 5 ($\log. \sigma = 0,7$) erreicht, so beginnt der Flug einen wesentlich von dem der früheren verschiedenen Charakter anzunehmen. Die Dauer der passiven Flugtouren, die schon früher länger und länger wurde, steigert sich successive bei den grossen Krähen (Nebelkrähe und Rabe), dem Kiebitz und Zwergreiher, den Falken und Geiern, Eulen und Pelikanen, sowie den Störchen zum kreisenden Fluge. Bei allen diesen Thieren ist die Segelgrösse so bedeutend (5—6; $\log. \sigma = 0,7—0,8$), dass es nur einer geringen Windstärke bedarf, um die Thiere selbst ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten, und zwar ist die zum Kreisen erforderliche Windstärke um so kleiner, je grösser die Segelgrösse ist. Dieses folgt sowohl aus der theoretischen Ueberlegung wie aus der Beobachtung. So sieht man, dass die Krähen, der Sperber und der Hühnerhabicht nur bei frischer Brise kreisen können, während die Bussarde und der Milan, die Störche und grossen Geier auch bei schwacher Luftbewegung diese bequemste von allen Bewegungsarten anwenden können. Am schönsten beobachtet man den kreisenden Flug bei den Geiern. Es lassen sich daher die Thiere, welchen diese Flugart eigen ist, passend als Geiertypus bezeichnen.

Die einzelnen Bewegungen beim Geierfluge sind folgende.

Der Vogel lässt, nachdem er sich durch Muskelthätigkeit in die Höhe gearbeitet hat, den Wind von hinten her auf sein Gefieder wirken, er lässt sich vom Winde treiben. Dabei erfährt er eine sehr bedeutende Vorwärtsbewegung und zugleich eine kleine Senkung. Das Thier fliegt indessen hierbei nicht gerade aus, sondern es dreht sich; denn während des Gleitens verschiebt der Vogel entweder seinen Schwerpunkt seitwärts durch Wenden des Kopfes oder er verschiebt den Druckmittelpunkt der ganzen dem Winde dargebotenen Fläche seitwärts, indem er den Flügel der einen Seite verkürzt. In beiden Fällen ist der Effekt derselbe: es wird ein Drehungsmoment geschaffen, das das Thier im Kreise

herum zu bewegen strebt. — Wendet z. B. ein Storch, wenn er vor dem Winde abwärts gleitet, seinen Kopf links, oder verkürzt ein Adler oder Geier seinen rechten Flügel, so erfährt das Thier eine Rechtswendung, die es schliesslich gegen den Wind kehrt. Sowie nun der Luftstrom das Thier von vorne fasst, so ändert sich die Stellung der vorher, so lange der Wind von hinten kam, aufgeblähten Federn; das Gefieder legt sich dicht an den Körper an, und somit durchschneidet der Vogel jetzt die Luft mit seinen Flügeln, er durchbohrt sie mit seinem spitz zulaufenden Kopfe in der Weise, dass er nur einen viel geringeren Widerstand erfährt als vorher. Durch geschickte Stellung der Flügel und, wo derselbe einigermassen gross ist, auch des Schwanzes wird der zu überwindende Luftwiderstand zur Hebung benutzt. Dabei wird nun allerdings die von dem Vogel vorher erworbene lebendige Kraft schnell verbraucht. Aber das Thier erhält ja bei weiter fortgesetzter Drehung bald wieder einen neuen Impuls, indem der Wind das Gefieder wieder von neuem von hinten fasst. Die Bahn, die ein solcher Vogel beim Kreisen beschreibt, ist demgemäss eine um einen geneigten Cylinder beschriebene Spirallinie. Ausnahmslos muss der Mittelpunkt der Kreise, die ein ohne Flügelschlag fliegender Vogel beschreibt, sich entweder horizontal (in der Richtung des Windes) oder vertikal (in der Richtung der Schwerkraft) verschieben. Ein wirkliches Stehenbleiben in der Luft, oder ein Kreisen um einen ruhenden Punkt ist nicht möglich ohne active Flugbewegungen.

Den Geiern gleichen in Bezug auf ihre Segelgrösse die Thiere vom Möwentypus, die Sturmvögel und Möwen.

In Grösse und Form der Flügel verhalten sie sich ähnlich zu den Geiern, wie die Schwalben zu den Sperlingen, d. h. ihre Flügel sind ebenso gross wie die Geierflügel, aber dabei bedeutend schmaler, und die Möwen bewegen sich daher in einer von der Art des Geierfluges recht abweichenden Weise.

Indessen sind die Differenzen, welche zwischen dem Mövenfluge und dem Geierfluge hervortreten, keineswegs, wie man wohl erwarten könnte, dieselben, welche, wie wir sahen, vorhanden sind zwischen dem Schwalbenfluge und dem Sperlingsfluge. Bei den schmalen Flügeln der Schwalbe bewirkt der Umstand, dass die Druckmittelpunkte der langen Flügel von den Drehungspunkten weit entfernt sind, dass der Vogel sich einen ungleich kräftigeren

Luftstrom erzeugt, als es den kurzflügeligen Thieren bei gleichem Flügelareale möglich ist; die gerade bei den Schwalben ganz ausserordentlich kräftige Brustmuskulatur (p/P) setzt diese Thiere in den Stand, einen solchen Luftstrom anhaltend und besonders stark zu erzeugen. Auch bei den Möwen liegen die Druckmittelpunkte der Flügel weit von den Drehungspunkten entfernt, aber es fehlt ihnen die kräftige Brustmuskulatur der Schwalbe, ja die Möwen haben sogar von allen fliegenden Thieren die schwächste Flugmuskulatur (p/P). Die Möwen können daher ihre Flügel nicht lange Zeit anhaltend und mit grosser Kraft bewegen; sie können sich nicht selbst den Luftstrom erzeugen, der sie tragen soll. Dagegen ist kein Thier so geschickt, vorhandene Luftbewegung, sie sei nun stark oder schwach, so gut auszunutzen wie die Möwe. Die Verlängerung der Flügel, die weite Hinauslegung der Druckmittelpunkte der beiden Flügel vom Körper gewährt ihnen die Mittel zu dieser wirksamen Ausnutzung. Die Flügellänge ist es, die ihnen die grösste Migrationsfähigkeit verleiht, die von irgend einem Thiere erreicht wird. Sie übertreffen ja selbst die Schwalben und die Falken in der Weite ihrer Wanderzüge.

Ebenso wie die Thiere vom Geiertypus benutzen auch die Möwen vorhandene Luftbewegung, aber sie sind nicht darauf beschränkt, den gerade von hinten kommenden Wind zu benutzen; die Möwen kreuzen vielmehr gegen den Wind; ihre langen und rasch und dabei in sehr mannigfaltiger Weise verstellbaren Unterarme wirken dabei wie riesige, leicht verstellbare Raaen. Je nach Bedürfniss wird die Segelfläche bald hier bald dort in Bezug auf ihre Grösse und die Richtung verändert. Es muss daher zweifellos, ebenso wie der Schwalbenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Propellern anzusehen ist, der Möwenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Segeln betrachtet werden. Gerade bei den Möwen beobachtet man daher auch am leichtesten die Regulirung der Grösse der relativen Segelfläche je nach der Stärke des Windes. Beobachtet man z. B. eine Schaar Möwen, die bei heftigem Winde am Strande der Nordsee über dem Deiche kreist; jedes Mal, wenn ein Thier über den Deich wegschiesst, wird es von dem heftigen, von der schrägen Böschung des Deiches abprallenden Luftstrom plötzlich von unten getroffen; jedes Mal bewirkt aber auch dieser das Thier so plötzlich treffende Luftstrom eine ebenso plötzliche Verkleinerung des Segelareales. In

schwächerem Winde vergrössert die Möwe ihr Segelareal mehr und mehr. Beide Manöver, die Vergrösserung wie die Verkleinerung des Segelareals, geschehen dabei so schnell und dabei mit einer solchen Sicherheit in der Abmessung der für jede Windstärke erforderlichen Segelgrösse, dass man deutlich erkennt, dass die Regulirung eine durchaus automatische ist, d. h. durch den Wind selbst bewirkt wird.

Wie wichtig die Fähigkeit, die Segel nach Belieben zu verkleinern, für die Vögel ist, erkennt man recht deutlich, wenn man den Flug eines Falken, einer Möwe oder eines andern guten Fliegers unter den Vögeln mit dem eines Insektes von gleicher Segelgrösse vergleicht.

Den Insekten fehlt bekanntlich die Fähigkeit ihre Flügel zu verkürzen und die Segelfläche zu verkleinern, ganz und gar. Wir finden daher bei ihnen das Segelvermögen sehr wenig ausgebildet. Die Tagfalter zumal der Segelfalter und Schwalbenschwanz zeigen sehr deutlich, in welcher Weise selbst die besten Segler unter den Insekten hinter den Vögeln zurückstehen. Diese Tagfalter haben die gleiche Segelgrösse, wie die Bussarde und Milane ($\log. \sigma = 0,8$), sie können in Folge davon auch bei ruhigem Wetter und mit dem Winde weite Strecken ruhig gleitend zurücklegen; sie können aber nie kreisen, und wenn der Wind nur einigermaßen stark ist, so verlieren sie vollkommen die Fähigkeit gegen denselben anzufliegen; sie werden vielmehr willenlos fortgerissen.

Die Schwäche der Flugmuskulatur der Tagfalter und die Kürze der Flügel (p/P und $l/P^{1/3}$) bewirken, dass ihre Flügelschläge weniger kräftig sind.

Abgesehen von den Tagfaltern, die einen besonderen Flugtypus bilden, gehören die Insekten durchweg zu einem oder dem andern der besprochenen Flugtypen.

Diese Flugtypen, wie sie soeben aufgezählt sind, entsprechen nun durchaus den von Mouillard aufgestellten. Die grosse Uebereinstimmung, die sich in den Resultaten zeigt, giebt uns zugleich ein Gefühl der Sicherheit in Bezug auf die erlangten Resultate. Mouillard vermuthete, dass zwischen F und P ein gesetzmässiges Zahlenverhältniss bestehen müsse; nur unter der Voraussetzung einer vorhandenen Abhängigkeit der beiden Zahlenreihen von einander haben seine Berechnungen einen Sinn; wir haben gesehen, wie eine unglücklich gewählte Form der Berech-

nung ihn das ihm vorschwebende Ziel verfehlen liess. Die von Mouillard in einem Flugtypus zusammengefassten Thiere zeigen, wenn man F und P nach dem Verhältniss $F^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, nahezu vollständige Uebereinstimmung. Es ist dieses auf der einen Seite ein Beleg für die Genauigkeit der Mouillard'schen Beobachtungen, die er zu seiner Classification verwendete, andererseits ein Beweis für die Anwendbarkeit der Form $F^{1/2}/P^{1/3}$ zur Classification der Flugthiere.

D. Die Schnelligkeit der Flügelbewegung.

Sowohl bei den Untersuchungen v. Lendenfeld's wie bei denen von Legal und Reichel war die Zeitdauer der einzelnen Flügelschläge ausser Acht gelassen worden. Es ist bereits angedeutet worden, dass die Nichtbeachtung dieses wichtigen Factors mehrfach zu Irrthümern Veranlassung gegeben hat. Der Hauptgrund, weswegen die Zeitdauer der Flügelschläge der verschiedenen Thiere nicht die Beachtung fand, die ihr zukommt, war offenbar die Schwierigkeit, exakte Beobachtungen anzustellen über die Schnelligkeit, mit der die einzelnen Flügelschläge aufeinander folgen; wegen der enormen Rapidität der Bewegungen waren lange Zeit alle Angaben über die Zahl der Flügelschläge ausserordentlich wenig zuverlässig.

Erst dem genialen Scharfsinne und der unermüdlichen Ausdauer Marey's verdanken wir einerseits einige Methoden, die mit Sicherheit die Zeitdauer der Flügelschläge zu messen gestatten, andererseits eine Reihe von Beobachtungen über diesen wichtigen Factor.

Es ist allerdings die Zahl der Beobachtungen noch keine sehr grosse; indessen genügt sie doch schon, um zu erkennen, dass eine Abhängigkeit besteht zwischen der Zahl der Flügelschläge und dem Körpergewichte.

Die Tabelle III giebt die Schnelligkeit der Flügelschläge nach den Messungen Marey's und zugleich die Gewichte der Thiere nach eigenen Wägungen.

Stellt man sich nun die zwischen P und n bestehenden Zahlenverhältnisse graphisch dar, indem man die Zahlenwerthe auf ein Coordinatensystem aufträgt, so sieht man, dass ebenso wie bei der graphischen Darstellung der Mouillard'schen Verhältniss-

zahlen die sämtlichen Punkte innerhalb zweier einander sehr naher Curven fallen, deren Gleichung die Formel darstellt: $n \cdot P^{1/3} = \text{const.}$ (Fig. 3^a). (Die ausgezogene Curve ist die Hyperbel $n P^{1/3} = 60$).

Fig. 3a.

Eine spätere Untersuchung wird zu zeigen haben, worin die kleinen Schwankungen zwischen den Werthen für $n \cdot P^{1/3}$ ihren Grund haben; ob, wie es den Anschein hat, das Segelareal oder die Flügelgrösse bestimmend wirkt.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass mit Ausnahme von Pieris die Zahl der Flügelschläge der Flugthiere sehr annähernd umgekehrt proportional ist der Kubikwurzel aus den Gewichten derselben.

Das im ersten Theile dieser Arbeit gezeigte Gesetz, dass Thiere von gleicher Flugmethode und verschiedenem Gewichte ähnlich sind und diese aus den Marey'schen Beobachtungen abgeleitete Beziehung zwischen Körpergewicht und Schnelligkeit der Flügelschläge lässt sich vielleicht zusammenfassen in dem Satze:

Die Enden (und ebenso die Druckmittelpunkte) grosser und kleiner Thiere bewegen sich mit annähernd gleicher Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit der Endpunkte der Flügel beträgt, wenn man die Grösse des Schlagwinkels (nach den Momentphotographien)

auf 150° veranschlagt, bei denjenigen Thieren, von denen Messungen vorliegen, durchschnittlich $\frac{2 \cdot n \cdot l \cdot \pi \cdot 150}{360}$ etwa 9,4 m pro Secunde. Die Figur 3^b giebt die theoretische Lage der Hyperbel

Fig. 3b.

$n l = 360$, sowie die durch die Beobachtung gefundenen Werthe an. Sie lässt den (ausser bei Pieris) beträchtlichen Grad der Uebereinstimmung zwischen der Theorie und der Beobachtung erkennen.

Tabelle

Zusammenstellung des Gewichtes P , des Segelareales F , der Flügelflächen
theoretischen Flügellänge h ; Berechnung der relativen

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	$\lg. \frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
1	Pteropus edulis	Harting	1380	117,6	8,52	0,930		
2	Pteropus Geoffroyi	Mouillard	53				303	4,64
3	Macroglossus minimus	Harting	21,4					
4	Phyllostoma perspicillatum	"	47,7					
5	Phyllostoma spectrum	"	164					
6	Megaderma trifolium	"	52,1					
7	Glossophaga soricinus	"	14,6					
8	Vespertilio pipistrellus	"	5,6	0,35	6,25	0,796		
9	Vespertilio murinus mas.	v. Lendenfeld	20,9					
10	Vespertilio murinus	Harting	34,9					
11	Vespertilio pipistrellus	Müllenhoff	3,703				57,09	4,88
12	Plecotus auritus	Harting	10,4	0,76	7,31	0,864		
13	Taphozous saccolaeus	"	18,7					
14	Mormops spec.	"	20,8					
15	Nyctinomus aegyptiacus	Mouillard	6				94,1	5,34
16	Molossus longicaudatus	Harting	33,5					
17	Noctilio unicolor	"	44,5					
18	Lanius excubitor femin.	v. Lendenfeld	31					
19	Turdus merula	Marey	94,0					
20	Turdus merula mas.	Harting	88,8	19,05	21,5	1,332		
21	Turdus merula	Legal u. Reichel	74	19,6	26,5	1,423		
22	Turdus pilaris	Müllenhoff	100				316	3,83
23	Turdus pilaris mas.	Harting	103,4	23,3	22,5	1,353		
24	Saxicola oenanthe	Marey	56,1					
25	Parus coeruleus	Harting	9,1					
26	Parus major	"	14,5	2,10	14,5	1,161		
27	Alauda cristata	Marey	36,8					
28	Alauda cristata	Mouillard	34				220	4,58
29	Alauda cristata mas.	"	37				241	4,66
30	Alauda arvensis	Harting	32,2	5,10	15,8	1,200		
31	Emberiza gubernatrix	"	25,5	2,03	7,96	0,901		
32	Fringilla spinus	"	10,1					
33	Fringilla cannabina	Legal u. Reichel	19	5,18	27,2	1,436		
34	Petrocincla cyanea	Mouillard	53				236	4,09
35	Budytes flava	"	20				139	4,34
36	Passer domesticus femina	v. Lendenfeld	28,33					
37	Passer domesticus mas.	Mouillard	27				134	3,86
38	Passer domesticus femina	"	25				121	3,76
39	Passer domesticus	Legal u. Reichel	34	8,74	25,7	1,410		
40	Bombycilla garrula	Harting	60,0	11,0	18,3	1,263		
41	Sturnus vulgaris	Marey	78					
42	Sturnus vulgaris	Legal u. Reichel	82,5	20,48	24,8	1,395		
43	Sturnus vulgaris mas.	Harting	86,4	16,45	19,1	1,280		
44	Sturnus vulgaris	Mouillard	71				242	3,76
45	Gracula religiosa	Harting	161	17,2	10,7	1,029		
46	Corvus aegyptiacus	Mouillard	395				1426	5,15
47	Corvus corax	"	615				2045	5,32
48	Corvus cornix	Legal u. Reichel	615	141	22,9	1,360		
49	Corvus cornix	"	615	151	24,6	1,390		
50	Corvus cornix	"	598	140	23,4	1,394		

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
51	Corvus cornix	Legal u. Reichel	595	131	22,0	1,343		
52	Corvus cornix	"	565	140	24,8	1,394		
53	Corvus cornix	"	557	115	20,6	1,315		
54	Corvus cornix	"	557	120	21,5	1,333		
55	Corvus cornix	"	547	129,7	23,8	1,376		
56	Corvus cornix	"	519	121	23,3	1,368		
57	Corvus cornix	"	498	103,9	20,9	1,320		
58	Corvus cornix	Marey	375					
59	Corvus cornix	Legal u. Reichel	493	108,4	21,9	1,341		
60	Corvus frugilegus	"	575	1219	21,0	1,323		
61	Corvus frugilegus	"	419	89	21,4	1,332		
62	Corvus corone	"	507	109,6	21,7	1,336		
63	Corvus corone	"	484	100,6	20,8	1,320		
64	Corvus corone	"	498	115,1	23,1	1,346		
65	Corvus corone	"	477	98,6	19,6	1,293		
66	Corvus monedula	"	230	54,06	23,5	1,375		
67	Corvus monedula	"	225	55,0	24,5	1,388		
68	Corvus monedula	"	204	53,3	26,1	1,417		
69	Corvus pica	"	202	48,96	24,2	1,385		
70	Corvus pica	"	190	35,3	18,6	1,269		
71	Corvus pica	Marey	179	42,02	23,5	1,370		
72	Corvus pica	"	275					
73	Corvus pica	Legal u. Reichel	212					
74	Nucifraga caryocatactes	"	176	43,3	24,6	1,391		
75	Nucifraga caryocatactes	"	174	39,6	22,8	1,358		
76	Garrulus glandarius	"	125	36,4	29,1	1,464		
77	Garrulus glandarius	"	132	37,5	28,4	1,453		
78	Garrulus glandarius	Müllenhoff	180				900	5,31
79	Garrulus glandarius	Legal u. Reichel	156	40,1	25,7	1,410		
80	Garrulus glandarius	"	165	39,9	24,2	1,384		
81	Garrulus glandarius	"	188	45,0	23,9	1,379		
82	Upupa epops	Marey	49,1					
83	Upupa epops	Mouillard	62				480	5,54
84	Cypselus apus femina	v. Lendenfeld	33,5					
85	Cypselus apus	Mouillard	33				159	3,93
86	Hirundo rustica	v. Lendenfeld	15,7					
87	Hirundo rustica	"	19,4					
88	Hirundo rustica	"	18					
89	Hirundo rustica	"	19,9					
90	Hirundo rustica femina adulta	"	19,9					
91	Hirundo rustica femina juv.	"	19,4					
92	Hirundo urbica	Marey	18,0					
93	Cotyle rupestris	Mouillard	16				124	4,42
94	Caprimulgus	"	62				403	5,07
95	Ceryle maxima	Marey	86,0					
96	Ceryle maxima	"	82,9					
97	Psittacus erithacus	Harting	300	37,9	12,5	1,102		
98	Psittacus erithacus	Müllenhoff	200				1038	5,51
99	Chrysotis amazonica	"	300				1246	5,27
100	Plectolophus sulfureus	Harting	250	23,9	9,6	0,981		
100a	Picus viridis	Legal u. Reichel	101	28,08	27,8	1,444		
101	Alcedo ispida femina	Mouillard	27				116,7	3,60
102	Alcedo ispida mas.	"	31				130	3,63
103	Alcedo ispida mas.	"	34				131	3,53
104	Coracias garrula	"	133				753	5,38

$\lg. \sigma$	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	$\lg. \frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	$\lg. \frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	$\lg. \frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	$\lg. \frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	1286	4,26	0,630							20,2	2,38	0,376	
	1310	4,38	0,641							23,18	2,81	0,448	
	1260	4,33	0,636	78	9,48	0,947				21,1	2,56	0,409	
	1324	4,42	0,646										
	1324	4,45	0,648							22,7	2,78	0,443	
	1280	4,42	0,625							22,0	2,74	0,437	
	1003	4,00	0,601							18,5	2,33	0,368	
	1156	4,72	0,674										
	1285	4,31	0,635	92	12,1	1,044				22,8	2,74	0,438	
	1144	4,52	0,655							21,3	2,85	0,454	
	1144	3,82	0,582							20,75	2,61	0,416	
	988	4,00	0,602							19,8	2,52	0,402	
	1284	4,52	0,655							23,4	2,95	0,470	
	1190	3,60	0,556										
	700	4,318	0,653							16,2	2,64	0,422	
	601,4	4,03	0,606	60,0	9,87	0,994				14,81	2,43	0,386	
	610	4,13	0,623	64	10,9	1,036							
	560	4,033	0,606	55,5	9,46	0,976				12,6	2,15	0,332	
	522	3,974	0,599							12,23	2,12	0,327	
	482	3,895	0,591	51	9,05	0,957				10,95	1,95	0,290	
	690	4,04	0,606										
	540	3,91	0,592										
	460	3,83	0,583										
	466	3,87	0,587							11,75	2,16	0,325	
	443	4,32	0,635							11,7	2,34	0,369	
	508	3,60	0,556							12,1	2,38	0,376	
0,725	565	4,21	0,624	56	9,92	0,996	47,3	8,38	0,923				5,00
	546	4,34	0,638							12,6	2,34	0,369	
	490	4,04	0,606							11,0	2,01	0,302	
	551	4,10	0,613							12,6	2,20	0,342	
	329	4,95	0,695										
0,743				43,0	10,9	1,036							7,74
0,595	144	3,72	0,571										
				37,6	11,72	1,069							4,82
	135	4,64	0,667										
	114	3,08	0,599										
	110	4,00	0,602										
	134	4,27	0,631										
	134	4,27	0,631										
	114	3,97	0,599										
	120	4,18	0,621										
0,645				31	12,3	1,090							7,74
0,705				50,9	12,86	1,109							6,50
	2,88	3,85	0,585										
	270	3,77	0,576										
	584	3,61	0,558				59,6	8,90	0,950				
0,742	710	4,56	0,659	71	12,1	1,084	60	10,3	0,011				5,19
0,722	895	4,47	0,650	73	10,9	1,038	63	9,41	0,974				4,15
	544	3,70	0,569				60,6	9,62	0,983				
	408	3,83	0,583							11,73	2,51	0,400	
0,556				23,2	7,73	0,888							4,32
0,560				25	7,96	0,901							4,33
0,548				26,2	8,09	0,908							3,84
0,730				62,5	12,1	1,088							5,66

No.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
105	Merops apiaster	Marey	18,30					
106	Vultur cinereus	"	1535					
107	Vultur spec.	"	1664					
108	Otogyps auricularis	Mouillard	8152				11129,5	5,24
109	Gyps fulvus	"	7501				10445	5,22
110	Neophron percnopterus	"	1705				4132	5,38
111	Haliaetus albicilla	Müllenhoff	5000				11047	6,15
112	Haliaetus albicilla	"	4500				9420	5,88
113	Haliaetus albicilla	"	4900				8000	5,266
114	Pandion haliaetos	Legal u. Reichel	3055	744	24,3	1,386		
115	Pandion haliaetos	Mouillard	1270				3292	5,30
116	Pandion haliaetos	Legal u. Reichel	1950	518	26,6	1,424		
117	Falco migrans	Marey	620					
118	Falco tinnunculus	"	129					
119	Falco tinnunculus	Mouillard	181				920	5,36
120	Falco tinnunculus	Legal u. Reichel	260	51,7	19,9	1,299		
121	Falco tinnunculus minor	Marey	147					
122	Falco Kobeck (?)	"	282					
123	Falco subbuteo	"	510					
124	Falco peregrinus	Mouillard	580				1542	4,71
125	Milvus aegyptius	"	640				2874	6,22
126	Astur palumbarius	Müllenhoff	800				2100	4,936
127	Astur palumbarius	Mouillard	290				1030	4,85
128	Accipiter nisus femina	Müllenhoff	260				1210	5,45
129	Accipiter nisus juvenis	Legal u. Reichel	275	85,1	31,0	1,491		
130	Accipiter nisus	"	766	250	32,7	1,514		
131	Accipiter nisus	Mouillard	152				934	5,73
132	Accipiter nisus	Müllenhoff	150				685	4,926
133	Accipiter nisus femina	"	250				1080	5,22
134	Accipiter nisus mas	v. Lendenfeld	266					
135	Circus aeruginosus	Marey	209					
136	Buteo vulgaris	Müllenhoff	900				3570	6,19
137	Buteo vulgaris	"	900				3560	6,18
138	Buteo vulgaris	"	800				3240	6,13
139	Buteo vulgaris	"	600				3055	6,55
140	Buteo vulgaris	Marey	785					
141	Buteo vulgaris	Legal u. Reichel	785	154,6	19,7	1,295		
142	Buteo vulgaris	"	1217	242	19,8	1,297		
143	Archibuteo lagopus	"	862	176,9	20,5	1,313		
144	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	1000				3583	5,99
145	Archibuteo lagopus	"	890				3200	5,88
146	Archibuteo lagopus	"	1000				3686	6,07
147	Archibuteo lagopus	"	1000				3550	5,96
148	Archibuteo lagopus	"	900				3000	5,673
149	Archibuteo lagopus	"	1125				3980	6,07
150	Archibuteo lagopus	"	750				3550	6,56
151	Strix flammea	"	400				1580	5,40
152	Strix flammea	"	250				1800	6,735
153	Strix flammea	Mouillard	305				1412	5,58
154	Asio otus	Müllenhoff	275				1470	5,90
155	Asio otus	Legal u. Reichel	232	47,9	20,6	1,315		
156	Asio otus	"	237	50,84	21,4	1,331		
157	Asyo brachyotus	Müllenhoff	370				1710	5,76
158	Syrnium aluco	Legal u. Reichel	1777	376	21,1	1,325		
159	Athene passerina	Marey	129					

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	117	4,11	0,613										
	3233	4,93	0,693										
	3131	4,72	0,674										
0,720				266	13,2	1,121							1,36
0,718				251	12,8	1,108							1,39
0,731				161,5	13,5	1,131							2,42
0,789	7973	5,22	0,718	226	13,2	1,121	190	11,1	1,046				2,20
0,769	7000	5,07	0,705	217	13,1	1,119	182	11,0	1,042				2,09
0,722	6200	4,64	0,666	209	12,3	1,090	185	10,9	1,037				1,63
	5852	5,27	0,722							49,0	3,38	0,528	
0,724				155	14,3	1,155							2,59
	3142	4,49	0,653							41,8	3,35	0,525	
	1904	5,12	0,709										
	642	5,02	0,700										
0,729				74,0	13,1	1,117							5,08
	680	4,09	0,611	65	10,2	1,008				18,0	2,82	0,450	
	546	4,42	0,646										
	970	4,75	0,676										
	1684	5,14	0,711										
0,673				104	12,4	1,094							2,65
0,794				133	15,4	1,189							4,49
0,693	1,520	4,20	0,623	103	11,1	1,045	92	9,91	0,991				2,51
0,686				71,8	10,85	1,035							3,55
0,736	800	4,43	0,647	75	11,8	1,070	67	10,5	1,021				4,65
	690	4,29	0,633	68	10,5	1,019				17,9	2,75	0,440	
				88,5	9,67	0,986							
0,758				61,8	11,58	1,064							6,14
0,693	496	4,19	0,622	55,5	10,4	1,019	49,5	9,32	0,969				4,57
0,717	710	4,23	0,626	69	11,0	1,040	60	9,53	0,971				4,32
	866	4,58	0,661										
	1188	5,81	0,764										
0,792	2610	5,29	0,724	130	13,5	1,129	113	11,7	1,068				3,86
0,791	2590	5,27	0,722	126	13,1	1,116	109	11,3	1,053				3,85
0,788	2210	5,06	0,705	125	13,5	1,129	105	11,3	1,054				4,05
0,817	2170	5,52	0,742	117	13,9	1,142	100	11,9	1,074				5,09
	1651	4,41	0,644										
	2350	4,54	0,657	123	11,5	1,061	30,1	2,82	0,450				
	2280	5,02	0,700	120	12,6	1,101				31,0	3,26	0,513	
0,777	2359	4,86	0,687	140	14,0	1,146	117	11,7	1,068				3,58
0,770	2020	4,67	0,670	129	13,4	1,128	108	11,2	1,050				3,59
0,783	2445	4,95	0,695	135	13,5	1,130	114	11,4	1,057				3,69
0,775	2510	5,01	0,700	144	13,0	1,114	123,5	11,3	1,053				3,55
0,754	2220	4,88	0,689	132	13,7	1,136	115,5	12,0	1,080				3,333
0,783	2880	5,15	0,712	143	13,7	1,138	123	11,8	1,072				3,53
0,817	2420	5,41	0,734	137	15,1	1,178	116	12,8	1,106				4,73
0,732	1190	4,68	0,670	97	13,2	1,119	84	11,4	1,057				4,62
0,828	1440	6,02	0,780	97	15,4	1,188	84,5	13,4	1,128				7,20
0,747				94	14,0	1,145							4,62
0,771	1010	4,89	0,689	92	14,1	1,151	88,5	13,6	1,134				5,35
	1102	5,40	0,733	92	15,0	1,1753				21,8	3,55	0,550	
	1154	5,49	0,740							21,12	3,41	0,533	
0,760	1230	4,89	0,689	103	14,3	1,157	88	12,3	1,088				4,62
	3020	4,54	0,657	94,5	7,80	0,892				33,2	2,74	0,438	
	442	4,16	0,619										

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
160	Athene passerina	Marey	123					
161	Ephialtes scops	Mouillard	150				584	4,55
162	Columba livia	De Lucy	290					
163	Columba livia mas.	v. Lendenfeld	298					
164	Columba livia mas	Müllenhoff	205				1033	5,37
165	Columba livia femina	"	202				837	4,93
166	Columba domestica	Legal u. Reichel	206	93,8	45,5	1,658		
167	Columba domestica	"	335	113	34,7	1,541		
168	Columba aegyptiaca mas.	Mouillard	257				597	3,48
169	Columba vinacea	Marey	112					
170	Columba aegyptiaca	Mouillard	223				627	4,13
171	Columba aegyptiaca	"	110				513	4,73
172	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2700				2900	3,87
173	Tetrao urogallus mas.	"	2600				2916	3,927
174	Tetrao urogallus femina	"	1450				2250	4,17
175	Tetrao tetrix mas.	"	1350				1571	3,59
176	Tetrao tetrix mas.	"	1030				1268	3,53
177	Tetrao tetrix mas.	"	1200				1460	3,60
178	Tetrao tetrix femina	"	730				881	3,30
179	Tetrao tetrix femina	"	1000				1250	3,54
180	Tetrao bonasia	"	370				630	3,50
181	Tetrao bonasia	"	375				585	3,354
182	Lagopus alpinus	"	530				925	3,76
183	Lagopus alpinus	"	650				730	3,12
184	Perdix rufa	"	380				613	3,418
185	Perdix rufa	"	340				600	3,52
186	Perdix cinerea mas.	"	450				593	3,178
187	Perdix cinerea	Legal u. Reichel	320	105	32,8	1,516		
188	Perdix cinerea	"	372	123	33,1	1,519		
189	Perdix cinerea	"	375	126	33,6	1,530		
190	Perdix cinerea	Marey	280					
191	Coturnix communis	Mouillard	100				222	3,21
192	Coturnix communis mas.	v. Lendenfeld	92,1					
193	Pavo crist. m. (Schwanz 30 cm lg.)	Müllenhoff	3300				5780	5,11
194	Phasianus colchicus fem.	"	950				1185	3,502
195	Phasianus colchicus mas.	"	1100				1455	3,70
196	Phasianus colchicus mas.	"	1000				1486	3,86
197	Phasianus colchicus mas.	"	1570				1645	3,49
198	Phasianus colchicus mas.	"	1250				1838	3,98
199	Phasianus colchicus mas.	"	1125				1460	3,674
200	Meleagris gallopavo	Mouillard	3000				3200	3,92
201	Otis tarda femina	Müllenhoff	8900				7335	4,133
202	Otis tarda mas.	"	9600	2300	23,9	1,378	8191	4,259
203	Grus (Grue d'Australie)	De Lucy	9500					
204	Rallus pectoralis	Harting	142	15,4	10,8	1,034		
205	Rallus aquaticus mas.	"	170,5	19,05	11,2	1,048		
206	Rallus aquaticus	Mouillard	192				506	3,899
207	Fulica atra	Harting	495	51,8	10,5	1,0197		
208	Gallinula chloropus	Mouillard	595				954	3,67
209	Oedinenemus crepitans femina	"	455				868	3,83
210	Oedinenemus crepitans mas.	"	470				874	3,80
211	Hoplopterus spinosus	Marey	160					
212	Hoplopterus spinosus	Mouillard	170				702	4,79
213	Charadrias pluvialis	"	160				454	3,93
214	Charadrias pluvialis	Legal u. Reichel	190	55,8	29,4	1,468		

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
0,658	394	3,99	0,601	52,6	9,90	0,996							3,89
	750	4,14	0,617										
	608	3,69	0,567										
0,730	598	4,14	0,617	70	11,9	1,075	59	10,0	1,003				4,88
0,693	541	3,96	0,598	64	10,9	1,083	54	9,20	0,964				4,14
	650	3,97	0,599	64	9,31	0,969							
0,585	292	3,55	0,550	56	8,81	0,945							2,81
0,616				59,4	8,80	0,991							2,81
0,675				21,5	4,49	0,652							4,66
0,587	1785	3,04	0,483	116	8,33	0,921	96	6,90	0,839				1,07
0,594	1800	3,09	0,489	113	8,22	0,915	96	6,98	0,844				1,12
0,620	1380	3,28	0,516	102	9,01	0,955	85	7,51	0,875				1,54
0,555	995	2,85	0,456	82	7,42	0,870	79,5	7,20	0,857				1,16
0,547	850	2,89	0,460	80	7,92	0,899	68	6,73	0,828				1,23
0,556	880	2,79	0,446	87	8,19	0,913	71	6,68	0,825				1,21
0,518	530	2,56	0,408	62,5	6,94	0,842	51	5,67	0,753				1,21
8,549	775	2,78	0,445	75	7,50	0,875	61,5	6,15	0,789				1,25
0,544	340	2,57	0,510	52	7,24	0,860	40	5,58	0,746				1,70
0,526	375	2,69	0,429	51	7,07	0,850	40	5,55	0,744				1,56
0,575	640	3,13	0,495	66	8,15	0,911	53	6,92	0,840				1,74
0,494	452	2,45	0,390	60	6,93	0,841	50	5,77	0,761				1,12
0,534	400	2,76	0,441	51	7,04	0,848	41	5,66	0,753				1,61
0,546	340	2,64	0,422	49	7,02	0,846	38	5,45	0,736				1,76
0,502	365	2,49	0,397	53	6,92	0,840	41	5,35	0,728				1,82
	336	4,03	0,606							9,28	1,36	0,133	
	382	4,20	0,623							10,5	1,46	0,146	
	366	4,03	0,606							10,56	1,47	0,147	
	320	2,734	0,437										
0,507													2,22
	142	2,64	0,421										
0,708	3480	3,96	0,598	128	8,60	0,934	104	6,99	0,844				1,75
0,544	755	2,80	0,446	64	6,51	0,814	52	5,29	0,723				1,25
0,568	855	2,83	0,452	72	6,97	0,844	57	5,52	0,742				1,32
0,586	880	2,97	0,472	76	7,60	0,881	61	6,10	0,785				1,49
0,543	895	2,57	0,411	72	6,19	0,792	55	4,63	0,675				1,05
0,600	896	2,78	0,444	72	6,68	0,825	56	5,20	0,716				1,46
0,565	900	2,88	0,459	73	7,01	0,846	59	5,67	0,753				1,28
0,594				110	7,63	0,882							1,07
0,616	5729	3,65	0,563	207	9,99	0,995	184	8,88	0,948				0,844
0,629	5937	3,63	0,560	208	9,79	0,991	181	8,52	0,930				0,853
	8543	4,36	0,640										
	328	3,47	0,541				42,0	8,05	0,906				
	202	2,563	0,409				33,0	5,95	0,774				
0,591													2,64
	524	2,893	0,461				53	6,70	0,826				
0,565				69,6	8,28	0,918							1,60
0,583				80	10,40	1,017							1,90
0,580				77,3	9,94	0,998							1,90
	636	4,65	0,667										
0,680				60,0	10,8	1,035							4,13
0,594				58,2	10,72	1,030							2,41
	366	3,33	0,522							14,6	2,54	0,408	

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
215	Charadrias pluvialis	Legal u. Reichel	170	49,3	29,0	1,462		
216	Charadrias minor	"	59,5	17,6	29,6	1,471		
217	Haematopus ostralegus	"	555	137	24,7	1,392		
218	Haematopus ostralegus	"	488	79,5	16,3	1,212		
219	Haematopus ostralegus	"	521	128,1	24,6	1,390		
220	Haematopus ostralegus	"	445	106	23,8	1,377		
221	Haematopus ostralegus	"	437	99,4	22,7	1,357		
222	Haematopus ostralegus	"	389	93,9	24,1	1,383		
223	Haematopus ostralegus	"	358	42,1	11,8	1,070		
224	Haematopus ostralegus	"	341	84,8	24,9	1,396		
225	Glareola torquata	Mouillard	67				319	4,40
226	Glareola	Marey	95,2					
227	Vanellus cristatus	Legal u. Reichel	190	53,5	28,2	1,450		
228	Vanellus cristatus	"	204	55,0	27,0	1,431		
229	Vanellus cristatus	"	232	63,0	27,2	1,434		
230	Vanellus cristatus	"	232	64,4	27,8	1,443		
231	Vanellus cristatus	Mouillard	210				1038	5,42
232	Streptilas interpres	Legal u. Reichel	136	32,7	24,0	1,381		
233	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300				700	3,95
234	Scolopax rusticola	"	320				705	3,88
235	Scolopax rusticola	"	300				715	3,99
236	Scolopax gallinago	Mouillard	100				328	3,903
237	Scolopax gallinago	Müllenhoff	300				640	3,78
238	Scolopax gallinago	"	270				688	4,06
239	Scolopax gallinago	"	300				690	3,92
240	Scolopax gallinago	Legal u. Reichel	55	13,3	24,2	1,384		
241	Rhynchaea capensis	Mouillard	103				349	3,99
242	Numenius phaeopus	Harting	440	59,3	13,5	1,130		
243	Numenius arquatus mas.	Mouillard	764				1200	3,79
244	Numenius arquatus femina	"	520				1181	4,27
245	Numenius	Legal u. Reichel	585	167	28,5	1,456		
246	Numenius	"	615	175	28,5	1,454		
247	Numenius	"	676	169	25,0	1,398		
248	Numenius	"	695	199	28,6	1,457		
249	Numenius	"	762	203	26,6	1,426		
250	Numenius	"	898	217	24,2	1,383		
251	Machetes pugnax mas.	Harting	190	48,4	25,5	1,406		
252	Tringa cinclus	Legal u. Reichel	120	31,5	26,2	1,419		
253	Tringa subarquata	Mouillard	76				305	4,12
254	Tringa canutus	"	24				130	3,95
255	Tringa spec.	Legal u. Reichel	49,5	13,5	27,3	1,436		
256	Limosa rufa	"	208	53,2	25,6	1,4078		
257	Limosa rufa	"	220	56,2	25,5	1,407		
258	Limosa rufa	"	227	57,6	25,4	1,404		
258a	Limosa rufa	"	235	67,4	28,7	1,458		
259	Totanus spec.	"	47	12,4	26,4	1,421		
260	Totanus spec.	"	49	12,54	25,5	1,407		
261	Totanus fuscus	"	229	58,6	25,6	1,408		
262	Recurvirostra avocetta	Mouillard	325				703	3,85
263	Ibis falcinellus	"	365				1240	4,93
264	Ciconia	Legal u. Reichel	3300	857	26,0	1,415		
265	Ciconia alba	Mouillard	2140				6152	6,08
266	Ciconia alba	De Lucy	2265					
267	Ardea nycticorax	Mouillard	615				1808	5,00
268	Ardea cinerea femina	v. Lendenfeld	1409,5					

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	$\lg \frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	$\lg \frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	$\lg \frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	$\lg \frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	334	3,30	0,518							13,3	2,40	0,380	
	183	3,46	0,540							10,45	2,69	0,430	
	722	3,27	0,514	81	9,86	0,994				19,1	2,32	0,366	
				75	9,53	0,979							
	740	3,38	0,529							19,8	2,46	0,391	
	642	3,32	0,521							16,5	2,16	0,335	
	697	3,48	0,542							19,9	2,62	0,419	
	670	3,55	0,550							18,2	2,49	0,397	
	562	3,34	0,524										
	708	3,81	0,581							19,4	2,78	0,444	
0,644				52,5	12,93	1,112							4,76
	343	4,06	0,608										
	614	4,31	0,635							17,1	2,97	0,473	
	624	4,345	0,638							20,6	3,50	0,514	
	720	4,37	0,640							19,3	3,14	0,497	
0,734	730	4,40	0,643	66	10,7	1,031				20,7	3,37	0,528	4,13
				75,5	12,70	1,104							
	235	2,97	0,473							10,47	2,04	0,310	
0,597	500	3,34	0,524	63	9,41	0,974	53	7,92	0,899				2,33
0,589	500	3,27	0,515	64	9,36	0,971	54	7,90	0,897				2,20
0,602	505	3,36	0,526	63	9,41	0,974	53	7,92	0,899				2,38
0,551				44,3	9,54	0,980							3,28
0,577	440	3,13	0,496	59	8,81	0,945	48	7,17	0,856				3,28
0,608	490	3,42	0,535	62	9,59	0,982	53	8,20	0,914				3,52
0,594	505	3,36	0,526	60	8,96	0,953	51	7,62	0,882				3,30
	137	3,08	0,488							8,41	2,2	0,345	
0,601				40,6	8,66	0,938							3,39
	964	4,08	0,611				90	11,8	1,073				1,56
0,579				103	11,23	1,050							2,27
0,631				95,5	11,87	1,075							
	920	3,63	0,559							21,8	2,61	0,416	
	1020	3,64	0,561							23,5	2,68	0,428	
	936	3,45	0,538	93,5	10,6	1,024				23,0	2,60	0,414	
	924	3,33	0,522	98	10,7	1,031				22,11	2,42	0,384	
	1160	3,53	0,548							25,5	2,64	0,422	
	828	3,150	0,498				52,4	9,11	0,960				
	262	3,28	0,516							10,3	2,09	0,320	4,01
0,615				43,8	10,34	1,014							5,41
0,597				29,6	10,37	1,011							
	136	3,18	0,502	37	10,1	1,003				7,9	2,15	0,333	
	425	3,48	0,542							15,7	2,65	0,423	
	428	3,43	1,535							16,5	2,73	0,437	
	444	3,45	0,538							16,7	2,74	0,437	
	492	3,59	0,556							16,8	2,72	0,435	
	144	3,33	0,522							9,01	2,50	0,397	
	149,4	3,34	0,524										
	494	3,63	0,550							16,8	2,74	0,439	
0,585				70	10,18	1,008							2,16
0,693				90,0	12,6	1,100							3,39
	4880	4,30	0,633	170	11,4	1,058				49,0	3,29	0,517	
0,784				208	16,2	1,208							2,87
	4506	5,11	0,708										2,94
0,699				104	12,2	1,087							
	3584	5,34	0,727										

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
269	Botaurus stellaris mas	Müllenhoff	1500				2735	4,57
270	Ardetta minutus	Mouillard	318				1313	5,31
271	Anser cinereus	"	2020				2443	3,91
272	Anas	Legal u. Reichel	606	165	27,2	1,435		
273	Anas boschas femina	Müllenhoff	880				1141	3,53
274	Anas boschas mas	"	1100				1470	3,71
275	Anas boschas mas	"	900				1203	3,59
276	Anas boschas femina	"	900				1223	3,62
277	Anas boschas mas	"	950				1325	3,70
278	Anas boschas femina	"	900				1286	3,71
279	Anas boschas mas	"	1000				1213	3,48
280	Anas querquedula	Mouillard	297				526	3,44
281	Anas crecca mas	Harting	275,5	63,85	23,17	1,365	288	2,61
282	Anas clypeata mas	Mouillard	925				837	2,97
283	Anas clypeata femina	"	727				746	3,82
284	Fuligula cristata	Legal u. Reichel	1116	343	30,6	1,486		
285	Fuligula clangula	Müllenhoff	827				720	2,86
286	Fuligula glacialis	"	922				850	3,00
287	Fuligula nyroca	Harting	508	76,6	15,1	1,178		
288	Pelecanus onocrotalus	Mouillard	6625				9986	5,32
289	Procellaria gigantea	"	2880				3781	4,32
290	Puffinus Kuhlîi	"	700				1400	4,21
291	Puffinus Kuhlîi	"	500				1400	4,71
292	Diomedea exulans	Pettigrew	12700				17800	5,72
293	Larus melanocephalus	Mouillard	232				1093	5,38
294	Larus melanocephalus	"	280				1384	5,61
295	Larus argentatus	Harting	565	93,0	16,5	1,217		
296	Larus argentatus	Legal u. Reichel	842	143	17,0	1,230		
297	Larus argentatus	"	1035	161,2	15,7	1,195		
298	Larus argentatus	"	1225	198	16,1	1,207		
299	Larus argentatus	"	1080	185	17,1	1,234		
300	Larus ridibundus	Harting	197	26,13	13,25	1,122		
301	Larus canus	Legal u. Reichel	355	68,3	19,2	1,284		
302	Larus canus	"	642					
303	Larus canus	"	720	130	18,1	1,257		
304	Larus canus	"	785	130	16,6	1,219		
305	Sterna cantiaeca	"	174	34,9	20,1	1,302		
306	Sterna hirundo	"	116	25,3	21,8	1,339		
307	Sterna minuta	"	53,0	11,9	22,5	1,351		
308	Dactylopterus volitans	Harting	572					
309	Exocoetus evolvans	"	107					
310	Decticus verrucivorus	v. Lendenfeld	265					
311	Ephemera vulgata	Müllenhoff	0,0308				1,59	4,02
312	Calopteryx virgo femina	v. Lendenfeld	0,2					
313	Calopteryx virgo mas	"	0,1					
314	Agrion puella mas	"	0,026					
315	Libellula cyanea mas	"	0,92					
316	Libellula depressa	Krarup Hansen	0,2				12,31	6,00
317	Libellula depressa mas	v. Lendenfeld	0,6					
318	Libellula vulgata mas	"	0,15					
319	Libellula cancellata femina	Müllenhoff	0,62					
320	Cordulia aenea mas	v. Lendenfeld	0,24					
321	Libellula cancellata mas	"	0,44					
322	Libellula quadrimaculata mas	"	0,29					
323	Setodes pilosus	Müllenhoff	0,0130				1,56	5,31

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
0,660	1915	3,83	0,583	120	10,5	1,021	100	8,74	1,941				1,83
0,725				89,3	13,08	1,117							4,13
0,592				137	10,84	1,035							1,20
	642	2,99	0,476	78	9,22	0,965				18,6	2,20	0,342	
0,547	685	2,73	0,436	83	8,66	0,938	69,5	7,25	0,861				1,29
0,570	900	2,91	0,463	94	9,11	0,959	78	7,56	0,878				1,33
0,555	710	2,76	0,441	83,5	8,65	0,937	70	7,25	0,860				1,34
0,559	735	2,81	0,449	89	9,22	0,965	73	7,56	0,879				1,36
0,569	838	2,94	0,469	87,5	8,90	0,949	75	7,63	0,883				1,43
0,570	813	2,95	0,470	88	9,12	0,960	71	7,86	0,867				1,43
0,542	687	2,62	0,419	85	8,50	0,929	72	7,20	0,857				1,21
0,536													1,77
0,416							49,6	7,61	0,882				
0,473				72	7,89	0,869							0,900
0,582				70	7,79	0,891							1,02
	1440	3,66	0,563	104	10,0	1,001				25,3	2,44	0,387	
0,456	480	2,33	0,368	69	7,35	0,866	58	6,18	0,791				0,870
0,477	550	2,41	0,382	74	7,60	0,881	63	6,47	0,811				0,922
	642	3,17	0,501				70	8,77	0,943				
0,726				280	14,90	1,174							1,50
0,636				175	12,30	1,090							1,31
0,625				125	14,05	1,149							2,00
0,673				117	14,74	1,169							1,75
0,757				400	17,1	1,234							1,40
0,731				94,6	15,40	1,187							4,71
0,749				96,5	14,74	1,169							4,81
	1082	3,98	0,600				96	11,6	1,065				
	1550	4,17	0,620							31,0	3,28	0,516	
	2380	4,83	0,684							40,0	3,91	0,592	
	1880	4,05	0,608							34,4	3,21	0,507	
	1936	4,29	0,632							34,0	3,31	0,520	
	662	4,42	0,646				83,0	14,3	1,154				
	1118	4,72	0,674	108	15,3	1,183				25,1	3,55	0,550	
	1748	4,85	0,685							33,4	3,87	0,585	
	1742	4,66	0,667							30,0	3,35	0,525	
	1920	4,75	0,677							31,7	3,44	0,536	
	660	4,60	0,663	93,6	16,8	1,225				23,3	4,17	0,621	
	427	4,24	0,627	79	16,2	1,209				17,6	3,61	0,557	
	185,4	3,63	0,560	50	13,3	1,124				10,93	2,90	0,463	
	440	2,47	0,393	41	4,94	0,694	43	5,18	0,714				
	124	2,346	0,370	24	5,05	0,704	21	4,42	0,646				
	12,98	2,60	0,416										
0,605	1,26	3,58	0,554	3,7	11,8	1,072	3,45	11,0	1,042				51,6
	13,94	6,38	0,805	7,5	12,8	1,108	7,4	12,7	1,102				
	11,12	7,18	0,856	6,8	14,6	1,166	6,6	14,2	1,153				
	2,20	5,01	0,700	4,5	15,4	1,187	4,4	15,0	1,178				
	22,90	4,92	0,692	10,8	11,1	1,046	10,6	10,9	1,037				
0,778				8	13,7	1,136							61,6
	13,32	4,33	0,636	8,2	9,72	0,988	7,8	9,25	0,966				
	7,28	5,08	0,706	5,7	10,7	1,031	5,7	10,7	1,031				
	14,56	4,48	0,651	8,5	9,97	0,999	8,2	9,62	0,983				
	10,48	5,22	0,718	7,1	11,4	1,058	7,0	11,3	1,052				
	14,08	4,93	0,693	8,6	11,3	1,053	8,4	11,0	1,043				
	11,08	5,03	0,702	7,6	11,5	1,06	7,4	11,2	1,048				
0,725	1,41	5,05	0,703	3,0	12,8	1,106	2,8	11,9	1,076				120,0

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	lg. $\frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
325	Calosoma sycophanta	Müllenhoff	0,6414				5,10	2,62
326	Calosoma sycophanta	"	0,8026				5,96	2,63
327	Hydrophilus piceus mas.	"	5,2124				14,11	2,17
328	Hydrophilus piceus femina	"	4,9500				13,00	2,12
329	Hydrophilus piceus mas.	"	3,3276				11,40	2,26
330	Hydrophilus piceus femina	"	3,175				11,79	2,34
331	Dyticus marginalis fem. gefurcht	"	1,7772				7,24	2,22
332	Dyticus marginalis femina glatt	"	2,3230				9,90	2,38
333	Dyticus marginalis fem. gefurcht	"	1,9620				7,75	2,22
334	Dyticus marginalis mas.	"	1,2770				8,65	2,71
335	Acilius sulcatus mas.	"	0,3147				2,92	2,51
336	Colymbetes fuscus	"	0,2755				3,15	2,73
337	Colymbetes Grapii	"	0,0770				1,37	2,751
338	Geotrupes stercorarius	"	0,9975				3,80	1,95
339	Melolontha vulgaris femina	"	0,9508				6,70	2,63
340	Melolontha vulgaris mas.	"	0,975				6,17	2,51
341	Melolontha vulgaris mas.	"	0,6670				4,60	2,45
342	Ludius aeneus	"	0,0686				1,02	2,47
343	Culex pipiens	De Lucy	0,003					
344	Chironomus stercorarius	Müllenhoff	0,0012				0,055	2,21
345	Pachyrhina pratensis mas.	"	0,0410				0,94	2,81
346	Pachyrhina pratensis femina	"	0,0730				0,86	2,22
347	Tabanus infuscatus mas.	v. Lendenfeld	0,16					
348	Leptis scolopacea mas.	Müllenhoff	0,0295				0,86	3,0
349	Leptis scolopacea mas.	"	0,0340				0,83	2,81
350	Leptis scolopacea femina	"	0,0782				0,84	2,14
351	Leptis scolopacea mas.	"	0,0260				0,68	2,78
352	Musca vomitoria	"	0,0650				1,18	2,70
353	Musca domestica femina	"	0,0169				0,45	2,61
354	Musca domestica	"	0,0100				0,30	2,54
355	Musca domestica	"	0,0115				0,31	2,47
356	Pollenia rudis	"	0,0534				0,72	2,25
357	Eristalis rupium	"	0,0882				0,66	1,82
358	Eristalis aeneus	"	0,0384				0,65	2,39
359	Eristalis aeneus	"	0,0387				0,67	2,42
360	Eristalis aeneus	"	0,629				0,76	2,19
361	Eristalis aeneus	"	0,0355				0,67	2,49
362	Eristalis aeneus	"	0,0380				0,55	2,21
363	Syrphus scriptus	"	0,0070				0,27	2,72
364	Sarcophaga carnaria	"	0,0690				0,92	2,34
365	Sarcophaga stercoraria	"	0,0230				0,54	2,58
366	Papilio podalirius	"	0,34				12,00	4,96
367	Pieris brassicae	"	0,0818				9,78	7,21
368	Pieris brassicae	De Lucy	0,2					
369	Rhodocera rhamni mas.	v. Lendenfeld	0,183					
370	Rhodocera rhamni	Müllenhoff	0,1284				11,70	6,78
371	Argynnis aphrophe mas.	v. Lendenfeld	0,025					
372	Vanessa urticae	Müllenhoff	0,1140				8,80	6,12
373	Vanessa C-album	"	0,0388				3,43	5,47
374	Lycæna argus mas.	v. Lendenfeld	0,012					
375	Sphinx pinastri mas.	"	0,43					
376	Sphinx pinastri femina (mit Eiern)	"	0,54					
377	Sphinx ligustri femina	"	1,92					
378	Sphinx ligustri mas.	"	1,37					

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	$\lg. \frac{p \cdot 100}{P}$	F	σ
379	Smerinthus ocellatus mas.	v. Lendenfeld	0,55					
380	Euplexia lucipara femina	"	0,075					
381	Apis mellifica Arbeiterin	Müllenhoff	0,0812	0,0100	12,3	1,090		
382	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0802	0,0124	15,5	1,189		
383	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0935	0,0121	12,9	1,112		
383a	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,1084	0,0148	13,7	1,137		
384	Apis mellifica Arbeiterin mit Höschen	"	0,1030				0,90	2,02
385	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0742				0,72	2,02
386	Bombus muscorum	"	0,3456				1,91	1,97
387	Bombus pratorum	"	0,4430				2,20	1,95
388	Bombus pratorum	"	0,2712				1,39	1,82
389	Bombus pratorum	"	0,2570				1,48	1,91
390	Systropha spiralis	"	0,0244				0,56	2,58
391	Systropha spiralis	"	0,0145				0,78	2,32
392	Systropha spiralis	"	0,0152				0,51	1,83
393	Systropha spiralis	"	0,0210				0,49	2,54
394	Osmia bicornis	"	0,0529				0,70	2,23
395	Osmia adunca	"	0,0345				0,57	2,32
396	Dichroa gibba	"	0,0192				0,45	2,51

Tabelle II.

Zusammenstellung der Zahlenwerthe für σ ; Classification der Flugthiere nach dem Segelvermögen.

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	$\lg. \sigma$
357	Eristalis rupium	Müllenhoff	0,0882	0,66	1,82	0,261
388	Bombus pratorum	"	0,2712	1,39	1,82	0,261
392	Systropha spiralis	"	0,0152	0,51	1,83	0,263
389	Bombus pratorum	"	0,2570	1,48	1,91	0,282
387	Bombus pratorum	"	0,4430	2,20	1,95	0,289
388	Geotrupes stercorarius	"	0,9975	3,80	1,95	0,290
386	Bombus muscorum	"	0,3456	1,91	1,97	0,294
385	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0742	0,72	2,02	0,305
384	Apis mellifica Arbeiterin mit Höschen	"	0,1030	0,90	2,02	0,306
328	Hydrophilus piceus femina	"	4,9500	13,00	2,12	0,325
327	Hydrophilus piceus mas.	"	5,2124	14,11	2,17	0,336
350	Leptis scolopacea femina	"	0,0782	0,84	2,14	0,331
360	Eristalis aureus	"	0,629	0,76	2,19	0,341
344	Chironomos stercorarius	"	0,0012	0,055	2,21	0,344
362	Eristalis aeneus	"	0,0380	0,55	2,21	0,344
346	Pachyrhina pratensis femina	"	0,0730	0,86	2,22	0,346
333	Dyticus marginalis femina gefurcht	"	1,9620	7,75	2,22	0,347
331	Dyticus marginalis femina gefurcht	"	1,7772	7,24	2,22	0,347
394	Osmia bicornis	"	0,0529	7,75	2,22	0,348

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	9,84 3,34	3,83 4,33	0,583 0,637										
0,306	0,57	1,61	0,207	2,0	4,27	0,630	1,6	3,41	0,533				8,74
0,305	0,39	1,49	0,172	1,8	4,28	0,632	1,5	3,57	0,553				9,70
0,294	0,81	1,28	0,108	2,8	3,99	0,601	2,0	2,85	0,455				5,52
0,289	1,03	1,33	0,124	3,8	4,98	0,698	2,8	3,68	0,565				4,95
0,261	0,52	1,13	0,0512	2,6	4,02	0,604	1,9	2,93	0,468				5,13
0,282	0,90	1,49	1,174	2,6	4,09	0,612	2,2	3,46	0,539				5,77
0,412	0,34	2,06	0,303	1,7	5,86	0,768	1,4	4,83	0,684				22,9
0,365	0,45	1,76	0,246	1,7	4,46	0,650	1,4	3,68	0,565				53,8
0,263	0,32	1,45	0,162	1,6	4,10	0,613	1,4	3,59	0,555				26,6
0,404	0,27	1,86	0,275	2,1	7,61	0,882	1,8	6,53	0,815				23,2
0,348	0,47	1,83	0,262	2,1	5,59	0,748	1,6	4,26	0,630				13,2
0,365	0,38	1,89	0,277	2,0	6,14	0,788	1,8	5,53	0,743				16,5
0,399	0,28	1,98	0,236	1,6	5,97	0,776	1,4	5,23	0,718				23,4

Tabelle II.

(Fortsetzung.)

Nr.	Name des Thieros.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
356	Pollenia rudis	Müllenhoff	0,0534	0,72	2,25	0,353
329	Hydrophilus piceus mas.	"	3,3276	11,40	2,26	0,354
395	Osmia adunca	"	0,0345	0,57	2,32	0,365
391	Systropha spiralis	"	0,0145	0,78	2,32	0,365
330	Hydrophilus piceus femina	"	3,175	11,70	2,34	0,369
364	Sarcophaga carnaria	"	0,0690	0,92	2,34	0,369
332	Dyticus marginalis femina	"	2,3230	9,99	2,38	0,376
358	Eristalis aeneus	"	0,0384	0,65	2,39	0,378
359	Eristalis aeneus	"	0,0387	0,67	2,42	0,384
341	Melolontha vulgaris mas.	"	0,6670	4,60	2,45	0,390
342	Ludius aeneus	"	0,0686	1,02	2,47	0,392
355	Musca domestica	"	0,0115	0,31	2,46	0,392
361	Eristalis aeneus	"	0,0355	0,67	2,49	0,396
396	Dichroa gibba	"	0,0192	0,45	2,51	0,399
340	Melolontha vulgaris mas.	"	0,975	6,17	2,51	0,399
335	Acilius sulcatus mas.	"	0,3147	2,92	2,51	0,400
393	Systropha spiralis	"	0,0210	0,49	2,54	0,404
354	Musca domestica	"	0,0100	0,70	2,54	0,405
390	Systropha spiralis	"	0,0244	0,56	2,58	0,412
365	Scatophaga stercoraria	"	0,0230	0,54	2,58	0,412
353	Musca domestica femina	"	0,0169	0,45	2,61	0,417
325	Calosoma sycophanta	"	0,6414	5,10	2,62	0,418

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
326	Calosoma sycophanta	Müllenhoff	0,8026	5,96	2,63	0,419
339	Melolontha vulgaris femina	"	0,9508	6,70	2,63	0,42
353a	Musca vomitoria	"	0,0650	1,18	2,70	0,432
334	Dytiscus marginalis mas.	"	1,2770	8,65	2,71	0,433
363	Syrphus scriptus	"	0,0070	0,27	2,72	0,434
336	Colymbetes fuscus	"	0,2755	3,15	2,73	0,436
337	Colymbetes Grapii	"	0,0770	1,37	2,751	0,440
351	Leptis scolopacea mas.	"	0,0260	0,68	2,78	0,445
349	Leptis scolopacea mas.	"	0,0340	0,83	2,81	0,449
345	Pachyrhina pratensis mas.	"	0,0410	0,94	2,81	0,439
285	Fuligula clangula	"	827	720	2,85	0,456
282	Anas clypeata mas.	Mouillard	925	837	2,97	0,473
286	Fuligula glacialis	Müllenhoff	922	850	3,00	0,477
348	Leptis scolopacea mas.	"	0,0295	0,86	3,0	0,477
185	Lagopus alpinus	"	650	730	3,12	0,494
186	Perdix cinerea	"	450	593	3,178	0,5021
191	Coturnix communis	Mouillard	100	222	3,21	0,507
178	Tetrao tetrix femina	Müllenhoff	730	881	3,30	0,518
181	Tetrao bonasia	"	375	585	3,354	0,526
184	Perdix rufa	"	380	613	3,418	0,534
280	Anas querquedula	Mouillard	297	526	3,44	0,536
279	Anas boschas mas.	Müllenhoff	1000	1213	3,48	0,542
197	Phasianus colchicus mas.	"	1570	1645	3,49	0,543
180	Tetrao bonasica	"	370	630	3,50	0,544
194	Phasianus colchicus	"	950	1185	3,502	0,544
273	Anas boschas femina	"	880	1141	3,53	0,547
185	Perdix rufa	"	340	600	3,52	0,546
176	Tetrao tetrix mas.	"	1080	1268	3,53	0,547
103	Alcedo ispida mas.	Mouillard	34	131	3,53	0,448
179	Tetrao tetrix femina	Müllenhoff	1000	1250	3,54	0,549
175	Tetrao tetrix mas.	"	1350	1571	3,59	0,555
275	Anas boschas mas.	"	900	1203	3,59	0,655
101	Alcedo ispida femina	Mouillard	27	116,7	3,60	0,556
177	Tetrao tetrix mas.	Müllenhoff	1200	1460	3,60	0,556
276	Anas boschas femina	"	900	1223	3,62	0,559
102	Alcedo ispida mas.	Mouillard	31	130	3,63	0,560
208	Gallinula chloropus	"	595	954	3,67	0,565
199	Phasianus colchicus mas.	Müllenhoff	1125	1460	3,67	0,565
195	Phasianus colchicus mas.	"	1000	1455	3,70	0,568
277	Anas boschas mas.	"	950	1325	3,70	0,569
278	Anas boschas fem.	"	900	1286	3,71	0,570
274	Anas boschas mas.	"	1100	1470	3,71	0,570
182	Lagopus alpinus	"	530	925	3,76	0,575
44	Sturnus vulgaris	Mouillard	71	242	3,76	0,575
38	Passer domesticus femina	"	25	121	3,76	0,576
237	Scolopax Gallinago	Müllenhoff	300	640	3,78	0,577
243	Numenius arquatus mas.	Mouillard	764	1200	3,79	0,579
210	Oedienemus crepitans mas.	"	470	874	3,80	0,580
283	Anas clipeata femina	"	727	716	3,82	0,582
209	Oedienemus crepitans femina	"	455	868	3,83	0,583
22	Turdus pilaris	Müllenhoff	100	316	3,83	0,583
262	Recurvirostra avocetta	Mouillard	325	703	3,85	0,585
168	Columba aegyptiaca mas.	"	257	597	3,84	0,585
196	Phasianus colchicus mas.	Müllenhoff	1000	1486	3,86	0,586
37	Passer domesticus mas.	Mouillard	27	134	3,86	0,586

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
172	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2700	2900	3,87	0,587
234	Scolopax rusticola	"	320	705	3,88	0,589
206	Rallus aquaticus	Mouillard	192	506	3,899	0,591
236	Scolopax gallinago	"	100	328	3,602	0,591
271	Anser cinereus	"	2020	2443	3,91	0,592
200	Meleagris gallopavo	"	3000	3200	3,92	0,594
173	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2600	2916	3,927	0,594
239	Scolopax gallinago	"	300	690	3,92	0,594
213	Charadrius pluvialis	Mouillard	160	454	2,93	0,594
85	Cypselus apus	"	33	159	3,93	0,595
254	Tringa canutus	"	24	130	3,95	0,597
233	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300	700	3,95	0,597
196	Phasianus colchicus mas.	"	1250	1838	3,98	0,600
241	Rhynchaea capensis	Mouillard	103	349	3,99	0,601
235	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300	715	3,99	0,602
312	Ephemera vulgata	"	0,0308	1,59	4,02	0,605
238	Scolopax gallinago	"	270	686	4,06	0,608
34	Petrocincla cyanea	Mouillard	53	236	4,09	0,612
253	Tringa subarquata	"	76	305	4,12	0,615
201	Otis tarda femina	Müllenhoff	8900	7335	4,133	0,616
170	Columba aegyptiaca	Mouillard	223	627	4,13	0,616
174	Tetrao urogallus femina	Müllenhoff	1450	2230	4,17	0,620
290	Puffinus Kuhlîi	Mouillard	700	1400	4,21	0,625
202	Otis tarda mas.	Müllenhoff	9609	8191	4,259	0,629
244	Numenius arquata femina	Mouillard	520	1181	4,27	0,631
289	Procellaria gigantea	"	2880	3781	4,32	0,636
45	Budytes flava	"	20	139	4,34	0,638
225	Glareola torquata	"	67	319	4,40	0,644
93	Cotyle rupestris	"	16	124	4,42	0,645
151	Ephialtes scops	"	150	584	4,55	0,658
269	Botaurus stellaris mas.	Müllenhoff	1500	2735	4,57	0,660
28	Alauda cristata	Mouillard	34	220	4,58	0,661
2	Pteropus Geoffryi	"	53	303	4,64	0,666
29	Alauda cristata mas.	"	37	241	4,66	0,669
124	Falco peregrinus	"	580	1542	4,71	0,677
291	Puffinus Kuhlîi	"	500	1400	4,71	0,673
171	Turtur aegyptiacus	"	110	513	4,73	0,675
212	Hoplopterus spinosus	"	170	702	4,79	0,680
127	Astur palumbarius	"	290	1030	4,85	0,686
11	Vespertilio pipistrellus	Müllenhoff	3,703	57,09	4,88	0,689
132	Accipiter nisus	"	160	685	4,926	0,693
263	Ibis falcinellus	Mouillard	365	1240	4,93	0,693
165	Columba livia femina	Müllenhoff	202	837	4,93	0,693
126	Astur palumbarius	"	800	2100	4,936	0,693
366	Papilio podalirius	"	0,34	12	4,96	0,696
267	Ardea nycticorax	Mouillard	615	1808	5,00	0,699
94	Caprimulgus	"	62	403	5,07	0,705
193	Pavo cristatus mas. (Schwanz 30 cm lang)	Müllenhoff	3300	5780	5,11	0,708
146	Corvus aegyptiacus	Mouillard	395	1426	5,15	0,712
133	Accipiter nisus femina	Müllenhoff	250	1080	5,22	0,717
109	Gyps fulvus	Mouillard	7501	10445	5,22	0,718
108	Otogyps auricularis	"	8152	11129,5	5,24	0,720
113	Haliaeetus albicilla	Müllenhoff	4900	8000	5,266	0,722
99	Chrysotis amazonica	"	300	1246	5,27	0,722

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F'	σ	lg. σ
115	Pandion haliaetos	Mouillard	1270	3292	5,30	0,724
78	Garrulus glandarius	Müllenhoff	180	900	5,31	0,725
324	Setodes pilosus	"	0,0130	1,56	5,31	0,725
270	Ardetta minutus	Mouillard	318	1313	5,31	0,725
288	Pelecanus onocrotalus	"	6625	9986	5,32	0,726
47	Corvus corax	"	625	2045	5,32	0,726
15	Nyctinomus aegyptiacus	"	6	94	5,34	0,728
119	Falco timunculus	"	181	920	6,36	0,729
164	Columba livia mas.	Müllenhoff	205	1003	5,37	0,730
104	Coracias garrula	Mouillard	133	753	5,38	0,730
110	Neophron percnopterus	"	1705	4132	5,38	0,731
293	Larus melanocephalus	"	232	1093	5,38	0,731
151	Strix flammea	Müllenhoff	400	1580	5,40	0,732
231	Vanellus cristatus	Mouillard	210	1038	5,42	0,734
128	Accipiter nisus fem.	Müllenhoff	260	1210	5,45	0,736
373	Vanessa C-album	"	0,0388	3,43	5,47	0,738
98	Nyssicus erithacus	"	200	1038	5,51	0,742
83	Upupa epops	Mouillard	62	480	5,54	0,743
153	Strix flammea	"	305	1412	5,58	0,747
294	Larus melanocephalus	"	280	1348	5,61	0,749
148	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	900	3000	5,673	0,754
292	Diomedea exulans	Pettigrew	12700	17800	5,72	0,757
131	Accipiter nisus	Mouillard	152	934	5,73	0,758
157	Asio brachyotus	Müllenhoff	370	1710	5,76	0,760
112	Haliaetus albicilla	"	4550	9420	5,88	0,769
145	Archibuteo lagopus	"	890	3200	5,88	0,770
154	Asio otus	"	275	1470	5,90	0,771
147	Archibuteo lagopus	"	1000	3550	5,96	0,775
144	Archibuteo lagopus	"	1000	3583	5,99	0,777
317	Lihellula depressa	Krarup Hausen	0,2	12	6,00	0,778
146	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	1000	3686	6,07	0,783
149	Archibuteo lagopus	"	1125	3980	6,07	0,783
265	Ciconia alba	Mouillard	2140	6152	6,08	0,784
372	Vanessa urticae	Müllenhoff	0,1140	8,80	6,12	0,787
138	Buteo vulgaris	"	800	3240	6,13	0,788
111	Haliaetus albicilla	"	5000	11047	6,15	0,789
137	Buteo vulgaris	"	900	3560	6,18	0,791
136	Buteo vulgaris	"	900	3570	6,19	0,792
125	Milvus aegyptius	Mouillard	640	2874	6,22	0,794
150	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	750	3550	6,56	0,817
139	Buteo vulgaris	"	600	3055	6,55	0,817
152	Strix flammea	"	250	1800	6,735	0,828
370	Rhodocera rhamni	"	0,1284	11,70	6,78	0,831
367	Pieris brassicae	"	0,0818	9,78	7,21	0,858

Tabelle III.

Zusammenstellung der Zahlenwerthe für n , P und l . n giebt die Zahl der Flügelschläge pro Secunde nach Messungen von Marey, P giebt das Gewicht in Gramm, l die Länge der beiden Flügel in Centimeter.

Name des Thieres.	n	P	l	$n \cdot l$	$n \cdot P^{1/8}$
Musca domestica	330	0,016	1,2	399	83,2
Bombus	240	0,44	2,8	672	182
Apis mellifica	190	0,09	1,6	324	85,2
Vespa vulgaris	110	0,11	1,6	176	52,7
Macroglossa	72	0,16	4,2	319	39,1
Libellula	28	0,9	10,6	297	27,0
Passer	13	33	31	223	41,7
Pieris	9	0,08	4,7	42,3	3,88
Anas	9	1200	79	711	95,6
Columba	8	200	56	448	46,8
Buteo	5,75	900	112	644	56,5
Strix flammea	5	400	84	420	36,9
Milvus	3	640	120	360	25,9
Mittelwerthe:				360	52