

Substanzen, die, im Gegensatz mit den vorigen, immer an der Oberfläche liegen. Sie sind durchaus todt und verlassen die Oberfläche entweder sogleich, oder verweilen längere oder kürzere Zeit auf ihr. Feste Körper dieser Art sind die Färbesubstanz der Haut, die KrySTALLINSE, die Ohrknochen der Fische, die vorliegenden Theile der Zähne, Haare, Federn, Schuppen, Nägel, Hörner. Zu den Flüssigkeiten dieser Art gehören alle ab- oder ausgefonderten Säfte, gleichviel welche Bestimmung sie haben.

X.

CHABRIER über den Flug der Insekten.
(Journ. de physique. T. 91. p. 199 ff.)

Der Stamm oder Thorax der Insekten lenkt sich vorn mit dem Kopfe, hinten mit dem Hinterleibe ein und besteht aus drei Abschnitten, *Latreille's Prothorax*, *Mesothorax* und *Metathorax*. Den ersten nennen *Cuvier* und *Duméril* den ersten Abschnitt des Stammes, den zweiten Brust. *Geoffroy* sieht sie und alle Abschnitte als Wirbel an, worin das Thier wohnt. *Blainville* schlug vor, die ganze Abtheilung Thorax zu nennen, und die drei Abschnitte nach Zahlen zu bestimmen. *Audouin* bediente sich *Latreille's* Benennungen.

Man unterscheidet den obern oder Rückentheil und den untern, die Füße tragenden Brusttheil. Dieser heist in den drei hintern Abschnitten auch *Brustmuschel* (*Concha pectoralis*.)

Bei den *Koleopteren*, *Orthopteren*, *Hemipteren*, den meisten *Hymenopteren* nimmt der *Prothorax* in seine hintere Oeffnung den vordern Theil des mittlern Ab-

schnittes, dieser, wohl aber nur bei den Koleopteren, den obern und vordern Theil des Metathorax auf. Zu diesem Behuf ziehen sich der Mesothorax, oben auch der Metathorax vorn zusammen. Lockere Bänder halten diese Theile zusammen.

Die Bedeckungen des Thorax sind überall durch ein inneres Gerüst verbunden, an dem sie hängen, und an welches sich die Muskeln setzen. Die festesten Stücke desselben stützen die Flügel.

Bei vielen Insekten bestehen die Bedeckungen aus mehrern sehr elastischen Stücken, die durch lockere Bänder verbunden sind, bei andern sind diese verschmolzen, dann aber sind die Bedeckungen gewöhnlich biegsamer und werden da, wo Bewegung Statt finden soll, noch dünner.

Bei den Koleopteren, Orthopteren und Hemipteren ist der Prothorax ansehnlich, und besteht bei den meisten Koleopteren aus einem oder höchstens zwei, unter sich verbundenen Stücken. Auch bei einigen Hemipteren ist er sehr fest. Bei diesen drei Ordnungen scheint er zum Theil zur Erhaltung des Gleichgewichts mit dem Hinterleibe und dem hintern, oder Flügeltragenden Theile des Thorax beim Fliegen bestimmt, indem dieses am besten Statt findet, jemehr der Körper horizontal liegt. Doch reicht er, wie z. B. bei Lucanus, selbst in Verbindung mit dem Kopfe, hiezu nicht hin und der Flug ist daher hier fast senkrecht und schwer.

Bei manchen Käfern steht seine Gröfse und Festigkeit mit der Gröfse der in ihm enthaltenen Muskeln, der starken Vorderfüfse und der an ihn gehefteten Muskeln, welche den Prothorax auf dem mittlern Abschnitt bewogen, und mehrerer Kopfmuskeln in Beziehung.



Bei den Libellen, wo er aus zwei getrennten Stücken besteht, muß er beim Fliegen, woran er wenig Theil nimmt, frei seyn, indem sie ihre Beute im Fluge mit den Vorderfüßen ergreifen, festhalten und fressen.

Bei den Hymenopteren, Lepidopteren und Dipteren, ist der Prothorax in zwei, fast unabhängige Theile getrennt. Der *Rückentheil* ist meistens wenig deutlich, und bisweilen mit dem Mesothorax verbunden; der *Brustbeintheil* enthält die Muskeln der vordern Fußpaare und ist meistens in einen vordern und einen hintern Theil zerfällt.

Bei den *Hummeln*, *Wespen*, *Bienen*, bildet der obere Theil oder das *Halsband* (Collare) einen vollkommenen, beweglichen, einfachen Ring, der für den Flug sehr wichtig ist. Bei *Tenthredo*, *Chrysis*, *Sphenæ* u. s. w. ist dieser Ring unvollkommen, hat aber ähnliche Functionen.

Im Prothorax finden sich als Stützen und Muskelbefestigungspunkte feste, an die Bedeckungen geheftete und mehrere quere, von einem Mittelpunkte ausgehende, an die untere Wand geheftete, bisweilen durchlöcherthe Theile. Die letzten nenne ich *Gabeläste* (Rami furculares).

Im Allgemeinen nimmt er am Fluge nur durch seine Schwingungen Theil.

Die Flügel sitzen immer an den beiden hinteren Ringen, die man daher *Flügelstämme* (Trunci aliferi) oder *Flügelabschnitte* nennen kann. Immer ist dieser Theil rundlicher und höher als die übrigen.

Er enthält fast nur die Flugmuskeln und einige Trachäen, indem bei den gut fliegenden Insekten das in ihm enthaltene Stück des Darmkanals sehr zart ist, mithin beim Fliegen nicht hinderlich wird.

Nur bei den Libellen find die Flügelabschnitte, wie ihre Muskeln, ungefähr gleich, treten nicht in einander und find in dem Bruftheile verfchmolzen. Diefelbe Verfchmelzung findet bei den Koleopteren, mehreren Orthopteren, Hymenopteren und Dipteren Statt.

Oft, fo bei den Hemipteren, den Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren, ift der mittlere Abfchnitt fehr groß. Er trägt die obern Flügel und die ftärkften, beiden Flügel gemeinfchaftlichen Muskeln, und nimmt einen großen Theil des hintern Abfchnittes ein, der deshalb oft nur an feinen Seiten inwendig kleine Hülfslugmuskeln enthält.

Nur bei den Koleopteren und Orthopteren ift der zweite Flügelabfchnitt, der die wahren Flügel trägt, der anfehnlichfte.

Nur bei den Koleopteren enthält er außerdem die beiden Flügelpaaren gemeinfchaftlichen Muskeln, und das vordere, faft ganz durch das hinteré eingenommene Segment nimmt nur wenig Theil am Fluge, indem es nur fehr kleine, den Vorderflügeln beftimmte Flugmuskeln enthalten kann.

Da fich der Flügelftamm natürlich abwechfelnd ausdehnt und verengt, fo find die feinen Rücken bildenden Stücke nur durch Bänder vereinigt, und mit dem Bruftheile und den Flügeln fehr frei eingelenkt.

Die *Bruftmuskel* entspricht dem Bruftheil, den Rippen und Schlüffelbeinen der Vögel und hat ihre Function, ftützt daher die Flügel. Da aber die Muskeln im Innern liegen, fo liegen auch die Befefigungspunkte der Muskeln, wie der Bruftheil, im Innern.

Innenbruftheil (Entofternum) nenne ich ein oft gefpaltnes, feftes, immer vorhandnes Stück in der Mitte des Bruftheiltheiles, an das fich mehrere Muskeln heften, und das befonders bei einigen Koleopteren fehr



stark ist, wo ein hinteres Yförmiges Stück das *Gabelstück* genannt worden ist.

Immer finden sich kleine Muskeln oder vielleicht Bänder (wenigstens sehe ich keine Fasern), welche zur Annäherung der Seitenwände der Brust dienen, deshalb sind die Aeste des Gabelstücks nicht mit den Seitentheilen der Brust verwachsen. Gewöhnlich heften sich an sie die erwähnten elastischen Bänder, die sich an die Brustwände oder die Flügelstützen setzen.

Ueberall sind die durch feste Streifen oder andere Mittel befestigten Flügelstützen oder Brustschlüsselbeine die stärksten Theile des Stammes und immer biegt sich das obere Ende nach innen um. Sie lenken sich bald unmittelbar mit der Grundfläche des quer liegenden, und durch sie in einen äußern und einen innern Theil abgetheilten Flügels, bald mit ihm und dem Rücken durch Knöchelchen ein.

Bei den Käfern nenne ich *vordere* oder *Schildschlüsselbeine* (Claviculae anteriores f. scutellariae) die Stützen der Flügeldecke, und *Stützplatten* (Laminae fulcrales) die Schuppen, an welche die Flügelstützen geheftet sind.

Der *Rücken* (Dorsum) die beträchtlichste Schuppe des obern Theils des Flügelstammes, ist nach oben gewölbt, nach unten ausgehöhlt. Er lenkt sich mit den Flügeln ein, und an ihn setzen sich die hauptsächlichsten Flugmuskeln, die sich nur bei den Libellen unmittelbar an die Flügel heften. Für jedes Flügelpaar findet sich ein Rücken, dessen Größe mit der Wichtigkeit seiner Flügel und ihrer Muskeln im Verhältniß steht. Oft ist er durch eine Mittellinie in zwei Seitenhälften getheilt, an denen sich bei den Coleopteren und Hemipteren gleichfalls symmetrische Längestreifen finden.

Immer



Immer krümmen sich seine Ränder nach unten. Die seitlichen tragen die *Schulterfortsätze* (Apophyses humerales), durch welche sie sich unmittelbar oder durch Knöchelchen mit der innern Seite der Flügelgrundfläche verbinden. Die übrigen eckigen Theile der Ränder dienen zur Einlenkung des Rückens mit den benachbarten Theilen.

Bei den Koleoptern wird der Körper des Rückens in der Ruhe durch die Flügel und Flügeldecken bedeckt, und sein vorderer, zusammengezogener, aber durch eine Membran bedeckter Theil unter dem mit ihm eingelenkten Schildchen verborgen. Vorn endigt er sich durch eine quere, fast senkrechte halbe Scheidewand, das *Praedorsum* oder die *Halscheidewand*, an die sich das vordere Ende der Rückenmuskeln setzt, indem diese nicht an das Gewölbe des Rückens reichen.

In den meisten übrigen Ordnungen setzen sich diese an den vordern Theil des mittlern Drittels des Rückens.

Bei den *Gryllen* verengt er sich vorn nicht um in den Prothorax zu treten, wohl aber bei den *Cigalen*. Dagegen ist bei den *Pentatomen* der breiteste Theil des Dorsum vom Prothorax bedeckt. Bei mehreren *Hymenopteren* endigt sich der Rücken vorn durch ein, in das *Halsband*, den obern Theil des Prothorax, tretendes Visier und lenkt sich damit frei ein.

Bei den übrigen Ordnungen dringt dieses Stück nicht in den Prothorax.

Bei den Hemipteren, Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren und einigen Neuropteren ist der Rücken der obern Flügel weit größer als der der untern, der bei den Dipteren, wie die hintern Flügel, fast null ist. Dagegen ist er bei den Koleopteren und Orthopteren am größten. Bei den Libellen sind beide gleich.

Fast immer werden die beiden Flügelpaare durch die eignen beträchtlichen Bewegungen des Rückens zu-



gleich und gleichmäfsig bewegt. Hebt er sich, so zieht er die innere Seite der Wurzel des eingelenkten Flügels nach, was das Sinken der äufsern Seite und des Flügels bewirkt. Nähert er sich dagegen dem Brustbeinstücke, so erheben sich die Flügel.

Beim Sinken der Flügel wird der Rücken von vorn nach hinten, oder so gekrümmt, dafs sein vorderes Ende sich dem hintern nähert, der mittlere Theil sich hebt und die Seitentheile sich entfernen. Beim Heben der Flügel findet ganz das Gegentheil Statt. Das vordere Ende entfernt sich vom hintern, die Mitte senkt und die Seiten nähern sich. Beugung nach einer Richtung bewirkt also Streckung in der entgegengesetzten.

Der Rücken sitzt hinten am Körper und den beiden Aesten eines halbmondförmigen elastischen Stückes, das einen Hebel bildet. Mit Ausnahme einiger Hymenopteren, den Hummeln, Bienen u. s. w. ist er unzertrennlich damit verbunden. Dieses Stück ist fast ganz frei, indem sich nur ein kleiner Muskel an das vordere und innere Ende jedes Altes setzt. Dies ist das Schildchen mehrerer Schriftsteller: ich nenne es *Postdorsum* oder *Schwengel*, *schwengelförmiger Anhang*.

Mit Ausnahme der Libellen setzen sich überall die Rückenmuskeln oder Senker der Flügel hinten an die hohle Fläche einer queren Scheidewand, die nach hinten stark gewölbt, im hintern Theile ihres obern und untern Randes frei und nur von der Seite mit der Brustmuschel eingelenkt, oft mit ihr, wie bei den Gryllen, Cigalen, Schmetterlingen und Dipteren, genau verschmolzen ist. Ich nenne sie die *Rippenscheidewand* oder den *Rippentheil*, weil sie den Rippen der Vögel analog beim Fluge wirkt, indem sich die Niederzieher der Flügel und Erweiterer des Stammes mit ihrem hintern Ende an sie setzen. Mit Ausnahme einiger Hymenopteren trennt sie den Thorax vom Hinterleibe, und kann

daher als Zwerchfell angesehen werden. Unten ist sie meistens nach hinten gerichtet, wozu sich bei einigen Koleopteren, namentlich Buprestis, Capricornus; bei einigen Hemipteren dagegen nach vorn und durch Bänder mit Brustbeinfortsätzen vereinigt. Bei den Hymenopteren mit gestieltem Hinterleibe liegt er ganz im Metathorax und lenkt sich nur durch seine Aeste mit dem Schwengel und dem Flügelwurzelknochen ein.

Fast immer liegt bei aufstitzendem Hinterleibe der hintere Theil des obern Randes dieses Stiels, falls er sich findet, frei, mit dem Schwengel bloß durch eine starke, sehr lange Haut verbunden, welche das Innere des Stammes schützt und beim Fluge abwechselnd gespannt und erschlafft wird. Sie fehlt bei gestieltem Hinterleibe, weil das Rippenstück im Innern des Metathorax liegt.

Offenbar muß hiernach die Wölbung des Rippenstücks bei Zusammenziehung der Rückenmuskeln vermindert werden, um den Stamm zu erweitern, was ohne die Freiheit des hintern Theils vom obern und untern Rande nicht möglich gewesen wäre. Nur die Gryllen machen eine Ausnahme, indem sich das zweigeklappte Rippenstück ganz im Stamme befindet, und seinem obern Rande nach vorn eng und unmittelbar mit dem Schwengel, hinten durch denselben Rand mit den obern Bedeckungen des Hinterleibes verbunden ist.

Bei den Libellen setzen sich die Heber und die Niederzieher der Flügel unten an den Brustbeintheil, nicht an innere Querscheidewände. Indessen fehlen diese nicht, nur ist ihre Bestimmung zum Theil verändert, indem sie nach außen liegen und die obere Bedeckung des Flügeltragenden Stammes bilden helfen, wenn sie gleich auch so zur Erweiterung desselben beitragen.

Der unten oft wenig biegsame Hinterleib wird bisweilen, wie bei den Cigalen, hier durch die hintere Ver-



längerung der Brustbeinfläche des Metathorax unterstützt. Bei den meisten Koleopteren und einigen Hemipteren trägt seine untere Fläche vorn in der Mitte einen spitzen Vorsprung, wodurch er sich auf die Mitte des Brustbeins stützt, so daß er die Bewegung der hintern Hälften nicht hindert. Außerdem ist er, wo er aufsitzt, oben durch starke Bänder an das Rippenstück, oder die obern Anhänge des Metathorax geheftet: so bei den Koleopteren, mehreren Hymenopteren, den Lepidopteren, Dipteren u. s. w. Bei den Libellen wird er oben auch durch starke Muskeln angeheftet. Bei den Hummeln liegt er an dem Brustbeintheile der Bedeckungen, wird durch Bänder in die Höhe gehalten und durch Muskeln befestigt, deren Sehnen durch eine besondere, über der Einlenkung mit dem Metathorax liegende Oeffnung austreten.

Der Hinterleib ist wohl das Hauptwerkzeug des Athmens, besonders des Einathmens, wenn gleich dies in einigen Fällen auch durch die Bruststigmata Statt finden kann. Er ist der verschiedensten Gestaltsveränderungen und Bewegungen fähig und eine Art Blasebalg, wodurch der Flügelstamm mit Luft versehen wird, dessen Bedeckungen im Ruhezustande der Flügel unbeweglich bleiben, indem er, zugleich mit den Flügeln, sein freies Ende emporhebt. Zieht er sich zusammen, so treibt er Luft in den Thorax und vermindert das specifische Gewicht des Körpers. Hierauf nimmt er an der allgemeinen Ausdehnung beim Senken der Flügel Theil und steigt mit dem Stamm in die Höhe, indem er seinen vordern schwersten Theil zuerst darbietet. Nothwendig ist, daß er sich zugleich mit den Flügeln mehr oder weniger hebe, indem er sonst das Thier durch sein Gewicht herabziehen würde, da seine Anheftungspunkte an den Thorax hierbei zurücktreten.

Da die am besten fliegenden Insekten den Hinterleib bewegen können, so scheint die Flugfertigkeit mit seiner Beweglichkeit in Beziehung zu stehen.

Sein freies Ende ist beim Fluge, zu Verminderung des Widerstandes der Luft, meistens nach unten gerichtet, wie das leichteste Ende der Flügel zu demselben Behuf gleichfalls immer dieselbe Stellung hat.

Flügel im Allgemeinen.

Ich schränke mich hier vorzüglich auf meine eigenen Untersuchungen ein, und verweise wegen ausführlicherer Angaben auf die Memoiren der Akademie, *Cuvier's* vergleichende Anatomie und *Latreille's* Aufsätze.

Die Flügel sind entweder trockne Membranen wie bei den Koleopteren, einigen Orthopteren oder mehr oder weniger schuppenartig, wie bei den Hymenopteren und Neuropteren.

Bei den meisten der letztern behalten sie immer dieselbe Form.

Fast alle Adern oder Streifen der Flügel sind ovale, unten bisweilen bloß häutige Röhren, die eine Flüssigkeit und Trachäen aufnehmen können.

Alle Flügel sind im Allgemeinen, zumal hinten und an ihrem freien Enden, sehr leicht und werden daher gegen diese Stelle hin dünner, schwächer und schmaler.

Die, welche Leichtigkeit mit Stärke verbinden, sind, wie die der Libellen, Hummeln, Cigalen, am meisten zum Fluge geeignet. Immer sitzen sie auf den Seiten des Flügeltragenden Stammes, nach vorn vorzüglich mit ihrem festesten Theile, der Wurzel ihres vordern Randes, so daß ihr innerer Rand und ihr hinterer Theil fast frei sind, die Käfer und einige Dipteren ausgenommen, wo der aus einer dünnen, biegsamen Membran gebildete Rand am Stamme liegt. So

bilden die Flügel hinten, wenn sie sich senken, Hebelarme, auf welche die Luft frei wirken kann, um den Körper in einer horizontalen Lage zu erhalten, die Flächen der Flügel so zu drehen, daß die untere schief nach hinten gerichtet wird, und so das Insekt nach vorn zu stoßen.

Bei den am besten fliegenden Vögeln sind die Nebensehern stark und groß, vorzüglich nahe am Stamme.

Bei einigen Käfern sind die Flügeldecken und Flügel zu weit vor dem Schwerpunkt befestigt, und der innere und hintere Theil der letztern kann, weil er schwach ist und nicht weit genug nach hinten reicht, dem Hinterleibe und dem hintern Theile des Stammes nicht hinlänglich das Gleichgewicht halten, so daß deshalb diese Insekten fast ganz gerade fliegen. Bei den Dipteren mit schwach entwickelten Löffeln, wie *Ailus*, *Tipula*, scheinen mir die Flügel weiter nach hinten als nach vorn zu sitzen, weshalb der vordere Theil des Flügelstammes und der Kopf dem Hinterleibe beim Fluge das Gleichgewicht halten können.

Im Allgemeinen sind die Flügel mit elastischen Bändern oder zurückziehbaren Adern versehen, deren Hülle quer gerunzelt und deren Höhle mit einem elastischen Bande angefüllt ist. Diese sind vorzüglich zur Erleichterung der Bewegung des Schließens, wobei die Flügelhäute gefaltet werden und zum Anspannen derselben beim Vorwärtsbewegen der Flügel geeignet.

Zwar fehlen diese Adern den Käfern, sie sind aber hier durch die, dem ganzen hintern Theile der Flügel zukommende Fähigkeit in der Ruhe sich von selbst in eine Menge kleiner schiefer Falten zu legen, ersetzt. Diese Fähigkeit scheint übrigens die Anwesenheit elastischer Bänder in ihnen und die hohle Beschaffenheit der Knöchelchen an ihrer Grundfläche zu beweisen.

Nach Herrn *Blainville's* Bemerkung haben die Federn der Vögel an ihrer Wurzel elastische Bänder, die sie einander in der Ruhe nähern. Eben so sah er in allen Theilen der Flügel der Fledermäuse elastische Sehnen und nach ihm werden die Flügel mehrerer Insekten durch ähnliche Bänder gefaltet.

Die Flügel sind nur, wenn sie niedergefenkt sind, völlig ausgedehnt, indem ihr Knorpelende sich immer etwas nach hinten beugt, wenn sie sich erheben und vorwärts wenden, wozu unter beiden Bedingungen der Widerstand der Luft beiträgt. Ihre Hauptbestimmung ist, in diesem Widerstande der Luft einen Unterstützungspunkt zu finden, von wo aus der Stamm sich in die Höhe wirft, und sich daselbst schnell genug aufzurichten, um in Verbindung mit dem Hinterleib eine ihrer Masse angemessene Centrifugalkraft zu erzeugen, wodurch der Stamm verhindert wird, wieder herabzusinken. Zu diesem Behuf sind sie, entfaltet, immer nach unten schwach concav, nach oben schwach convex, an ihrem vordern Rande nach vorn convex, hier wie ein schneidendes Blatt nach hinten gekrümmt, wodurch dieser Rand, in Verbindung mit seiner Festigkeit und Dicke, wenn der Flügel aufgehoben ist, in den Stand gesetzt wird, die Luft zu durchschneiden, ihren Widerstand leicht zu überwinden, und dadurch eine, seiner Oberfläche und der Masse des Flügels proportionirte, sehr wichtige Centrifugalkraft hervorzubringen. Die leichten Enden der Hauptfedern der Vögel geben hiergegen kein Hinderniß ab, indem sie unter dieser Bedingung immer nach hinten gewandt sind, so daß der schwerste Theil jeder Feder und des eigentlichen Flügels zuerst vorwärts geht, der leichteste folgt.

Da bei den Vögeln die Enden der Federn leicht und biegsam sind, so geben sie, wenn sie ihre größte Oberfläche darbieten, der Luft einen desto bedeutendern

Spielraum und sie werden dadurch mehr als der übrige Theil der Federn in die Höhe gehoben. Da hiernach die Flügel sich weder frei senken, noch in queren Richtungen ausstrecken können, so wird ihre Bewegung auf ihre Wurzeln übertragen. Wegen der Dünne ihrer äußern Enden durchschneiden sie beim Vorwärtsrücken, wobei sie, wie bemerkt, immer etwas nach hinten gefaltet sind, sehr leicht die Luft. Eben so verhält es sich bei den Insekten, deren Flügelenden sehr dünn, hinten gefaltet und biegsam sind.

Bemerkenswerth ist, daß bei den Insekten, wo sie in der Ruhe in querer Richtung gefaltet sind, die Karpalbeugung immer, wie bei den Vögeln, nach hinten gerichtet ist.

Die Vogelflügel sind vollkommener gebaut als die Insektenflügel, weil 1) die Luft durch die Zellen, welche durch die Bärte der Federn gebildet werden, besser als durch die bloßen Falten in den Insektenflügeln zurückgehalten wird; 2) weil jene in mehrere Abschnitte abgetheilt sind, die in abwechselnder Richtung eingelenkt sind, und die sich vollständig und zugleich auf der freien Seite in die Höhe richten. Hierbei bringt jeder Abschnitt, der durch eigne Muskeln bewegt wird, eine ihm eigne Centrifugalkraft hervor. Diese verschiedenen Kräfte vereinigen sich und bilden eine steigende Progression von den Spitzen der Flügel zum Stamme, so wie von diesem in entgegengesetzter Richtung zu den Spitzen der Federn, woraus dann folgt, daß sich die vom Mittelpunkte der Bewegung am meisten entfernten Theile sowohl mit ihren eignen Kräften als denen aller Theile bewegen, welche dem Centrum der Bewegung näher liegen. Dies findet bei den Insektenflügeln nicht Statt, indem diese sich beim Fluge nur so bewegen, als wären sie aus einem einzigen Stücke gebildet.

Am vordern Rande des Flügels finden sich bei den Vögeln die fleischigen und knöchernen Theile und die festesten Federn. Bei den meisten Insekten besteht der äussere Rand aus zwei übereinander liegenden, dicken, bis zu ihren Wurzeln genau verbundenen Streifen, den *Armstreifen*, von denen die äussere der *Speiche*, die innere, stärkere der *Ellenbogenröhre* entspricht.

Alle Arten von Flügeln haben am Ende des Vorderarms einen Theil, der bei den Vögeln, Fledermäusen und den meisten Insekten der Karpus, bei den Libellen das Stigma ist. Er ist stärker als die übrigen benachbarten Theile des Vorderarms und deshalb, so wie durch seine Lage, geschickt die Intensität der Centrifugalkraft zu vermehren, welche durch das Auf- und Vorwärtsheben des Flügels erzeugt wird. Im Allgemeinen fängt von diesem Punkte bei allen Flugthieren der vordere Rand des Flügels an sich nach hinten zu wenden.

Bei den Käfern werden das Gewicht dieses äussern Randes und seine Widerstandsmittel durch eine eigne Flüssigkeit vermehrt, die beim Fluge den Schwerpunkt zu verändern fähig ist, und die sie willkürlich in einen langen, dicht unter den beiden Armstreifen liegenden Beutel treten lassen können, von dem sie wenigstens das erste Drittel einnimmt. Dieser Beutel wird aber von innen durch den hornartigen Theil der Streifen gebildet, unten besteht er aus einer zarten biegsamen Haut. In der Ruhe ist er gewöhnlich schlaff, seine Membran auf der Concavität des hornartigen Theils zurückgeschlagen.

Bei den Libellen schien mir die zweite Hälfte des äussern Randes in ihrem Anfange dicker als die erste, und ausserdem nähern sich ihr mehrere andere Längsstreifen. Die Spitze des Flügels, oder das Stigma, das man richtig, seinem Gebrauch nach, Balancier-



stange nennen könnte, welches eine klebrige Flüssigkeit enthält, befindet sich fast am Ende dieser zweiten Hälfte.

Dieser dickere Theil des vordern Flügelrandes und diese Stigmen, welche eine Flüssigkeit enthalten, vermehren das Gewicht dieser Gegend des Flügels und sprechen für die Nützlichkeit der aufsteigenden Centrifugalkraft, welche bei der Winkelbewegung des Flügels nach oben und vorn entsteht, und auf die ich zuerst im Jahr 1810 im Institut aufmerksam gemacht zu haben glaube.

Auch bei *Tenthredo*, *Cimbex*, *Sirex*, *Ichneumon*, *Vespa*, *Sphex* u. s. w. findet sich oben am Karpus ein dunkler Fleck. Bei andern Hymenopteren und mehreren Orthopteren, Lepidopteren und Dipteren ist dieser schwere und fester Theil des Flügels durch die Annäherung der ersten Längsstreifen und durch quere Streifen gebildet.

Bei den Pentatomen finden sich der vordere Flügelrand und alle erforderlichen Bedingungen desselben, die Festigkeit und die Gewichtsvermehrung in dem am meisten nach vorn vorspringenden Theile, im ganzen hornartigen Theile der Flügeldecken, der sich beim Fluge an den Flügel hakt; mithin ist der äußere Rand des Flügels selbst verhältnißmäßig sehr schwach. Deshalb ist hier das Ende der Flügeldecken häutig. Da ihr vorderer Rand beim Fluge den vordern Rand des wahren Flügels bildet, so hatte der zum Durchschneiden der Luft bestimmte Theil desselben Festigkeit nöthig, das Ende aber mußte leicht und biegsam seyn, um beim Niederfenken des Flügels dem Widerstande der Luft desto mehr Oberfläche darzubieten.

Die obere, gewölbte Fläche des Vogelflügels ist der Luft undurchdringlich und die untere ist, ungeachtet ihrer Concavität, größer als jene. Ohne das

Gewicht bedeutend zu vermehren, wurde diese untere Fläche und der Einfluß der Luft auf sie dadurch vergrößert, daß hier durch die Bärte der Federn eine Menge Zellen gebildet werden, deren Wände, die nach hinten geneigt sind, und deren unterer Rand in derselben Richtung gewandt ist, beim schnellen Senken des Flügels die Luft so zurückhalten, daß dadurch ihr Widerstand die möglichst große Wirkung hervorbringt.

Ich glaube, daß bei der größten Ausdehnung des Flügels der Daumen sich durch seine Muskeln, vielleicht auch durch die Zerrung des elastischen Bandes, entfernt und dadurch die an ihn gehefteten Federn nach unten gerichtet werden, wobei sie die Luft zurückhalten und dadurch den Widerstand derselben vermehren.

Die Haut der Fledermausflügel ist durch eine Menge kleiner, zwischen ihren beiden Platten befindlichen Sehnen fähig, viele Fältchen zu bilden, welche vom vordern Rande und der Mittellinie des Stammes aus sich von einander entfernen und so schief an dem hintern Rande des Flügels endigen. Die Anwendung dieser Fältchen begünstigt, davon abgesehen, daß dadurch die Oberfläche vermehrt wird, das Aufhalten der Luft beim Senken des Flügels und das Austreten derselben bei der entgegengesetzten Bewegung. Außerdem faltet sich die Zwischenarmhaut mehr oder weniger nach unten, vorzüglich an der Handwurzel, wo sie ansehnlich tief herabsteigt und sich selbst mit den Daumen nach hinten krümmt. Hierdurch wird die Luft in dieser Membran zurückgehalten, häuft sich im Flügel beim Senken desselben an, wirkt so mit mehr Kraft zurück und bringt einen Erfolg hervor, welcher der Ausbreitung der untern Fläche des Flügels, so wie der Größe und Stärke seines vordern Randes und der Länge des Hebelarms, auf welchen sie wirkt, angemessen ist.



Die Grösse der hohlen Fläche des Flügels der Insekten und die Mittel, die Luft hier zu fixiren, werden durch die Nebenflügel, Falten und andere Anhänge vermehrt. Aus diesem Grunde ist der vordere Rand des Libellenflügels nach unten und hinten gekrümmt. Viele Flügel, zumal die hintern, haben, weil ihre innere Seite sehr weit nach hinten liegt, stark nach unten gebogen ist, und selbst bis unter den Hinterleib reicht, mehr Mittel, die Luft an ihrer Wurzel zurück zu halten, und den hintern Theil des Körpers zu tragen. So verhält es sich bei mehreren Libellen und Lepidopteren. Hier also vergrößert sich die Oberfläche im Verhältniss zur Verkürzung des Hebelarms, worauf die Luft wirkt. Vorzüglich wird die Oberfläche durch grosse Längenfalten vergrößert, die alle an ihrem Ende mehr oder weniger nach hinten gekrümmt sind, wovon einige sich von der Wurzel des Flügels gegen die Spitze erstrecken, andere in grösserer Menge, indem sie sich immer stärker krümmen, sich am hintern Rande endigen. Diese Falten sind so angeordnet, dass sie die Ruderbewegung der Flügel am meisten begünstigen, indem diese die Luft bei ihrer Bewegung nach unten und hinten festhalten. Vorzüglich geschieht dies auch dadurch, dass die Seiten der Längenfalten oft eingekerbt und ihre Enden in kleine Quersalten abgetheilt und unterabgetheilt sind, welche durch Längen- und Querstreifen befestigt werden.

Bei den Libellen und Heuschrecken, wo diese Falten am deutlichsten sind, finden sich die stärksten Streifen am Gipfel der Längenfalten, die am untern Abschnitte befindlichen sind dünner und fehlen oft ganz. Nur bei den Libellen, deren Flügel beständig ausgebreitet sind, erhalten kleine Querwände beständig die Gestalt dieser Falten und am Gipfel der Streifen finden sich kleine, mit der Spitze nach aussen und hinten gerich-

tete krumme Stacheln. Diese Anordnungen aber sind in beiden Familien der allen Flügeln zukommenden Fähigkeit untergeordnet, ohne Beschwerde beim Auf- und Vorwärtstreben die Luft zu durchschneiden und dabei nur so wenig von ihr als möglich zurück zu behalten.

Bei andern Insekten, z. B. *Xylocopa violacea*, den Hummeln, *Tenthredo*, *Cimbex*, haben die mehr oder weniger regelmässigen schiefen Falten der Flügelspitzen oben kleine Stacheln oder steife und gekrümmte Haare, deren Enden schief nach aufsen und hinten gerichtet sind, und deren Grundfläche unten eine kleine Vertiefung enthält, welche die ausgehöhlte Fläche des Flügels vorzüglich an seinem Ende vergrößert, wo der Widerstand der Luft besonders nothwendig ist.

Diese Stacheln sind desto zahlreicher, je feltner und unregelmässiger die schiefen Falten sind, so daß sie einander vermuthlich gegenseitig ersetzen. So hat *Xylocopa*, wo diese Falten ziemlich zahlreich sind, weniger steife Haare als die Hummeln, und zumal als *Tenthredo* und *Cimbex*, wo die Falten weniger stark sind. Bei *Sirex*, *Scolia*, *Sphex* finden sich mit regelmässigen und in Menge vorhandenen schiefen Falten keine Stacheln.

Diese steifen Haare sind mit ihren Spitzen schief nach hinten und aufsen gerichtet, wodurch sie unfähig werden, beim Senken der Flügel die Luft zurückzuhalten, die dagegen darüber weggleitet, wenn der Flügel auf- und vorwärts gerichtet wird.

Die schiefen Falten der Flügelenden finden sich auch sehr regelmässig bei einigen Arten von Pentatomen und andern Hemipteren, und sind hier überdies an den Seiten quergefurcht.

Im Allgemeinen sind alle Flügelhaare, gleichviel, ob hart oder weich, eben so die Schuppen der Schmetter-



linge, unabhängig von ihren übrigen Bestimmungen, Mittel, die Luft beim Fluge zurück zu halten, indem sie die Oberfläche und die Anhaltspunkte vermehren.

Das hier über den Nutzen der durch die Flügelbärte der Vögel gebildeten Zellen; die untern Vorsprünge des Stammes eben dieser Flügel; die Falten der Fledermausflügel; den umgebogenen Rand, der sich während des Fluges an der vordern Seite dieser Flügel bildet; die Falten an den Insektenflügeln, ihre nach unten vorspringenden und bisweilen nach hinten gewandten Ränder; die kleinen untern Vertiefungen an den Flügelspitzen mehrerer Hymenopteren, die überall die Luft beim Niederlenken der Flügel zurückhalten, und dadurch den Widerstand derselben vermehren, Gefagte wird durch die von *Morosi* (Biblioth. universelle T. 12.) über den Stofs des Wassers gemachten Versuche bestätigt.

Man kann aus diesen Versuchen schliessen:

- 1) dass die Lufttheilchen nicht von einander unabhängig, sondern, wie die Theilchen des Wassers, mit einer starken gegenseitigen Zusammenhangskraft versehen sind;
- 2) dass die Luft, welche sich gegen die Flügelfläche drängt, wenn dieser sich senkt, sie veranlasst sich gegenseitig zu unterstützen und zusammen gewissermassen einen festen Körper zu bilden, vorzüglich, wenn sie durch die Zellen der Federn oder die umgeschlagenen Ränder und Vertiefungen an den Insektenflügeln zurückgehalten werden;

- 3) dass der Widerstand der Luft gegen das Senken der Flügel aus allen diesen Gründen mehr als doppelt so gross ist, als wenn sie unten ganz einfach wären.

Im ersten Falle wirkt die Luft gegen die Flügelfläche und ihre Vorsprünge mit einer Kraft, die man der der Schwere ungefähr gleich setzen kann. Indem also diese Kräfte sich in diesem Falle das Gleich-

gewicht halten, und der Flügel ungefähr an derselben Stelle bleibt, steigt der Körper des Thieres vermittelt der vollen Muskelkraft empor, und die Flügel erhalten dadurch das Ansehen, als stiegen sie herab.

Alle fliegende Insekten, nur die Dipteren nicht, haben vier Flügel, und selbst diese machen vielleicht keine Ausnahme, indem ihre Löffelchen durch Vergrößerung der Grundfläche der obern Flügel die untern Flügel ersetzen.

Ihre Balancierstangen sind nicht für unvollkommen ausgebildete Flügel zu halten, indem man auf diese Weise nicht die bleibenden Merkmale bezeichnet.

Nach *Latreille* können sie zum Athmen dienen, eine desto wahrscheinlichere Vermuthung, da bei der Ruhe der Flügel der Flügeltragende Stamm ganz unbeweglich zu seyn scheint, und die Bewegungen der Balancierstangen mit denen des Hinterleibes zum Forttreiben der Luft im Innern dienen können, indem die Brust, wenn gleich nicht stark, abwechselnd dadurch zusammengedrückt wird.

Die Flügel mehrerer Koleopteren, Orthopteren und Dipteren sind oft vollständiger als jeder Flügel anderer Ordnungen allein genommen. In der That sind die obern Flügel der Hemipteren, Hymenopteren und Lepidopteren, an den vordersten Theil des Thorax geheftet, länger als die hintern, fester und schmal an ihre Grundfläche, nicht so angeordnet, daß sie den Widerstand der Luft begünstigen können, und nur ein Complement der hintern. Diese breiten sich weit nach hinten aus, sind mit einem vordern, schwachen und nach oben gerichteten Rande versehen, bieten durch ihre Breite und Leichtigkeit der Luft eine bedeutende Berührung dar und ersetzen so, was den obern fehlt. Bei diesen Insekten, zumal den Hymenopteren, Cigalen, Pentatomen, haken sich die Flügel derselben Seite



beim Fliegen fest zusammen und bilden so in der That nur einen.

Die Oberflügel einiger Hymenopteren kommen noch insofern mit denen der Hemipteren überein, als sie an der Wurzel dick und in ihrem dünnern Theile oben mit steifen Haaren besetzt sind, in der Ruhe die Unterflügel bedecken, sie vor der Reibung, wenn die Thiere in enge Löcher kriechen, sichern und so die Stelle von Flügeldecken für sie vertreten.

Die Libellen haben für jedes Flügelpaar einen vollständigen Muskelapparat, die Flügel liegen in derselben Ebene und sind immer ausgedehnt, können sich daher weder auf einander falten, noch in einander eingreifen, und bewegen sich einzeln für sich. Doch ergänzen sich hier die verschiedenen Flügel derselben Seite einander. Der vordere ist gewöhnlich fester, länger und schmaler, dies wenigstens an der Wurzel, der hintere an der Wurzel sehr breit, an seinem innern Rande nach unten gekrümmt und stark nach hinten ausgebreitet, was viel zur horizontalen Haltung des Körpers beim Fluge beiträgt.

Anders ist die Bildung bei einigen Familien derselben Ordnung, wo die Flügel sich falten. Hier verhält sich alles wie gewöhnlich.

Im Allgemeinen fliegen die vierflügligen Insekten sehr gut. Da ihr Körper beim Fluge eine horizontale Stellung hat, und die untern Flügel weit nach hinten reichen, so bedürfen sie keines schweren Prothorax, um dem Hinterleibe das Gleichgewicht zu halten. Doch muß man hiervon einige Koleopteren ausnehmen, denen beide Flügelpaare zu weit vor dem Schwerpunkte liegen.

Außer den Koleopteren verbinden sich die Flügel derselben Seite bei allen den Insekten, die nur einen Muskelapparat für beide haben, behufs des Fluges
mehr

mehr oder weniger stark. Vorzüglich gilt dies für die Hemipteren und Hymenopteren. Diese Verbindung scheint desto fester, je mehr der Muskelapparat einfach ist. So z. B. ist sie bei den Lepidopteren schwächer, hier aber hat jedes Flügelchen eigne Aufheber. Da indess die Wurzel des ersten Flügels schmal ist, und nur durch die des hintern vervollständigt wird, der hintere Rand desselben nach unten gekrümmt ist, der vordere des hintern sich nach oben wendet und weit nach vorn unter den vordern schiebt, zugleich schwach und wenig zum Theilen und Zurückhalten der Luft geeignet ist, so ist es klar, daß sich die beiden Flügel wenigstens gewöhnlich nicht abgesondert bewegen können. Vorzüglich deutlich ist dies bei den Abend- und Nachtfaltern, wo sich ein eignes Verbindungsmittel findet.

Kein Flügelstreifen geht unmittelbar vom Flügeltragenden Stamm ab, sondern alle sind ausen an Knöchelchen eingelenkt, welche an der Wurzel des Flügels und dem Stamme sitzen und von denen mehrere, bei den Hymenopteren wenigstens, mit andern innern zusammenhängen.

Die meisten sieht man nur bei den Insekten, deren Flügel im Ruhezustande der Länge nach liegen. Sie dienen nur zum Ausstrecken und Falten derselben, denn beim Fluge bewegen sich die Flügel, als wären sie aus einem Stücke gebildet.

Bei den Libellen, deren Flügel immer ausgestreckt sind, findet sich etwas ähnliches, und der ganze Apparat der kleinen Muskeln wird dadurch beträchtlich vermindert.

Bei den Koleopteren und selbst einigen Hymenopteren, sitzen alle diese Stücke auf der innern Seite an einem sehr starken Bande, dem *Wurzelbände* (Lig. basillare) und sind, wie die Flügelwurzel, von nachgiebigen und dicken Membranen (Membr. circumbasillares)



umgeben, welche den harten Theilen die eigenthümlichen Bewegungen gestatten und zugleich die weichen bedecken.

Einige Membranen des hintern Theiles der Flügelwurzel scheinen bei mehreren Insekten deutlich retractile oder elastische Sehnen zu enthalten, was man an den Querfurchen erkennt, womit sie sich bedecken, wenn der Flügel gefaltet ist. Sie strecken sich aus, wenn sich der Flügel öffnet und kehren auf ihren vorigen Zustand zurück, wenn er sich schließt, indem sie sich zum Theil von selbst runzeln, ich sage zum Theil, indem sie oft kleine Muskeln oder elastische Bänder bedecken, die besonders bei den Cigalen und einigen Lepidopteren sehr deutlich sind.

Der retractile Streifen, der sich gleichfalls am hintern Theile der Flügelwurzel findet, neben dem letzten Knochen verläuft und sich mit dem hintern Rande des Flügels verbindet, vertritt bei den Insekten die Stelle des elastischen Bandes der Zwischenhaut der Vögel.

Im Allgemeinen haben die Insektenflügel unten an den Wurzeln oft beträchtliche Höcker, die sie in der Ruhe fixiren und welche außerdem noch andere Zwecke erfüllen.

Die Wurzelklappe findet sich nur bei den Hymenopteren, wo die Bänder, welche die Wurzel des Flügels mit dem Stamm verbinden, ohne sie frei liegen würden, denn in dieser Ordnung verbindet sich der Flügel mit dem Stamme auf eine ganz eigenthümliche und mit der Anwesenheit dieser Stücke übereinstimmende Weise.

Der Schulterdeckel der Lepidopteren hat nicht dieselbe Gestalt und unterscheidet sich auch durch einige seiner Verrichtungen.
