

Von den Sinnesorganen der Insekten im Allgemeinen, von Gehör- und Geruchsorganen im Besondern.

Von

Dr. A. Paasch.

Der nachfolgende Aufsatz liegt bereits seit 1846 nach seinen Hauptzügen in meinem Schreibtisch. Er wurde veranlasst durch eine Arbeit v. Siebold's in Müller's Archiv 1839. p. 49, in welcher er ein eigenthümliches Organ am hinteren Kopfganglion bei *Cyclas* und einigen anderen Bivalven beschreibt, und es einem Auge vergleicht. Später (Wiegmann's Archiv 1841. p. 148) nahm er diese Organe oder Bläschen als Gehörbläschen in Anspruch. Diese Arbeiten regten mich zu eigenen Untersuchungen an, und ich legte 1847 das Ergebniss derselben Herrn Prof. Dr. Erichson zur Begutachtung vor, der sie mir bald darauf freundlich lächelnd mit den Worten zurückgab, die Sache könne sich auch wohl noch anders verhalten. Eine Besprechung wurde durch den Hinzutritt eines Dritten abgeschnitten, — doch erhielt ich gewissermassen eine weitere Antwort durch die Uebersendung der Jubelschrift Erichson's für seinen Schwiegervater Klug: *De fabrica et usu antennarum in insectis*, in welcher er bekanntlich die Fühlhörner der Insekten für deren Geruchsorgane erklärt. Ich zweifelte nicht daran, dass diese Schrift die Erwiderung von Fachmännern herbeiführen würde, — dass befähigtere Federn

die Unwahrscheinlichkeit von Erichson's Schlussfolgerung darlegen würden, und legte meine Arbeit bei Seite. Viel später las ich in Froriep's Notizen 1856. 3. Bd. No. 4 folgende Bemerkung: dass die Antennen der Insekten nicht bloss zum Fühlen dienen, sondern zugleich auch als Geruchsorgan fungiren, ist gegenwärtig durch das Experiment und die mikroskopische Untersuchung ausser Zweifel gesetzt. Erichson entdeckte u. s. w. Es war also bis dahin eine Widerlegung Erichson's nicht erfolgt. Seitdem sind nun aber eine Menge sehr sorgfältiger und schöner Arbeiten erschienen, die uns vertraut machen mit der Morphologie und Histologie der betreffenden Theile; allein zum Abschluss ist die Frage: wo befindet sich das Gehör- und wo das Geruchsorgan? nicht gekommen. Allgemein anerkannt ist nur, dass die Antennen der Sitz eines Sinnesorgans seien. Auf dem bisher eingeschlagenen Wege wird es auch stets zweifelhaft bleiben, ob man den einen oder den anderen Sinn hinein verlegen soll. Ich habe deshalb versucht auf einem andern Wege der Entscheidung näher zu treten. Es sei mir erlaubt meinen Aufsatz, so wie ich ihn damals schrieb, wiederzugeben, und ihn in einer Nachschrift mit Berücksichtigung der neueren Arbeiten und eigener Beobachtungen wo möglich fester zu begründen.

Wenn wir uns über die Sinnesorgane der niederen Thiere Rechenschaft geben wollen, so müssen wir sie durchaus im Zusammenhang mit denen der höheren Thiere betrachten. Bei den Organen, deren Verrichtungen wir beobachten können, werden wir, bei aller Formverschiedenheit, nie in Zweifel sein, was sie sind. Wir werden in den Flügeln der Vögel die Aequivalente der vordern Gliedmassen anderer Thiere erkennen, nicht blos weil wir sie als Fortbewegungsorgane erkennen, von den fliegenden Vögeln an bis zum Strauss und Pinguin, sondern weil auch die Anatomie sie als solche ausweist; — wir werden in den Flossen der Fische die Aequivalente der Extremitäten der Säugethiere erkennen, weil schon ein Vergleich mit den Walen, den Robben, dem Wallross sie unzweifelhaft als solche hinstellt, auch wenn wir die Anatomie nicht

zu Hülfe nähmen. Bei den Gliederthieren zeigt der Gebrauch hinlänglich die Bedeutung. — Nicht so liegt es bei den Sinnesorganen. Die Verrichtungen dieser Organe liegen unserer unmittelbaren Beobachtung nicht so deutlich vor, mit Ausnahme etwa des Geschmacksorganes, und es bedarf bei ihnen anderer Hülfsmittel, um sie als das hinzustellen, was sie sind; wir können nur einen Analogien-Beweis führen. Das kann nur dadurch geschehen, dass wir diese Organe überall da, wo wir sie kennen, genau vergleichen, ihre Formveränderung bei den verschiedenen Thiergruppen, ihre Lage zu einander verzeichnen und uns bewusst zu werden streben, wie der Sinnesindruck zur Wahrnehmung kommt. Gehen wir hierin recht streng zu Werke, weisen wir vor Allem jede willkürliche Annahme, jede vorgefasste Meinung von der Hand, so müssen wir uns mindestens dem Ziele nähern. Fassen wir zunächst die Sinnesorgane der Wirbelthiere in's Auge; als solche können wir nur die für Gesicht, Gehör, Geruch und Geschmack bezeichnen. Das Gefühl gehört nicht hierher, zur Vermittelung desselben giebt es kein besonderes Organ; als Gefühlsorgan kann jeder Körpertheil dienen, der geeignet ist uns durch die unmittelbare Berührung mit einem anderen Gegenstand Kenntniss von dessen Vorhandensein zu geben, — es ist gewissermassen der ganz allgemeine Ausdruck des Lebens. Die mit einer harten Umkleidung versehenen Insekten sind hiervon nicht ausgenommen, da der harte Chitin-Panzer, der an verschiedenen Stellen von Poren durchbrochen an der inneren Fläche mit einer empfindenden Haut ausgekleidet ist, auf welcher über die Chitinhaut hervorragende Haare stehen, die das Gefühl vermitteln. Fassen wir also noch einmal die vier Sinnesorgane der Wirbelthiere in's Auge, so fällt uns zunächst auf, dass sie alle am Kopfe, in unmittelbarer Nähe des Gehirns liegen, und wir sehen sie unmittelbar mit diesem in Verbindung. Die Lage zu einander ist bei allen dieselbe: in der Mittellinie sehen wir als Geschmacksorgan die Zunge, die durch eine erkennbare Linie andeutet, dass sie eigentlich ein doppeltes

Organ ist, welches durch Verwachsung zu einem einfachen geworden ist. Ebenfalls in der Mittellinie, oberhalb der Zunge, liegt das Geruchsorgan, die Nase, die schon durch eine Scheidewand in zwei Hälften geschieden ist. Etwas weiter nach aussen liegt der Gesichtssinn, die Augen, und noch etwas weiter nach aussen das Gehörorgan, die Ohren. Bei allen niederen Thieren, bei denen wir ein oder das andere dieser Organe mit einiger Sicherheit kennen, haben sie dieselbe Lage, — ich erinnere an Zunge und Augen bei den Articulaten und Mollusken, an das Gehörorgan bei Sepien und Mollusken. Ich glaube hiernach ein vollkommenes Recht zu haben, wenn ich behaupte, dass auch die uns noch unbekannteren Organe ebenso liegen müssen, und dass alle diejenigen Gebilde, die man als Sinnesorgane bezeichnet hat und nicht in ähnlicher Lage nahe am Gehirn und mit ihm in Verbindung liegen, nicht Sinnesorgane sind. Die so benannten Organe am Knie des ersten Fusspaares der Locustiden ist nicht Gehörorgan, ebenso wenig wie das dafür gehaltene Organ am Metathorax der Acridier!

Da ich hiernach dem Gehirn zur Bestimmung der Sinnesorgane eine grosse Bedeutung beilege, so sei mir erlaubt die Bildung des Gehirnes schematisch in Erinnerung zu bringen. Bei den Wirbelthieren besteht dasselbe aus grösseren Gehirnmassen, gewissermassen Knoten, die durch verbindende Theile zu Ringen vereinigt sind: die beiden grossen Hemisphären sind die oberen Gehiranschwellungen, die durch den Balken mit einander vereinigt sind. Unter diesen liegt die Brücke mit den Vierhügeln und das kleine Gehirn, die unter sich und mit dem grossen Gehirn durch Aeste (Commissuren) verbunden sind. Bei allen Wirbelthieren sind diese Theile in verschiedener Entwicklung sehr leicht wiederzuerkennen. Der sogenannte Schlundring der niederen Thiere besteht ebenso aus Hirnanschwellungen, die durch Stränge zu Ringen verbunden sind, wie man dies besonders deutlich bei einigen Mollusken, z. B. bei *Planorbis corneus* sehen kann. Von der unteren Seite des Gehirns, von

der Brücke aus, entwickelt sich das Rückenmark; in gleicher Weise geht aus dem unteren Knoten des Schlundringes der sogenannte Bauchstrang hervor, dessen ähnliche Bildung und Anlage mit dem Rückenmark nicht zu verkennen ist. Vom Gehirn gehen bei den Wirbelthieren in sich entsprechender Lage alle Sinnesnerven aus; die vom Schlundring ausgehenden Nerven werden uns den Weg zeigen müssen zu den uns noch unbekanntem Sinnesorganen der niederen Thiere; die uns bereits bekannten Sinnesorgane, Augen und Zunge, bekommen ihre Nerven — erstere aus dem oberen Gehirnknoten, letztere aus dem unteren.

Nach diesen Vorerinnerungen wollen wir jetzt die uns zunächst angehenden Gliederthiere betrachten. Die Zunge giebt sich als solche leicht zu erkennen, da wir den Mund kennen, und wir sie bei einigen Insekten, z. B. bei den von ausfliessendem Baumsaft lebenden Käfern selbst in Thätigkeit sehen können. Obiger Auseinandersetzung gemäss finden wir sie in der Mittellinie als ein symmetrisch gebautes häutiges Organ. Die Augen geben sich, obgleich morphologisch durchaus verschieden von den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere, als solche zu erkennen — als der Lichtbrechung dienende Gebilde von halbkugliger Form, und in ähnlicher Lage zum Kopf, wie die Augen bei den höheren Thieren.

Wo liegen nun aber die Ohren, wo liegt die Nase? Diese beiden Organe sind noch immer der Gegenstand verschiedener Behauptungen gewesen. Für mich steht so viel fest: die Nase muss in der Mittellinie oder doch ihr zunächst, am Kopfe liegen, die Ohren müssen ebenfalls am Kopfe und mehr nach aussen liegen. — Zunächst will ich versuchen unsere Insekten bei den Ohren zu greifen. Wie ist das Gehörorgan bei den höheren Thieren gebildet? Nach akustischen Gesetzen wird die Uebertragung von Schallwellen von einem dünneren Medium auf ein dichteres, also aus der Luft auf Flüssigkeit oder feste Körper, am besten durch gespannte Membranen vermittelt. Demnach wird der aus der Luft herandrängende Schall von einer gespannten Membran, dem Trom-

melfell, aufgenommen und auf feste Körperchen, die Gehörknöchelchen, übertragen, die ihn, beweglich unter sich verbunden, wiederum durch eine gespannte Membran dem Labyrinthwasser im inneren Ohre mittheilen, von welchem aus er auf die in der Schnecke verbreiteten Endigungen des Gehörnerven wirkt. Schematisch betrachtet, ist also das Gehörorgan eine Aneinanderkettung fester Theile durch gespannte Membranen, die mit dem Gehörnerven, der unmittelbar aus dem Gehirn kommt, in Berührung stehen. Noch etwas anderes verdient berücksichtigt zu werden: im Labyrinthwasser findet sich der sogenannte Gehörsand, der bei verschiedenen Thierklassen sehr verschieden ausgebildet ist und in einer gewissen Beziehung zum äusseren Ohre, und zwar dem Schallfang desselben, zu stehen scheint, so zwar, dass er um so stärker wird, je mehr der Schallfang zurücktritt. Bei den Säugethieren wie beim Menschen, bei denen sich eine mehr oder weniger grosse, knorpelige Ohrmuschel findet, bestehen diese Gehörsteinchen aus einem äusserst feinen, dem Labyrinthwasser beigemischten Staube. Die Vögel haben dadurch einen Schallfang, dass die die äussere Ohröffnung umstehenden Federn aufgerichtet werden können; — der Gehörsand macht sich schon etwas mehr bemerkbar. Bei den Amphibien fehlt der Schallfang schon ganz, allein an dessen Stelle tritt eine Vertiefung als äusserer Gehörgang, dafür ist der Gehörsand schon sehr deutlich. Bei den Fischen endlich fehlt Schallfang und Vertiefung und das Trommelfell liegt in gleicher Ebene mit der Kopfhaut; — der Gehörsand wird zu Gehörsteinen, die oft recht gross sind, z. B. beim Barsch, — die sogenannten Barschsteine. Hier ist nun aber die Bildung des mittleren und inneren Ohres schon sehr vereinfacht, sie beschränkt sich bei den Myxinoiden auf zwei halbzirkelförmige Kanäle, die auf einer mit Flüssigkeit gefüllten Blase befestigt sind. Weiter hinab kennen wir noch das Gehörorgan der Sepien, welches aus zwei concentrisch in einander liegenden Bläschen besteht, die unter sich durch zwischen gelegte Hautcylinder verbunden sind; das Ganze liegt in einer Knorpelkapsel. Hieran

schliessen sich nun die von v. Siebold zuerst als Gehörorgan beschriebenen Bläschen am unteren Schlundringknoten der Mollusken, und in der That aus dem Vergleich mit dem Gehörorgan der Sepien, der Myxinoiden und schrittweise weiter hinauf nach Bildung und Lage sind wir berechtigt diese Bläschen als Gehörorgan zu betrachten. Hierdurch gewinnen wir eine fortlaufende Reihe von Bildungen: ein allein aus einem Bläschen mit schwingenden Steinchen bestehendes inneres Ohr ohne jede Spur eines äusseren Ohres; dann treten feste Theile in allmählich die späteren Formen vorbildender Gestalt hinzu, wobei die Steinchen noch bleiben; dann die Kette von Gehörknöchelchen mit noch fehlendem Schallfang; endlich tritt ein Schallfang hinzu und die Steinchen verschwinden in dem Maasse als jener sich ausbildet. Gehen wir nun noch einen Schritt weiter, denken wir uns das aus beweglich mit einander verbundenen Gehörknöchelchen bestehende mittlere Ohr nach aussen gerückt mit noch weiterem Zurücktreten des inneren Ohres, so würden wir in den Fühlhörnern der Insekten das Bild eines solchen Ohres haben, welches sich ungezwungen als folgendes Glied der oben genannten Reihenfolge anschliessen würde. Längst beobachtet ist, dass aus dem oberen Gehirnknoten dicht neben und unter den Augennerven jederseits ein starker Nerv zu den Fühlhörnern tritt. Der Apparat des zur Schallvermehrung dienenden Labyrinthes wird hier sehr wohl fehlen dürfen, da es durch die meist sehr grosse Zahl von Fühlerglieder mit ihren zahlreichen Trommelfellen ersetzt wird; auch kann die feste Umkapselung des Gehirns zur Verstärkung des Schalles beitragen. Erichson's Beobachtung, dass die ersten Fühlhornglieder keine Poren haben und auch frei sind von dem feinen Haarüberzug, könnte darauf hindeuten, dass diese Glieder eine andere Bestimmung haben; ich halte es nicht für unmöglich, dass sie zur Klärung des Schalles dienen können, indem sie den durch die Porenmembranen der übrigen Glieder allseitig aufgenommenen Schall von Nebenschwingungen befreien und ihn, gleichsam beruhigt, dem Gehirne zuführen.

Hat man die Sache so aufgefasst, und beobachtet man hiernach verschiedene Insekten bei Schallerregung, so kann man sich in dieser Auffassung nur bestärkt fühlen. Eine Fliege, die ruhig dahinkriecht, lässt das grosse, dritte Fühlhornglied am Kopfe herabhängen; erregt man plötzlich einen Schall, so bleibt sie stehen und erhebt dieses Fühlhornglied, — sie spitzt die Ohren! In ähnlicher Weise kann man es bei Bienen, Ichneumoniden, bei Käfern beobachten.

Bedingung zu einem deutlichen und sicheren Hören ist, dass das Ohr oder vielmehr dessen Trommelfell rein gehalten wird und einen mässigen Grad von Trockenheit habe; ist uns z. B. beim Baden Wasser in die Ohren gedrungen, so hören wir nur schlecht und undeutlich; ist das Trommelfell auf andere Weise durch Feuchtigkeit geschwellt (wie beim Ohrenfluss), so ist das Gehör vermindert. Das Ohrenschmalz, eine emulsions-artige Substanz, und die Haare dienen dazu das Eindringen von Wasser, Staub oder sonstigen Unreinigkeiten möglichst zu verhüten. Sind die Fühlhörner eines Insektes nass geworden oder durch Staub überschüttet, so können wir täglich beobachten, wie sorgfältig sich das Thier dieselben mit Hülfe der Vorderfüsse reinigt. Schon hier will ich darauf hinweisen, dass die Trommelfelle trocken sein müssen, wenn sie ihrer Function vollständig sollen vorstehen können, während die Riechhaut aller Thiere, bei denen wir eine solche bereits kennen, feucht sein muss.

Nachdem ich hiermit meine Ansicht entschieden dahin ausgesprochen habe, dass die Fühlhörner der Insekten deren Gehörorgane sind, bleibt mir noch übrig anzugeben, wofür andere Forscher dieselben gehalten haben, oder wo sie das Gehörorgan suchten.

Strauss - Dürckheim sagt: das Vorhandensein der Fühlhörner bei fast allen Gliederthieren mit einer festen Haut, und die grossen Nervenstämme, die zu ihnen gehen, lassen wohl keinen Zweifel, dass sie der Sitz eines Sinnes seien. Unwahrscheinlich ist es, dass sie der Sitz des Geruchssinnes seien, wie Reaumur (*Memoire pour servir à l'histoire des insectes*, Tom. I. p. 643) es will,

oder des Tastsinnes. Dafür, dass sie der Sitz des Gehörsinnes seien, spricht viel, und allgemein hält man dafür, dass bei *Astacus* im ersten Gliede der äusseren Fühler der Sitz des Gehörsinnes sei. Den Arachniden fehlen die Fühler, bei ihnen muss daher der Gehörsinn anderswo gesucht werden.

Treviranus (*Annalen der Wetterauischen Gesellschaft f. d. gesammte Naturkunde*, 1. Bd. 2. Heft, 1809) entdeckte und beschrieb das Gehörorgan der *Blatta* als ein einfaches dünnes Trommelfell auf der Stirn vor dem Grunde jedes Fühlhorns, an welches sich ohne Vermittelung eines wasserhaltigen Gehörbläschens die Gehörnervenäste der Fühlhornnerven verbreiten.

Johannes Müller (*Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes*, p. 438) beschrieb das eigenthümliche, am Grunde des Thorax, über dem Ursprunge des letzten Fusspaares gelegene Organ der Heuschrecken als Gehörorgan.

Randohr (*Magazin d. Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin* 1811. p. 389) hielt die vorderen Speicheldrüsen der Bienen für Gehörorgane, — was indessen später entschieden zurückgewiesen wurde.

Comparetti (*Schelver's Zeitschrift*) spricht von Säulen und Gängen im Kopfe, die als Gehörorgan dienen sollen.

Sulzer, *Scarpa*, *Schneider*, *Borkhausen*, *Reaumur* an einer anderen Stelle, *Bonsdorf*, *Burmeister* in früherer Zeit hielten die Fühlhörner für Gehörorgane, da man das untere Glied der längeren Fühlhörner der Krebse schon immer dafür gehalten habe. Auch *Carus* und *Oken* sprechen sich in diesem Sinne aus.

Dass von den beschreibenden Entomologen häufig die Fühlhörner als Ohren betrachtet worden sind, darauf deuten viele nach der Beschaffenheit der Antennen gebildete Namen: *Mannerheim* bildete *Oligota*, *Homelota*; selbst *Erichson* bildet *Amptotis* nach dem gleichsam ohrförmig erweiterten ersten Fühlhorngliede dieses Thieres.

Wenn nun die Fühlhörner wirklich das Gehörorgan sind, wo wird dann das Geruchsorgan zu suchen sein? Nach den vorn aufgestellten Sätzen wird es am Kopf liegen müssen und zwar zwischen den Fühlhörnern und nahe am Gehirn. Auch hierbei sei es mir erlaubt, um uns das Verhältniss des Geruchssinnes zum übrigen Organismus in Erinnerung zu bringen, bei den Wirbelthieren anzuknüpfen und in schneller Kürze bis zu den Insekten zu kommen. Bei allen Wirbelthieren, die durch Lungen athmen, finden wir das Geruchsorgan mit den Athmungsorganen in Verbindung, und zwar bildet es gewissermaassen den Eingang zu denselben. Wir werden deshalb diese mit in den Kreis unsrer Betrachtung ziehen müssen. Die Art der Athmung ist bei den Wirbelthieren eine doppelte, sie athmen entweder durch Lungen oder durch Kiemen. Durch Lungen athmen alle Säugethiere, alle Vögel und die meisten Amphibien. Durch Kiemen athmen die Fische. Manche Amphibien athmen im jugendlichen Zustande durch Kiemen, später durch Lungen (Triton); andere haben beständig Lungen und Kiemen (Proteus, Menobranchus, Siredon, Siren). Ebenso haben viele Fische neben ihren Kiemen accessorische Organe, die in einigen Fällen zweifellos als Lungen betrachtet werden können, in andern nicht (die Schwimmblase). Im Allgemeinen kann man sagen, alle Säugethiere und die in der Luft lebenden Wirbelthiere athmen durch Lungen und die Geruchsorgane bilden den Eingang zu denselben. Die Fische athmen durch Kiemen, und das Geruchsorgan, die Nase, steht mit den Kiemen nicht in Verbindung. Während die Lungen, wie ein Blasebalg wirkend, die Luft über die Riechhaut hin- und herstreichen lassen, und dadurch, durch das Einziehen, den Geruch vermitteln, wird die Nase gleichsam eine Schutzwehr für die Lungen, indem sie riechende und unathmenbare Stoffe sofort verräth. Die Geruchsorgane liegen nun überall in Höhlen, deren innere Auskleidung durch Oberflächenvermehrung mehr oder weniger erweitert ist. Je nach dem Geruchsvermögen der Thiere befinden sich in diesen Höhlen verschieden gestaltete

Knorpelvorsprünge, die mit Schleimhaut (der Riechhaut) überkleidet sind, auf welcher sich die Riechnerven, deren Stämme unmittelbar über dem Siebbein liegen, verbreiten. Bei den Säugethieren mit starkem Spürvermögen, Hunden, Katzen, sind es baumförmig und vielfach verzweigte Blätter, bei den Wiederkäuern Rollen, die sich mehrfach nach oben und unten rollen, bei dem Menschen und bei den Affen reduciren sich diese Rollen bis auf den Anfang einer Windung (die Nasenmuscheln). Noch weiter vermindern sich diese Muscheln bei den Vögeln, den Crokodilen und Schildkröten. Bei den andern Amphibien ist die Nase ebenfalls durchbohrt, und führt in den Mund, allein die Durchbohrung ist nicht immer mit Knorpel umgeben; sie geht z. B. als blosse Durchbohrung durch die fleischigen Lippen bei Proteus, der darin schon die Blätter-nase der Fische erkennen lässt, und Menobranchus, verbindet sich aber schon beim Axoloth (Siredon) mit Choanen. Bei den meisten Fischen liegen die Nasenlöcher in Form einer Grube oben am Schädel; sie haben zur Flächenvermehrung im Inneren viele Falten, die sich zu sehr verschiedenen Formen gruppiren: Querblätter, die durch ein Längsblatt getheilt werden (Rochen), wobei die einzelnen Blätter oft Nebenblättchen, wie eine Kieme, haben; aber die einzelnen Blätter stehen sternförmig gegen einen centralen Zapfen (Störe) etc. Nun tritt aber in der Klasse der Fische ein weiterer fundamentaler Unterschied hervor, indem zwischen Nasenhöhle und Mundhöhle eine offene Communication besteht oder nicht. Die Cyclostomen, Petromyzon und Ammocoetes, haben eine einfache mittlere Nasenhöhle ohne Scheidewand; von hier aus ist blos der harte Gaumen durchbohrt und über der Gaumen-Membran zieht sich eine Röhre hin, die in einen langen Blindsack ausläuft, ein Spritzsack, zur Herbeiführung der in diesem Falle, wo die Nase in einer langen Röhre liegt, zum Riechen nothwendigen Strömung des Wassers. Bei den Myxinoiden ist der ganze Gaumen, harter Gaumen und Schleimhaut, durchbohrt, so dass eine offene Communication mit der Mundhöhle stattfindet; die Nasenhöhle ist sehr lang und auch sie kann Wasser

ausspritzen. Wir finden also in der Klasse der Fische einen stufenförmigen Uebergang von der nicht nach dem Schlunde hin durchbrochenen Nase durch Petromyzon, Ammocetes zu Myxine, zur offenen Communication mit dem Munde und — den Kiemen. Die Verbindung der Geruchsorgane mit dem Respirations-System ist also nicht gerade nothwendig, sondern scheint nur bedingt zu werden durch die Oeconomie des Organismus. Zu diesem Schluss wären wir durch die Betrachtung der höheren Thiere gelangt.

Gehen wir nun zu den Insecten über, so finden wir sofort eine ganz andere Art der Athmung, — sie athmen durch Tracheen. Die Tracheen sind cylindrische Röhren, die aus zwei Blättern bestehen, zwischen denen sich eine Spiralfaser befindet, und deren Oeffnungen sich zu beiden Seiten an den Ringen des Leibes befinden und hier nicht selten mit einem etwas aufgewulsteten Rand umgeben sind, Stigmata. Die in diesen Oeffnungen beginnenden Röhren führen in zwei Hauptkanäle, die an beiden Seiten des Körpers hinlaufen. Aus diesen Behältern führen feinere Kanälchen in alle Theile des Körpers, wo sie sich auf das vielfachste und feinste zertheilen. Die Athmung kommt zu Stande theils durch die Contraction und Expansion der Spiralfaser, theils durch das Aus- und Einschleichen der Leibesringe. Diese ganze Anlage des durch den ganzen Körper verbreiteten Athmungsorganes wird durch den sehr eingeschränkten Säfteumlauf bei den Insekten bedingt, der sich ausser dem grossen pulsirenden Rückengefäss auf einige grössere Blutgefässstämme beschränkt, die zu den Beinen führen. — Physiologisch würde sich nun beim ersten Blick nichts dagegen sagen lassen, wenn man behauptete, im Eingang der Tracheen befinde sich der Sitz des Geruchssinnes, um so mehr, wenn man die interessante, oft complicirte Bildung der Stigmata bei verschiedenen Insekten betrachtet. Und in der That haben manche Physiologen den Geruchssinn dorthin verlegen wollen, so auch Strauss-Dürckheim. Allein abgesehen davon, dass man durchaus keine Nerven hat nachweisen können, die vom Gehirn aus zu ihnen

gehen, widerspricht die zweifellose Thatsache, dass die Insekten spüren können, dieser Annahme durchaus. Wo ein Spürvermögen beobachtet wird, kann unmöglich angenommen werden, dass der gespürte Stoff allseitig in den Organismus eindringt. Wir dürfen hier wohl nicht vergessen, dass bei den Lungen- und Kiemen-Athmern alle geathmete Luft und alles geathmete Wasser von einer Seite her, durch Mund und Nase zu den Lungen oder Kiemen gelangt, und dass auch bei nicht durchbohrter Nase die den Geruch erregende Flüssigkeit nur von einer Seite her durch die Nase zur Nasenschleimhaut kommt. Dies letztere Verhältniss zeigt uns aber, dass das Geruchsorgan nicht nothwendig mit den Athmungsorganen verbunden sein müsse; allein die mit nicht durchbohrter Nase versehenen Fische leben im Wasser, in welchem der Riechstoff aufgelöst ist und welches mit dem in einer Grube gelegenen Geruchsorgan hinlänglich in Berührung kommen kann. Wir werden uns jetzt am Kopfe der Insekten diejenigen Gegenden genau ansehen müssen, wo bei den höheren Thieren die Nase liegt. Als ich bei Beobachtung der Stubenfliege das „Spitzen der Ohren“, wie ich es vorher nannte, bemerkte, beobachtete ich sofort eine zweite Erscheinung, nämlich eine Bewegung im Gesicht der Fliege. Bei genauerer Betrachtung fand ich, dass zwischen den Augen, unterhalb der Fühler bis zum Anfang des Saugrüssels eine verschiebbare Platte liegt, und dass zwischen dieser Platte und den Augen eine spaltförmige Höhle sich einsenkt, die bei eingezogenem Rüssel sich vorn um diese Platte herumzieht; der Rand dieser Rinne ist mit steifen Borsten besetzt. Untersucht man die diese Rinne auskleidende Haut näher, so ist sie ziemlich regelmässig gefaltet, und sie enthält zahlreiche Tracheen-Aestchen und Nerven. Bin ich nun auch nicht im Stande, eine Luftströmung durch diese Rinne nachzuweisen, der ähnlich wie sie durch eine Lunge bewirkt wird, so ist doch klar, dass durch jede Bewegung der genannten Platte jene Rinne erweitert oder verengt werden kann, eben so wie durch jede Bewegung des Rüssels, und dass der dadurch noth-

wendig herbeigeführte Luftwechsel in derselben verhältnissmässig eben so stark, ja viel stärker ist als bei den obengenannten Amphibien mit durchbohrten fleischigen Lippen. Ich nehme keinen Anstand in der diese Rinne auskleidenden Membran das Geruchsorgan der Fliege zu sehen.

Fragen wir uns nun nach der morphologischen Bedeutung der beschriebenen Platte in Vergleich mit den Mundtheilen der bissenden Insekten, zunächst der Käfer, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie der Oberlippe, dem *labrum superius* (*clypeus* Fabr.) der letzteren entspricht. Vorn am Kopfe eines Käfers, vor der Stirn und von dieser gewöhnlich durch eine Naht geschieden, liegt eine Chitinplatte von verschiedener Gestalt, die Oberlippe; unter dieser Platte liegt eine zweite, zartere, mehr-weniger pergamentartige oder häutige, von mehreren Autoren Lefze genannt. Diese Platte, die die Mundhöhle von oben deckt, steht häufig vor der derberen Oberlippe weit hervor (*Geotrupes*), oft ist sie gegen dieselbe zurückgezogen (*Copris*), immer ist sie, am Umfange wenigstens, mit Borstenhaaren eingefasst, die in Gruben stehen auf der dieselbe unten abschliessenden Haut, immer ist sie, bei aller sonstigen Verschiedenheit, symmetrisch gebaut, oft zweitheilig. Zwischen Oberlippe und Lefze liegt hier also eine ähnliche rinnenartige Vertiefung, wie bei den Fliegen zwischen dem *labrum superius* und den Augen und dem Saugrüssel. Hat man eine grössere Reihe dieses Organes bei den Coleopteren untersucht, so wird man sich nicht der Vermuthung entschlagen können, dass dasselbe eine höhere Bedeutung habe. Bei den Nekrophoren, die sich bekanntlich durch ein scharfes Geruchsorgan auszeichnen, ist auf der Stirn, von deren vorderem Rande beginnend, eine bei den verschiedenen Arten verschieden gestaltete Platte ausgezeichnet, die, von gerundeten Rändern umgefasst, selbst etwas vertieft liegt, auf der Oberfläche spiegelblank ist, und namentlich bei den schwarzen Arten, *germanicus* und *humator*, durch ihre blassgelbe Farbe sich sehr bemerkbar macht. Unter

dieser Platte liegt der von der häutigen Lefze nach unten geschlossene Raum.

Beobachtet man nun einen Käfer, der seinem Frasse zustrebt, z. B. einen Nektrophorus oder Geotrupes, so wird man stets bemerken, wie er den Kopf erhebt und vorstreckt, und wie sich die Lefze von der Oberlippe entfernt. Auf mich hat dies stets den Eindruck gemacht, als ob das Thier die Nase zum besseren Riechen öffne, — es schnüffelt. Gewiss ist es bei den höheren Thieren nicht ohne Bedeutung, dass die Nase unmittelbar über dem Munde liegt; sehen wir doch, wie die Thiere ihre Nährstoffe erst beriechen ehe sie davon fressen. Für die Insekten hätten wir dann dasselbe Verhältniss. Selbst die Erscheinung hätten wir als eine gemeinsame, dass die Nasenöffnung aller luftlebigen Thiere mit borstenartigen Haaren, Vibrissen, versehen ist. Ich sehe also in der zarten Haut dieser zwischen labrum superius und Lefze gelegenen Höhle das Geruchsorgan der Insekten.

Beim Nachlesen in der Literatur fand ich in Reil's Archiv für Physiologie, Bd. X, pag. 427 einen Aufsatz von Rosenthal, in welchem er eine an der Stirn unter den Fühlern liegende faltige Membran bei der Schmeiss- und Stubenfliege beschreibt, zu welcher feine Nerven gehen, und welche er als das Geruchsorgan dieser Thiere betrachtet. Ich glaube in dieser Membran die von mir beschriebene wieder erkennen zu müssen. Rosenthal will auch Verlust der Geruchsempfindung nach Zerstörung dieser Membran beobachtet haben. Der Versuch erscheint mir indess zu gewaltsam, als dass man den darauf folgenden Beobachtungen noch Beweiskraft zuerkennen dürfte.

Lyonet suchte den Geruchssinn in den Fühlern, fand aber seiner Zeit wenig Anhang. Erst später fanden sich mehrere Vertreter seiner Ansicht.

Baster und später Dumeril, gestützt auf die Analogie mit höheren Thieren, suchten das Geruchsorgan im Eintritt in den Respirations-Apparat, ohne ihre Ansicht durch anatomische Thatsachen oder Versuche begründen zu können. Strauss-Dürckheim in seinem vortrefflichen Werke (*Considérations générales sur l'ana-*

tomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du *Melolontha vulgaris*. Paris 1828) neigt, wie schon oben angeführt, dieser Ansicht zu, gesteht aber selbst zu, dass er keine Nerven habe finden können, die er als Geruchsnerve hätte in Anspruch nehmen dürfen.

Treviranus suchte in der Schleimhaut des Mundes das Geruchsorgan.

Bonsdorff de fabrica et usu palparum in Insectis, und später Marcel de Serres (*Annales du Muséum d'histoire naturelle*. tom 17, pag. 427) sucht den Geruchssinn in den Palpen, und sucht zu beweisen, dass er in den Stigma-Oeffnungen nicht liegen könne. Er sagt: das letzte Glied der Palpen sei an der Spitze häutig und wie ein Sieb durchlöchert, um der äusseren Luft den Eintritt in's Innere zu gestatten; auf jener häutigen Spitze verbreiten sich zahlreiche Nerven, auch soll eine Trachee sich dort finden, die an dieser Stelle eine geräumige Tasche bildet, von welcher aus zahlreiche Zweige sich in den Palpen verbreiten, andere sich in den Mund öffnen. Nach Strauss-Dürkheims Beobachtungen besteht aber die genannte Communication mit der Mundhöhle keineswegs.

Der Inhalt vorstehenden Aufsatzes war es, den ich Professor Erichson zur Prüfung vorlegte und auf welchen ich dessen Arbeit als Antwort erhielt. Da ich glaube die in meinem Aufsätze ausgesprochene Ansicht in ihrem ganzen Umfange aufrecht erhalten zu können, so werde ich mich in den folgenden Zeilen mit Erichson's und den seitdem erschienenen Arbeiten beschäftigen, und die mir entgegen stehenden Ansichten zu entkräften suchen. Der morphologische Theil der Erichson'schen Arbeit ist durch die folgenden Untersuchungen so vollständig berichtigt und erweitert, dass ich dem nichts hinzuzufügen habe; dagegen werde ich über die Gründe, die Erichson zu Gunsten des Geruchsorganes beibringt, einige Bemerkungen machen. In § 13 fragt er: *quis est qui dubitet, quin (foramina) ab aëre penetrentur?* Nach-

dem er selbst im § 2 sehr richtig gesagt hat, poros ab interiore parte membrana tenui clausos esse, so leuchtet ein, dass von einem Durchströmen von Luft, wie sie bei den Geruchsorganen der luftlebigen Thiere vorkommt, keine Rede sein kann. In § 15 sagt er, dass diejenigen, die sich gegen die Annahme des Geruchssinnes in den Antennen sträuben, sich wohl darauf stützen, 1. dass die Fühler von einer harten Schale umschlossen seien, und 2. dass sie von den Athmungsorganen, mit denen das Geruchsorgan bei den Wirbelthieren verbunden sei, fern liegen. Beide Gründe werden für die Zweifler wohl nicht maassgebend gewesen sein, denn man wusste ja schon lange vor Erichson, dass der Chitin-Panzer, nicht blos an den Antennen sondern auch an andern Körpertheilen von Poren durchsetzt sei, auf deren sie von unten her verschliessenden Haut ein Haar steht, z. B. Dugès, *Physiologie comparée* t. I p. 157, Note. 1838. Allein es hatte vor ihm noch Niemand daran gedacht den Sitz einer specifischen Sinnes-Empfindung in die Antennen-Poren zu legen. Den zweiten Punkt sucht Erichson durch den Hinweis auf die Fische zu entkräften; allein er vergisst, dass diese im Wasser leben, durch Kiemen athmen, und mit den luftlebigen Lungenathmern nicht zu vergleichen sind, weil ihnen, wie vorher schon angeführt wurde, der Riechstoff schon aufgelöst zugeführt wird, während dieser bei den luftlebigen Lungenathmern erst in den feuchten Nasenhöhlen durch das Einathmen Gelegenheit findet durch die Feuchtigkeit auf die Riechhaut zu wirken. Bei den frei in die Luft gestreckten Fühlern, die jedenfalls nicht nass sind, möchte ich es sehr bezweifeln, dass ein Riechstoff beim Vorbeistreichen darauf wirken wird. Dagegen sind sie zur Aufnahme und Fortpflanzung des Schalles gewiss sehr geeignet. Wenn Erichson § 17 sagt, dass die die Poren der Antennen verschliessenden Membranen feucht seien und dass er oft die Blätter der Fühler bei Mistkäfern mit ausgetrockneter Lymphe überzogen gefunden habe, so ist dies nicht der normale Zustand; beim Mistkäfer verkleben die Blätter nicht selten durch Schmutz,

sie können aber auch krankhaft durch Lymphhe, namentlich nach Verletzung, verkleben. — Fast wie ein Scherz klingt es aber, wenn er in § 18 sagt, dass die Schärfe des Geruchsvermögens der Insekten sich mehr dadurch zeige, dass sie durch Gerüche getäuscht, als dass sie dadurch angelockt würden.

Die Gründe also, durch welche Erichson es wahrscheinlich machen will, dass die Antennen wirklich der Sitz des Geruchssinnes seien, erscheinen mir durchaus hinfällig. Anatomisch-physiologische Gründe bringt er nicht bei.

Der Engländer Hicks¹⁾ führte Erichsons Beobachtungen weiter. Er fand, dass an jeder Pore sich ein rückwärts erweiterter Sack anschliesst, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, und an welchen der Fühlhornnerv jedesmal ein Aestchen abgiebt. Er kommt zu dem Schluss, dass in diesem Organe ein Analogon der Gehörwerkzeuge der Crustaceen gefunden sei.

In den Halteren der Diptera glaubt Hicks das Geruchsorgan gefunden zu haben²⁾. Hierauf komme ich später noch zurück.

Nach diesen Arbeiten trat Lepès³⁾ mit einer umfangreichen Arbeit auf, die sich über alle Klassen der Insekten mit Hinzunahme von Larven erstreckt. Bei allen hat er in verschiedener Vertheilung an den Fühlern die von Erichson beschriebenen Poren gefunden, die mit einem Häutchen (er nennt es tympanule), Trommelfellen, geschlossen sind. Er bestätigt darin die Beobachtung von Hicks, dass sich an diese Trommelfellen ein Bläschen anlegt, welches innerhalb des Kreises, den der Umfang des Trommelfells bildet, einen zweiten zeigt.

1) Journal of the Proceedings of the Linnean society; Zoologie, pt. II, p. 147 c. tab. 29 u. 30: On a new structure in the antennae of Insects.

2) Ebendasselbst: Zoologie pt. I. p. 136, pl. 5 und Transactions of the Linnean society of London. Vol. XXII, pt. 2 p. 141 c. tab. 17, 18. On a new organ in Insects.

3) Memoire sur l'appareil auditif des Insects in Annales des sciences nat. 4 sér. pt. IX pag. 225—249.

Innerhalb dieses Kreises sah er nun bei *Melolontha albida* noch einen dritten Kreis, den er seiner Lichtreflexe wegen für einen festen Körper, für einen Otolithen hielt. Es ist auffallend, dass *Lespès* selbst nicht schon seinen Irrthum erkannte, da er selbst bei *Melolontha Fullo* anführt, dass hier der Otolith aus einer weichen Masse besteht (*d'un liquide d'une densité en peu plus grande*). Er bestätigt aber auch weiter die Beobachtung von *Hicks*, dass an jedes Bläschen ein Ast vom Antennen-Nerven, den er sehr genau beschreibt, tritt. Er hebt ebenfalls die Aehnlichkeit mit dem Gehörorgan der Decapoden hervor, nur dass bei den Insekten viele solcher Organe an jedem Fühlhorn sich finden, wie bei den Decapoden nur eins.

Hierauf trat *Claparède*¹⁾ hervor. Er beleuchtet besonders den Bau und das Aussehen der Poren. Während er die optische Erscheinung derselben, wie *Lespès* sie angiebt, anerkennt, sei die Auslegung derselben falsch. Er weist nach, dass ein Otolith nicht da ist, dass dieser vielmehr durch die Ansicht des nach unten sich fortsetzenden Kanals, in welchem das an die die Pore von unten her verschliessende Membran sich anlegende Bläschen sich fortsetzt, vorgespiegelt wird. Uebrigens glaubt er das Ansehen dieser Poren durch das Abgeriebensein von Haaren, oder durch Haare die nicht zur Ausbildung gekommen seien, erklären zu können. Für einzelne Fälle mag solche Erklärung zutreffend sein, aber gewiss nicht für alle, namentlich nicht da, wo zwischen vielen Oeffnungen, aus deren Grunde ein Haar hervorgeht, grössere Oeffnungen von dem beschriebenen Ansehen liegen ohne Haar. Vom Verlauf der Nerven spricht *Claparède* in seiner Abhandlung nicht. Er lässt es schliesslich unentschieden, ob in den Antennen der Sitz des Gehörs oder Geruches sei, scheint sich indessen mehr der *Erichson'schen* Ansicht zuzuwenden. —

1) Sur les prétendus organes auditifs des Antennes chez les Coléoptères lamellicornes et autres Insectes in Journ. des sciences nat. sér. IV pt. X. p. 236—250.

Seine Arbeit trägt also nur zur Förderung der Erkenntniss des Baues der vielbesprochenen Poren bei.

Eine Arbeit von entschieden höherem wissenschaftlichen Werth ist die von Leydig¹⁾. Zunächst macht Leydig mit Recht darauf aufmerksam, dass ähnlich scheinende und doch recht verschiedene Dinge mit einander vermischt vorkommen. Was uns an den Antennen als Haare oder Borsten erscheint, hat nicht alles dieselbe Bedeutung, ebenso wenig wie die an denselben sich findenden Grübchen. Einige Haare stehen in Gruben und hier in Verbindung mit einer gangliösen Anschwellung des Nerven (Tasthaare); andere sind blosser Erweiterungen der Epidermis. Die Gruben, wie sie sich an den Antennen-Blättern der Lamellicornen finden, finden sich in ähnlicher Weise auch an andern Körperstellen. Bei vielen Käfern sollen aus diesen Gruben stets Dornen hervorgehen, die in einigen Fällen sich zu Haaren verlängern, in andern kurze Kegel bleiben. Bei einigen Hymenoptern finden sich ausser den die Haare umgebenden Grübchen eigenthümliche längliche Gebilde, Spalten, die sich nach unten zu einem ovalen Raum verkürzen und erweitern und nie ein Haar tragen. Endlich finden sich unter den Haaren und Borsten helle, stumpf endigende Zäpfchen oder Cylinder, die sich von den andern auszeichnen. Zu diesen wenden sich die Enden von Antennen-Nerven, nachdem sie sich vorher mit Ganglien-Kugeln verbunden haben. Zäpfchen dieser Art wurden zuerst an den Fühlern der Phyllopoden, der Daphniden, Isopoden, dann bei Hymenopteren, Lepidopteren etc. gefunden. Nach sehr sorgfältiger Beschreibung dieser Dinge sagt Leydig wörtlich: Durch die anscheinende Verwandtschaft dieser Gebilde mit den eigenthümlichen Stäbchen am Ganglion des Ohres bei Heuschrecken und Gryllen könnte man wohl dafür stimmen in den Antennen das Gehörorgan zu erblicken. Allein da bei diesen Thieren von Müller und v. Siebold schon ein anderes Organ

1) Ueber Geruchs- und Gehörorgan der Krebse und Insekten in Müller's Archiv. 1860, p. 265—314.

nachgewiesen ist, welches das Gehör vermittelt, und nicht an den Antennen liegt, und es wohl möglich ist, dass auch bei andern Insekten noch ein solches Organ gefunden werden könnte, so ist Vorsicht nöthig“ (pag. 292). Und etwas weiter: „da man sich aber gezwungen sieht, in diesen Bildungen ein Sinnesorgan zu erkennen, so muss es Geruchsorgan sein.“ Es muss jedem überlassen bleiben, sich mit solcher Schlussfolgerung zu befreunden. Den direkten Versuch, das Geruchsorgan zu erkennen, indem man eine mit Aether befeuchtete Nadelspitze in die Nähe der Stigmata brachte und keine Wirkung beobachtete, dann in die Nähe des Kopfes gebracht, lebhaftere Fühlerbewegung sah, wird man wohl nicht als beweiskräftig wollen gelten lassen. Gewiss eignet sich der so flüchtige Aether zu solchen Versuchen nicht.

Nachdem Leydig nun die Antennen als Geruchsorgan erklärt hat, bemüht er sich weiter, auch ein Gehörorgan zu finden, und hierzu weisen ihm die bereits von Müller als solches bei den Acridiern bezeichneten Organe einerseits, und das von Hicks an der Basis der Halteren bei den Dipteren beschriebene Organ andererseits den Weg. Er fand an der Wurzel der Hinterflügel von *Dytiseus marginalis* neben der vena scapularis einen Trupp stärkerer Hautkanäle, die sich nach unten erweitern und dort mit einem Ganglion in Verbindung treten. Der hierher führende Nerv ist nach dem Sch-nerven der dickste des Körpers. Das an der gedachten Stelle sich entfaltende Ganglion schliesst in seinen bipolaren Elementen in ihren kolbig angeschwollenen Enden spezifische Stäbchen ein, die morphologisch nur zu vergleichen sind mit den Stäbchen der Krystallkegel im Auge der Arthropoden. Dem Ganglion liegt eine grössere Trachee dicht an, die zuweilen zu einer weiten Blase anschwillt. In dieses Organ glaubt Leydig das Gehörorgan verlegen zu dürfen. Ob die unter den harten Deckschildern verborgene Stelle sich wohl dazu eignet?

Aus den eigenen Worten von Leydig geht unzweifelhaft hervor, dass die Arbeiten von Müller und

v. Siebold auf seine Ansicht bestimmend eingewirkt haben. Es sei mir deshalb gestattet anzuführen, wie diese Männer selbst sich ausgedrückt haben. Müller¹⁾, nachdem er das am Rückentheile des Metathorax unter den Flügeldecken gelegene Organ seines *Gryllus hieroglyphicus* sorgfältig beschrieben hat, welches seinem Baue nach allerdings an ein Gehörorgan erinnern könnte, sagt: „Sollten diese Theile das Gehörorgan der Grylle sein? Nichts widerspricht dem, als dass der Sinnesnerv vom dritten Rückenganglion entspringt.“ Wenn er hierauf noch hinzufügt: „vielleicht hat man darum das Gehörorgan bei den Insekten nicht gefunden, weil man es am Kopfe suchte“, so hebt dies den vorangegangenen Zweifel nicht auf.

v. Siebold²⁾ drückt ebenfalls seine Zweifel aus in den Worten: dass das Gehörorgan (der Acridier) mit dem dritten Thoraxganglion in Verbindung steht, stösst einen Hauptsatz der von der Physiologie angenommenen Regeln um; doch beruhigt er sich damit, dass bei den Insekten so manches anders sei. — Gewiss ist bei den Insekten so manches anders und erfordert noch Aufklärung. Sind nicht viele Functionen da, wofür wir bei den höheren Thieren nichts entsprechendes finden, und wozu sie besonderer Organe bedürfen? Ich erinnere ausser dem Zirpen an das Leuchten der Leucht-Insekten. Wenn wir nun sehen, dass v. Siebold bei nahe verwandten Thieren, den Locustiden, wieder ein anders gelegenes und anders gebautes Organ als Gehörorgan beschreibt, welches seinen Nerven vom ersten Thoraxganglion erhält, der noch dazu den grössten Theil seiner Fasern an Muskeln abgibt, müssten wir dann nicht, wenn wir dies als wahr gelten liessen, allen Glauben an irgend welche Harmonie gleich bedeutender Organe bei den Thieren aufgeben, wenn eine solche Verschiedenheit schon bei dem wichtigsten Organcyclus, dem Hirn- und

1) Joh. Müller, Vergleichende Physiologie des Gesichtsinnes, pag. 438.

2) Carl Theodor v. Siebold, Ueber das Stimm- und Gehörorgan der Orthopteren in Wiegmann's Archiv. 1844. t. I.

Nerven-System, wodurch das Thier als Thier charakterisirt wird, zugeben wollten? — Deuten denn jene eigenthümlichen stäbchenartigen Endigungen der Nerven so sicher auf ein Sinnesorgan in unserem Sinne? Ich möchte das kaum glauben; sie haben sich schon an so verschiedenen Stellen des Körpers gefunden und werden sich bei besonders darauf gerichteter Aufmerksamkeit wohl noch anderweitig finden. Ihre eigenthümlichen Bildungen bei den zirpenden Orthopteren hat man früher für Resonanz-Apparate gehalten zur Verstärkung des Schalles, — und können sie dies nicht sein? Der Umstand, dass die Weibchen dieselben Apparate haben und nicht zirpen, spricht nicht dagegen. Haben wir nicht dasselbe bei den Singvögeln? Die Männchen singen, die Weibchen nicht oder doch nur ausnahmsweise.

Nachdem nun Leydig sich in Betreff der Antennen zu Gunsten der Erichson'schen Ansicht ausgesprochen und sie für Geruchsorgan erklärt hat, tritt in neuester Zeit Landois¹⁾ auf, und erklärt wiederum die Antennen für das Gehörorgan der Insekten. Morphologisch bringt er eigentlich nichts Neues, nur zeigt er, dass an der End-Lamelle des Fühlers vom Hirschkäfer, beim Männchen sowohl wie beim Weibchen, ausser den grösseren und kleineren Borsten, die mittelst eines Kugelgelenks in eine Höhlung des Chitin-Panzers eingelenkt sind, je eine grössere, mit blossem Auge schon sichtbare Grube an jeder Seite sich befindet; zu ihr geht ein Nerv und eine grössere Trachee. Dann zeigt er, wie alle Nerven, die auch zu den kleineren Grübchen gehen, vorher zu einem Ganglion anschwellen. Der Ursprung des Antennen-Nerven liegt am Gehirn etwas unterhalb des Sehnerven.

Die bisher genannten Arbeiten sind vorzugsweise morphologischer und histologischer Natur. Wir müssen jetzt noch zweier Arbeiten gedenken fast nur physiologischen Inhalts, welche, vereint mit den andern uns erst erlauben werden die Functionen der Organe richtiger

1) Landois, das Gehörorgan des Hirschkäfers, im Archiv f. mikroskop. Anatomie von Max Schultze. Tom. IV. p. 868.

zu beurtheilen. Eine dieser Arbeiten, von Yersin¹⁾ ist mir nur im Auszuge bekannt geworden. Die darin mitgetheilten Thatsachen sind aber in Uebereinstimmung mit der von Faivre²⁾, aus der ich einiges anführen werde, was unseren Gegenstand näher berührt. Nachdem er der Arbeiten von Treviranus und Burmeister, dann von Rengger, Dugès, Walkenaer und Dujardin Erwähnung gethan und ihre Beobachtungen anerkannt hat, beginnt er mit seinen sehr umfassenden Untersuchungen. Unterhalb der Augennerven, am äusseren Ende jedes Gehirnlappens und beim Beginn der Anschwellung des Verbindungsstranges mit dem unteren Gehirnknoten, entspringen zwei Nervenstämme dicht nebeneinander; der äussere, ziemlich klein, theilt sich sehr bald in zwei Aeste, die sich, als Bewegungsnerven, zu den Muskeln, besonders der Antennen begeben; der innere, mindestens doppelt so starke Nerv, der sich seiner Natur nach hauptsächlich als Empfindungsnerv zu erkennen giebt, tritt in die Antennen ein, nachdem auch er einige Fasern zu Muskeln abgegeben hat. In der Mitte des Verlaufs vom Gehirn bis zum Eintritt in die Fühler bildet er ein Ganglion. Wem sollte hierbei nicht der nervus acusticus mit dem facialis einfallen? Im Ganzen beschreibt er neun Paar Gehirnnerven nach Ursprung und Verlauf, von denen acht die Theile des Kopfes versehen. Das neunte Paar geht zu einem vorne im Kopfe, vor dem Gehirn liegenden Ganglion (frontale), aus welchem sich der von älteren Anatomen als nervus recurrens beschriebene Nerv entwickelt, und welchen Joh. Müller als den Beginn eines besonderen, dem n. sympathicus zu vergleichenden Nervensystems erkannt hat. Der vordere Theil der Gehirnkapsel, am Rande des

1) Yersin, Recherches sur les fonctions du système nerveux dans les animaux articulés in Bulletins de la société Vaudoise des sciences nat. V, N. 39 und 41.

2) Faivre, du cerveau des Dytisques, considéré dans les rapports avec la locomotion, in Comptes rendus, 6. Avril 1857 und Annales des sciences nat. sér. IV pt. VIII. p. 245 und IX. p. 23.

oberen Gehirnknotens liegen zahlreiche Tracheen. Eine grosse Reihe sehr sorgfältig beschriebener Versuche mit Verletzungen des Gehirns, Ausschneiden einzelner Theile in den verschiedensten Abänderungen, Nervendurchschneidungen lassen in der That keinen Zweifel aufkommen dass Gehirn- und Nervensystem dieser Thiere sich in überraschender Uebereinstimmung mit denen der höheren Thiere befinde, und es bleibt uns kein Grund, das Gehirn der niederen Thiere durch einen besondern Namen als etwas besonderes zu bezeichnen. Wir erkennen, dass in dem oberen Theile des Gehirns der Sitz des Willens ist, der die Richtung der Bewegungen bestimmt und lenkt.

Das Studium aller dieser Arbeiten hat nur dazu gedient, mich in der durch eigene Arbeiten hervorgerufenen Ansicht, dass die Antennen der Insekten der Sitz des Gehörorgans seien, zu befestigen. Eben so musste sich aber auch die Ansicht, dass an der von mir bezeichneten Stelle das Geruchsorgan liege, tiefer einprägen. Denken wir an die Beschaffenheit des n. olfactorius der Wirbelthiere, wie er jede Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Nerven in seiner äusseren Form ablegt, wie fast aus dem Gehirn selbst die zarten Nervenpartien, ohne vorher einen von Neurilem eingeschlossenen Strang zu bilden, in die Riechhaut übergehen, so scheint es mir gar nicht unmöglich, dass an die so massenhaft zwischen Gehirn und Oberlippe liegenden Tracheen sich so zarte Nervenpartien anlegen und den Geruch vermitteln helfen. Die am labrum superius liegenden grossen Gruben, in denen die vorn beschriebenen Vibrissen stehen, können hierbei wohl mitwirken. Ich gestehe indessen gern ein, dass ich bis jetzt nicht anzugeben weiss, wo die von mir in jener Haut beobachteten Nervenfäserchen ihren Ursprung haben.

Hierdurch würde die Uebereinstimmung in der Lage der für den thierischen Organismus bedeutsamsten Organe hergestellt.

So lange man sich mit der physikalischen Möglichkeit begnügt, dass die betreffende Sinnes-Empfindung

durch die morphologische Anlage eines Organes ihren Ausdruck finden kann, so lange wird ein solches Hin- und Herschwanken der Ansichten über den Sitz des Gehör- und Geruchsorganes, wie wir es bisher beobachtet haben, statt finden müssen. Fasst man aber den Schlundring der niederen Thiere als Gehirn auf und lässt man eine bestimmte Beziehung des Gehirns zu den Sinnesorganen wie zu den geistigen Thätigkeiten zu, so muss ein solches Schwanken aufhören.

Werfen wir jetzt noch einen Blick auf die organische Natur in ihrer Gesammtheit, auf die Gleichmässigkeit in ihrer Entwicklung, so wird auch dies unseren Gegenstand klären helfen. Die ganze organische Welt baut sich auf und entwickelt sich aus Zellen. Wir vermögen zu beobachten, wie bei Pflanzen wie bei Thieren die verschiedenen Gewebs-Elemente sich allmählich aus der Zelle heraus bilden. Bis zu einem gewissen Punkte finden wir eine überraschende Aehnlichkeit in den Lebensäusserungen beider grossen Reiche. Der thierische Organismus sondert sich von dem vegetabilischen durch den Hinzutritt des Nervensystems und des davon abhängenden Muskelsystems; wir suchen deshalb vergeblich bei den Pflanzen nach Aequivalenten für diese Bildungen. Das vegetabilische Leben erreicht seinen Höhepunkt in der Fortpflanzung, und es ist gewiss von hohem Interesse die grosse Uebereinstimmung zu beobachten, die in diesem wichtigsten Vorgang organischen Lebens bei Pflanzen und Thieren stattfindet. Alle Arten der Fortpflanzung, die wir bei Pflanzen finden, finden wir auch bei den Thieren, und bei der vollkommensten, der geschlechtlichen Zeugung, können wir bei beiden das Vordringen der Spermatozoiden zum Ovulum beobachten. Der Unterschied, der bei diesem Vorgang zwischen Pflanzen und Thieren statt findet, wird durch die den Letzteren verliehene willkürliche Bewegung herbeigeführt, die ihrerseits bedingt wird durch das Nervensystem. Willkürliche Bewegung, also das Zusammenwirken mehrerer Organe zu einem bestimmten Zweck, setzt aber nothwendig einen Mittelpunkt voraus, von welchem aus deren Thätigkeit geregelt wird,

und diesen Mittelpunkt nennen wir Gehirn (bei den Insekten bisher Schlundring). Mag dieses Gehirn morphologisch auch noch so verschieden sein, mag es rudimentär erscheinen, histologisch wird es sich immer gleich zeigen müssen, d. h. es müssen sich die Elementen des Nervensystems finden. Jene niedrigsten Geschöpfe, deren sich die Botaniker eben so wie die Zoologen bemächtigen, werden so lange eine Art Zwischenreich bilden müssen, bis es gelungen sein wird, ein Nerven-Element als solches nachzuweisen. Das Erkennungszeichen des Thieres also, die willkürliche Bewegung setzt natürlich den Willen voraus, eine dem Gehirn inne wohnende Qualität. Dem Wollen werden wir uns einen Begehrungstrieb vorangehend denken müssen, denn irgend eine Anregung kann doch erst ein Wollen und irgend eine Richtung das Wollen erzeugen. Fragen wir nun aber weiter, wodurch wird der Begehrungstrieb rege gemacht? so werden wir fast mit Nothwendigkeit auf die Sinne verwiesen, d. h. auf einen specifischen Reiz auf das Gehirn selbst, der geeignet ist eine geistige Thätigkeit auszulösen. Diejenigen Theile oder Ausläufer des Gehirns aber, durch welche dieser specifische Reiz zunächst aufgenommen wird, sind die Sinnesorgane, die verschieden angelegt sein müssen nach der Art des Reizes. Einen solchen Reiz können wir empfangen von aussen her, ohne directe Berührung mit dem den Reiz veranlassenden Gegenstande z. B. durch Licht und Schall. Wird er bedingt durch Lichtwellen, so wird durch ein dazu eingerichtetes Organ, das Auge, der Sehnerv gereizt. Wird irgend ein Geräusch, ein Schall erregt, so wird dieser durch die entstehenden Luftwellen auf ein anderes dazu eingerichtetes Organ, das Ohr, auf den Gehörnerv übertragen. Andere specifische Reize wirken durch directe Berührung mit Sinnesnerven. Kommen in der Luft schwebende Stoffe mit der feuchten Riechhaut in Berührung, so wirken sie dadurch als Geruch auf den Riechnerven, und kommen endlich eben solche in der Luft schwebende Theilchen mit der Mundschleimhaut, der Zunge in Berührung, oder wirken sie in anderer Form direct specifisch reizend auf

dieselbe, so werden sie dem Gehirn durch den dazu bestimmten Nerven als Geschmack mitgetheilt. Diese vier specifischen Reize kennen wir nur, und diese können nur durch die entsprechenden Organe dem Gehirn zugeführt und ausgelöst werden. Was wir Gefühl nennen, kommt an jedem Körpertheil vor, der überhaupt Nerven hat, und deshalb haben auch die Sinnesorgane ausser ihrer specifischen Sinnesempfindung noch Gefühl. Es kann vorkommen, dass die Sinnes-Empfindung krankhaft erloschen ist, das gewöhnliche Gefühl aber fortbesteht, was sich besonders leicht an Zunge und Nase beobachten lässt. Diese Erscheinung deutet auch wohl auf einen näheren Zusammenhang der Sinnesnerven mit dem Gehirn. Müssen wir aber dies zugeben, dann können wir auch alle jene Organe nicht als Sinnesorgane auffassen, die ihre Nerven anderswoher nehmen, als unmittelbar aus dem Gehirn. Ich kann mir sehr wohl einen Sinn ganz fehlend denken, wie z. B. die Augen bei den Höhlen-Insekten, nicht aber einen Sinn, der von einem Ganglion des Rückenmarks innervirt wird.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: [39-1](#)

Autor(en)/Author(s): Paasch Alexander

Artikel/Article: [Von den Sinnesorganen der Insekten im Allgemeinen, von Gehör- und Geruchsorganen im Besondern. 248-275](#)