



Ueber das

Geruchsvermögen der Krebse

nebst einer Hypothese über die
analytische Thätigkeit der Riechhäuschen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doctorwürde
der medicinischen Fakultät zu Kiel
vorgelegt

von

Konrad May,

approb. Arzt und zweitem Assistenzarzt der medicinischen Poliklinik zu Kiel.

Opponenten:

| | |
|---------------|-----------|
| Herr Hass, | and. med. |
| „ Schmalmack, | „ „ |
| „ Meyer, | „ „ |



Kiel.

Druck von Schmidt & Klauig.

1887.

Referent Hensen.

Zum Druck genehmigt

W. Flemming, z. Z. Dekan.

Diese Schrift

widmet

den treuen Eltern

der

dankbare Sohn.



Auf Vorschlag des Herren Prof. Dr. Hensen unternahm es Verfasser, über das Thema:

„das Geruchsvermögen der Krebse und Krabben“
vorliegende Arbeit anzufertigen.

Da genanntes Thema noch nach keiner Seite hin eine eingehendere Beachtung erfahren hatte, bot sich leicht eine Disposition dar: das Thema war anatomisch, morphologisch und physiologisch zu behandeln.

Leider fehlte dem Verfasser zu einer eingehenden physiologischen Bearbeitung die Zeit und er muss sich daher damit begnügen, dem anatomischen Theil nur einige die physiologische Seite dieser Arbeit betreffende Bemerkungen hinzuzufügen und es einem Nachfolger überlassen, diesen höchst interessanten, aber auch sehr schweren Theil zu vervollständigen.

Der Sitz des Geruchsinnns.

Dass Krebse und Krabben riechen, kann keinem Zweifel unterliegen. Dafür spricht die hohe Stellung dieser Thiere in der Reihe der Arthropoden, dann aber liegen sichere Beobachtungen vor, welche die Annahme eines Geruchsinnns für diese Thiere nicht nur rechtfertigen, sondern fordern. Herr Prof. Hensen theilt mir mit, dass die Art und Weise, in welcher gewisse Krebse ihre Geruchsantenne bewegen, mit grosser Entschiedenheit auf die Funktion als Geruchsorgane hindeute; *Carcinus maenas* schlage stets mit dieser Antenne so durch das Wasser, als wenn er die in demselben vorhandenen Riechstoffe aufspüren wolle, und namentlich eine kleine Garnele — wenn er nicht irre *Pandalus annulicornis* — mache mit der Antenne fortdauernd eine rasche rotirende Bewegung, die seiner Ansicht nach nicht wohl anders gedeutet werden könne, als zu dem Zweck gemacht, Riechempfindungen zu ermöglichen.

Was nun den Sitz des Geruchsinnns bei Arthropoden überhaupt betrifft, sovornutheten ältere Autoren — Lespès, Hicks, Erichson — denselben

ausschliesslich in gewissen Gruben, die sie an den Kopfanhängen von Arthropoden, z. B. an den Antennen der Lamellicornien fanden, und denen sie eine spezifische Natur zusprachen, theils wegen der Analogie mit anderen Thieren, theils wegen ihres häufigen Vorkommens grade an den Kopfanhängen dieser Thiere.

Nach F. Leydig ¹⁾ stellen diese Grübchen die Mündung eines Hautkanals dar; theils enthalten sie ein mittelständiges Härchen, theils sind sie haarlos, „wobei indess das in ihnen wurzelnde Haar nur winzig klein geworden, gewissermassen nur zu einem kleinen, den Hautkanal deckenden Knötchen herabgesunken ist.“ Derselbe Autor fand nun ganz ähnliche Vertiefungen auch an dem Körper von Arthropoden (z. B. am Brustschild) und zwar in grosser Anzahl, ein Befund, der immerhin die „ausschliessliche spezifische Natur, welche die Gruben für die Antennen in Anspruch nehmen sollten, in etwas verringerte.“ Daneben entdeckte er neben jenen Gruben an den Antennen der Arthropoden „sehr allgemein eigenartige, von dem gewöhnlichen Haarbesatz“ verschiedene Kegel, Cylinder oder Stäbe, deren spezifische Natur bei den Krebsen am leichtesten ins Auge fällt.“ In diesen Organen sah Leydig auf Grund seiner Untersuchungen den Sitz des Geruchsinn; eine Annahme, welche im Laufe der Zeit zur Gewissheit geworden ist.

Diese Organe, welche wir kurzhin „Riechhaare“ nennen wollen, finden sich bei allen Krebsarten an dem innern gegabelten Fühler — der Antennula — und zwar ist lediglich der äussere breitere, in zahlreiche Ringe sich gliedernde Arm mit den besagten Riechhaaren ausgestattet.

Zu nachfolgenden Untersuchungen wurden benutzt *Carcinus maenas*, *Palaeon squilla*, und *Mysis flexuosa*.

Bei *Carcinus maenas*, dem Taschenkrebs, findet sich an dem äusseren Arm der Antennula — den wir Riechfühler nennen wollen — eine sehr grosse Anzahl starker und langer Riechhaare (Fig. 1), bei der Krabbe, *Palaeon squilla*, entsprechen jedem Ring — Segment — des Riechfühlers zwei Reihen von kürzeren und zarteren Riechhaaren, (Fig. 2) welche mit einer kleinen Anschwellung, Bulbus, in die Cuticula eingelassen sind, bei den Mysen hingegen trägt jedes Segment nur ein äusserst zartes, kurzes und etwas gebogenes Haar, Fig. 20.

Der Werth der einzelnen Versuchsobjecte für die nöthigen Untersuchungen stellt sich folgendermassen:

Der Taschenkrebs liefert durch seinen Reichthum an starken und grossen Riechhaaren gutes Material zu mikrochemischer Untersuchung des Inhaltes dieser Haare, während der Pigmentreichthum und die

¹⁾ Müllers Archiv für Zoologie, 1860.

sehr dicke Cuticula des Riechfühlers eine direkte mikroskopische Untersuchung desselben geradezu unmöglich macht. Den Gegensatz dazu bildet Mysis; hier sind die Haare wegen ihrer Zartheit und Kleinheit für eine mikrochemische Untersuchung ungeeignet, während die Riechfühler selbst infolge seiner sehr dünnen chitinösen Bekleidung und sehr grossen Durchsichtigkeit sich zu einer direkten mikroskopischen Betrachtung sehr eignet. Die Krabbe steht in der Mitte zwischen Krebs und Mysis und vereinigt in sich die beiden Vorzüge jener Thiere: eine relativ grosse Durchsichtigkeit neben einer zu allen Untersuchungen passenden Grösse.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehe ich zu dem ersten Theil der Abhandlung über:

Die Morphologie des Geruchsorgans der Krabbe und Krabben. ¹⁾

Die mikroskopische Betrachtung des abgeschnittenen Riechfühlers im frischen Zustande ergibt selbst für einen geübten Beobachter wenig Bemerkenswerthes. Handelt es sich hier doch auch um die Erkennung eines nervösen Apparates, der, in einem kleinen Anhang eines kleinen Thieres gelegen, einmal sich durch geringe Dimensionen, dann aber durch die sehr grosse Durchsichtigkeit seiner einzelnen Elemente auszeichnet, die eine genaue Erkennung einzelner Contouren und ihres Zusammenhanges unter einander und mit anderen Gebilden nicht zulässt. Auch hier, wie es ja für die meisten Objecte der Mikroskopie nöthig ist, tritt an den Forscher die Forderung, durch irgend welche Mittel der Physic oder Chemie den Gegenstand seiner Untersuchung für die Beobachtung in erspriesslicher Weise zugänglich zu machen.

Es wurden viele der gewöhnlichen Methoden versucht; die meisten von ihnen gaben ganz negative Resultate. Die Gründe hierfür liegen in der zarten Beschaffenheit des Inhaltes der Fühler und in deren starrer chitinöser Bekleidung. Gewöhnliche Färbe- und Härtungsmittel brachten in den Riechführern schnell eine vollständige Gerinnung hervor, die jeden Einblick in die Strukturverhältnisse der Gewebtheile unmöglich machte und aller Aufhellungsversuche spottete. Schnitte konnten deshalb nicht gemacht werden, weil bei jedem solchen Versuch der halbflüssige Inhalt des Fühlers durch den Druck der rigiden, schwer schneidbaren Cuticula herausgepresst und zerquetscht wurde. Diese Beobachtung gilt sowohl für frische wie für gefärbte Präparate.

¹⁾ Zur Feststellung der morphologischen Verhältnisse wurde ausschliesslich *Palaeomonis quilla* benutzt.

Es wurde sodann eine verdünnte Jodtinktur (1 Tinct-Jodi zu 4 Alkohol) angewandt und damit die ersten annehmbaren Resultate erzielt. Das Jod färbt weniger die Nervensubstanz, als es dieselbe differenzirt und von dem umliegenden Gewebe abhebt. Es kommt ja auch weniger auf eine Färbung an, wenn man nur die Contouren der nervösen Elemente sichtbar und für die Beobachtung zugänglich macht. Die Jodreaktion wird häufig bei zu grosser Concentration der Jodtinktur oder bei zu langer Einwirkung einer verdünnten Tinktur zu stark und ruft dann ähnliche Bilder hervor wie andere Färbemittel. In solchem Falle erwies sich das Einlegen des Präparates in eine Jodkaliumlösung von grossem Nutzen; es hellt sich nämlich das umgebende Gewebe ganz auf, während der Nerv schwach gelb gefärbt bleibt und vortheilhaft hervortritt. Es empfiehlt sich überhaupt mit Jodtinktur behandelte Präparate in Jodkalium-Lösung zu entfärben resp. aufzuhellen.

Die schönsten und sichersten Resultate gab indess die biologische Methylenblaufärbung. Diese von Ehrlich ¹⁾ angegebene Methode besteht in der Infusion einer Methylenblaulösung in den lebenden Organismus, und es sei mir an dieser Stelle gestattet hervorzuheben, dass, während Infusion von ausserordentlich verdünnter Goldchloridlösung bei diesen Untersuchungen keinen Erfolg hatte, sondern nur eine Totalgerinnung in dem Riechfühler hervorbrachte, die Ehrlich'sche Färbemethode nach einiger Uebung unfehlbar sichere Resultate lieferte.

Nach Ehrlich werden durch diese Methode in ihrer Gesamtheit dargestellt:

1. Alle sensiblen Nerven.
2. Die Geschmacks- und Geruchsnerwendigungen.
3. Die Nerven der glatten Muskulatur und des Herzens.

Letzterer Punkt kommt für die Riechfühler nicht in Betracht; für die beiden ersten Punkte findet Ehrlich's Beobachtung, wenigstens für die Krabben, eine weitere vollständige und glänzende Bestätigung.

In Anbetracht der Jugend dieser biologischen Färbemethode sei es mir gestattet, etwas näher auf die Technik der Färbung und den Färbeprocess einzugehen.

Die Technik bietet nur anfangs einige Schwierigkeiten dar, die indess durch einige Uebung schnell überwunden werden. Man benutzt zu den Infusionen eine Praratz'sche Spritze, die mit einer möglichst feinen Kanüle armirt ist, und — wenigstens nach meinem Dafürhalten — am besten eine concentrirte Methylenblaulösung, da eine solche schneller und sicherer färbt als eine verdünnte Lösung und den Vorzug hat, dass

¹⁾ Deutsche Medicinische Wochenschrift; Nr. 4, 1886.

man von ihr weniger Substanz gebraucht, als von einer verdünnten Lösung, ein Umstand, der unten weiter gewürdigt werden wird.

Die Technik der Infusion besteht im einzelnen aus folgenden Handgriffen. Man biegt das lebende Thier, das man am besten in Salzwasser frisch erhält, über die Bauchfläche, sodass die Nackenfurche etwas klafft und hält es in dieser Stellung in der linken Hand. Nach dem man sich genau den Ort des pulsirenden Herzens gemerkt hat, führt man die Kanüle der gefüllten Spritze in der Mitte der Nackenfurche in den Körper des Thieres ein und zwar mit nach vorn gerichteter Kanülenöffnung grade in das Herz, soweit, dass man sicher ist, dass Herzlumen und Kanülenöffnung mit einander anastomosiren. Es ist deshalb nöthig, sich den Ort des pulsirenden Herzens genau zu merken, weil, sobald die Kanüle in den Körper des Thieres eingedrungen ist, der an der Kanülen Spitze haftende Farbstoff das berührte Gewebe sofort blau färbt, wodurch die weitere Stichführung der Controle durch das Auge entzogen wird. Sodann schiebt man stetig und so langsam den Stempel der Spritze vor, dass der Inhalt derselben nur tropfenweise in das Herz des Thieres übertritt. Es ist hierbei nothwendig, dass in der Kanüle sich keine Luftblasen befinden, da deren Eindringen in den thierischen Organismus die Sicherheit der Methode aus noch zu erörternden Gründen sehr herabsetzt. Im Ganzen lasse man nicht mehr als 5 Tropfen — etwa 3 Theilstriche der Spritze — in den Körper des Thieres übertreten. Während man den Stempel der Spitze vorschiebt, beobachtet man den Kopf des Thieres. Zunächst sieht man die von der Kopf- und Bauchorta nach beiden Seiten abgehenden Gefäße schell blau injicirt werden. Dann färben sich die Augentstiele und die Basis der Fühler bläulich grün; schliesslich heben sich die Augen, die bis dahin dem Kopf anlagen, mit einem Ruck von diesem ab und werden schnell injicirt. Um diesen Zeitpunkt kann man die Infusion als vollendet ansehen und die Spritze entfernen. Es sieht jetzt das ganze Thier blau aus, nur die Antennula und mit ihr der Riechfühler zeigen noch keine Färbung. Das also gefärbte Thier setzt man dann in ein Gefäss mit Salzwasser, in welchem es theils ruhig auf der Seite liegend, theils wildumherschwimmend noch einige Minuten lebt.

Der Process der eigentlichen Färbung zerfällt in folgende Phasen, die man mikroskopisch sehr gut verfolgen kann:

1. Füllung der Blutgefäße mit Farbstoff.
2. Austritt des Farbstoffes in die Gewebe.
3. Eigentliche Nervenfärbung.

Die Füllung der Blutgefäße liefert sehr schöne mikroskopische Bilder. Besonders intensiv sind natürlich die Stämme der Blutgefäße

in der Basis der Fühler gefüllt und gefärbt. Abgesehen von ganz wenigen Ballen aneinander geklebter Blutkörperchen, ist der Inhalt der Gefässe in nichts verändert; darin beruht denn auch der Werth dieser Methode.

Hat die Injection der Gefässe 1—2 Minuten gewährt, so tritt allmählich der Farbstoff per endosmosin durch die Gefässwände in die Gewebe über, welche nun schwach bläulich gefärbt erscheinen; mit ihnen sind nun auch sämtliche Riechhaare gefärbt.

Nach Verlauf von wieder ca. 2 Minuten hellen sich die Gewebe, auch die Riechhaare, auf und werden fast ganz farblos; zugleich beginnt aber die Färbung der Nerven. Es tauchen nämlich zu dieser Zeit hie und da sehr scharf umschriebene, intensiv gefärbte Punkte auf, die sich immer mehren und, indem die zwischen ihnen liegenden schmalen Brücken sich ebenfalls färben, zu continuirlichen Fäden aneinanderreihen. Diese blaugefärbten Fäden mit den zahlreichen unregelmässig vertheilten blauen Punkten sind Nervenstränge.

Man sieht, dass bei dieser Methode es allein der Triebkraft des thierischen Herzens überlassen ist, den einmal in das Herz des Thieres gebrachten Färbstoff mit allen Geweben in innigen Contact zu bringen. Daraus folgt aber:

1. Dass man sich vor dem Einbringen von Luft in das Herz des Thieres hüten muss, da diese ein unüberwindliches Hinderniss für den Kreislauf abgiebt und die Färbung vollständig verhindern kann;
2. dass man nicht zu viel Substanz injiciren darf, um den thierischen Organismus durch übermässigen Druck nicht zu überlasten und so die Herzkraft zu lähmen. Oben angegebenes Maass für die Menge des infundirten Farbstoffes ist als Maximum anzusehen.

Ausser der eigentlichen Nervenfärbung hat diese biologische Färbemethode noch einen andern Erfolg, nämlich den der Differenzirung eng mit den specifischen Geruchsnerven zusammenhängender nervöser Gebilde, deren Contouren — sollte auch die Nervenfärbung nicht gelungen sein — nach der Infusion scharf hervortreten.

Betrachtet man die Arten der in dem Riechfühler gefärbten Nerven, so zerfallen diese in zwei grosse Gruppen.

1. Die specifischen Geruchsnerven.
2. Die Tastnerven.

Die specifischen Geruchsnerven stellen sich dar als gleichmässig gefärbte Stränge, die mit intensiv gefärbten Punkten in unregelmässigen Zwischenräumen besetzt sind. (Fig. 3). Diese Punkte sind Myelintropfen, in welche — ähnlich der Gerinnung der Nervensubstanz andrer Thiere — das vorher flüssige, jetzt aber geronnene Mark der Nerven theilweise zerfällt.

Im Gebiet der Tastnerven zeigen sich ausser diesen einfachen Bildern noch Haufen von Ganglienzellen, die immer nur einen Zugangs- und Abgangsnerv haben; ferner erfahren die einzelnen Nervenstränge blasige Erweiterungen, die den Ganglienzellen gleichen, nur dass sie kleiner sind.

Jene Ganglienzellenhaufen, (Fig. 4), sind aus 2—4 Nervenzellen zusammengesetzt. Im Innern einer jeden Zelle sieht man einen grossen kugeligen Kern, der blau gefärbt ist, und im Centrum dieses Kernes immer mehrere ganz intensiv gefärbte runde Körperchen, Kernkörperchen (Nucleoli). Die kleinen in den Verlauf der Nervenstränge eingeschalteten Ganglienzellen, Fig. 5, enthalten immer nur einen Nucleolus. Im Verlauf der specifischen Geruchsnerven finden sich keine derartigen Nervenzellen.

Zu erwähnen ist noch, dass sich zuerst die feinsten Netze der Tastnerven, dann deren gröbere Fasern färben; dann folgen erst die Geruchsnerven.

Ein Uebelstand der sonst so vortrefflichen Nervendarstellungsmethode ist der Umstand, dass eben so schnell die Färbung verschwindet, wie sie aufgetreten war und zwar ist es der oxydirende Einfluss des Sonnenlichtes vor allen Dingen, welcher diese so unliebsame Veränderung hervorbringt.

Denn während bei greller Beleuchtung des Präparates unter dem Mikroskop die Färbung vor den Augen des Beobachters erblasst, erhält sie sich in unveränderter Schärfe und Intensität tagelang, wenn man die Präparate nur vor dem Einfluss des Lichtes schützt; indessen werden solche Präparate durch anderweitige Veränderungen schliesslich unbrauchbar.

Betrachtet man nun einen gut gefärbten Riechfühler, so ist der erste Anblick schon hinreichend, um die durch andere Beobachtungen gewonnene Ansicht zu befestigen, dass diese Organe mehr sind als Tastorgane, dass sie vielmehr eine specifische Bestimmung haben müssen: ein so überwältigender Reichthum im Innern des Organs verlaufender Nerven bietet sich dem Auge dar. Es ist das ein Nervenapparat, der mit seinen Adnexa den ganzen Riechfühler für sich in Anspruch nimmt und erfüllt.

Zur Beschreibung dieses Apparates theilen wir am besten drei Abschnitte ab:

1. Ursprung der Geruchsnerven.
2. Verlauf derselben in dem Fühler und die nervösen Ganglien.
3. Ihre Endigung in den Endorganen.

1. Ursprung der Geruchsnerven.

Die Geruchsnerven gehen alle aus einem Stamm hervor, der, medial vom mittleren Antennennerv (Hensen) in der Antennenbasis gelegen, mit dem Tastnerv für die Antennula in diese eintritt und zwar meist als einfacher Nervenstrang. Er tritt nicht in demselben Niveau wie jener Tastnerv in die Antennula ein; er verläuft tiefer, wie er auch in der Antennenbasis unter dem mittleren Antennennerv hervorzukommen scheint, während der Tastnerv seiner Bestimmung entsprechend, oberflächlich verläuft, Fig. 6. Infolge dieses Verhältnisses sind die Contouren des Geruchsnerven weniger scharf als die der Tastnerven, indessen ist diese Erscheinung entschieden mitbewirkt durch eine feinere Struktur des ersteren.

Die beiden Nervenstämme ziehen nun nebeneinander durch die Antennula, jeder seinem Gebiete zu. An der Theilungsstelle der Antennula in ihre beiden Arme tritt der Geruchsnerv noch als solider Strang in den Riechfühler ein, doch dann beginnt allmählich eine Auflockerung seiner Struktur und ein Auseinanderweichen seiner Fasern, Fig. 7a; und von dieser Stelle ab haben der Nervenstamm oder vielmehr seine Elemente sich an der Färbung betheilig; es treten hie und da, peripherwärts aber immer mehr blaue Punkte und blaugefärbte Nervenfasern auf.

Ebenso allmählig, wie der solide Nervenstamm sich lockerte schießen in seinem weiteren Verlaufe, Fig. 7b, aus dem gelockerten Stamm die einzelnen Geruchsnerven hervor, die ihrerseits völlig gefärbt sind. Es erregt den Beobachter Staunen ob der grossen Anzahl von Nervenfasern, sowie über deren Dicke, die in keinem auch nur annähernd gleichem Verhältnisse zur Dicke des aus diesen Einzel-fasern zusammengesetzten Nervenstammes zu stehen scheint. Zur Erklärung dieser Erscheinung ist die Annahme unumgänglich notwendig, dass die einzelnen Fasern bei ihrer Loslösung vom gemeinsamen Nervenstamm eine wesentliche Verstärkung ihrer Scheide erhalten, auf welche die Dicke der Fasern besonders zu beziehen ist.

2. Der Verlauf der Nerven nach ihrer Trennung und die nervösen Ganglien.

Ehe ich zur Auseinandersetzung dieser Verhältnisse schreite, muss ich noch einige Bemerkungen über die hierauf bezüglichen anatomischen Verhältnisse und über die Vertheilung der Geruchshaare auf den Fühler machen. Dieser Fühler besteht aus vielen Segmenten (30—40), die so aneinander gereiht sind, dass an ein Segment peripherwärts ein an Umfang kleineres anstösst; besonders

scharf sind die Segmente gegeneinander abgesetzt an der dem innern Arm der Antennula zugekehrten Seite. Jedem dieser Segmente entsprechen zwei Reihen von Riechhaaren, deren eine in der Mitte, die andere am peripheren Ende jedes Segmentes ihre Insertion quer über den Riechfühler hinweg findet, Figur 2. Sieht man den Riechfühler halb von der Seite, sodass die Riechhaare dem Beschauer zugekehrt sind, so erkennt man eine längsverlaufende Leiste der Cuticula, die „das Gebiet der Riechhaarinsertionen“ von dem übrigen Fühler scheidet. In letzterem Gebiet verlaufen die Anfänge der Geruchsnerven und liegen eigenthümliche, unten näher zu beschreibende nervöse Gebilde; in ersterem Gebiet — das Gebiet der Riechhaarinsertionen — fallen die Enden der Geruchsnerven d. h. ihre Uebergänge in die Riechhaare. Die Zahl dieser Riechhaare beträgt in jeder Reihe 4—6; das mittlere Stück des Riechfühlers zeigt die meisten Haare; an seiner äussersten Spitze befindet sich kein Haar mehr.

Jedem dieser Riechhaare entspricht ein deutlich färbbarer Nerv, und wenn auch nicht alle Fasern, so waren doch stets viele in ihrer Gesammtheit so gefärbt, dass ihr Verlauf von der Trennung vom Nervenstamm bis zu ihrem Eintritt in das Riechhaar sehr deutlich verfolgt werden konnte. Dieser Verlauf ist nun kein einfacher, sondern in der Mitte erfährt der Nerv eine Umgestaltung, die beim ersten Anblick als eine vollständige vorübergehende Unterbrechung des Nerven imponirt. Diese Umgestaltung besteht in einer grossen, blasigen Erweiterung, die wir vorerst „Sack“ nennen wollen. Dieser Sack hat eine ovale Gestalt, seine Pole liegen genau proximal und distal; die Contouren dieser Säcke sind sehr zart, aber scharf; ihre Wände werden von der Scheide des Nerven gebildet: denn die Grenzcontouren des Nerven gehen unmittelbar und ohne Unterbrechung in die Wandung der Säcke über und sind jenseits wieder Grenzcontouren der Geruchsnerven, Fig. 8. Der Nerv tritt in diese von seiner Scheide gebildete Erweiterung ein mit deutlich fasriger Struktur und endigt scheinbar in einem Lager fein granulirter Substanz. An dieses Lager schliessen sich sehr viele polygonale und runde, sehr blasse, grosse Zellen, die alle eine ziemlich scharfen Contour haben, den Hauptinhalt der Säcke bildend. Am distalen Pol befindet sich wiederum ein Lager fein granulirter Substanz, aus welchem der austretende Nerv mit fasriger Struktur hervorzugehen scheint. So scheint es in der That, als ob der Nerv eine vollständige Unterbrechung durch den Inhalt des Sackes erführe.

Dem ist indess nicht so. Der Nerv erfährt in dem Sack keine Unterbrechung seiner Substanz, sondern er löst sich an dem proximalen Pol in seine Einzelfibrillen auf und zieht, so gespalten, zwischen



die Zellen des Sackes. Zwischen den Zellen des Sackes heraus sieht man ebensolche Fasern zum distalen Pol ziehen, hier sich sammeln und gesammelt als Ausgangsnerv den Sack verlassen und zu seinem Haar weiterziehen. Die Spaltung resp. Sammlung des Nerven ist durch die fasrige Struktur desselben an den beiden Polen angedeutet,

Es bot sehr grosse Schwierigkeiten, das Verhältniss des Nerven zu seinem Sack festzustellen, da die biologische Färbung frischer Thiere in Bezug hierauf im Stich liess. Schon etwas günstigere Resultate gab die Behandlung von Präparaten mit Jodtinktur, doch waren diese bei weitem noch nicht ausreichend. Beweisende Präparate gaben erst Thiere, die, ehe sie der biologischen Färbung unterworfen wurden, mit SH_2 -Gas behandelt waren. Bei diesen Thieren zeigte sich nach erfolgter Färbung oben erwähntes Resultat, dass nämlich zwischen die den Inhalt des Sackes bildenden Zellen deutlich gefärbte feinste Nervenfasern am proximalen Pol ein- und aus diesen heraus am distalen Pol wieder austreten. Diese Fasern gehen direkt aus dem eintretenden Nerven hervor, resp. in diesen wieder über und zeigen — wie dieser — ganz gleiche intensiv gefärbte Punkte — Myelintropfen: sie sind nichts anderes, als die Elemente in die sich der in den Sack eintretende Geruchsnerv auflöst und aus denen der austretende Nerv sich wieder sammelt. Dieser Umstand beweist, dass der in den Sack eintretende Nerv noch keine Primitivfaser ist, sondern erst in dem Sack eine physiologische Spaltung in seine Primitivfasern erfährt. Wie diese Primitivfasern im Sack einander gegenüber sich verhalten, besonders in welchem Verhältniss die Primitivfasern des eintretenden Nerven zu den den austretenden Nerv bildenden Fasern stehen, — das festzustellen liess die Feinheit des Objectes und die Schwierigkeit der Beobachtung nicht zu. Die Morphologie dieser Verhältnisse lässt zwei muthmassliche Erklärungen zu: entweder die Annahme, dass die Primitivfasern in die der Nerv sich auflöst, von einem Pol des Sackes zum andern ununterbrochen zwischen den Zellen hindurch ziehen, oder die Annahme, dass die Primitivfasern des eintretenden Nerven an Zellen des Sackes herantreten und dass von andern oder denselben Zellen des Sackes andere Fasern ausgehen, die zum distalen Pol ziehen und hier durch ihr Zusammentreten den austretenden Nerv bilden. Physiologisch scheint die erste Annahme schofi von vorneherein weniger zulässig, als die zweite, der wir uns aus embryologisch - histologischen Gründen, imbesonderen, um den vielen Zellen jedes Sackes, die doch gewiss keine nebensächliche Bedeutung haben, eine würdige Stellung zu sichern, entschieden zuzunigen möchten. Welche Consequenzen diese Annahme in Bezug auf die Stellung der Sacke zu ihren Nerven nach sich zieht, werde ich unten erörtern. Nach seinem

Austritt aus dem Sack bietet der Nerv denselben Anblick dar, wie vor seinem Eintritt in den Sack, nur scheint es durchweg, als sei die Nervensubstanz in mehrere nebeneinanderliegende Abtheilungen abgetrennt.

Der Nerv zieht nun in direktem Verlauf seinem Härchen zu.

3. Die Endigung der Nerven in ihren Härchen.

Der letzte Theil des Verlaufes der Nerven fällt, wie schon oben bemerkt, in das Gebiet der Riechhärcheninsertionen. Der Eintritt des Nerven in sein Härchen geschieht folgendermaassen. Dicht vor dem Bulbus des Härchen wird die streng longitudinale Anordnung der intensiv gefärbten Nervenpunkte — Myelintropfen — etwas gestört, indem letztere durcheinander rücken. Dasselbe bemerkt man nach dem Eintritt des Nerven in den Bulbus seines Härchens. In diesem selbst behält der Nerv noch eine Strecke lang seine streifige Struktur, lockert sich dann immer mehr und zerfällt schliesslich in eine feinkörnige granulose Substanz, Fig. 9. Diese feinkörnige Substanz füllt den mittleren Theil des Härchens an, löst sich dann aber in eine vollkommen homogene strukturlose Masse auf. Diese Verhältnisse lassen sich am besten an einem mit Jodtinktur dargestellten Präparate darthun, nur muss man die die Gerinnung befördernde Jodwirkung in Abzug bringen; (doch darüber cf. unten!). Hiernach und in Uebereinstimmung mit den Befunden im „Nervensack“ ist es wahrscheinlich, dass der Nerv — entsprechend seiner streifigen Struktur im Anfangstheil der Härchen — mit vielen Einzelfibrillen — Primitivfasern — in sein Härchen eintritt. Diese Primitivfasern bestehen noch eine Strecke weit — entsprechend der Lockerung der streifigen Struktur — als Axencylinder und bilden schliesslich jene körnige Nervenmasse, der den mittleren Theil der Härchen anfüllt.

Die Anordnung der Säcke und ihre Lage zu den zu ihnen gehörigen Härchen unterliegt folgenden Regeln.

In jedem Segment des Riechfühlers mit Ausnahme der die Spitze desselben bildenden Segmente liegen 4 Reihen von Säcken in 2 Etagen so angeordnet — hierbei ist der Riechfühler von der Seite betrachtet, an welcher die Riechhärchen nicht inserirt sind — dass die obere Etage etwas mehr proximal liegt als die untere, dass somit die oberen Säcke die unteren dachziegelförmig decken Fig. 10 und 11. Der zu einem Härchen gehörige Sack liegt immer und zwar genau ein Segment hinter der Insertion seines Härchens, sodass jedes Segment soviel Säcke enthält, wie das nächstfolgende distale Segment Härchen. Ebenso zieht der vom gemeinsamen Nervenstamm sich trennende

Geruchsnerv wenigstens durch ein Segment frei hindurch, ehe er zu seinem Sack gelangt.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, einige Bemerkungen über das Verhältniss der Blutgefässe zu den Nerven und deren Adnexa zu machen. Es veranlasst mich hierzu die These Ehrlich's: „Sauerstoffsättigung und alkalische Reaktion sind die beiden Bedingungen, von denen die Methylenblaureaction des Nervensystems abhängig ist.“ Auf den einen Theil dieser These „alkalische Reaktion“, komme ich unten noch zu sprechen. Was die Sauerstoffsättigung der Nerven in dem Riechfühler der Krabbe betrifft, so ist diese unbedingt eine sehr vollkommene. Es muss überraschen, zu sehen, eine wie grosse Menge von Blutgefässen den Riechfühler durchziehen und in wie ausgedehnter Weise die Nerven mit ihnen in Berührung stehen. Sobald nämlich der Stamm des Geruchsnerven sich zu lockern anfängt und einzelne Nervenfasern sich von ihnen abscheiden, schiessen in die entstandenen Lücken Blutgefässe, umgeben die Nerven und begleiten sie bis zu deren Sack. Die Nerven liegen hierbei mitten in der Blutflüssigkeit, was ich daraus schliessen zu müssen glaubte, dass oft Blutkörperchen ein Hinderniss in einer solchen Nervenfasern fanden, welches sie erst nach einigen Bemühungen überwandten; Fig. 12 b. An dem Sacke theilt sich das Gefäss und umfasst denselben eng mit zwei Armen, die sich an dessen distalem Pol meist nicht wieder vereinigen, sondern als gesonderte Gefässe weiter ziehen Fig. 12 a. Sie begleiten als solche nun auch den ausgetretenen Nerv nicht mehr, sondern wenden sich zum nächsten Sack, während der ausgetretene Nerv allein in das Gebiet der Härcheninsertionen übertritt, welches sich dem übrigen Theil des Riechfühlers gegenüber recht blutarm ausnimmt. Aus dieser Anordnung der Blutgefässe geht hervor, dass die Ernährung der Nerven des Riechfühlers eine vollkommene ist, mithin der Oxydationsprocess ein sehr lebhafter sein muss. Mit dieser Annahme steht denn auch in vollem Einklange die intensive Färbung der einzelnen Fasern, sowie die äusserst sichere Differenzirung der Säcke. Dem gegenüber bleiben die Nervenstämme ungefärbt, weil bei ihnen infolge der ungleich geringeren Umspülung mit Blutflüssigkeit der Oxydationsprocess viel langsamer und weniger rege von statten geht.

Ich habe oben von zwei grossen Nervengruppen gesprochen: Geruchs- und Tastnerven.

Die Tastnerven sind streng von den Geruchsnerven getrennt; sie entspringen aus einem gemeinschaftlichen Stamm, dem Tastnerven für den inneren Arm der Antennula, welcher — wie oben erwähnt — oberhalb und medial vom Geruchsnervenstamm in die Antennula eintritt. Die Tastnerven für den Riechfühler lösen sich dicht vor der

Theilungsstelle der Antennula vom Hauptnerv unter Bildung von zahlreichen Anastomosen zu 3—4 Strängen ab, Fig. 13, und überziehen von hier aus als „Hautnerven“ den Riechfühler. Sie bilden dabei sehr viele Anastomosen, Fig. 5, und zierliche Fasernetze, Fig. 14, und sind in ihrem Verlaufe von häufigen Ganglienzellen durchsetzt und unterbrochen — alles Dinge, die man bei den Geruchsnerven nicht antrifft, wodurch jene sich also von diesen streng unterscheiden.

Unter den Tastnerven sind besonders zwei Züge interessant, die an beiden Seiten des Riechfühlers verlaufend für besondere kleine Härchen bestimmt sind, welche für die Funktionsfähigkeit der Riechhärchen nicht ohne Bedeutung zu sein scheinen. Diese Härchen sind so angeordnet: am Ende eines jeden Segmentes sind an der medialen Seite des Riechfühlers ein, an der lateralen Seite zwei Härchen so eingefügt, dass sie an die hier inscrite Reihe von Riechhaaren dicht anschliessen, Fig. 15. Diesem Härchen an der medialen Seite des Riechfühlers entspricht je ein im Anfangsstück des Segments gelegener Ganglienzellenhaufen von 3 Zellen, von denen ein Nerv zu den Härchen hinzieht; der Härchengruppe an der lateralen Seite des Riechfühlers entsprechen mehrere hintereinanderliegende Nervenzellen, von denen zu jedem Härchen ein Nerv zieht. Der Nerv für das folgende Segment wird von diesen Ganglienzellen nicht geliefert, sondern vor Bildung dieser zweigt sich ein Nerv ab, welcher im folgenden Segment Ganglienzellen bildet und die diesem angehörigen Härchen innervirt. Die Natur dieser Härchen geht aus der Natur des zuführenden Nerven hervor; es sind Tasthärchen, und ihre Bestimmung ist vielleicht die, dass sie gewissermassen als Schutzorgane für die Riechhärchen dienen, die muthmasslich selbst nicht fühlen können. Nun sind diese Tasthärchen um vieles kürzer als die Riechhärchen, und man könnte einwenden, dass ehe die Tasthärchen dazu kommen, in ihrer Eigenschaft als Schutzorgane der Riechhärchen zu fungiren, ein schädlicher mechanischer Reiz diese längst getroffen und verletzt haben könnte. Doch hier liegt die Sache so: für gewöhnlich liegen die Riechhärchen infolge ihrer Insertion ihrem Fühler glatt an und werden passiv — denn eigene Muskulatur zu aktiven Bewegungen besitzen sie nicht — von dem Fühler abgehoben, wenn dieser so bewegt wird, dass ein Wasserstrom gegen die Riechhärchen sich bewegt. Liegen diese aber ihrem Fühler glatt an, dann sind jene Tasthärchen, welche starr sind, entschieden lang genug, schädliche mechanische Einflüsse zu signalisiren und das Thier so zu warnen, mit seinem Riechfühler eine Bewegung auszuführen, durch welche die Riechhärchen abgehoben werden müssen. Auffällig wäre dann nur,

dass diese Tasthärchen nur jeder zweiten Reihe von Geruchshärchen beigegeben sind und nicht einer jeden; doch liesse sich das wieder mit der Theilung des Fühlers in Segmente in Einklang bringen.

Der Wechsel der Riechhaare.

Zu einer möglichst vollständigen Kenntniss der Riechhaare halte ich es für unerlässlich, den bei der Häutung vor sich gehenden Wechsel derselben etwas näher zu betrachten.

Zu diesen Untersuchungen wurden Myses benutzt, deren grosse Durchsichtigkeit eine directe Beobachtung gestattet. Indessen sind die eigentlichen Gegenstände der Untersuchung so zart und klein, dass sich der Erkennung des in ihnen sich abspielenden Haarwechsels zunächst grosse Schwierigkeiten entgegenstellten, die erst nach einiger Uebung und besonders nach Erlangung einer gewissen Fertigkeit in der Präparation der Riechfühler und ihrer Härchen sich überwinden liessen. Die Präparationsmethode bestand im Zerzupfen des Riechfühlers von Mysis unter dem Präparirmikroskop, wozu man sehr feine und spitze Nadeln nöthig hat. Am geeignetsten zerzupft man frische, vom lebenden Thier genommene Riechfühler so, dass man die chitinöse Hülle aufspaltet, so dass die alten Härchen von dem Inhalt des Fühlers abgerissen werden oder man versucht — was bei der Häutung nahestehenden Thieren leicht gelingt — den Inhalt des Fühlers ganz oder theilweise herauszuziehen.

Der erste, welcher sich mit dem Haarwechsel bei Arthropoden eingehend beschäftigt hat, ist Hensen und ihm gebühret die vollste Anerkennung, in diesen sonst für so geheimnissvoll angesehenen Prozess Licht gebracht zu haben¹⁾. Dieser Autor hat für die meisten Haare von Decapoden folgende Sätze aufgestellt:

1. Alle Haare entstehen nicht innerhalb der alten Haare gleichsam als Abdruck, sondern werden unter der Schaalenhaut neu gebildet.
2. Die Haare werden nicht, wie die Flügelschuppen von Hymenopteren, von einer Zelle gebildet, sondern eine grosse Anzahl von Zellen trägt zu ihrer Bildung bei.
3. Die Spitze des neuen Haares ragt stets in das alte Haar hinein.

Diese von Hensen für den Wechsel der Hör- und Fiederhaare der Dekapoden gefundenen Resultate lassen sich bis auf den 3. Punkt auch für die Geruchshaare von Mysis anwenden. Leider fehlte die Zeit, die an Mysis gewonnenen Resultate auch an *Carcinus macnas* und *Palaemon squilla* zu prüfen, aber bei der so grossen Analogie der übrigen Organbildungen dieser Species ist es wahrscheinlich, dass der

¹⁾ Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XIII. pg. 374.

Prozess des Wechsels der Riechhaare bei allen diesen einander so verwandten Thieren derselbe ist.

Betrachtet man einen Geruchsfühler von einer Mysis, die der Häutung nahe steht — man erkennt dieses an den neuangelegten Fiederhaaren der Schwanzflosse — so sieht man von der Basis eines jeden Haares, Figur 16a, zwei gradlinige parallele, dunkle Contouren in schräger Richtung nach der Mitte des Fühlers ziehen und hier zunächst ohne bestimmt sichtbare Grenzen endigen. Diese Contouren sind die Grenzlinien der neu angelegten Haare — die neuen Haartuben. Zerzupft man nun in der angegebenen Weise einen solchen Riechföhler, so zieht man den weniger resistenten, weichen Zellinhalt des Fühlers aus seiner Hülle heraus und es bleiben mehr oder weniger neuangelegte Haartuben als resistendere Gebilde an der Innenseite der Cuticula sitzen, Fig. 16b. An so präparirten Haartuben sieht man gewöhnlich keine Randzellen, welche als Bildungszellen angesprochen werden könnten, es sind diese vielmehr mit dem übrigen Inhalte des Fühlers von den Tuben abgestreift; indessen gelingt es zuweilen, wenn auch schwer, diese Zellen an dem neuen Tubus in situ zu erhalten, sobald nicht der ganze Zellinhalt des Fühlers ausgeräumt, sondern um die Tuben nur etwas gelichtet ist. Ein solches Bild bietet Fig. 17. Hier ist ein Theil des Tubus eines neuen Haares in dem stark gelichteten Inhalt des Fühlers in situ erhalten (auf Theil „b“ der Figur komme ich unten zu sprechen). Wir sehen, dass dem Tubus, dessen eigene Contouren ziemlich scharf sind, an beiden Seiten eine Schicht von Protoplasma anliegt und an einer Seite in diesem Protoplasma einen grossen Kern. Dieser Kern mit dem ihn umgebenden Protoplasma repräsentirt eine Zelle, die bei der Bildung des neuen Tubus theilhaftig ist. Sehen wir auch nicht mehrere Kerne, so liegt es doch auf der Hand, dass dieser Tubus, wie sämtliche andere, nicht von einer Zelle gebildet werden, sondern das mehrere Zellen bei der Bildung theilhaftig sind. Denn es wäre die Annahme sehr erzwungen, dass diese Zelle, welche ohnehin den übrigen Zellen des Riechföhlers gegenüber schon sehr gross erscheint, sich noch bis an die Peripherie des Fühlers mit dem Tubus, den sie bilden soll, erstrecken sollte. Wie viele Zellen oder wie wenige an der Bildung des Tubus theilnehmen, war bei der Schwierigkeit der Präparation und der Kleinheit der Objecte nicht zu entscheiden; doch das ist auch unwichtig; es bilden — so viel steht fest — immer mehrere Zellen einen neuen Haartubus.

Was den dritten Punkt der Hensen'schen Resultate anbelangt, so trifft dieser für die Geruchshaare der Mysen nicht zu.

Hier reicht das neue Haar nicht mit der Spitze in das alte Haar hinein, sondern nur in den neuen Haartubus und zwar höchstens bis zur Hälfte.

Dieses Resultat fand sich durchweg an Thieren, die der Häutung sehr nahe standen; es ist somit ein etwaiger gegentheiliger Einwand hinfällig; dann aber ergaben Messungen der neuangelegten Haare Längenmaasse, die den Längen alter Haare vollständig entsprachen. Es muss schon auffallen, dass man bei der Inspektion der äusserst durchsichtigen Härchen keinen Contour wahrnimmt, der der Spitze des neuen Härchens, wenn es in das alte hineinragt, entsprechen könnte, während bei den Fiderhaaren des Schwanzes derselben Thiere die neuen in die alten hineinragenden Härchen auf den ersten Blick sehr scharf hervortreten, ein Unterschied, der nicht nur auf die grösseren Verhältnisse bei letzteren Härchen bezogen werden darf. Man könnte indess einwenden, dass bei den Riechhärchen das neue Haar so durchsichtig sei, dass man es trotz der grossen Durchsichtigkeit der alten Härchen nicht wahrnehmen könne. Doch beweisen folgende Untersuchungen das Gegentheil, sowie den oben aufgestellten Satz über die Spitze des neuen Haares.

Zunächst führten vergleichende Messungen der alten Härchen und der neuen Haartuben auf den richtigen Weg. Diese Messungen ergaben, dass die neuen Haartuben zu ihren alten Härchen in einem Längenverhältniss stehen von etwas über $\frac{2}{3}$; i. d. h. zu jedem Riechhaar gehört ein neuer Tubus, dessen Länge $\frac{2}{3}$ der Länge des alten Haares beträgt; es bleibt somit für die in den Tubus zurückgestülpte Spitze des neuen Haares höchstens $\frac{1}{3}$ der ganzen Länge. Unter dieser Voraussetzung aber ist es unmöglich, dass die Spitze des neuen Haares in das alte hineinragt, sondern man muss diese vielmehr in dem Anfangstheil — höchstens der ersten Hälfte — des neuen Haartubus suchen. Und in der That bestätigten die darauf hin dargestellten Präparate die Annahme glänzend. Der Riechfühler wurde dabei so zerzupft, dass er seines Inhaltes theilweise, seiner Cuticula gänzlich entledigt wurde. Es ergaben sich Bilder, wie sie besonders Fig. 18 zeigt, wo die in Frage kommenden Verhältnisse in situ zu überschauen sind, während sonst nur einzelne Härchen herauspräparirt waren. Die neuen Haartuben, mit scharfen Contouren sichtbar, sind zum grössten Theil ihrer Bildungszellen beraubt. An ihrem freien Ende biegen die Contouren dieser Tuben in diese hinein scharf um, durchlaufen den Tubus ein Stück — etwa zum dritten Theil — und enden dann mit der Bildung einer äusserst zarten Spitze. Diese sichtbare Spitze ist die Spitze des neuen Härchens. Bei c ragt ein den als Spitzen neuer Haare beschriebenes ähnliches Gebilde über den Rand des Fühlers hinaus. Es ist dies entschieden ein bei der Präparation herausgezogenes neues Haar. Bei Fig. 17 b ist es zufälligerweise gelungen, die Spitze des neuen Haares zum offenen Ende seines Tubus nach Zerreissung der Umschlagsfalten herauszu-

ziehen. Dass diese Haarspitze den in situ gelassenen gegenüber etwas dick erscheint und körnig getrübt, ist auf Quellung resp. Gerinnung zu beziehen.

Es würde nun die Frage zu behandeln sein: Wie vollzieht sich der Process des Wechsels der Riechhärchen bei der Häutung? Wie dieser Process sich bei den Haaren vollzieht, bei denen das neue Haar in das alte hineinragt und hier an irgend einer Stelle der Wand des letzteren befestigt ist, hat Hensen zur Genüge dargethan: das alte Haar fällt mit der Cuticula ab, zieht die Spitze des neuen Haares mit sich und entwickelt so letzteres aus seinem Keimlager. Etwas schwieriger scheint sich die Sache bei den Riechhärchen zu gestalten, da hier das neue Haar nicht in das alte hineinragt, also auch nicht von diesem direkt mit herausgezogen werden kann. Aber man braucht sich ja nur zu denken, dass von der Basis des alten Härchens irgend welche wandständige Gewebszüge an der Umschlagsfalte des neuen Haartubus sich inseriren, und durch diese das neue Haar beim Abfallen des alten entwickelt wird. Dass Gewebszüge zur Basis des alten Haares gehen, beweisen schon die zu letzterem ziehenden Nerven mit ihren Scheiden, und es wäre garnicht undenkbar, dass schliesslich auch diese als Band dienen, dessen Zuge das neue Haar folgt. Doch davon abgesehen, bedarf es jedenfalls zur Entwicklung des neuen Haares nur sehr feiner und zarter Verbindungsstränge, die gar nicht einmal sichtbar zu sein brauchen; denn das neue Haar ist trotz seiner schon vorhandenen chitinösen Wandung so zart und weich, dass es einem zweckmässig angebrachten, auch kleinsten Zuge leicht folgen wird.

Anders steht es um die Frage: Wie verhält sich der Geruchsnerv zum neuen Haar? Zu einer Beantwortung dieser Frage muss ich mich leider für gänzlich inkompetent erklären, da der Mangel an Zeit mich verhinderte, darüber Erfahrungen zu sammeln. Zu vermuthen wäre ja, dass, wie bei den Hörhaaren der Dekapoden (cf. Hensen), sich der Nerv vor der Häutung verdoppelt, und beim Haarwechsel der alte Nerv abgestossen wird mit dem alten Haar. Es wäre sehr interessant, sollte sich diese Frage entscheiden lassen, sei es nun im obigen Sinne oder nicht; jedenfalls ist sie es werth, weiter ventilirt zu werden.

Die physiologische Betrachtung des nervösen Geruchsapparates der Krabben und Krebse.

Die Riechhärchen.

Die Riechhärchen speciell sind zarte blasse Gebilde, deren Inhalt von einem Chitinmantel umschlossen ist, Fig. 19. Mit ihrer Basis,

dem dicksten Theile, Fig. 19 a, sind sie gelenkig in eine Vertiefung des Riechfühlers eingelassen; die Spitze der Härchen setzt sich mehr oder weniger scharf vom Schaft ab und trägt ein Knöpfchen, das bei verschiedenen Härchen verschieden gestaltet ist. Fig. 19 c. Der grösste mittlere Theil des Schaftes zeigt zirkulär oder schraubenförmig verlaufende Linien, welche von Furchung des Chitinmantels herrühren, und durch welche letzterer in Segmente abgetheilt wird. Fig. 19 b. Die Spitze der Härchen ist glatt. Wie schon Leydig hervorhebt, „verursacht das Ende des Haares dem Beobachter Zweifel, insofern man an dem Organ eine Oeffnung zu sehen glaubt.“ Es ist dieses eine Täuschung. Jene Knöpfchen an dem Ende der Härchen sind Chitinbildungen; dieselben sind als Narben aufzufassen, welche sich gebildet haben nach dem mechanischen Insult, den das neue Haar beim Haarwechsel durch das Losreissen vom alten Haar erfuhr. Dieser Process verläuft entschieden bei den verschiedenen Haaren nicht in derselben Weise, und daraus erklären sich die verschiedenen Formen jener Knöpfchen. Der Inhalt der Härchen ist in normalem, frischem Zustande zum grössten Theile homogen, klar und durchsichtig. Nur in der Basis der Haare sieht man regelmässig eine leichte körnige Trübung, in der eine Längsstreifung angedeutet ist. Fig. 19 a. Besonders klar, wenn auch sehr zart, ist diese Streifung in den Härchen von *Mysis* zu sehen, nur ist hier die Streifung keine reine Längsstreifung, sondern es kreuzen sich die Streifen und bilden sehr zierliche Schleifen. Fig. 20. Diese Streifen sind vielleicht zu deuten als die Axencylinder der den Geruchsnerv bildenden Primitivfasern, in welche dieser sich beim Eintritt in sein Härchen auflöst.

1. Die physikalischen Eigenschaften des Härcheninhaltes.

Die Consistenz des Härcheninhaltes ist eine flüssige und zwar tropfbar flüssige. Dieses lässt sich durch folgende Untersuchungen darlegen. Schneidet man die Härchen eines Riechfühlers von *Palaeomon squilla* oder *Carcinus maenas* in der Mitte ab und betrachtet dieselben dann mikroskopisch, so erscheinen sämmtliche also durchschnittene Härchen im Vergleich mit den nicht durchschnittenen auffällig hell und durchsichtig d. h. sie sind leer — ausgeflossen. Dazu bemerkt man — vorausgesetzt, dass man in Salzwasser präparirt hat — von dem ausgeflossenen Inhalte vorläufig noch nichts. Es würde, wenn man trotz der letzteren Thatsache annimmt, der Inhalt sei ausgeflossen, daraus noch nicht folgern, dass dieser tropfbar flüssig ist. Doch wenn man in einer schwach gefärbten Flüssigkeit z. B. einer Boraxkarminlösung präparirt und erst unter dem Mikroskop die Härchen etwa

mit dem Hensenschen Querschnitt¹⁾ durchschneidet, sodass man unmittelbar darauf mit starker Vergrößerung kontrolliren kann, so sieht man, wie ein Tropfen aus dem Schnitt herausgeflossen ist und als zunächst ungefärbtes Wölkchen in der Färbeflüssigkeit suspendirt ist. Bei einiger Uebung gelingt dieses Experiment immer, und man muss zu der Ueberzeugung gelangen, dass der Inhalt der Härchen tropfbar flüssig ist. Dass man in Salzwasser von dem ausgeflossenen Inhalt nichts sieht, rührt von der Uebereinstimmung in der Farbe des Härcheninhaltes und des Salzwassers her. Es sei hier noch ein Umstand erwähnt, welcher nicht ohne Einfluss, auf die Auffassung der Strukturverhältnisse in der Basis der Härchen ist. Durchschneidet man nämlich die Härchen hart an der Ansatzstelle, so fliesst ihr Inhalt nicht aus. Es deutet dieses entschieden auf eine gröbere Struktur des Inhaltes in diesem Theil der Härchen hin und macht im Zusammenhang mit jener Streifung die oben ausgesprochene Annahme nur noch wahrscheinlicher, dass in der Basis der Härchen strukturirte Nervensubstanz in Gestalt von Axencylindern sich befindet, welche eben als geformte Gewebelemente nicht ausfliessen können. Es ist dieser Umstand ferner wichtig für alle folgenden Untersuchungen, wo es sich darum handelt, den Inhalt isolirter Härchen einer objectiven Untersuchung zu unterziehen.

Dieser flüssige Inhalt der Härchen ist in hohem Grade quellbar. Durchschneidet man Härchen in Essigsäure, so sieht man ihren Inhalt als dicke, aber helle homogene, wurstförmige Gerinnsel theils vollständig aus den Härchen ausgetreten, theils noch halb in ihnen steckend. Dabei steht die Dicke dieser Gerinnsel durchaus in keinem Verhältniss mit dem kleinem Lumen der durchschnittenen Härchen.

Der Härcheninhalt ist färbbar.

Färbeversuche fallen vollständig negativ aus, wenn man an ihrem Fühler sitzende Härchen dem Farbstoff aussetzt, ein Beweis dafür, dass der Chitinmantel letzterer wenigstens für Flüssigkeiten undurchgängig ist. Erst wenn man die Härchen in der oben angegebenen Weise so durchschneidet, dass ihr Inhalt nicht heraus fließen kann, erhält man Färbung des Inhaltes, zugleich aber dicke, höchst unbequeme, undurchsichtige Gerinnsel, die ein näheres Studium des gefärbten Härcheninhaltes ausschliessen. Benutzt wurden als Farbstoffe Picrokarmin, Boraxkarmin, Jodtinktur und die biologische Färbemethode. Picro- und Boraxkarmin gaben die schlechtesten Resultate, abgesehen von Gerinnung und Quellung, die nur bei der biologischen Färbemethode fehlt; durch Jodtinktur färbt sich der Inhalt schön gelb:

¹⁾ Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XIII p. 400.

die biologische Färbemethode bringt eine blau violette Färbung hervor und macht allein keine Gerinnung. Indessen ist die Färbung eine sehr schnell vorübergehende, da die Oxydation des Farbstoffes durch das Licht infolge des grossen Missverhältnisses zwischen der einwirkenden Lichtmenge und der Menge des verwandten Farbstoffes eine sehr schnelle ist. Da auch bei isolirten Härchen der Versuch, Querschnitte anzufertigen an dem Austreten des Inhaltes bei der durch den Schnitt hervorgebrachten Quetschung des Härchens scheiterte, so wurden die Färbemethoden verlassen und die Härchen auf das

chemische Verhalten des Inhaltes

geprüft. Wie schon erwähnt ist der Härcheninhalt frischer Thiere klar und homogen, und alle Veränderungen, welche derselbe erfährt, laufen auf eine Trübung hinaus, die auf einer Gerinnung beruht. Diese Gerinnung ist eine verschieden starke je nach den spezifischen Einflüssen, welche eingewirkt haben.

Zunächst verhält sich der Härcheninhalt abgestorbener Thiere anders, als der lebender. Es tritt beim Absterben der Thiere nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde in den Härchen eine ganz leichte totale Trübung auf. Diese Trübung beruht auf einer Gerinnung schwächsten Grades. Die Härchen bleiben dabei beinahe durchsichtig, Fig. 21, und zeigen nur feine graue Strichelchen und bogenförmige Contouren, wie wenn ein feines Netz über den Inhalt ausgebreitet wäre. Der Umstand, dass der Härcheninhalt erst in so relativ langer Zeit nach der Trennung vom Organismus diese Veränderung zeigt, ermöglicht es, eben abgeschnittene Härchen zu andern Versuchen zu benutzen, ohne dass man die dabei auftretenden Veränderungen für solche in folge Absterbens aufgetretene halten müsste. Kocht man nun Härchen oder behandelt sie mit Essigsäure, so erhält man eine Gerinnung, die etwas stärker ist als die Gerinnung in abgestorbenem Härcheninhalt. Es treten hierbei schon einige kleinste dunkle Körnchen auf — Gerinnung stärkeren Grades.

Eine Gerinnung stärksten Grades in abgeschnittenen Härchen brachten riechende Substanzen hervor, besonders SH_2 -Gas und Carbolsäure, Fig. 22. Besonders verwerthbar sind die durch SH_2 -Gas gewonnenen Resultate, da dieses Gas in reinem Zustande frei von Nebeneinwirkungen ist, während bei den Carbolsäuredämpfen neben dem Geruchseffekt auch der Effekt der Säurewirkung zur Beobachtung gelangt. Die durch die Einwirkung von SH_2 -Gas und Carbolsäuredämpfen hervorgebrachten Gerinnungen sind etwa gleich stark und charakterisiren sich in einer sehr starken, feinkörnigen Gerinnung des Härcheninhaltes, durch welche dieser ganz schwarz gefärbt erscheint.

Hierbei ist die Längsstreifung in der Basis der Härchen, sowie die kreis- und schraubenförmigen Furchen des Chitinmantels unsichtbar geworden.

Versuche mit anderen Riechstoffen fielen negativ aus z. B. mit Leuchtgas und Moschus. Bei ersterem fällt die Wirkung vielleicht deshalb aus, weil es sich in Wasser nicht löst, und man ist doch gewiss berechtigt anzunehmen, dass grade in Wasser lösliche riechende Substanzen auf diese Objecte von Wirkung sein werden.

Indifferent sind schwache Salzlösungen von etwa $1\frac{1}{2}\%$ - $2\frac{1}{2}\%$.

Dagegen kommt alkalischen Lösungen besonders NH_3 eine Wirkung zu, die der des SH_2 -Gases entgegengesetzt ist. Setzt man nämlich Härchen mit geronnenem Inhalt NH_3 -Dämpfen aus, so hellt sich das Härchen wieder auf, die Gerinnsel lösen sich, falls sie nicht zu alt sind. Aehnlich wie NH_3 -Dämpfe wirken CO_2 NaH-Lösungen, doch sind erstere wirksamer wegen der leichteren Einwirkung des NH_3 , als Gas.

Auch mit dem Härcheninhalt lebender Thiere wurden Versuche angestellt, und zwar wurden geprüft: Säuren, darunter Carbonsäure, SH_2 , Moschus und NH_3 . Vor allen zeichneten sich Säuren als höchst differente Reize aus. Die Thiere, mit den Fühlern auch nur ein paar Sekunden in eine angesäuerte Flüssigkeit gehalten, zeigten in den Riechhaaren eine so starke, gleichmässige, körnige Gerinnung, die alle andern vorher beobachteten Gerinnungen übertraf, Fig. 23.

Ebenso prompt, nur nicht so stark, reagierte der Härcheninhalt auf SH_2 -Gas, sei es nun, dass die Thiere dem SH_2 -Gase ausgesetzt, oder mit den Fühlern in SH_2 -Wasser eingetaucht wurden, Fig. 24. NH_3 hat bei dem Inhalt der Härchen lebender Thiere eine ähnliche Wirkung wie bei dem Inhalt abgeschnittener Härchen. Auf schwächere durch SH_2 bewirkte Gerinnungen wirkt es entschieden lösend und aufhellend; auf starke Gerinnungen dieser Art, besonders aber auf die durch Säuren hervorgebrachten Gerinnungen ist es ohne Einfluss, vielleicht deshalb schon, weil die Thiere starben, ehe NH_3 lange genug eingewirkt hatte.

Fassen wir nun kurz die gewonnenen Resultate zusammen, so müssen wir sagen:

1. Der Inhalt der Riechhärchen ist eine durchsichtige, homogene und strukturlose tropfbar flüssige Masse, die durch die Gerinnung beim Kochen und auf Säurezusatz als Eiweissverbindung charakterisirt ist; sie ist quellbar und besonders durch Jod und Methylenblau färbbar.

2. Für den Inhalt der Riechhärchen lebender Thiere sind Säuren ein höchst differentes, alkalische Substanzen dagegen indifferente Mittel.

3. Der Inhalt abgeschnittener Riechhärchen, sowie von solchen, die noch in Verbindung sind mit einem lebenden Thier, reagirt auf Einwirkung von SH_2 -Gas mit Gerinnung das heisst Veränderung seines Molekularzustandes.

Erlauben nun diese durch objective Untersuchung bewiesenen Thesen einen Schluss auf die Stellung des Härcheninhaltes zu dem nervösen Apparat des Riechfühlers?

Diese Verhältnisse sind zu schwer in ihren Wechselbeziehungen zu übersehen, als dass man es wagen dürfte -- vorläufig wenigstens, sich ein Urtheil hierüber zu bilden. Anatomisch ist geformte Nervensubstanz zu verfolgen bis in die Basis der Härchen, das heisst bis dahin, soweit die streifige Struktur des Inhaltes der Härchen reicht. Der übrige Härcheninhalt, welcher flüssig ist, schliesst sich unmittelbar an die struktuirte Nervensubstanz an und umgibt die Endigungen der einzelnen Fibrillen des Nerven, das heisst deren Axencylinder, und senkt sich auch wohl eine Strecke zwischen sie hinein. Physiologisch ist auf Grund dieser Verhältnisse die Annahme einer Einwirkung von seiten des flüssigen Inhaltes auf die Nervenendigungen wohl gerechtfertigt, sobald dieser flüssige Inhalt irgend einer Veränderung in seiner Anordnung fähig ist. Und das ist er, denn es reagirt dieser Inhalt der Härchen in sehr exakter Weise -- sowohl in abgeschnittenen Härchen wie am lebenden Thier -- auf einen einfachen, von Nebenwirkungen freien Riechstoff -- SH_2 -- der zugleich den Vorzug hat, dass er von allen Riechstoffen in Gewässern der am häufigsten vorkommende ist und allen Wasserthieren der bekannteste Riechstoff sein muss, mit einer deutlich wahrnehmbaren Veränderung seines Molekularzustandes. So sehen wir, dass die anatomischen Verhältnisse von Nerv und Härcheninhalt, sowie das chemische Verhalten des letzteren Wechselbeziehungen zwischen beiden -- welcher Art? ist allerdings nicht zu übersehen -- nicht ausschliessen, sondern viel mehr wahrscheinlich machen. Ich glaube sogar nicht Unrecht zu haben, wenn ich den Härcheninhalt einer Acusserung nervöser Thätigkeit für fähig halte. Einerseits tritt ja jene Veränderung schon bei geringer Einwirkung von SH_2 ein, andererseits fehlt eine ähnliche SH_2 -Wirkung bei allen andern Härchen der untersuchten Thiere.

Eines Umstandes ist hier indess noch Erwähnung zu thun, dass nämlich einmal geronnener Härcheninhalt beim Weiterleben der Thiere sich nicht von selbst wieder auflöst und seine früheren Eigenschaften wiedererlangt. Doch -- glaube ich -- finden wir hierfür in

der Annahme eine volle Erklärung, dass selbst schwache Reize für diese äusserst zarte Masse noch viel zu stark sind, als dass das Thier die durch sie einmal gesetzten Störungen wieder beseitigen könnte. Denn wenn wir annehmen, dass es Molekularveränderungen sind in dem Härcheninhalt, mit denen die Thiere auf Gerüche reagiren, so können wir uns nicht der Annahme entziehen, dass diese Veränderungen im gewöhnlichen Leben dieser Thiere noch geringere sein müssen, als abgestorbener Härcheninhalt sie zeigt; und es waren doch in allen Fällen, selbst bei der schwächsten SH_2 -Wirkung, die objectiv nachweisbaren Veränderungen sehr viel stärker, als die durch Absterben der Thiere hervorgerufenen. Ferner lehrt ein rein objectiver Vergleich schwächster SH_2 -Lösungen mit den Mengen von SH_2 -Gas, wie sie in dem Lebenselement jener Thiere vorkommen mögen, dass jene Lösungen viel zu concentrirt sind: denn Thiere, in sie versetzt starben sehr schnell.

Ich muss an dieser Stelle nothwendiger Weise eine für die Erkenntniss der Funktionen des Geruchsorgans wichtige Untersuchung Aronsohns¹⁾ erwähnen, welche im Widerspruch mit dem Weber'schen Satze: „Riechende Flüssigkeiten, mit der Riechschleimhaut in Verbindung gebracht, erzeugen keine Geruchsempfindungen“, fand, dass riechende Flüssigkeiten, auch direkt in die Nase gebracht, Geruchsempfindung verursachen. Wenn es gestattet ist, einen ähnlichen oder gleichen Reizungsmodus specifischer Sinnesnerven — hier des Olfactorius — für in der Luft lebende Wesen und für Wasserthiere anzunehmen, so muss man auch ohne die Untersuchungen Aronsohns sich gegen den genannten Weber'schen Satz erklären, will man auch Wasserthieren Geruchsvermögen zusprechen: und das fordern untrügliche Beobachtungen. Als Anhänger des Weber'schen Satzes müsste man von vorneherein allen Wasserthieren das Geruchsvermögen absprechen. Wozu diente dann aber ein solcher Nervenapparat, wie wir ihn bei Krabben finden, welcher bis ins Detail hinein seine specifische Natur und Bestimmung erkennen lässt! Fehlten sämtliche anderen gemachten Erfahrungen über das Geruchsvermögen dieser Thiere, so wäre man doch gezwungen, diesem nervösen Apparat die Stellung eines Riechapparates zu sichern, falls man an die Zweckmässigkeit sämtlicher von der Natur geschaffenen Dinge glaubt — denn in diesem nervösen Apparate kann man keinen der anderen „Sinne“ suchen, deren Nervenapparate nachgewiesenermassen andere Gegenden und Theile dieser Thiere einnehmen. Dazu hat aber Aronsohn experimentell den Weber'schen Satz umgestossen und dem Bidder'schen

¹⁾ Archiv für Physiologie und Anatomie 1884. Physiolog. Theil pp. 123. 400.

Satz Anerkennung verschafft, dass die Geruchsperception auf dem Wege der Endosmose stattfindet. Wenn auf irgend ein Geruchsorgan, so passt dieser Satz auf das der Krabben und Krebse, bei denen infolge der den nervösen Geruchsapparat umkleidenden rigiden Chitinhülle nur eine Geruchsperception per endosmosin möglich ist.

Aronsohn stellt im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen noch zwei Thesen auf:

1. Um reine Geruchsempfindungen zu erhalten, müssen alle die Geruchsauffassung störenden Nebenerscheinungen vermieden werden;
2. Von den auf den Olfactorius wirkenden Reizen dürfen jedesmal nur geringe Mengen in Anwendung gebracht werden.

Was die erste These betrifft, so vermeidet Aronsohn die die Geruchsauffassung störenden Nebenerscheinungen bei seinen Untersuchungen am Menschen dadurch, dass er die percipirende Fläche mit einer physiologischen Kochsalzlösung umgiebt, indem er die ganze Nase damit anfüllt. Was aber für die menschliche Nasenschleimhaut die physiologische Kochsalzlösung ist, ist für sämtliche Wasserthiere ihr Element, sei es Süß- oder Salzwasser; und wenn es hier überhaupt gestattet ist, Vergleiche zu ziehen, so müssten wir nach dieser These Aronsohns den Wasserthieren „reine Geruchsempfindung“ zuschreiben.

In Bezug auf die zweite These finden wir, dass die Erfahrungen Aronsohns mit unsern im Vorhergehenden auseinander gesetzten Erfahrungen über die Concentration der riechenden Flüssigkeiten und die Menge des einwirkenden Riechstoffes übereinstimmen.

Der zweite Satz: Für den Härcheninhalt sind Säuren sehr differente, Alkalien indifferenten Mittel — ist weniger bemerkenswerth und beweisend für die Riechfähigkeit des Härcheninhaltes als vielmehr für den Satz Ehrlichs, dass Nervensubstanz alkalische Reaktion besitzt, die dieser Autor neben Sauerstoffsättigung der Nerven als Bedingung hinstellt, von denen eine Methylenblaufärbung der Nerven abhängig sei.

Nach diesen Betrachtungen über die Stellung der Härchen zum nervösen Apparat müssen wir nothwendig auch die der „Säcke“ noch beleuchten. Die anatomische Bedeutung dieser Gebilde geht aus den vorhergehenden anatomischen Betrachtungen zur Genüge hervor: Die „Säcke“ sind keine Unterbrechungen der Geruchsnerven, sondern nur Anhänge derselben. Sie sind Erweiterungen der Nervenscheide, die mit vielen blassen Zellen angefüllt sind, zwischen die der in Einzel-fibrillen gespaltene Geruchsnerve hineinzieht. Leydig sagt in seiner Schrift über das Geruchs- und Gehörorgan der Krebse und Insekten bei *Asellus aquaticus* von dem in einen Geruchsnerve eintretenden Nerven: kurz vor seinem Eintritt in den Stiel wird der Nerv von einer gelappten, blass zelligen Masse umgeben, welche man für das Gang-

lion halten darf.“ Es ist sehr wahrscheinlich, dass unsere „Säcke“ ein Analogon der Leydig'schen gelappten, blaszelligen Masse sind. Denn abgesehen von der Uebereinstimmung im äusseren Aussehen der verglichenen Gebilde befinden sich die „Säcke“ an derselben charakteristischen Stelle wie jene blaszelligen Ganglien, nämlich dicht vor dem Eintritt des Nerven in sein Härchchen, ihn umschliessend. Nun lässt Leydig den Nerven in ungestörter Totalität das Ganglion durchsetzen, während bei *Palaemon squilla* der Nerv beim Eintritt in den Sack sich in Einzelfibrillen spaltet und beim Austritt aus diesem sich wieder zu einer Sammelfaser zusammensetzt; doch es konnten Leydig bei seinen noch kleineren Untersuchungssthiere und dem Mangel einer so günstigen Darstellungsmethode, wie die Ehrlich'sche Färbemethode ist, diese feineren Verhältnisse verborgen geblieben sein, falls wir nicht etwa annehmen wollten, dass bei *Asellus aquaticus* gar keine Spaltung des Nerven in Eizelfasern in seinem Ganglion stattfindet. Auf Grund dieser Analogie wären die Säcke aufzufassen als Ganglien der Geruchsnerve und zwar am ehesten wohl als der bei andern höherstehenden Thieren als *Bulbus olfactorius* bekannte Theil des Geruchsnerveapparates. Es würde dann der in diesen „*Bulbus olfactorius*“ eintretende Nerv als *Tractus olfactorius*, der austretende Nerv, der wie jener sich aus Einzelfibrillen zusammensetzt, als *Nervus olfactorius* zu bezeichnen sein. Dabei würden wie oben schon erwähnt — die Fibrillen des *Tractus olfactorius* an die Zellen des Ganglion herantreten und von diesen aus andere Fibrillen ausgehen, welche ihrerseits den *N. olfactorius* zusammensetzen. Ich erkläre jedoch ausdrücklich, dass diese Theorie nur der Versuch einer vorläufigen Definirung dieser eigenthümlichen, zarten mit dem Nerv so eng verbundenen zelligen Gebilde sein soll.

Wie oben schon erwähnt reagiren diese Ganglien wie die Nerven auf Geruchsstoffe besonders auf eine kräftige Einwirkung von SH_2 -Gas, u. z. sind es folgende Veränderungen, die dabei auftreten, Fig. 8 a:

1. Das körnige, granulirte Lager an beiden Polen der Ganglien ist verschwunden, an seiner Stelle ist eine homogene Masse sichtbar.

2. Die Zellenmasse ist etwas von beiden Polen nach der Mitte verschoben, wie zusammengedrückt.

3. Die Zellen selbst zeigen etwas grössere Spalträume zwischen sich.

4. Es sind jetzt deutlich sichtbar feinste zwischen den Zellen verlaufende Nervenfibrillen, die mit dem ein- und austretenden Nerv in engster Verbindung stehen.

So wenig sich an diesen Befunden, die sich auf den Vergleich von je zehn Präparaten frischer und mit SH_2 -Gas behandelter Thiere zweifeln lässt, ebenso sehr müssen diese Befunde auffallen, da sie zunächst ohne Erklärung bleiben. Dass feinere Verhältnisse des Nerven

in seinem Ganglien sichtbar sind, scheint nur darauf hinzudeuten, dass der Inhalt der Ganglien in toto durchsichtiger geworden ist, als er es bei frischen, unbehandelten Präparaten war; für diese Annahme scheint auch das Verschwinden der Lager fein granuliter Substanz zu sprechen. Diese Erscheinungen, sowie das Zusammenrücken der Zellen von den Polen weg nach der Mitte hin und das Auftreten von breiteren Spalträumen zwischen diesen Zellen, könnte davon herrühren, dass eine Zunahme der im Ganglion vorher vorhandenen Flüssigkeitsmenge stattgefunden hat, vielleicht infolge der Thätigkeit der Zellen des Ganglions.

Indessen dürften zu einer definitiven Entscheidung dieser Frage noch umfassendere Untersuchungen nöthig sein.

Reflexion.

Der Riechapparat der Krabben und Krebse liegt in dem äusseren Arm der Antennula. Er zerfällt in einen percipirenden Theil und einen solchen, welcher den durch Riechstoffe gesetzten Reiz zum Centralorgan weiterleitet. Der percipirende Theil sind die Geruchshärchen, deren nervöser Inhalt auf Gerüche, sei es nun mit wirklichen Molekularveränderungen oder nur mit Molekularverschiebungen reagirt. Diese Veränderungen reizen die in die Härchen eingetretenen Nervenfasern, welche ihrerseits die Erregung zum Centralorgan fortleiten. Die Grösse der percipirenden Fläche d. i. die Summe der Oberfläche aller Härchen und die Anzahl der gleichzeitig erregten Nervenelemente ist der Masse des Thieres gegenüber eine sehr grosse, und es liesse sich daraus schliessen, dass die Intensität der Geruchsempfindung dieser Thiere eine sehr grosse ist. In der That können wir uns schon durch die aus dem Leben dieser Thiere geschöpften Erfahrungen von der Schärfe des Geruchs dieser Thiere überzeugen, wenn wir sehen, wie faulendes Fleisch, in Wasser gebracht, auf verhältnissmässig grosse Entfernungen diese Thiere anzieht und zwar durch seinen Geruch; denn da dasselbe auch in der Dunkelheit geschieht, so darf jedenfalls der Gesichtssinn nicht als Hauptmoment für die Führung des Thieres hingestellt werden. Was die Geruchsfinheit anbetrifft und den Umfang der verschiedenen von den Thieren wahrnehmbaren Gerüche, so fehlen dafür jegliche Erfahrungen, doch ist anzunehmen, dass in allen Gewässern ein Geruch, der Geruch nämlich von faulenden Eiweisssubstanzen prävalirt und das auf diesen Geruch diese Thiere besonders werden eingerichtet sein.

So wenig die durch vorstehende Untersuchungen physiologischerseits gemachten Erfahrungen die Art des eigentlichen Riechaktes dieser Thiere aufklären, sowie die Wechselbeziehungen der einzelnen

Hauptbestandtheile des Geruchsapparates, nämlich des Härcheninhaltes, der Nervenfasern und der Ganglien zu einander, so geht doch aus diesen Untersuchungen hervor, dass, wie der zum Ganglien tretende Nerv keine Einzelfaser in strengem Sinne ist, sondern aus Fibrillen sich zusammensetzt, die im Ganglion scharf hervortreten, so der zu einem Härchen ziehende Nerv nicht als Einzelfaser, sondern in viele Fibrillen — Primitivfasern — aufgelöst in dasselbe eintritt. Unbedingt müssen wir nun jedes Härchen als einzelstehendes percipirendes Element auffassen. Wenn hieraus folgt, dass der durch Gerüche in diesen Elementen geschaffene Reiz als ein einfacher anzusehen ist, so stehen jedem dieser einfachen Reize in den vielen in die Härchen eintretenden Primitivfasern eine Menge empfindender Elemente gegenüber. Es kann somit nach dem Princip der specifischen Energie die durch jene Reize hervorgebrachte Empfindung keine einfache sein, sondern jede Geruchsempfindung wird aus einer Anzahl von Grundempfindungen zusammengesetzt sein, etwa wie nach der Theorie von Th. Young und Helmholtz jede Farbenempfindung sich durch Mischung einer Anzahl von Grundempfindungen reproduciren lässt. Deshalb wäre es vielleicht möglich, eine Anzahl elementarer Geruchsarten anzunehmen, aus welchen sich die Gerüche zusammensetzen, und welchen nach dem Princip der specifischen Energie eine gleiche Anzahl von Geruchsfasergattungen entsprechen würde. Herr Prof. Hensen sagt mir, „dass in solchen Fällen wie dem vorliegenden, wo die Thatsachen zwar nicht ausreichen, um sichere Schlüsse zu ziehen, dennoch aber manches andeuteten, es zweckmässig sei, die Schlüsse möglichst auszubauen, damit die Nachfolger den Bau befestigen oder verbessern, oder wenn sie dies vorzögen, ihn mit guten Gründen nieder reissen könnten.“

„Man dürfe sich die Gerüche ähnlich wie die Farben in einem Felde vertheilt vorstellen, auch werde man wohl zusammengesetzte mit einfachen Gerüchen unterscheiden dürfen, obgleich ein sicherer Beweis in letzter Richtung noch mangle. Bei den Krebsen zeige das Geruchsorgan Einheiten zweiter und erster Ordnung. Als Einheit zweiter Ordnung seien die einzelnen Geruchshärchen zu betrachten, deren ca. 40 bis viele 100 vorhanden sind und deren jedes nach der Anordnung auf der Antennula wenigstens durch seine Ordnungszahl charakterisirt werden könne, wenn auch andere formale Unterschiede nicht deutlich geworden seien. Jedes dieser Härchen enthalte eine gewisse Anzahl von etwa 20 oder mehr Nervenfasern, zu denen die gleiche Anzahl Ganglien der einzelnen Antennenglieder gehören. Die einzelne Fibrille und die einzelne Ganglienzelle sei als Einheit erster Ordnung aufzufassen. Von letzterer Einheit müsse ausgegangen

werden. Es sei wohl nicht möglich, in den 20 oder mehr Nerven-fibrillen eines Haares Theile von sehr verschiedener Eigenschaft zu suchen, aber andererseits dürfe man sie doch nicht als völlig gleichwerthig ansehen, weil sonst doch wohl die Einrichtung ähnlich wie bei den Hörhaaren getroffen sein würde, denen nur je eine Nervenfibrille und namentlich unzweifelhaft nur eine Ganglienzelle zukomme. Die drei oder vier Ganglienzellen der Tastnerven liessen sich vielleicht so deuten, dass der eine Nerv erregt werde, wenn das Haar in der einen, der zweite und dritte, wenn es in anderer Richtung gebogen werde; bei dem Geruchshaar könne es sich aber doch nur um chemische oder um daher erzeugte Reize handeln. Als Verschiedenheiten der Nerveneinheiten eines Haares zeigen sich die verschiedenen Längen des Verlaufs der einzelnen Fibrille bis zu ihrer Ganglienzelle und die mehr oder weniger peripherische Lagerung von Fibrillen und Ganglien. Diese Verschiedenheit bedinge eine wenn auch sehr geringe Differenz in der Erregbarkeit und in der Leitung in den Einheiten erster Ordnung.

Die Lagerung schein jedoch noch einen andern Einfluss haben zu können, denn man würde kaum umhin können, annehmen zu müssen, dass die mehr central verlaufenden Fibrillen mehr in Verbindung ständen mit in der Axe des Haares gelegenen Theilen der durch die riechenden Theile alterirbaren Substanz (die als Riechgallert bezeichnet werden möge), als mit peripher gelegenen Theilen, einerlei, ob die Riechgallert mehr dünnflüssig oder mehr gallertartig sei. Daraus lasse sich vermuthen, dass einestheils die Dichte eines vorhandenen Riechstoffes durch den Apparat ermessen werden könne; denn bei sehr geringen Mengen würden überhaupt nur oder doch am stärksten die — durch Lage oder Ernährung begünstigten Fibrillen und Ganglien den Reiz übermitteln. Es könne aber durch diese Einrichtung auch ein qualitativer Unterschied zur Kenntniss gebracht werden z. B. der, ob ein Riechstoff haftet oder nicht haftet, leicht oder schwer zerstörbar ist, leicht oder schwer Verbindungen eingeht. — Ein haftender Riechstoff werde vor seiner Zerstörung wahrscheinlich die ganze Riechgallert durchdringen also alle Fibrillen erregen, der nicht haftende werde wohl nur in die peripheren Schichten eindringen können. Ein leicht zerstörbarer Riechstoff werde vielleicht nur die peripher lagernden Fibrillen, aber auch kräftig erregen; ein Riechstoff, der leicht Verbindungen eingeht, werde anfänglich nur die peripheren, später auch die Centralen Fasern intensiv erregen, im entgegengesetzten Falle würden zwar sofort alle Fasern, aber auch alle nur schwach erregt werden. In solcher Weise würde also das einzelne Haar Empfindungen über die Art eines Riechstoffes gewinnen können, vorausgesetzt, dass soviel

dieses Stoffes vorhanden ist, dass überhaupt dadurch präcisere Gefühle erregt werden können.

Die namentlich bei den höheren Krebsen bedeutende Vermehrung der Zahl der Riechhaare habe zunächst nur die Bedeutung, die Intensität der Empfindung zu multipliciren, möglicherweise auch die, den Ort der riechenden Substanz leichter auffindbar zu machen. Ausserdem werde die Richtigkeit der Empfindung des einzelnen Haares durch die Wiederholung des gleichen Processes in benachbarten Haaren controlirt und gesichert; man werde sich jedoch der Einsicht kaum verschliessen können, dass eine Vermehrung der Organe 2. Ordnung auf viele Hundert nicht einzig und allein deshalb geschehen könne, um die Intensität zu multipliciren, denn die Thatsache des Vorhandenseins einer Reizschwelle schein den Nutzen einer so starken Multiplication verschwinden zu lassen.

Dass ein Haar die Empfindung der benachbarten Haare controliren werde, dürfe wohl als wahrscheinlich betrachtet werden können. Weil aber die Haare nach Art und Ernährung etwas verschieden sein müssen, wird diese Controle keine vollkommene sein können, im Gegentheil werden sich Differenzen sekundärer Art in der Empfindung geltend machen in Abhängigkeit einerseits von der individuellen Beschaffenheit des Haares, andererseits von der Beschaffenheit des Riechstoffes.

So eröffne sich die Möglichkeit, dass die Vermehrung der Haare zu einer weitergehenden Analyse der Riechstoffe führen könne.

Es sei bei dieser Betrachtung von der Anwendung der Ansichten von Prof. Hering über den Einfluss assimilirend und dissimilirend wirkender Substanzen abgesehen, da diese Ansichten kaum zu einer in den wesentlichen Punkten anders lautenden Hypothese führen würden.“

Ich überlasse es einem glücklichen Nachfolger auf diesem Gebiete, meine Untersuchungen, die leider wegen Zeitmangels knapp ausfielen, zu vervollständigen und zu ergänzen.

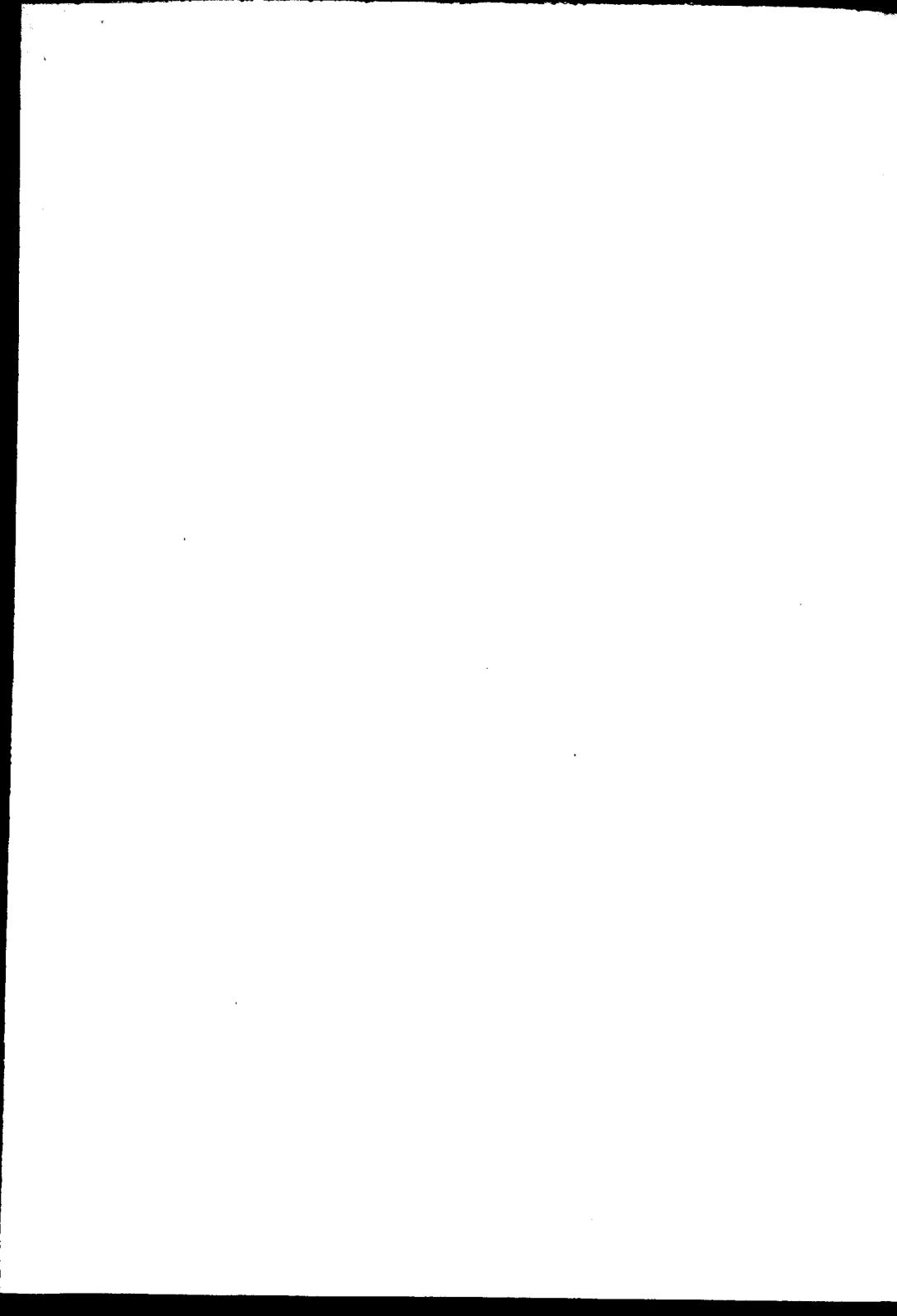
Zuletzt erfülle ich noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Hensen, und dem Herrn Graf Dr. von Spee für die mir bei Anfertigung dieser Arbeit zutheilgewordene liebevolle Unterstützung und Hilfe meinen wärmsten Dank auszusprechen.

V i t a.

Ich, Konrad Carl Eduard May, Sohn des Zugführers Theodor May in Holzminden, bin am 6. Juni 1862 in Münster in Westfalen geboren. Von Ostern 1867 bis ebendahin 1872 besuchte ich die Bürgerschule, von Ostern 1872 bis Ostern 1881 das Gymnasium zu Holzminden. Nach bestandnem Maturitätsexamen studirte ich 4 Semester in Kiel Medicin und bestand im März 1883 das tentamen physicum. Von Ostern bis Michaelis 1883 studirte ich in Tübingen und diente als Einjährig-Freiwilliger beim Füsilier-Bataillon 7. Württembergischen Infanterieregiments No. 125 ein halbes Jahr mit der Waffe. Darauf studirte ich in Göttingen 1 Semester und kehrte von dort nach Kiel zurück. Hierselbst bestand ich am 17. März 1886 das medicinische Staatsexamen, am 20. März 1886 das Examen rigorosum. Ostern 1886 wurde ich 2. Assistenzarzt der medicinischen Poliklinik zu Kiel, in welcher Eigenschaft ich seit dem 1. October 1886 als einjährig-freiwilliger Arzt beim Füsilier-Bataillon Holsteinischen Infanterieregiments No. 85 diene.

Thesen.

1. Die Behandlung der katarrhalischen Pneumonie schon geschwächter junger Kinder soll man sofort mit kräftigen Excitantien besonders Camphor beginnen.
2. Künstlicher Molken ist eine ausgezeichnete Nahrung für junge Kinder, welche an chronischen Magendarmkatarrh leiden, sowie eine vortreffliche Uebergangsnahrung für solche, die das akute Stadium eines frischen, schweren Magendarmkatarrhs überstanden haben.
3. Bei chronischem Dickdarmkatarrh mit oder ohne Betheiligung des Dünndarms ist der Gebrauch von Naphthalin anzurathen, besonders wenn eine Cur mit Ol. Ricini fehlschlägt.
4. Calomel ist ein sehr gutes Diuretikum bei allen Zuständen von Wassersucht, welche ihre Entstehung chronischer Herzinsufficienz sei es infolge von Herzfehlern oder Lungenerkrankungen verdankt.



- Fig. 1. Antennula von *Palaemon squilla* (nach F. Leydig).
 a. Riechfühler, b. Riechhaare.
- Fig. 2. Theil eines Riechfühlers von *Carcinus maenas* mit Riechhaaren.
- Fig. 3. Stück eines Geruchsnerven; der Nerv im ganzen ist zart blau. die Myelintropfen, durch Punkte angedeutet, intensiv blau gefärbt.
- Fig. 4. Ganglienzellenhaufen.
 a. Kerne der Ganglienzellen schwach blau gefärbt; die dunklen Punkte in ihnen sind die intensiv blau gefärbten Nucleoli.
- Fig. 5. Stück eines Tastnerven mit kleinen Ganglienzellen, die nur einen Nucleolus enthalten; Typus einer Tastnerven Anastomose.
- Fig. 6. Basis der Fühler von *Carcinus maenas* (nach Hensen).
 a. Antennula, b. Riechfühler, m. mittlerer Antennennerv, g. Geruchsnerve, t. Tastnerv.
- Fig. 7. Fortsetzung des Riechfühlers, b. von Fig. 6, grösser.
 bei a. lockert sich der Nervenstamm schon; Auftreten einzelner Myelintropfen.
 bei b. beginnende Auflösung dieses Nervenstammes in seine einzelnen Geruchsnervenfasern; zahlreiche Myelintropfen; Auftreten von Blutgefässen, bei c, zwischen diesen Geruchsnervenfasern; d. grosses Blutgefäss.
- Fig. 8. g. Geruchsnerve, von seinem Stamm sich ablösend;
 s. sein Nervensack (Ganglion); l. Lager der fein granulirten Substanz, in welcher der Nerv scheinbar endet; g. der austretende Geruchsnerve; c. Eintritt desselben in sein Härchen h.
- Fig. 8a. Nervensack (Ganglion) von einer mit SH_2 -Gas behandelten Krabbe, in welchem deutlich sichtbare Nervenprimitivfasern vorhanden sind, in die der Nerv bei a sich aufgelöst hat, und aus denen er bei b. sich wieder sammelt. Das Lager fein granulirter Substanz (Fig. 8b) an beiden Polen ist verschwunden, der zellige Inhalt nach der Mitte zusammengedrückt, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zellen breiter, als in Fig. 8.

- Fig. 9. Ein mit Jodtinktur behandeltes Riechhaar von *Carcinus maenas*; allmählicher Uebergang des Nerven in den Inhalt des Härchens, der bei a strukturlos, homogen geworden ist.
- Fig. 10. Halbschematische Darstellung eines Riechfühlersegmentes von *Carcinus maenas* mit den Nervensäcken (Ganglien), von der Seite betrachtet, an welcher die Riechhärchen nicht inserirt sind.
- Fig. 11. Ebensolche Darstellung von Nervensäcken, wie in Fig. 10; nur sind dieselben hier von der Kante des Riechfühlers aus gesehen, also als wäre Fig. 10 auf den Rand a gelegt; grösser.
- Fig. 12. a sich theilendes Gefäss, welches den Nervensack (Ganglion) mit zwei Armen umfasst, die später, c., als getrennte Arme weiterziehen.
b. zum Nervensack ziehender Nerv innerhalb der Blutbahn; Blutkörperchen durch ihn vorübergehend in ihrem Weg gehemmt.
- Fig. 13. Schematische Darstellung des den Riechfühler überspinnenden Tastnervennetzes; hier wird dasselbe durch drei vom Tastnervenstamm a. sich ablösenden Tastnerven gebildet; bei c. der Geruchsnervenstamm angedeutet.
- Fig. 14. Ganglienzelle im Verlauf eines Tastnerven mit feinstem Nervenetz.
- Fig. 15. Schematische Darstellung der den Geruchshärchen beigefügten Tasthärchen an der medialen, a., und an der lateralen Seite, b; c. und d. die Tastnervenzüge mit Ganglienzellen, welche jenen Härchen ihren Nerv schicken.
- Fig. 16. Riechfühler von *Mysis flexuosa*; bei a. sind die Tuben der neuen Härchen sichtbar, trotzdem der zellige Inhalt des Fühlers noch vorhanden ist; bei b. ist dieser ausgeräumt, nur die Tuben der neuen Härchen sind zurückgeblieben.
- Fig. 17. a., Stück eines Riechfühlers von *Mysis* (sehr starke Vergrösserung); in ihm ein neuer Haartubus mit einer Schicht von Protoplasma, in welchem ein Kern liegt, bedeckt.
b. die aus diesem Tubus herausgerissene Spitze des neuen Haares, geronnen und gequollen.
- Fig. 18. Einige Segmente eines Riechfühlers von *Mysis*; der Inhalt ist zum grössten Theil entfernt; zurückgeblieben sind die neuen Haartuben; in diesen sind die Spitzen der neuen Haare sichtbar; die alte Cuticula ist von dem Riechfühler abgestreift, hierbei ist bei c. ein neues Riechhaar aus seinem Tubus herausgezogen.

- Fig. 19. a. Basis eines Riechhaares von : *Carcinus maenas* mit der streifigen Trübung; Furchen im Chitinmantel sichtbar.
b. Mittelstück desselben Haares mit Furchen im Chitinmantel.
c. glatte Spitzen von solchen Haaren mit verschieden geformten Chitinknöpfchen.
- Fig. 20. Riechhaar von *Mysis* mit den sehr deutlichen, Schleifen bildenden, Längsstreifen; (in der Zeichnung stärker und gröber, als in Natur).
- Fig. 21. Riechhaar von *Palaemon squilla*; Gerinnung schwächsten Grades, durch Absterben hervorgebracht.
- Fig. 22. Ebensolches Haar mit SH_2 - Gerinnung.
- Fig. 23. Riechhaar von: *Carcinus maenas*, welche im lebenden Zustande mit Säure behandelt war; Gerinnung stärksten Grades.
- Fig. 24. Riechhaar von *Carcinus maenas*, welche im lebenden Zustande mit SH_2 - Gas behandelt war.



1882

Jan 1882

1882

Fig. 1.

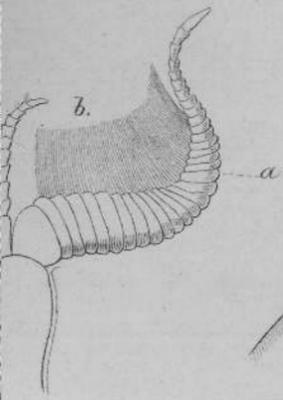


Fig. 2.

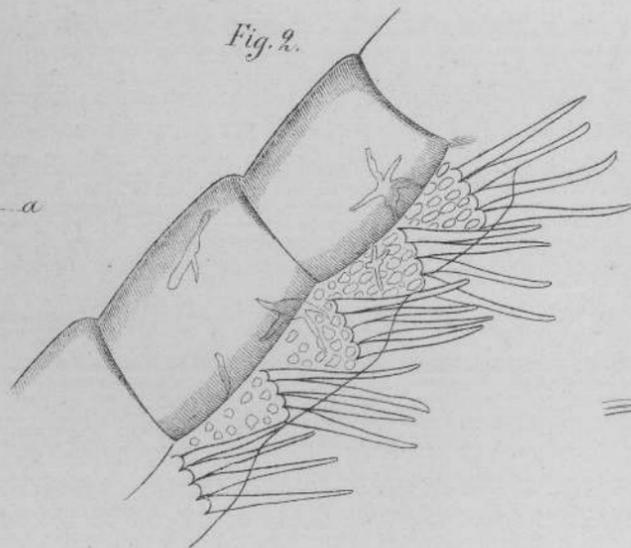


Fig. 6.

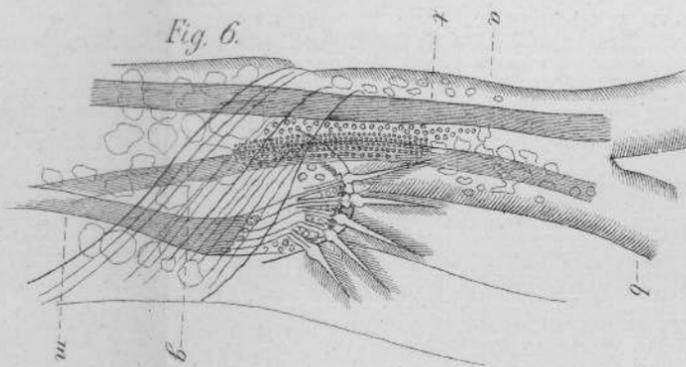


Fig. 7.

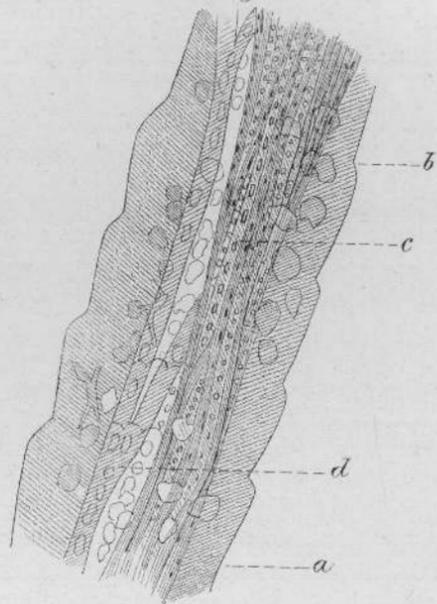


Fig. 13.

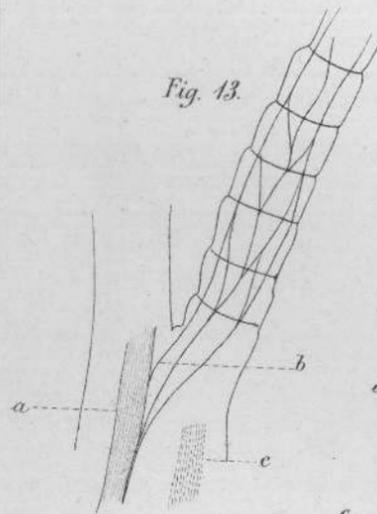


Fig. 15.

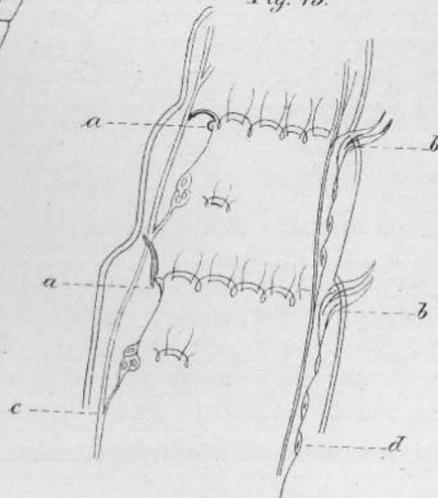


Fig. 16.

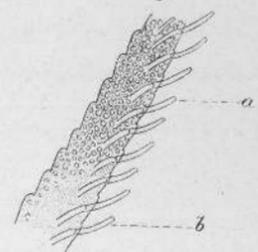


Fig. 8.

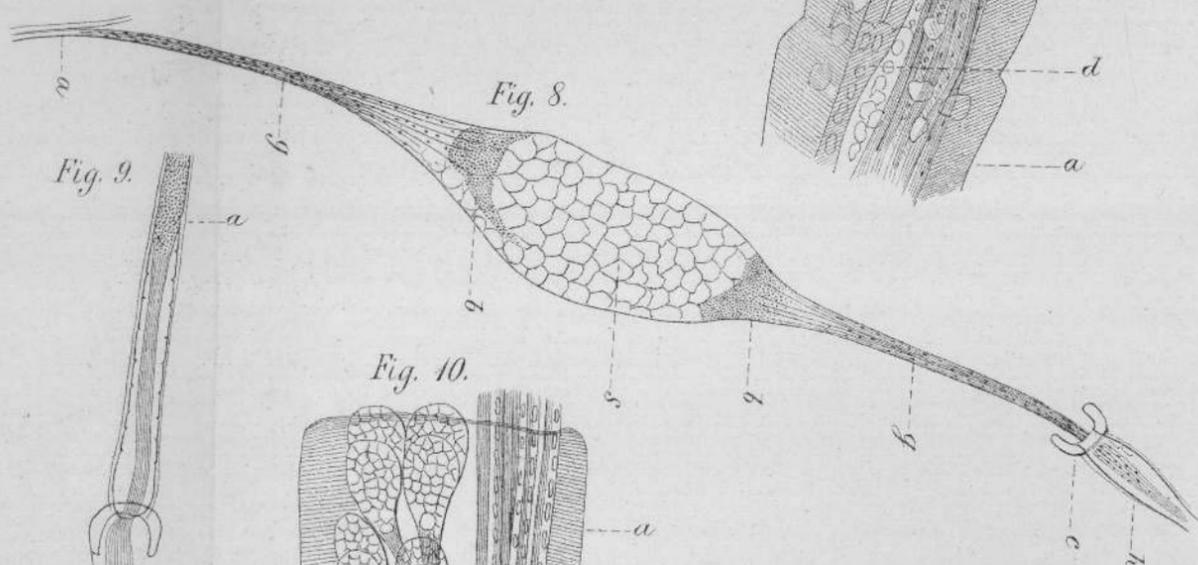


Fig. 9.

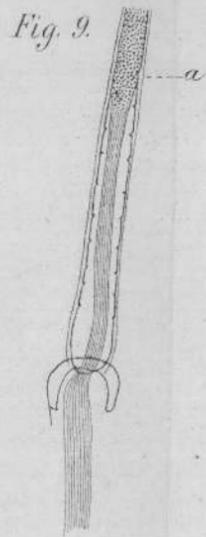


Fig. 10.

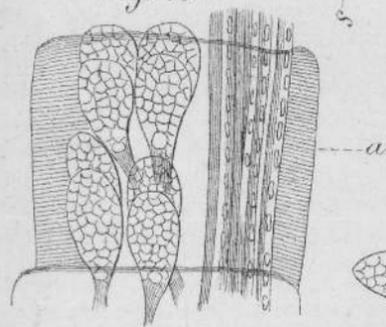


Fig. 11.

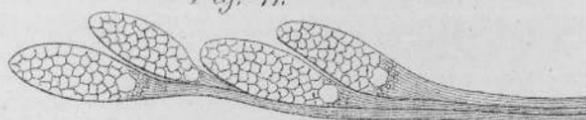


Fig. 19 a.

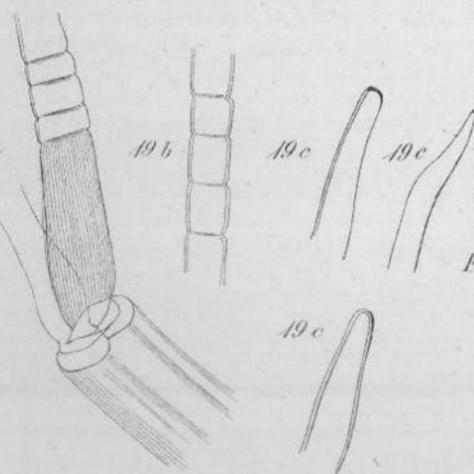


Fig. 17.

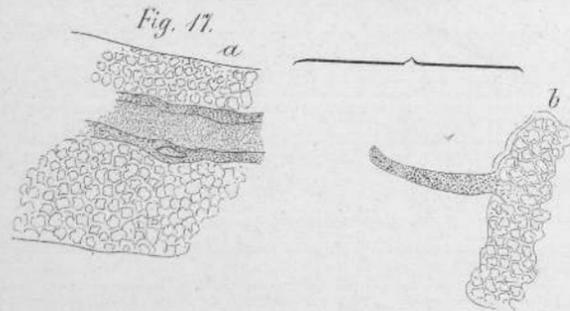


Fig. 18.



Fig. 3.



Fig. 4.

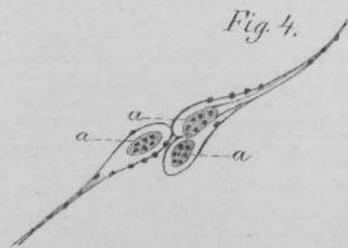


Fig. 5.

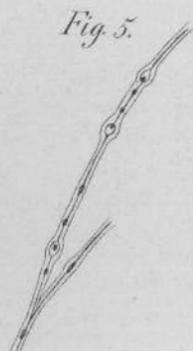


Fig. 14.

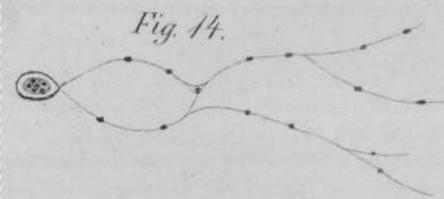


Fig. 20.

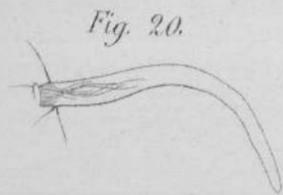


Fig. 12.

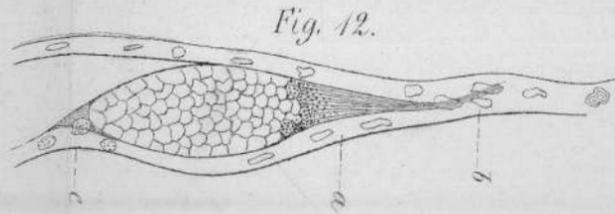


Fig. 8 a.

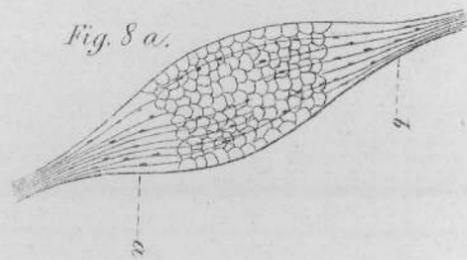


Fig. 19 b.

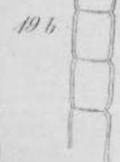


Fig. 19 c.

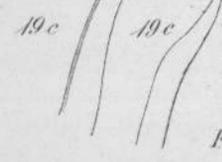


Fig. 19 d.

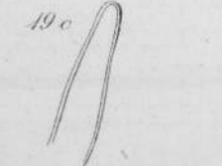


Fig. 21.

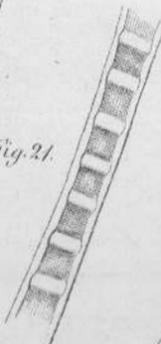


Fig. 22.



Fig. 24.

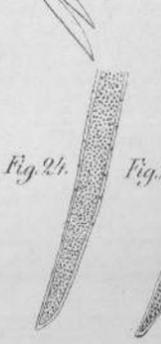


Fig. 23.



