

# Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken.

Von

**Dr. W. Flemming,**

Assistent am physiologischen Laboratorium in Amsterdam.

---

Hierzu Taf. XXV u. XXVI.

---

## 1. Ueber Bau und Nervenapparat der Landschnecken- fühler.

Die sogenannten Fühler der Landpulmonaten, in ihrer Struktur so eigenthümlich und so auffallend verschieden von den gleichnamigen und morphotisch entsprechenden Tastern der nahestehenden, wasserbewohnenden Verwandten, werden fast allgemein, gleich diesen, als Organ des Gefühlssinnes angesehen. Ich will die Bezeichnung »Fühler« hier beibehalten, Bequemlichkeits halber und so lange sich der Nachweis nicht sicher führen lässt, dass sie vorwiegend einer anderen Function dienen; denke aber im Folgenden darzu-  
thun dass mindestens mehr Gründe gegen, als für ihre Beamtung mit dem Tasten in's Gewicht fallen.

In einer kürzlich in diesem Archiv<sup>1)</sup> erschienenen Arbeit gab ich nebenbei eine flüchtige Skizze der Nervenendigungsweise an den Schneckenfühlern, die sich freilich fast nur auf Macerationsversuche

---

1) Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken.  
D. Arch. B. V, 4 pag. 415.

stützte. Auf Grund näherer Untersuchungen kann ich jetzt das dort Angegebene bestätigen und weiter ausführen; und will dabei zugleich einen Blick auf die allgemeine Anatomie der Fühler werfen, da die bisherigen Angaben darüber wohl eine Vervollständigung, theilweise auch Berichtigung zulassen.

Die oberen und unteren Fühler der Landpulmonaten sind bekanntlich Ausbuchtungen der Körperwand von langgestreckter Kegelform; vorn verdickt sich der Kegel zu dem Endknopfe, in welchem das von Moquin-Tandon zuerst beschriebene Endganglion der Fühlernerven seinen Platz hat. Nach der genauesten mir bekannten anatomischen Beschreibung der Fühler (Bronn und Keferstein, Klassen und Ordnungen der Weichthiere, III. 2. p. 1200 ff.) — ich citire dieselbe in der Anmerkung wörtlich —<sup>1)</sup> liegt dies Ganglion in einer doppelten Scheide der Hautbedeckung; indem nämlich die Haut vom Fühlerende noch einmal in sich selbst zurück, bis auf etwa ein Drittel der Fühlerlänge eingestülpt, in dieser Lage aber fixirt sein soll. Durch den Grund des so eingestülpten Sackes trete der Nerv nach vorn und an diesen Grund setze sich auch der Rückziehmuskel — die Lage würde also durch das Schema versinnlicht, das ich in Fig. 4 beifüge.

Wenn auch diese Auffassung der Wirklichkeit nicht völlig entspricht, liegt ihr doch jedenfalls eine richtige Beobachtung zu Grunde: die nämlich, dass das Ganglion sich in der That noch von

---

1) »Man macht sich einen richtigen Begriff von ihnen (den Fühlern), wenn man sich die Haut an der Spitze, obwohl sie dort ihr Lumen verschlossen haben, in sich selbst, etwa bis zu  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  ihrer Länge, wieder eingestülpt vorstellt. An diesem eingestülpten Ende tritt der Nerv ein . . . . . und läuft der Spitze des Tentakels, welche nach unserer Auffassung also nicht sein Ende ist, zu, um dort zu einem Ganglion anzuschwellen. Da der Tentakel an seiner Spitze aber geschlossen ist, so kann der eingestülpte Endtheil nie hervorgestülpt werden, sondern dient nur, dem Nerven und Ganglion einen vor Druck und Zerrung gesicherten Platz zu schaffen. Der eingestülpte Endtheil ist meistens durch verzweigte Pigmenthaufen dunkel gefärbt und ist wegen seiner Längs- und Ringmuskeln wie der Tentakel selbst einer bedeutenden Contraction und wegen der Elasticität seiner Theile einer bedeutenden Ausdehnung fähig.«

Und p. 1202: »An das so beschriebene Ende des Tentakels, das also in seinem Innern ein Drittel oder Viertel seiner Länge von der Spitze entfernt liegt und dort den Nerven eintreten lässt, setzt sich nun der Musculus Retractor etc.«

einer besonderen inneren Hülse umgeben zeigt. Diese Hülse ist aber nichts weiter, als die vordere, wenn man will eine besondere Portion des retrahirenden Muskels, in welchen sie noch basalwärts übergeht; sie besteht lediglich aus Muskelfasern mit Pigmentzellen durchsetzt, welche sich vorn an die Haut des Fühlerknopfes inseriren. Dieser Insertion entspricht, auch am völlig expandirten Knopf, eine seichte Furche, welche dessen Vorderfläche in eine äussere grössere und kleine innere Fläche abtheilt; in dieser Furche liegt am oberen Fühler das Auge. Hier greift denn auch in der That der Rückziehmechanismus an; man braucht nur einen Längsschnitt durch einen eingestülpten Fühler zu legen, um zu sehen (Fig. 3), dass das vordere Epithel des Endknopfes in Form einer Tasche zurückgezogen wird, deren Falz jener Furche, resp. der Gegend des Auges entspricht. Der Hülsmuskel besteht nur aus Längsfasern. Er scheint insofern eine gewisse Selbstständigkeit der Action zu haben, als die Retraction des Fühlers, wenn langsam ausgeführt, in zwei Absätzen zu geschehen pflegt: der erste Act birgt das Ganglion in die Lage, welche es in der Fig. 3 einnimmt, der zweite rollt den Fühler erst weiter ein; und man könnte also die besprochene vordere Muskelportion als einen *Musc. repressor ganglii* auffassen, da ihr jener erste Act zufällt.

Zunächst einige Worte über die Methoden, durch welche dies und das Folgende ermittelt wurde. Für ein volles Verständniss der Topographie sind Schnittpräparate von völlig ausgestülpten Fühlern nothwendig; aber bei jedem Insult zieht die Schnecke das Glied mit solcher Eile zurück, dass auch das plötzlichste Abschneiden nur einen halb eingestülpten Fühler liefert. Man kann, um dies zu verhüten, denselben dicht unter dem Knopf mit einer feinen Pincette einkneifen und ausreissen; weit besser aber schneidet man ihn rasch an der Basis ab, unbekümmert ob er sich einrollt, und wirft ihn in sehr verdünnte Chromsäure oder 4procentiges Kali bichromicum; nach kurzer Zeit hat er sich dann seltsamer Weise wieder ausgestülpt und verharret gerade so prall und gestreckt wie ein lebender Fühler. So behandelte Objecte wurden in Osmiumsäure (am besten 1%), Alkohol oder Kali bichromicum gehärtet und nach Einbettung in weichem Hollundermark geschnitten; die Fühler von *Helix pomatia* und *Arion* sind wegen ihrer Grösse am geeignetsten. Frisch und unzerschnitten untersucht sind dieselben

auch bei den kleinsten Schnecken zu undurchsichtig, um von dem Detail der Nervenendigung Etwas zu zeigen.

Ein Längsschnitt, welcher etwa senkrecht gegen die oben erwähnte Furche der Vorderfläche durch den Knopf geführt ist (Fig. 1) gewährt in die wesentlichen Verhältnisse eine hinreichende Einsicht. Man sieht, dass die Fühlerhaut<sup>1)</sup> continuirlich und uneingestülpt das ganze Glied überzieht; sie besteht aus einem äusserst muskulösen Bindegewebe, dessen Muskeln nach innen in Längsbündeln, oder schräg von basalwärts und innen (von der Fühleraxe gerechnet) nach vorn und Aussen verlaufen; nach Aussen sind sie vorwiegend ringförmig angeordnet. Doch liegen dicht unter dem Epithel noch einige Längszüge, und diese setzen sich auch durch den ganzen vorderen Endknopf fort, während sonst die tieferen Hautschichten sich nach vorn immer mehr verdünnen und am Knopfe ganz aufhören. An diese subepithelialen Muskelzüge und in sie übergehend setzt sich die vordere Portion des Rückziehmuskels (Fig. 1). Man könnte also, wenn man von einer Einstülpung reden will, höchstens sagen, dass der ganze Retractor eine Einstülpung dieser Hautmuskeln bildet.

Das Auge der Cephalophoren ist durch Hensens Untersuchungen so genau bekannt, dass ich seine Anatomie hier übergehe. Der Nervus opticus entspringt aus dem Fühlernerven noch unterhalb von dessen Eintritt in den Hülsenmuskel, und läuft in dessen Innerem mit jenem nach vorn.

Der Nerv und das Ganglion. Der sehr starke Fühler-nerv — er misst bei *Helix pomatia* durchschnittlich 0,18 Mm., während die Dicke des ganzen oberen Fühlerstiels etwa 1,2 Mm. beträgt — verläuft nahezu in der Mitte des letzteren, und verdickt sich von dort an, wo der Hülsenmuskel ihn einschneidet, um das 2–3fache zu dem unregelmässig kolbenförmigen Ganglion des

---

1) Wenn man bei den Schnecken und überhaupt bei den Mollusken von einer Haut reden will, so kann man entweder nur das Epithel, oder man muss die ganze Leibeswandung mit der gesamten peripherischen Körpermuskulatur als solche bezeichnen; denn innerhalb dieser Schicht giebt es keine Abgrenzung einer besonderen Cutis. Ich folge hier der letzteren Auffassung, weil sie die allgemein gangbare ist; will aber daran erinnern, dass man dabei zu der Consequenz gezwungen wird, nicht nur den Mantel, sondern auch den ganzen Fuss als einen Theil der Haut zu betrachten.

Knopfes. Er besteht aus feinen, blassen Fasern, die nur an sehr dünnen Schnitten und an Zupfpräparaten leicht erkannt werden; denn sie liegen überall eingebettet in dicht-feinkörnige, blassgraue Masse, welche einzelne kleine, rundliche Kerne einschliesst, eine bestimmte Anordnung in Zellen aber nicht erkennen lässt. Der ganze hintere und centrale Theil des Ganglion zeigt durchaus dieselbe Struktur, und man kann ihn desshalb eigentlich nur als Verdickung des Nerven, hervorgegangen aus zahlreichen Theilungen seiner Fasern, in Anspruch nehmen. In der Peripherie dieser Anschwellung aber, und namentlich in der vorderen, wird die Struktur eine andere: hier erst beginnt der eigentlich gangliöse Theil. Es treten hier in der faserig-körnigen Masse eine Unzahl Zellen auf, die innen gelegenen grösser, rundkernig, mit zahlreichen verästelten Ausläufern; nach Aussen nimmt die Zahl der Letzteren ab, die Zellen werden kleiner und in der Peripherie finden sich deren fast nur spindelförmige mit wenig Protoplasma und zwei, selten mehr langen Ausläufern, ziemlich ähnlich den Zellen der äussern Körnerschichte in der Retina. — Jene körnig-faserige, centrale Substanz mag hier als Nervenmasse, die peripherische zellenreiche Schicht als Ganglienstratum bezeichnet werden.

Mit der a. a. O. gegebenen Darstellung Kefersteins<sup>1)</sup> — ich citirte sie schon in meinem früheren Aufsätze p. 434 — stimmt das Gesagte, was die Ganglienzellen anlangt, ziemlich überein. Weiter wird dort angegeben, dass von dem Ganglion einige — meist drei — Nerven ausgehen, welche sich vielfach zertheilt bis ans Epithel der Tentakelspitze verfolgen liessen, manchmal eine spindelförmige Zelle in ihren Verlauf aufzunehmen, und dann in einen feinen Faden auszulaufen schienen. Auch diese Angaben werden sich ohne Zwang mit dem Folgenden vereinigen lassen; nur geben sie an sich kein volles Bild von dem colossalen Ganglienapparat, welcher hier gelagert ist.

Denn das ganze Gewebe vom vorderen Ende des Nervenkol-

---

1) Ich finde keine Literatur, auf die sonst zu recurriren wäre; die Angaben Moquin-Tandon's (Annales des sciences nat., Zool. 1851, p. 154) constatiren nur das Vorhandensein einer Endanschwellung des Nerven — *un renflement nerveux ou papille semblable à une pelote* — und sagen weiter, der Fühlerknopf sei *revêtu d'une peau mince, molle et très sensible*. M. T. weist übrigens an diesem Ort schon die verbreitete Auffassung zurück, dass dies Ganglion ein dem Auge adnexes sei, und hebt die Kleinheit des Nerv. opticus gegenüber dem Fühlernerven hervor.

bens bis zu den Füssen des Epithels ist eigentlich nichts weiter als Ganglienstratum, in welches sich die Nervenmasse in zahlreichen Ausbuchtungen hineindrängt. Sie strahlt in vielen starken Aesten — in den Schnitt Fig. 1 ist nur einer gefallen — den Hülsmuskel durchsetzend nach der äusseren, grösseren Fühlerhälfte, in geringeren Massen nach der Innenseite der Augenfurche; und endigt in einer Menge kleiner, gestreckter oder rundlicher Lager (Fig. 1 u. 2), welche sich an Osmiumpräparaten wie der Nerv selbst, durch ihre matt-braungraue Farbe sehr scharf von dem dunkleren Ganglienstratum absetzen, das sie umgiebt. Denn jedes dieser Lager verhält sich im Kleinen wieder ganz so, wie der vordere periphere Theil der Hauptmasse; in seinem Umfang finden sich eben dieselben Formen von Ganglienzellen wie dort. Gegen das Epithel zu aber ordnen sich die peripherisch gelegenen Spindelzellen jedes Lagers und ihre Ausläufer zu einer Menge von Zügen, welche durch die wenigen subepithelialen Muskelzüge hindurch, direct zwischen die Deckzellen des Fühlerknopfes hineinstrahlen (Fig. 1, 2, 5), und von deren Verhältniss zu Letzteren bei der Beschreibung des Epithels gleich die Rede sein wird.

Die ganze Schicht unterhalb des Knopfepithels von ca. 0,18 Mm. Mächtigkeit besteht aus fast nichts Anderem als diesen Nervenzellenzügen. Nur eine spärliche spongiöse Bindesubstanz, angeordnet in einem Netzwerk meist pigmentirter Sternzellen, durchsetzt jene Züge und bildet für sie eine Art Stützgewebe; am klarsten sieht man dies an ganzen, frischen oder in Osmium gelegten Fühlern kleiner Schnecken, z. B. junger Exemplare von *Helix nemoralis*, wo man das weitmaschige pigmentirte Netz durch die ganze Dicke des Knopfes verfolgen kann. Bei *Helix pomatia* fehlt oft das Pigment, aber die Sternzellen färben sich in Osmium sehr dunkel und treten so an Schnitten zwischen den heller bräunlichen Nervenzellen deutlich hervor (Fig. 5). Noch findet sich hier im Fühlerknopf ausser einzelnen zwischen das Ganglienstratum hineinstrahlenden Muskelzügen eine Art von eigenthümlichen Gewebelementen: es sind einzelne Züge grosser, opaker, sehr feinkörniger, dicht aneinanderlagernder Zellen (Fig. 1 z) von länglichrunder oder Flaschenform, deren zugespitzte Enden sich zu langen, aneinandergelegten Ausläufern ausziehen. Sie liegen der Peripherie des Ganglion und der von diesem sich forterstreckenden Lager dicht an und es scheint, als ob ihre Ausläufer unmerklich in die Ganglienstrata übergehen.

Was diese Zellenstränge sind, weiss ich nicht; sie scheinen mir am Ersten nervöse Elemente, dann also eine weitere Form von Ganglienzellen zu sein. Man könnte sie ihrem Habitus nach sonst als eine eigenthümliche Art von Drüsenzellen ansehen; nur bleibt dann die Frage wo und wie sie ausmünden, denn ihre Ausläufer spitzen sich, wie gesagt, fein zu und verschwinden ohne eine Spur von Lumen in der Ganglienmasse.

Sonst bleibt im Fühlerknopf, ausser Blutgefässen, nur noch ein spärliches Bindegewebe zu erwähnen, das die Nervenanschwellung mit ihrer Muskelhülse doch nur ganz locker verbindet. Einmal sind es zarte, vielfach durchbrochene, mit Endothel bekleidete Membranen — das Maschenwerk, das sie bilden, communicirt mit dem Fühlerhohlraum — die sich vom Muskel zum Nerven herüberspannen; ferner liegen um den Letzteren noch Lagen einer spongiösen Bindesubstanz (in Fig. 1 bei 2'), — eine typische Wiederholung des Gewebes von dem unten (Anhang, vgl. Fig. 18) die Rede sein wird; mit grossen, runden, kleinkernigen Zellen in den Maschen, welche äusserst hell, fast wie Fettzellen aussehen, aber in Osmium sich nicht im Mindesten färben.

Wenn ausserdem nach Keferstein »die angeschwollene, knopfförmige Spitze des Tentakels zahlreiche Schleimdrüsen von dem bekannten Bau« enthalten soll (l. c.), so bin ich in Zweifel, worauf diese Angabe zu beziehen ist. Jedenfalls kann ich feststellen, dass die Gray-Lemperschen Schleimdrüsen der übrigen Haut — und diese muss man nach dem Vorausgehenden in der citirten Stelle mit »Schleimdrüsen von dem bekannten Bau« gemeint glauben — am ganzen Fühler, die Farbstoffdrüsen wenigstens am Knopfe desselben fehlen. Die Becherzellen des vordern Epithels (s. unten), überhaupt sehr klein und unscheinbar, zeigen gar keine Aehnlichkeit mit jenen grossen Drüsenzellen. Die beiden oben besprochenen Arten grösserer Zellen, die sonst noch im Knopf vorkommen (Fig. 1 z und z'), erscheinen von den Hautdrüsenzellen durchaus verschieden und stehen in keinem Zusammenhang mit der Hautoberfläche. Unter dem Epithel aber im Ganglienstratum liegt sonst Nichts, was auf den Namen einer Drüse Anspruch hätte. Wenn ein Schnitt einige der Ganglienzellenzüge unter ihrem Herantritt ans Epithel schräg abtrennt, wie in Fig. 1 bei d, so kann für schwächere Vergrösserungen das Bild einer Drüse mit Ausführungs-

gang entstehen; ein stärkeres System wird alsbald den Sachverhalt aufklären.

Das vordere Epithel. Die Haut zeigt sich an den Seiten der Fühler, wie am ganzen Körper, mit unzähligen rundlichen oder eckigen warzigen Erhabenheiten (Fig. 1 e) besetzt, welche nicht etwa durch Contraction der Hautmuskeln entstandene, oder artefacte Faltungen darstellen; denn auch bei völlig praller Haut, auch am lebenden Thier findet man sie vor, und die Formen der Epithelien sind bleibend durch sie modificirt (Fig. 1, 11). Das Epithel dieser Stellen ist ein ganz ähnliches wie das der Kopf- und Rückenhaut; wir werden es unten (pag. 452) näher betrachten.

Gegen den Fühlerknopf zu aber werden jene Warzen flacher und endlich die Hautfläche ganz glatt; und zugleich sieht man auf den ersten Blick, dass hier ein eigenthümliches Epithel beginnt. Auch makroskopisch sticht die Knopfoberfläche vermöge ihres durchscheinend graugelben Aussehens und ihres eigenen matten Glanzes von den übrigen Hautstellen ab. Mikroskopisch (Fig. 1 u. 5) fällt zunächst die äusserst starke Cuticula auf; sodann die dichte, gedrängte Aneinanderlagerung der Zellen, welche deren Grenzcontoure fast ununterscheidbar macht, ein Verhalten, das ja bei Nervenepithelien auch anderer Orte ein ebenso kennzeichnendes, wie für den Untersucher unwillkommenes Vorkommniss darstellt.

Man darf deshalb nicht hoffen, an einem Schnitt sofort über die Bestandtheile ins Klare zu kommen. Schnitte selbst, welche die Dicke einer Cylinderzelle um wenig übertreffen, sind zwar nach den obigen Härtungsmethoden nicht schwer zu gewinnen, aber auch an solchen noch sehen die Zellcontoure, wenn der Ausdruck erlaubt sein soll, wie mit einander verbacken aus; macht man den Schnitt noch dünner, so splittern sie leicht auseinander und zwar nicht in ihren natürlichen Grenzen, sondern indem ihre Leiber selbst zerbrechen. Nur die Maceration und daneben das sorgsame Isoliren aus Schnitten unter dem einfachen Mikroskop, am Besten nach Engelmann's Methode mit Glasspitzen, liefert sicheren Aufschluss. Zu der letzteren Procedur verwendet man mit Vorthail Präparate, die in Osmium von  $\frac{1}{2}$  % gehärtet und dann lange, einige Monate durch, in 1 procentigem Kali bichromicum bewahrt sind; auch carminisirte Chromkalipräparate sind oft brauchbar, und für beide ist es vortheilhaft, die Schnitte vor der Isolation 12—24 Stunden in verdünntem Glycerin liegen zu lassen. Sehr schön erhalten sind natürlich



die so gesonderten Zellen immerhin nicht, aber man gelangt doch zur Sicherheit über ihre Formen. Es sind Cylinderzellen, Becherzellen und die Endzellen, besser Endkölbchen der Fühlernerven.

Die Ersteren haben eine regelmässige cylinderische Form, im Gegensatz zu den Deckzellen der übrigen Haut, welche vielfach gekrümmte, verzogene und zugespitzte Gestalten zeigen. Ihre elliptischen Kerne lassen sich auch an Schnitten, besonders durch die Schweigger-Seidel'sche Carnim-Salzsäuretinction, leicht zur Anschauung bringen. Sie sind heller und diffuser, als die übrigen Hautepithelien, gelb pigmentirt, und haben einen auffallend starken Cuticularsaum, der besonders an Osmiumpräparaten eine colossal ausgesprochene Streifung in der Richtung der Zellenlängsaxe zeigt, gleich dem Basalsaum des Darmcylinders; an frischen Säumen — auch anderer Orte der Schneckenepidermis — sieht man dieselbe auch oft, doch schwächer hervortretend, und zugleich manchmal eine Andeutung von entgegengesetzter Streifung (Fig. 16 in meiner o. c. Arbeit). Viele Zellen zeigen an der Seite einen rundlichen Ausschnitt, entsprechend der Anlagerung einer Becherzelle. Frisch durch Maceration isolirte Cylinder sind oft etwas gequollen und bieten dann die Formen, welche ich in Fig. 17 und 19 jener Arbeit darstellte. — Es geht dies Cylinderepithel vor dem Auge, unter Verkürzung seiner Elemente, allmählich in die pigmentlosen viereckigen Zellen über, welche die Cornea decken.

Die Becherzellen bekommt man an Isolationsobjecten selten mit Deutlichkeit zu Gesicht. Sie sind sehr viel kleiner, als die Schleim- und Farbbecher der übrigen Haut, kaum so gross als die Cylinderzellen; ihre grösste Dicke beträgt nur 0,01 Mm., der grösste Durchmesser ihrer Kerne bis 0,006 Mm. An Schnitten sieht man im Epithel hie und da (Fig. 5) einen runden Kern, um welchen sich dann zwei einen helleren Raum einschliessende Contouren zeigen; und diese kann man meist bis zur Cuticula verfolgen, wo sie zusammenstossen oder eine kleine Lücke zwischen ihren Enden lassen. Andere Becher sind leer, der Kern entweder ausgetreten oder tiefer liegend; sie stellen sich nur als spindelförmige, schmale, etwas hellere Figuren dar. Dritte endlich sind noch mit einem körnigen, mattglänzenden Inhalt gefüllt und dadurch am Leichtesten zu erkennen. Volle Sicherheit aber, dass alle diese Dinge Becherzellen entsprechen, gewährt die Betrachtung des frischen Epithels, an welchem die Meisten noch ihren Inhalt führen und

sowohl im Profil, als von oben gesehen durch ihren graulich-körnigen Glanz deutlich vortreten, in einer Zahl und Grösse, welche dem von Schnitten eben Beschriebenen völlig entspricht. Ihre Zahl wechselt etwas; es mag im Durchschnitt auf 4—6 Cylinder ein Becher kommen.

Die Endkölbchen der Nerven (Fig. 6) vermag ich in leidlich erhaltenem Zustand noch durch keine andere Methode, als die Maceration in Jodserum-Chromkali darzustellen und habe daher dem (a. a. O. pag. 433) über sie Mitgetheilten wenig hinzuzufügen. Doch scheint es mir entschieden, als ob aus ihrem oberen Ende in der Mitte ein axial gelegener Theil etwas hervorragt, sei es ein einfaches Stiftchen oder mehrere Härchen; wenn man die Kleinheit dieser Gebilde — die Fig. 6 entspricht einer Vergrösserung durch Hartn. Imm. X. Oc. 1 — und den Umstand in Betracht zieht, dass bei der energischen hier nöthigen Maceration so feine Theile leicht in unkenntlichen Zustand gerathen müssen, so kann es nicht Wunder nehmen, dass hierüber meine Angaben nicht weiter gehen. Gerade an den besterhaltenen Kölbchen aber sieht man immer etwas der Art hervorstehen, und dem entspricht an Schnitten (Fig. 5) stets ein leicht glänzender Streif durch den Cuticularsaum.

Die Kölbchen selbst schmiegen sich freilich den indifferenten Epithelien so eng an, dass es nicht gelingt, sie an Schnitten deutlich in situ zu sehen; nur manchmal zersplittert der Schnitt so glücklich, dass man (Fig. 5) Einige isolirt erhält, und an Zupfpräparaten sieht man sie ausserdem (Fig. 8) vielfach den Zellen anliegen; jedoch nie so gut erhalten wie durch Maceration.

Um so schöneren Aufschluss geben Schnitte über den Eintritt der Nerven ins Epithel. Man benutzt dazu am Besten sehr dunkel gefärbte Osmiumpräparate, an welchen, um das Eindringen der Säure zu erleichtern, vorher zweckmässig ein Stück des Fühlerknopfs abgeschnitten wird. Nach solchem Object ist Fig. 5 gezeichnet. Die Leiber der Cylinderzellen sind um die Kerne her zu dunkeln Strängen zusammengeschrumpft, man sieht im Epithel ausser den Bechern sonst kaum Etwas, nur entsprechend den Stellen, wo zwei Cylinder zusammenstossen, bemerkt man statt eines scharfen Contours einen oder mehrere breitere Längsschatten, — offenbar Ausdrücke der hier eingelagerten Kölbchen; und je einer solchen Stelle correspondirt ein leicht glänzender Streif durch den Cuticularsaum (bei h). Sehr deutlich aber markiren sich die aus dem

Ganglienstratum andringenden Nervenzellenzüge: sie treten, ein Gemisch von Zellen und feinen Nervenfasern, durchsetzt von dem theilweis pigmenthaltigen verästelten Bindesubstanznetz das durch die Osmiumsäure stets dunklergefärbt hervortritt, — bis unter die Füsse des Epithels und lassen hier, durch die subepithelialen Muskelzüge, reiche Bündel von Fasern ausstrahlen, welche man mit voller Deutlichkeit bis zwischen die dunklen Körper der Cylinder hinein verfolgen kann. — Die spindelförmigen Nervenzellen lassen sich, zum Beweis, dass man es nicht mit Bindegewebszellen zu thun hat, mit ihren langen Ausläufern leicht in Jodserum isoliren; ich verweise hiefür, und hinsichtlich ihrer Verbindung mit den Kölbchen auf die früher (a. a. O. Fig. 19) und hier Fig. 9 gegebene Darstellung<sup>1)</sup>. Wenige der Nervenzellen liegen dicht unter oder gar noch in dem Epithel; wenn also die Kölbchen als wahre Endzellen aufzufassen sind, so kommt ihnen als solchen meist eine sehr langgestreckte Gestalt zu. Uebrigens liess sich nicht ermitteln, ob sich jede Spindelzelle mit je einem, oder durch Theilung ihres peripherischen Ausläufers mit mehreren Kölbchen in Verbindung setzt, oder ob das Umgekehrte Statt findet.

Noch etwas mehr Sicherheit über das Epithel selbst giebt ein Schnitt, welcher ganz flach parallel zur Tangente des Fühlerknopfs geführt, nur die Cuticula und die obersten Theile der Zellen abgetragen hat (Fig. 7). Von der Cuticularseite betrachtet, zeigt er eine feine Punctirung, als Ausdruck der Streifung des Cuticularsaums; grössere Kreise, die Lumina der Becherzellen; und dazwischen in grosser Anzahl kleine, helle Stellen von nur etwa 0,001 Mm. Durchmesser, nicht Löcher, wie jene, sondern durch ihr Glänzen und oft durch ein körniges Wesen als körperlich gekennzeichnet: die optischen Querschnitte der Kölbchenspitzen und der Haare oder Stifte, welche aus diesen hervorragen.

Früher habe ich der Möglichkeit Rechnung getragen, dass die isolirten Kölbchen etwa collabirte Becherzellen sein möchten; diese kann ich jetzt ohne Weiteres abweisen. Denn die Menge der Ersteren ist schon weitaus zu gross dafür. Man braucht nur zu er-

---

1) Fig. 19 jener Arbeit macht durch ein Versehen bei der Wiedergabe den Eindruck, als ob die Fädchen in Cylinderepithelzellen hineinlaufen. Der Leser wird aus dem Text hoffentlich schon vermuthet haben, dass dies durchaus nicht durch die Originalzeichnung intendirt wurde.

wägen, dass in der Fig. 6 — sie ist treu einem Macerationspräparat nachgebildet — die mit Kölbchen besetzte Stelle etwa dem Raum entspricht, welcher 4—5 Cylinderzellen einnehmen; auf diesem könnten unmöglich so viele Becher ihren Platz haben.

## 2. Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten.

Das Epithel der Schneckenhaut lässt sich an den meisten Orten durch die von Boll<sup>1)</sup> und Vf. (a. a. O.) angegebenen Macerationsmethoden leicht in zusammenhängenden Fetzen abheben, schwerer aber gelingt es schon die einzelnen Zellen gut zu sondern, und gar nicht, die feinern Elemente der Zellenlage auch nur in leidlichem Zustand zu erhalten. Deshalb sind massenhaft vorhandene Bestandtheile derselben bisher so gut wie unbekannt geblieben, welche man sich durch ein höchst einfaches Verfahren zu Gesicht bringen kann.

Härtet man nämlich eine Weinbergschnecke oder einen Arion, unter öfterem Flüssigkeitswechsel, einige Monate lang in 4—6 procentigem Kali bichromium, so erreicht man sehr leicht einen Einwirkungsgrad, bei dem das Gewebe ausserordentlich schnittfähig, zugleich aber der Zusammenhang der Deckzellen halbwegs gelockert ist. Man kann dann in Hollundermark schneiden; der Schnitt selbst reisst oft schon eine Anzahl indifferenten Epithelien heraus und die übrigen kann man durch leichtes Stossen mit der Nadel unter dem Präparirmikroskop entfernen<sup>2)</sup>.

Was übrig bleibt, zeigen die Figuren 11—13; es erinnert schon auf den ersten Blick an die pinselförmigen Zellen der Wassermollusken, wie sie sich durch sehr ähnliche Behandlung darstellen lassen (a. a. O. pag. 421). Die Hautwärtchen, die ich oben beschrieb, sind besetzt mit einer bedeutenden Anzahl schmaler, langcylindrischer Zellen, welche mit ihrem verdickten Kerntheil fest im Gewebe stecken. Das vordere Ende des Cylinders ist bei den

---

1) Beiträge zur Histiologie d. Molluskentypus. Dies. Arch. 1868, Supplement.

2) Dies gilt für fast alle Hautstellen, leider aber nicht für den Fühlerknopf, dessen Epitheldecke auch bei dieser Methode hartnäckig zusammenhaftet.

meisten, ohne irgend einen Saum, glatt abgeschnitten, öfter auch eingerissen, und gewährt den Anschein, als sei der Cylinder ein hohler Mantel. Das beruht aber schon auf Entstellung der Form; fast in jedem Präparat trifft man Einige, und bei glücklicher Einwirkung des Reagens viele, die auch an der Spitze noch wohl erhalten sind. Hier dringt aus der cylindrischen Hülse ein centrales Gebilde, um welches jene sich oft noch so fest anlegt, dass Beides wie aus einem Gusse erscheint; und verjüngt sich weiter nach vorn in eine feine Spitze. Nur ganz starke Systeme zeigen, dass diese dennoch nicht solide ist, sondern sich bei Vielen wenigstens in mehrere feine Härchen auflösen lässt. Dieser Endtheil der Zelle bricht sehr leicht heraus, und das ist der Grund, dass man die meisten Zellen ohne ihn findet. Ein scharfer Endsaum der Zelle, wie am Fusse der Härchen bei den Pinselzellen, existirt hier also nicht; dagegen zeigt sich fast überall eine dem Köpfchen der Letzteren entsprechende Anschwellung (Fig. 12, 13)<sup>1</sup>).

Betrachtet man die wohl erhaltensten der Zellen mit sehr starken Systemen, so zeigt sich in dem Cylinder eine deutliche feine, wenn auch etwas körnige Längsstreifung, welche am Klarsten bei Einstellung auf die Seitencontoure auftaucht, also central liegt (Fig. 13); sie lässt sich bis an den Kern verfolgen, vorne im Köpfchen wird sie undeutlich. Der Kern ist fast regelmässig elliptisch und birgt eine Anzahl glänzender Körnchen. Mehr über seine und der Zelle Struktur will ich noch nicht aussagen, denn es ist zu misslich, allein nach alten Chromkaliobjecten über solche Dinge zu urtheilen; und andere Methoden stehen mir noch nicht zu Gebot.

Es bleibt jetzt ein Blick auf die übrigen Epithelien zu thun,

---

1) Nachdem ich mit diesen Zellen bekannt geworden, zweifle ich nicht dass die von Boll bei Arion isolirte Zelle (a. a. O. Fig. 28) einer von ihnen entspricht, also ein wohl erhaltenes Präparat darstellt; sie würde dann nur nicht als Trägerin eines Borstenhaares zu fassen sein, da die Haarspitzen dieser Zellen den Cuticularsaum nicht überragen. — Für eine intacte Pinselzelle mit aneinanderliegenden Härchen, wie der Autor (Centralbl. Nr. 54, 1869) anzunehmen geneigt ist, wollte ich die Figur deswegen nicht halten, weil einmal die Härchen der letzteren nie so fest verbacken gefunden werden; und dann weil in der Zeichnung eine Andeutung der Köpfchenanschwellung wie auch des glänzenden Endsaumes fehlt, welche sorgfältiger Beobachtung schwerlich entgangen wären.

um uns zu vergewissern, dass die beschriebenen Dinge wirklich eigenartige Bestandtheile der Hautdecke sind. Man findet an allen, hier in Frage kommenden Stellen sonst lediglich Cylinder und Becher. Erstere, bei dieser Methode äusserst schön erhalten, zeigen die Formen der Figg. 1, 11 und 12, je nachdem sie auf der Höhe einer Hautwarze, oder im Thal zwischen zweien standen. Sie sind alle gelb pigmentirt, mit ausgebildeter Cuticula versehen, ohne Spur von Längsstreifung, und es finden sich auch nicht die mindesten Uebergangsformen zwischen ihnen und den Haarzellen. Eigenthümlich aber ist das Lageverhältniss Beider: wo man sie noch in situ nebeneinander hat (Fig. 12) zeigt sich, dass die Kerne der Haarzellen tiefer liegen als die der Cylinder; der Hals der letzteren liegt gewöhnlich zwischen zwei Cylinderkerne hineingeschmiegt, das Haarbündel zwischen ihren Vordertheilen; es steht demnach auch nicht, wie die Pinsel der Wassermollusken, über die Oberfläche hervor, sondern höchstens seine Spitze durchsetzt die Cuticula. Damit trifft es zusammen, dass ich an frischen Präparaten, von allen einschläglichen Stellen der Schneckenhaut — Rücken, Seiten des Fusses und des Fühlerstiels, grösster Theil des Kopfes — niemals deutlich prominirende »Borstenhaare« habe finden können.

Die Becherzellen stellen die Ausführungsgänge der Semper'schen (Ztschr. f. wiss. Zool. VIII, 341) einzelligen Schleim- und Farbdrüsen dar. M. Schultze in einem Referat über Marchi's Arbeiten (ds. Arch. Bd. 3) und Boll haben diese Beziehung zuerst betont; Letzterer bezeichnet geradezu die Drüsen selbst als Becherzellen. Ob wir hierzu berechtigt sind, wird an anderer Stelle (1. Anhang) zu erörtern sein. Hier interessirt uns nur, dass die Becher bei all ihrer Häufigkeit doch viel seltner stehen als die Haarzellen, und in ihren Formen gar keine Annäherung an diese zeigen; öfter sieht man nach Abstäubung der Cylinder zwischen den Haarzellen noch einige Becher erhalten (Fig. 12), deren eigene, oft eingerissene Wandung sich sehr deutlich darstellt.

Ein Zusammenhang der Haarzellen mit der Tiefe lässt sich an diesen Objecten nicht ermitteln; ich bemerke, dass es an Chromkali- und Alkoholpräparaten, auch gefärbten, von Land-Mollusken kaum möglich ist feine, blasse Nervenfasern zu sehen. An Querschnitten der Fühlerstiele (Fig. 11) zeigt sich an der Innenseite der Hautlage, dem Fühlerhohlraum zu, eine Schicht von Zellen, völlig ähnlich denjenigen welche oben (pag. 444) geschildert

sind, deren Züge auch häufig direct aus jenen hervorgehen (Fig. 1). Sie sind am unteren Ende meist bauchig, das obere zugespitzte schicken sie zwischen die Muskeln hinauf, und man sieht diesen Ausläufer sich öfter theilen und die Seitenzweige fein nach seitwärts auslaufen, wo sie sich in den Muskeln der Beobachtung entziehen. Die meisten Ausläufer aber dringen gegen das Epithel hinauf, ohne dass es jedoch gelingt sie bis in dasselbe zu verfolgen. Aehnliche Zellen liegen nun überall und mit gleichem Verhalten in dem muskulösen Bindegewebe der Körperhaut. Ich betone, dass sie mit den Schleimzellen, wie mit den wohlcharakterisirten Zellen des Bindegewebes durchaus nichts gemein haben; ich halte sie für Ganglienzellen, deren isolirt peripherisches Vorkommen bei Mollusken ja eine bekannte Thatsache ist; muss aber den Beweis aus Mangel frischen Materials einstweilen schuldig bleiben. — Wenn ich trotzdem ohne Weiteres diese Zellen als Neuroepithelien anspreche, so nehme ich dafür die Analogie dessen in Anspruch, was über die so sehr ähnlichen Pinselzellen der Acephalen unten mitgetheilt werden wird.

Die Haarzellen stehen über die ganze Körperfläche verbreitet, am dichtesten an den Fühlerstielen, den Lappen seitwärts des Mundes und nach unten zu an den Seiten des Fusses. Am eigentlichen Fussrand aber und der Fusssohle selbst, Stellen, welche das Thier continuirlich mit Schleim überzogen hält, nehmen sie Formen an, welche denen der Pinselzellen bei den Wasserschncken sehr ähnlich werden; sie zeigen ein oft scharfrandig abgeschnittenes Köpfchen und deutlich getrennte Haare: und die letztgenannten Stellen sind auch die einzigen, wo ich bei den Landpulmonaten, am lebenden Object wie an den vorsichtigst behandelten Härtungs- und Schnittpräparaten, Haarbündel fand welche den Cuticularsaum überragten <sup>1)</sup>.

### 3. Ueber die Nerven im Mantel von *Mytilus edulis* und ihr Verhältniss zum Epithel.

Die pinselförmigen Epithelien der Wassermollusken habe ich als Sinneszellen angesprochen, hauptsächlich darauf fussend, dass ich ihren Zusammenhang mit einer lang ins Gewebe zu verfolgenden

---

1) Am früher a. O. p. 432 ff.

M. Schultz, Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 6.

Faser darthun konnte. Es ist damit, wie auch ein seither erschienenes Referat über meine Arbeit (Centralblatt Nr. 54, 1869) mit Recht bemerkt, noch nicht der Beweis geführt, dass sie mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Ich freue mich diesem Mangel jetzt nachhelfen zu können.

Man kann über die Nerven und ihre Beziehung zum Epithel bei den Acephalen schon an Osmiumpräparaten ins Klare kommen; volle Sicherheit aber darüber, was hier wirklich als Nerven zu betrachten ist, war nur von der Cohnheim'schen Goldmethode zu erwarten und sie hat sie denn auch gegeben. Die Gewebe der Wirbellosen sind freilich gegen diese Methode etwas widerspenstig: die feinen Nervenfasern färben sich bei ihnen verhältnissmässig schwer, und die dichte Flimmerzellendecke hindert noch dazu das Eindringen der Goldlösung grade an den Stellen, auf die es ankommt; schonendes Abheben desselben ist zwar dadurch möglich, dass man es kurz einem Strom von heissem Wasserdampf aussetzt, aber es ist für unseren Zweck natürlich wünschenswerth, es möglichst zu erhalten. Die sämmtlichen tadellosen Präparate, welche ich schliesslich erhielt, sind auf dem Wege gewonnen, dass die abgeschnittenen Theile zuerst auf eine Stunde in Salzsäure von 1 p. M. gelegt, dann mit einer  $\frac{1}{4}$  procentigen Goldlösung bis 12 Stunden lang imbibirt und schliesslich sehr lange Zeit — bis 10 Tage — am Sonnenlicht in Essigsäurewasser der Reduction überlassen wurden. Um sie schneidbar zu machen, mussten sie meist noch in Alkohol gehärtet werden, was übrigens keinerlei merkliche Schrumpfung verursachte. — Zum Object wählte ich fast ausschliesslich den Mantelrand von *Mytilus edulis*; zur Orientirung über denselben mag ein Querschnitt desselben — quer gegen die Längsaxe der Muschel — dienen, den ich in Fig. 14 skizzire: i stellt die innere, a die äussere Mantelfläche dar, z den Durchschnitt der am weitesten vorspringenden Zackenreihe des Randes, z' die kleineren weiter nach Aussen vorspringenden Zacken; erstere ist besonders dicht mit Haarbündeln besetzt, auf je einer der letzteren finden sich nur Einige derselben und immer besonders grosse, ebenso vereinzelte an der inneren Mantelfläche i<sup>1)</sup>. e entspricht der Linie, in welcher sich der Mantelrand an die Schale befestigt.

---

1) Um sie an solchen Gegenden — Flächen — zu sehen, ist es zweckmässig, den frischen Mantel gefrieren zu lassen und einen dann rasch ange-



Die Ansicht, dass *Mytilus* am Mantelrand rudimentäre Augen, in Gestalt dunkler Fleckchen, besitze (vgl. z. B. Bronn, Blätterkiemener, p. 401), kann ich als irrig bezeichnen. Das gelbe bis violettbraune Pigment, das fast stets in diesem Mantelrand vorkommt und ihm ein überaus zierliches Aussehen verleiht, liegt, in wechselnder Menge und Verbreitung, stets in den vorderen Theilen der Flimmerepithelien (Fig. 17); charakteristische Anhäufungen solcher Pigmentepithelien, wie sie die Augen z. B. der Cardiaceen darstellen, finden sich nirgends, höchstens können schwache Vergrösserungen solche vortäuschen; und ebensowenig zeigt alles Suchen sonst etwas, das dem primitivsten Auge entspräche. Wenn die Mytilaceen ihre Augen nicht anderswo haben, muss ich sie für blind erklären, ebenso wie die Najaden und Unioniden.

An gelungenen Goldpräparaten von Mollusken sind die Nerven dunkelpurpurroth, die Hautdrüsen matter grauviolett gefärbt; die grossen Zellen und die Fasern des Bindegewebes färben sich gar nicht, die Muskeln nur manchmal und erscheinen dann heller braunröthlich; an misslungenen, zu stark imprägnirten Objecten werden sie dunkler bis fast schwarz, sind übrigens schon wegen ihres gradlinigeren Verlaufes auch hier nie mit Nerven zu verwechseln. Das Epithel ist aber nach der Reduction meistens abgefallen, einzelne schlecht erhaltene Zellen und Zellenstümpfe sitzen noch der Oberfläche auf.

In voller Schönheit und Deutlichkeit markirt sich nun das reiche Nervennetz der Mantelzacken; besonders wenn es gelungen ist, einen Schnitt gerade durch die Mitte einer solchen zu führen (Fig. 15).

Die Hauptstämme, in dem dicken Theil des Mantelrandes längs diesem, oder schräg gegen ihn vorlaufend, senden gegen die Zacken zahlreiche vielfach anastomosirende Aeste, in welche viele Ganglienzellen besonders an den Theilungsstellen eingelagert sind. Namentlich reich an solchen wird das dichte Nervennetz in der eigentlichen Zackenspitze (Fig. 15 n). Aus diesem nun sieht man viele, grossentheils dicht mit kleinen spindelförmigen Ganglienzellen besetzte feine Fäden (0,001—0,002 Mm.) an die Peripherie, häufig auf sitzengebliebene Kerne und Zellenstümpfe zulaufen und in deren Substanz direct übergehen: ihre Anzahl ist

---

fertigten Schnitt sofort in Seewasser zu untersuchen; doch auch Schnitte aus Osmiumpräparaten zeigen sie grade an diesen Orten fast immer erhalten.

ganz entsprechend der Zahl der Pinselzellen, welche bei der Beobachtung des lebenden Objects auf dem Profil der Zackenspitze zu Gesicht kommen.

Von einer Verwechselung dieser Nervenfasern mit andern Dingen kann hier keine Rede sein. In der Figur mussten natürlich auch diejenigen Fasern in die Ebene des Papiers projicirt werden, deren Verlauf und Zusammenhang mit den Hauptästen erst durch ihr Verfolgen mit der Stellschraube sich ergab; aber es sind auch nur solche gezeichnet, von welchen sich dieser Zusammenhang dabei sicher herausstellte. Nur an der inneren Seite der Zacke (bei d Fig. 15) kann man Täuschungen ausgesetzt sein; hier findet sich nämlich (bei d) eine dichte Lage von Hautdrüsenzellen<sup>1)</sup>, welche zuweilen wenigstens ebenfalls violett gefärbt erscheinen, und deren Ausführungsgänge dann mit zum Epithel tretenden Nerven verwechselt werden mögen; nur manchmal (Fig. 15 n<sup>1</sup>) kann man an glücklich gelungenen Schnitten den wirklichen Durchtritt der Letzteren zwischen den Drüsen wahrnehmen. Gegen die Zackenspitze aber, und ebenso an der Aussenseite, liegen die Drüsenzellen weit vereinzelter, und grade hier ziehen Nervenfasern in Menge zum Epithel. Die Aussenseite der Zacke erhebt sich in kleinen, flachen Höckern, und zu jedem derselben, ebenso wie zu den noch weiter auswärts gelegenen kleinen Zacken (Fig. 15 z) treten je einige stärkere Nervenäste; es sind dies die Orte, wo (s. oben) auch immer je einige grössere Pinselzellen stehen. Eine geringere Anzahl von Nervenenden durchsetzt an der inneren Mantelfläche die Drüschicht. Ein Theil der Fasern jedoch, welche nach dieser Seite laufen, verästelt sich um diese her, ohne dass eine deutliche Verbindung Beider gesehen werden konnte. Die Drüsen sind einzellig; und an Schnitten, wo das Epithel noch ansitzt, sieht man auf's Deutlichste, dass ihre Ausführungszunge je in eine Becherzelle übergehen, deren in dieser Gegend immer weit mehr, als an der Spitze der Zacken und Aussenseite getroffen werden.

Das Epithel findet sich, wenn auch selten, an der Zackenspitze selbst, häufig noch erhalten (Fig. 15) und dann kann man wenigstens das constatiren, dass die Nervenfasern wirklich bis an seine Füße heran, ja zwischen seine Zellen hinein zu verfolgen sind.

---

1) Dies gegenüber der Angabe, dass Drüsenzellen im Lamellibranchienmantel nicht vorkommen (Broun, Blätterkiemener, pag. 355).

Diese Zellen selbst sind aber von der Behandlung immer sehr mitgenommen, und höchstens aus der Kleinheit der noch aufsitzenden, mit den Nervenfasern zusammenhängenden Stümpfe mag man schliessen, dass dieselben verunstaltete Pinselzellen darstellen. Einen Ersatz bietet glücklicherweise die Osmiumbehandlung.

Da es darauf ankommt sehr feine Schnitte grade durch eine Mantelzacke zu legen und doch nicht durch Einbettung in Paraffin oder Glycerinleim das Epithel zu verderben, finde ich es bei diesen weichen Geweben vorthellhaft sehr starke Osmiumlösungen, 2—5 p. c., zur Härtung zu verwenden und nach vorsichtiger Einpassung in Hollundermark zu schneiden. Man kann so ohne Mühe Lamellen abtragen, welche etwa die Dicke einer Cylinderzelle, also circa 0,003 Mm. haben (Fig. 17). Die Epithelien zeigen sich kaum geschrumpft, in allen Theilen schön erhalten; ihre Flimmerhaare vollständig intact, nur fast immer etwas gekrümmt. Ueber die Wimpern hervorstehend sieht man in vollster Deutlichkeit und Starrheit eine Anzahl Haarpinsel, weniger gut an der Zackenspitze, wo sie die Flimmerhaare nur wenig überragen, als an der Aussen- und Innenseite, wo man deren weit grössere und längere trifft. Der Körper der Zelle, dem sie aufsitzen, markirt sich zwischen den mattgrau gefärbten und vorne gelb pigmentirten Cylindern als dunklerer Strich, an dessen Fuss man zuweilen auf einen länglichen Kern kommt. Ausserdem zeigen sich im Epithel besonders der Innen- und Aussenfläche Becherzellen, meist leer, nur als spindelförmige Spalten erscheinend, theilweise gefüllt, als körnige, bauchige oder strangförmige Figuren.

So leicht es nun scheint, an solchen Präparaten einen Zusammenhang der Pinselzellen mit Nerven, wenn er besteht, zu sehen, so wenig konnte ich anfangs darüber volle Sicherheit gewinnen. Denn die Nerven sind an solchen frischen Osmiumpräparaten nur schwer zu sehen; nur die dickeren Stämme präsentiren sich kennbar als eigenthümlich graugefärbte Massen, die feinen Fasern sammt ihren Ganglienzellen sind äusserst blass, und da sie ausserdem natürlich nicht in einer Ebne laufen, so vermindert grade die zunehmende Feinheit des Schnittes die Chancen, ihnen auf weitere Strecken zu folgen.

Um dem abzuhelpen, giebt es ein einfaches Mittel: die Zeit. Vor einigen Monaten hatte ich, beim Verlassen des Seestrandes, in Osmium gehärtete Theile von Mollusken theils in Alkohol, theils

in 5 procentigem Chromkali mitgenommen. Sie zeigen jetzt, vermuthlich beruhend auf nach und nach verstärkter Metallreduction, ein von den frischen äusserst verschiedenes Ansehen. Alle Gewebstheile, ohne dass ihre Formen gelitten hätten, treten weit schärfer und dunkler hervor, und vor Allem gilt das von den Nerven. An den Alkoholpräparaten sind Fasern wie Ganglienzellen dunkelbraungrau, feinpunctirt; an den Chromkaliobjecten ist die Substanz Beider blass geblieben, aber durchweg so regelmässig feinkörnig geworden, dass sie dadurch schon mit Hartnack VII, 1 deutlich zu verfolgen sind. Diese Behandlung kann für dies Object in der That einen völligen Ersatz für die Goldmethode liefern. Die Ganglienzellen sind in dem Chromkali etwas gequollen; und man könnte fast zweifeln, ob diese ausgebreiteten, körnigen Massen (Fig. 16) wirklich Nerven darstellen, wenn nicht ein vergleichender Blick auf ein Goldpräparat (Fig. 15) sofort lehrte, dass sie in der Substanz der Zacke ganz denselben Ort einnehmen, wie dort die gefärbten und etwas geschrumpften Nerven.

Ein Schnitt aus solchem Chromkalipräparat zeigt zunächst (Fig. 16) die Ausbreitung der Nerven bis an's Epithel, ganz wie in dem vergoldeten Object. Ferner sind an ihm — an Alkoholpräparaten nicht immer — noch nach dieser monatelangen Aufbewahrung die Wimpern, wie auch zahlreiche Haarbündel der Pinselzellen völlig schön erhalten. Geht man von einem solchen Haarbündel, den Contouren seiner Zelle folgend, durch das Epithel nach abwärts, so kommt man auf eine jener terminalen, blassen körnigen Nervenausläufer. Die Meisten derselben haben dicht unter den Füßen des Epithels ihre letzte Zelle eingelagert und dann findet sich auch kein Kern sonst, welcher der Pinselzelle entspräche; es wird also jene letzte Nervenzelle als der verdickte Kerntheil des Neuroepithels anzusprechen sein. — Nur die Minderzahl der Endfasern ist ohne eingelagerte Ganglienzellen, und dies erklärt mir jetzt auch, warum ich an Macerationsobjecten immer nur einzelne der Pinselzellen an ihrer Faser lang hervorzerren konnte (s. a. a. O. p. 422): Wo die Faser durch eingesprengte Ganglienzellen im Gewebe fixirt ist, konnte sie sich natürlich nicht durch blosses Klopfen auf's Deckglas isoliren lassen.

Es scheint mir nach dem, was wenige Wochen lehren konnten, dass auch bei Aufbewahrung der Osmiumpräparate in Wasser und verdünntem Glycerin jenes Nachdunkeln, und Deutlicherwerden der

Nerven eintritt. Die Erhaltung des Epithels zeigt sich aber hier weit mangelhafter, als an den Objecten aus Kali bichromicum.

---

Als Nachtrag zu früheren Angaben über die pinselförmigen Zellen kann ich noch bemerken, dass bei der einzigen Opisthobranchierin, deren ich bis jetzt habhaft werden konnte, *Eolis exigua*, dieselben sich ganz ebenso verhalten, wie ich sie bei Accphalen, Prosobranchiern und Pulmonaten beschrieben habe; sie finden sich vorwiegend häufig an den Fühlern, dem Fuss und auch an den Kiemenzöttchen, sind sehr klein, aber deutlich mehrhaarig und von ganz ähnlichen Formen wie bei den Prosobranchiern. — Von becherförmigen Organen, welche Boll an den Fühlern und Mantelrändern von Eolidiern und Doridiern beschreibt, findet sich bei *Eolis exigua* Nichts, ebenso wenig habe ich solche noch bei andern Mollusken entdecken können <sup>1)</sup>.

Ein sehr schönes Object, um das Durchdringen der Härchen durch den Cuticularsaum zu constatiren, bieten die flimmerlosen Siphopapillen der Herzmuschel (*Cardium edule*), Fig 20. Man kann an diesen, wenn man sie frisch abgeschnitten betrachtet, jedes einzelne der Härchen durch die äusserst klare, breite Cuticula und noch zwischen die Epithelzellen hinein verfolgen. Die Härchen stehen hier nur sehr wenig über den Saum hervor und bilden so einen Uebergang zu dem Verhalten bei den Myaceen, wo (a. a. O. p. 430) die Spitzen der Haare jenen gar nicht überragen — beide Muschelarten leben im Sand und ihre Siphonen sind steten mechanischen Insulten ausgesetzt.

---

Physiologische Rückblicke. 1. Ich kann nicht bezweifeln, dass die Pinselzellen der Wassermollusken, und die jetzt beschriebenen Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten ein-

---

1) An den kleineren, äusseren Zacken des Mantelrandes bei den Lamellibranchiern (Fig. 14 z') glaubte ich anfangs solche zu sehen; hier stehen an der Zackenspitze immer nur je einige grosse Haarzellen und zwar oft so dicht an einander, dass ihre Haarpinsel nur ein dickes Bündel auszumachen scheinen und ihre Leiber sich ebenfalls wie ein einziges Zellenbündel zwischen dem Epithel ausnehmen. Die Isolation zeigt jedoch, dass sie von den Pinselzellen anderer Orte nicht verschieden sind.

ander entsprechende Dinge sind: ausser ihrer Verbreitung lehrt dies schon der Uebergang zwischen Beiden am Fussrande der Landschnecken; beide gemeinsam kann man unter dem Namen Haarzellen begreifen. Was sich für die Deutung derselben ergibt, lässt sich in wenige Sätze zusammenfassen.

Die ganze Fläche des Molluskenkörpers ist empfindlich gegen Gefühls- und Temperatureindrücke, an der ganzen Fläche desselben kommen in reichlicher Verbreitung die Haarzellen vor. Einzelne Körpertheile sind besonders empfänglich für jene Eindrücke; an ihnen treten die Haarzellen in besonderer Menge auf.

Bei den luftlebigen Landmollusken dringen die Haarspitzen der Zellen an den meisten Orten nicht über die Cuticula hervor; bei den Wasserweichthieren, von welche es a priori wahrscheinlich ist, dass ihnen Wahrnehmung der Bewegungen des Wassers und dessen, was darin suspendirt ist, von Werth sein muss, ragen sie über dieselbe hinaus; und zwar constant, und am Weitesten bei den eingeschalteten Acephalen, welchen fast nur auf letzterem Wege Gefühlseindrücke zukommen können.

Die Haarzellen hängen mit Nervenfasern zusammen.

Ausser ihnen finden sich in der Haut der Weichthiere keine Neuroepithelien von nur annähernd so grosser Verbreitung.

Aus alledem ziehe ich den Schluss, dass die Haarzellen die Endgebilde der sensiblen Hautnerven, die Gefühlszellen der Mollusken sind <sup>1)</sup>.

1) Wir werden nie sagen können, ob die »Qualität« der Sinnesempfindungen bei anderen und namentlich bei wirbellosen Thieren der unsrigen ganz entsprechend ist. Schon deshalb ist gewiss die Methode verfehlt, welche die Zootomie einer früheren Periode einschlug: von unseren Sinnen ausgehend, nach den Organen derselben bei allen niederen Thieren zu suchen; und ich mache diese Anmerkung, um mich nicht dem Vorwurf auszusetzen, dass ich denselben Weg gehe. Die Sinnesorgane müssen sich, wie alle anderen, durch Anpassung und Vererbung gebildet und ausgebildet haben; und es muss für jedes derselben in der Thierreihe Typen geben, bei welchen es noch fehlt und auf Typen, bei welchen es eben in primitivster Form auftritt: die Formen der Gesichts- und Gehörorgane gerade bei den Mollusken liefern dafür den schönsten Anhalt.

Aber durch die oben angeführten Momente scheint mir die Deutung der Haarzellen als Gefühlszellen hinlänglich gerechtfertigt; die Wahrneh-

2. An den Fühlern der Wasser-bewohnenden Pulmonaten finde ich, wo ich noch untersuchte, keine anderen Neuroepithelien, als Haarzellen. Die Nervenausbreitung in diesen Körpertheilen ist ganz analog derjenigen, welche für die Mantelrandzacken der Lamellibranchiaten (Fig. 15) geschildert wurde.

Die oberen und unteren Fühler der Landpulmonaten, auch anatomisch sehr abweichend gebaut, werden versorgt von einem Nerven, welcher relativ mindestens viermal stärker ist, als bei den Fühlern der Wasserschnecken. Dieser Nerv tritt in den Fühlerendknopf, mehr als 8mal mächtiger als der aus ihm entspringende Nerv. opticus, nimmt eine mächtige und eigenthümliche Ganglienausbreitung und seine Fasern endigen, zwischen einem besonders geformten Epithel, in Sinneszellen, welche durch ihre Kleinheit und ihr auf die Fühlerendplatte localisirtes Vorkommen wesentlich von den Haarzellen abweichen.

Am übrigen Körper der Landpulmonaten finden sich die Haarzellen in einer Form und Verbreitung, welche der bei den Wasserthieren vorhandenen durchaus entspricht.

Ich schliesse daraus, dass die Landschneckenfühler höchst wahrscheinlich einer anderen, als der Gefühlsfunction dienen. — Ich schliesse dies um so mehr, weil die Beobachtung des lebenden Thiers ergibt, dass ein wirkliches Tasten mit dem Fühlerknopf nicht vorgenommen wird, dass vielmehr das Thier jede mechanische Berührung desselben ängstlich zu scheuen scheint. (Vgl. meinen o. c. Aufsatz p. 440 und Blainville's Angaben bei Moquin-Tandon (l. c. p. 154).

Welche Function die Fühlerknöpfe haben, kann nur das physiologische Experiment ermitteln. Moquin-Tandon (l. c.) hat diesen Weg betreten: er fand, dass Schnecken (*Arion*) mit abge-

---

mung, dass viele Mollusken mit den Körpertheilen entschieden activ tasten, an welchen diese und nur diese Neuroepithelien in besonderer Menge vorkommen, scheint mir keinen Zweifel zu lassen.

Dass dieselben in der Function mit den haartragenden Zellen übereinkommen könnten, welche F. E. Schulze in den Seitenorganen der Fische und Amphibien, für die Perception von Wasserwellen kennen gelehrt hat, glaube ich nicht annehmen zu können, einmal wegen ihres Vorkommens auch bei Landmollusken, und dann wegen der so sehr wechselnden Länge ihrer Haare, deren constantes Mass bei jenen anderen gerade eine Hauptstütze für ihre Natur als Wellensinnorgane abgibt.

schnittenen grossen Fühlern, welche er hungern liess, sich später der gebotenen stark riechenden Nahrung nicht näherten, wenn er diese in einiger Entfernung hinlegte, dieselbe aber sofort verzehrten, sobald sie an den Mund gebracht wurde. Er schloss daraus, dass die oberen Fühler Geruchsorgane seien. Trotz der Ausstellungen, die von deutschen Forschern gegen M.s Versuche gemacht wurden (s. Bronn u. Keferstein l. c.), kann ich nicht finden, weshalb dieselben so durchaus unbeweisend sind. Nur muss man jedenfalls auch den unteren Fühlern, die den oberen völlig gleich gebaut sind, dieselbe Function wie diesen zuschreiben.

Es kommt hier jedoch noch das von Semper gefundene, lappige und nervenreiche Organ am Schlundkopfe in Frage, welches der Entdecker, wenn schon durchaus vermuthungsweise, als Geruchsorgan ansprach. Eine genauere histiologische Untersuchung derselben konnte ich aus Mangel frischen Materials noch nicht vornehmen. Bei ihrer freien Lage am Körper, und bei dem fortwährenden Herumsuchen in der Luft, welches mit ihnen ausgeführt wird, scheinen die Fühlerknöpfe immerhin mehr für eine Riechfunction qualificirt, als jenes Organ, dessen Epithelüberzug ziemlich versteckt in der Grube neben und unter dem Munde liegt.

---

#### A n h a n g.

Ein Blick auf das Verhältniss der oben erwähnten Becherzellen der Landmollusken zum Bindegewebe scheint mir eine kleine Abschweifung zu lohnen.

Das Epithel der Schneckenhaut liegt auf einer eigenthümlichen Art spongiöser Binde substanz — ich brauche den treffenden M. Schultze'schen Ausdruck statt des gebräuchlichen: „adenoiden“; — ein Gewebe, welches innerhalb des Molluskentypus eine so grosse, ja so durchaus vorherrschende Verbreitung hat, dass ich überrascht war, es in den bisherigen Untersuchungen<sup>1)</sup> nur für einzelne Orte

---

1) S. Boll a. a. O. Das Gewebe des Zungenknorpels von *Pterotrachea* (p. 11, F. 4) scheint wenigstens dem hier in Frage kommenden sehr nahe zu correspondiren; auch die aus der Haut von Heteropoden mitgetheilten Bilder (F. 2 u. 3) würden sich dessen Schema anreihen, wenn man die verästelten Zellen mit ihren Ausläufern als continuirliches spongiöses Netz — oder Andeutung eines solchen — fasst, in dessen Maschen die runden liegen.



erwähnt zu finden; — und dass ich sagen darf, es drückt den Bindesubstanzen der Mollusken einen eigenthümlichen Typus auf. Es kommt fast ganz überein mit dem Gewebe, das F. E. Schulze (Ztsch. f. wiss. Zool. Bd. XII, 1862. 177) aus dem Tunicatenmantel beschreibt. Man trifft es, in mehr oder minder typischer Form, fast, wo man nur suchen mag, bei Acephalen wie Cephalophoren; ein Specimen davon stellt jede muskellose Stelle des Lamellibranchiermantels dar, wie ich sie in Fig. 18 zeichne: es ist ein Netz zarter, stellenweis selbst linienartig dünner Bälkchen, in — oder an — deren Knotenpunkten hie und da Kerne mit wenig Protoplasma liegen; in jedem Maschenraum aber und meist ihn ganz ausfüllend, steckt eine grosse, runde, blasse Zelle mit kleinem Kern. Das Bild erinnert in der That an pflanzliche Gewebe. Ich kann noch nicht entscheiden, ob um jede Masche eine geschlossene Kapsel, oder nur ein Korb von Balken gleich den Boll'schen Körben in den Drüsen sich ausspannt.

Unter diesen Typus stellt sich nun auch, nur weniger prägnant, das Hautbindegewebe der Cephalophoren. Und die grossen blasigen Schleimdrüsenzellen, deren oben gedacht wurde, sind nichts Anderes als subepithelial gelegene, ausgeweitete Maschenräume dieses Netzes: überall auch tiefer im Gewebe finden sich massenweis solche, nicht mit der Oberfläche direct communicirende blasige Räume, jeder gefüllt mit einem Gebilde, das dem Inhalt der Schleimdrüsen durchaus conform ist: einer Zelle, reducirt auf einen Kern oft mit einem Hof dichterem Protoplasmas, in ihrem Umfang aber umgewandelt bald in eine feinkörnige, bald in eine helle ganz homogen erscheinende Masse, die öfter, besonders an Osmiumpräparaten, mechanisch — durch Druck — in zahllose kleine Sechsecke abgefurcht erscheint. Es giebt durchaus keinen Unterschied zwischen solchen tieferliegenden Zellen des Bindegewebes und zwischen den ausmündenden Drüsenzellen. In den Balken, welche die Taschen umgeben, und welche auch hier kleinere (Fig. 12, 13 z') Zellen tragen, laufen die Muskeln und in den tiefern Hautschichten wird deren Auftreten so überwiegend, dass, um ein Bild zu brauchen, die Maschen des Netzes durch sie erdrückt werden; es zeigt sich hier wenig mehr von grös-

---

Doch fehlt mir das Material, um darin über die blosse Vermuthung hinauszugehen.

seren zellenhaltigen Hohlräumen und der ganze Typus erscheint mehr verwischt.

Die Schleimdrüsenzellen sind also vollständige Aequivalente der Zellen, welche die Maschenräume der Bindesubstanz erfüllen; öfter sieht man auch deutlich mehrere der Letzteren mit einer ausmündenden Drüsenzelle zusammenhängen. — Eine vollständige Analogie ergiebt sich bei den einzelligen Drüsen, welche ich oben (pag. 456) an der innern Fläche des Acephalenmantels beschrieb; so sehr verschieden sie auch an den Goldpräparaten (Fig. 15) von den blassen grossen Zellen im Bindegewebe sich darstellen. Diese Goldfärbung scheint eben nur denjenigen Zellinhalt zu treffen, der schon eine Schleimmetamorphose eingegangen ist; an frischen wie an Osmiumpräparaten (Fig. 16) erscheinen die Drüsen blass und stellen sich ohne Weiteres gleichwerthig mit den Zellen, welche die Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 18 und 19) ausfüllen. Den Zusammenhang der Drüsen mit Becherzellen habe ich schon erwähnt und in Fig. 16 gezeichnet.

Die Becherzellen, in welche die Schleimdrüsenzellen der Pulmonatenhaut übergehen (diese Zusammengehörigkeit Beider wurde, w. o. erwähnt, von M. Schultze, Marchi und Boll bereits erkannt) [s. pag. 452], besitzen jedenfalls ihre eigene Wandung im Epithel (Fig. 12, 13) — deswegen nenne ich sie noch Becherzellen —, der Kern scheint jedoch stets geschwunden zu sein.

Ich kann nach dem Gesagten die Auffassung früherer Beobachter nicht ganz theilen, nach welcher die Drüse selbst eine Becherzelle ist. Wenn der Becher innerhalb des Epithels eine eigene Zelle darstellt, so kann man nicht die ganze in ihn mündende Schleimzelle als Becherzelle auffassen; wollte man aber auch den im Epithel liegenden Hohl Schlauch lediglich als Verlängerung der Wand der Schleimzelle ansehen — was ~~nur~~ nicht thunlich scheint, denn wir wissen von keinen bindegewebigen Elementen innerhalb des Epithelgewebes — so kann die Schleimzelle doch nie ein wahrer Becher heissen, weil sie nach dem Obigen kein epitheliales Gebilde darstellt.

Es ist also, wenn nicht allein, so doch vorwiegend, die Zelle des Bindegewebes, die durch Metamorphose ihres Leibes die Massen von Schleim producirt, mit welchen die Haut der Landschnecken sich zu decken vermag; ja da die Maschen der Bindesubstanz mit den ausmündenden Zellen communiciren, so kann man

sagen, dass das ganze subepitheliale Bindegewebe an dieser Art der Schleimsecretion beteiligt ist.

Die Farbdrüsenzellen aber<sup>1)</sup> communiciren nicht mit den Maschenräumen des Bindegewebsnetzes, sondern ihre Verlängerungen erstrecken sich innerhalb der Balken des Letzteren. In diese hinein, zwischen den Muskeln, ziehen sich von ihnen aus oft noch weit die körnigen, unregelmässig geballten Massen des Farbstoffs (Fig. 12, 11). Viele erscheinen, ganz wie auch Boll sie zeichnet, als bauchige unten sackförmig abgeschlossene, öfter deutlich kernhaltige Figuren; bei Manchen jedoch zieht sich vom Grunde des Sackes noch ein schmalerer farbstoffführender Gang weiter nach einwärts. (Vgl. Fig. 11 und 12.) Wie tief dieser Gang ins Gewebe dringt, ob er einem geschlossenen, zu den Bindegewebszellen der Balken in Beziehung stehenden Canalsystem angehört, kann ich noch nicht entscheiden.

Die Mündungsschläuche dieser Farbdrüsen im Epithel — diese allein kann ich auch hier als Becherzellen auffassen — markiren sich sehr deutlich, indem der Farbstoff durch das Härtungsmittel festgeworden, in Gestalt eines Zapfens auch nach abgefallenem Cylinderepithel hervorragt (Fig. 11, 12); auch die Umhüllung dieses Zapfens durch eine zarte Wandung lässt sich mit stärkeren Systemen zuweilen sehen. Der Farbstoff ist bei *Helix pomatia* goldgelb, bei *Arion* (rothbraune Varietät) dunkelorange. Ueberall wo die Drüsen auftreten, enthält die Haut auch anderweitig mehr oder weniger dunkleres Pigment (am ausgesprochensten bei den schwarzen Nacktschnecken); während, wo dies nicht vorkommt, z. B. bei den kleinen blassen *Helix*-arten, auch die Farbdrüsen mir völlig zu fehlen scheinen.

Was den Zusammenhang der Drüsenzellen, namentlich der Schleimzellen mit den Bechern anlangt, so nehme ich natürlich nicht an, dass derselbe ein ab embryone datirender — was mit unsern heutigen entwicklungsgeschichtlichen Ansichten kaum vereinbar wäre — sondern dass er ein physiologisch zu Stande gekommener, und vielleicht ein intra vitam fortwährend auf's Neue sich bildender ist; wie ich auch nach Allem, was ich über die Becherzellen der Mollusken gesehen, annehmen muss, dass deren Entstehung aus Cy-

---

1) Von Semper schon (a. a. O.) als einzellige Drüsen beschrieben; von Boll (p. 56) zuerst als Becherzellen aufgefasst.

linder- und Flimmerzellen ein fortwährend erneuter, physiologischer Vorgang ist. Es thut das selbstverständlich der Individualität der einmal gebildeten Becher, und den darüber von F. E. Schulze<sup>1)</sup> und Eimer<sup>2)</sup> aufgestellten Ansichten keinen Eintrag, würde sich vielmehr damit, z. B. mit den Ausführungen Eimer's a. a. O. pag. 53—55, sehr wohl vereinigen lassen. — Volle Entscheidung dieser Fragen kann jedoch erst auf Grund von Untersuchungen erfolgen, welche auch für andere Orte das Verhalten der Becher zum Bindegewebe in klareres Licht stellen.

Amsterdam, d. 3. Februar 1870.

---

Nachtrag. Nachdem die vorstehende Arbeit sich schon einige Zeit in den Händen der Redaction befand, erhielt ich Kenntniss von einer, den Gegenstand meines Abschnittes 1. behandelnden Dissertation C. Velten's (*De sensu olfactus gasteropodum diss.*, Bonn. 1865), welche bis jetzt meiner Bekanntschaft sich entzogen hatte, da sie nur als lat. Dissertation gedruckt, und meines Wissens nur in Wiegmann's Archiv (22. 5. Jg. Heft V p. 227), mit sehr kurzen Worten citirt ist. Ich glaube dieselbe nachträglich erwähnen zu sollen, da meine Resultate über die Schneckenfühler wenigstens zu einem Theil mit denen, zu welchen der Vf. gelangt ist, übereinkommen; übrigens werden meine Angaben in keiner Weise durch letztere alterirt. — Velten ist der Ansicht, dass, wie auch ich es glaube, die obern und untern Fühler der Landgasteropoden Geruchsorgane sind; aber ausserdem vindicirt er dieselbe Function auch den Tentakeln sämtlicher Wassergasteropoden. Er stützt sich dabei nicht auf eigene anatomische Untersuchungen — das Wenige, was er über die Endigung der Fühlernerven sagt (p. 13), ist weder für die Function von Belang noch richtig<sup>3)</sup>, übrigens durch die schon citirten Angaben

---

1) Epithel- und Drüsenzellen. Dies. Arch. Bd. III.

2) Ueber Becherzellen. Virch. Arch. Bd. 42.

3) V. lässt von dem Ganglion vier »Nerven« entspringen, die sich unter fortgehender gabeliger Theilung bis unter die »Riechhaut« (*cutis pituitosa*) des Knopfes verästeln. Wenn, wie ich nicht bezweifeln kann, Vf. ebenso wie Keferstein mit diesen vom Ganglion ausgehenden Nerven jene dicken Züge von Nervenmasse gemeint hat, welche ich als in das Ganglienstratum dringend beschrieben habe; so verweise ich für meine Darstellung ihrer Zahl und Thei-

Keferstein's überholt (vgl. oben), und die Beobachtungen Moquin-Tandon's und Lespés', auf welchen er ausserdem fusst, können heute keinen histiologischen Werth beanspruchen: nach Lespés (Journ. de Conchyliolog. 1852, 301) liegt unter der Haut des Fühlerknopfs eine (ich citire nach Velten, da mir das Journal nicht zugänglich war) »Compages granosa, veram continens olfactus membranam« (vielleicht ist hier das Ganglienstratum missdeutet), in welcher die Nerven (bei *Zonites candidissimus*) schlingenförmig enden sollen. Von mehr Interesse ist, dass dagegen Moquin-Tandon (Mollusques de France. Bd. 1. p. 127) bei *Helix pisana* eine Endanschwellung der Nerven zu runden Läppchen gesehen zu haben angiebt; ich vermute danach, dass er hier die rundlichen Lager der Nervenmasse in dem Ganglienstratum vor sich hatte, welche ich beschreibe. — Ueber das Epithel äussert sich weder Velten noch einer der von ihm citirten Autoren.

Wenn Velten in diesen von ihm besprochenen anatomischen Verhältnissen Analogien mit den Geruchsorganen der höheren Thiere entdeckt, durch welche er sich allein schon berechtigt glaubt, die Fühler als Geruchsorgane zu betrachten<sup>2)</sup>, so verliere ich darüber keine Worte. Ich habe selbst unterlassen, den Umstand für diese Ansicht zu verwerthen, ja nur zu erwähnen, dass die von mir beschriebenen Endzellen (Kölbchen) der Fühlernerven grosse Formähnlichkeit mit manchen Riechzellen von Wirbelthieren zeigen; weil ich überzeugt bin, dass in solchen Fällen auch die grösste morphologische Uebereinstimmung keinen Beweis abgeben kann.

Den Hauptwerth der V.'schen Arbeit finde ich jedoch in den physiologischen Experimenten, welche der Autor (p. 14) in exacterer Weise als Moquin-Tandon angestellt hat. Er thut, meiner Ansicht nach, völlig überzeugend dar, dass Schnecken mit erhaltenen Fühlern dieselben bei Näherung starkkriechender Flüssigkeiten (Wein-

---

lung auf meine Fig. 1 und 2. Ich begreife kaum, wie die Beobachter hier lediglich von »drei bis vier Nerven, die vom Ganglion ausstrahlen«, reden konnten; und muss fast annehmen, dass sie nur die Züge gezählt haben, welche gerade in ihren Längsschnitt gefallen waren.

2) p. 13, wörtlich: »Hic (bei den Gasteropoden) enim non minus quam in superioribus animalibus pituitosa reperitur membrana, in cavo quodam (?) extenta, in qua nervus multifariam dispersus ad centrale organum ducit. Quapropter anatomiae legibus satis probatum (!) videtur, horum tentaculorum nodum olfactus sedem esse.«

geist, Petroleum, Terpentinöl) eilig bergen, dass sie auch noch nach Abschneiden der obern Fühler die Flüssigkeiten vermeiden, dass sie aber der obern und untern Fühler beraubt, blindlings in die Tropfen der Medien hineinkriechen. — Dieser Art der Beweisführung zolle ich die vollste Anerkennung.

Dagegen kann ich Alles, was V. für die Riechfunction der Fühler bei den Wassergasteropoden anführt, in das Reich der Phantasie oder der unbegründeten Hypothese verweisen. Der Fühlernerv ist dort, wie V. selbst zugiebt, sehr viel schwächer wie bei den Landschnecken; das Ganglion fehlt, die Nervenverästelung ist ähnlich wie ich sie auf Taf. XXVI von der Mantelzacke des *Mytilus* darstellte, und endigt, wie ich zeigte, in den hinreichend besprochenen Haarzellen — das Ganze hat gar keine Analogie mit dem eigenthümlichen Endapparat bei den Landpulmonaten. V. suchte für seine Ansicht hier die »Stacheln« zu verwerthen, welche von Claparède bei *Neritina* und von Leydig bei *Lymnaeus* an den Fühlern beschrieben waren, er sieht in ihnen Endorgane der Geruchsnerven, indem er sie mit den von Leydig früher an den Antennen der Crustaceen beschriebenen Gebilden<sup>1)</sup> in Analogie bringt. Nach Allem, was ich im Obigen und Früheren über Verbreitung und Geltung der haartragenden Zellen feststellen konnte, glaube ich nicht auf dies Beweismoment noch viel entgegen zu brauchen. Wenn man nicht annehmen will, dass die ganze Oberfläche der Mollusken riecht, und dass diese Function bei ihnen die vorwiegende Sinnesfunction ist: so kann man die Haarbündel auch nicht als Riechhärchen betrachten, da sie überall am Körper und nur besonders häufig an den Fühlern vorkommen. — Ich habe schon früher darauf hingewiesen und betone nochmals, dass man die Wasserschnecken mit ihren Fühlern fortwährend und sehr angelegentlich — in ganz anderer Weise wie die Landpulmonaten — feste Gegenstände berühren und bestreichen sieht. Diesen Punct lässt V. unerwähnt; führt aber, als Beweis gegen eine feinere Tastfunction der Fühler, statt dessen die Beobachtung an (p. 20), dass *Lymnäen* »bei Berührung des Glases oder der Flüssigkeit, worin sie schwimmen, nicht immer sofort die Fühler einziehen« — das heisst doch wahrlich viel verlangt. Conjecturen, welche lediglich

---

1) Müll. Arch. 1857. p. 130.

auf dergleichen Raisonsnements und auf sehr gezwungene anatomische Vergleiche gestützt werden, entziehen sich von selbst einer weiteren wissenschaftlichen Erörterung.

Schliesslich muss ich die einzige eigene histologische Angabe, die Vf. noch macht, ebenfalls bestreiten. Er findet (p. 19) gegenüber Claparède und mit Moquin-Tandon, dass die Fühler von *Neritina fluviatilis* »ciliis tecta« seien; ich habe früher (l. s. c. p. 130 Anm.) angegeben, dass sie flimmerlos sind. Die Sache ist insofern von Interesse und ich erwähne sie darum, weil *Neritina* und *Ancylus* von den bis jetzt darauf untersuchten Prosobranchiern wirklich die einzigen zu sein scheinen, die wimperlose Fühler tragen. Man könnte deshalb an individuelle oder geographische Verschiedenheiten denken, namentlich da am Fuss der Fühler, wie ich l. c. anführte, öfter kleine flimmernde Inseln vorkommen. Jedoch da mehr als 20 von mir untersuchte *Neritinen*, und zwar sowohl aus dem Süsswasser der Warnow wie aus dem Brackwasser an der Ostsee, sich hierin durchaus übereinstimmend verhielten, nämlich flimmerlos, mit völlig glattem Cuticularsaum; und da Claparède an anderem Beobachtungsort zu eben demselben Resultate gekommen ist, so muss ich meine Angabe durchaus aufrecht halten.

Amsterdam, den 2. März 1870.

#### Erklärung der Taf. XXV u. XXVI.

Fig. 1 bis 10. (Fühler von *Helix pomatia* und *nemoralis*) bedeuten die Buchstaben:

- M. R. — Musculus Retractor.
- N. m. — Nervenmasse des Ganglion.
- G. s. — Ganglienstratum desselben.
- V. E. — Vorderes (Nerven-) Epithel.
- O. — Auge.
- N. — Fühlernerv.
- H. — Fühlerraum.

1. Grosser Fühler von *Helix pomatia*, Längsschnitt, quer gegen die Augenfurche.

m. Längsmuskeln der Fühlerhaut, mq. Ringmuskeln derselben im Querschnitt; e. Epithel derselben. z körnige Zellen (s. pag. 444) z, Binde substanz mit grossen, hellen Zellen um den Nerven (pag. 445); das übrige Bindegewebe zwischen Nerv und Muskel (pag. 13) ist nicht mit angegeben.

c Cornea, l Lager der Nervenmasse. — Osmiumpräparat, Hartnack IV, 1 eing. Tubus.

Fig. 2. Querschnitt durch den Fühlerknopf, etwa in der Richtung des Pfeils in Fig. 1. Bezeichnungen w. o. Von dem Hülsenmuskel sieht man nur den Querschnitt des Ansatzes am Auge, und einzelne zwischen der Ganglienmasse durchstrahlende Züge. Von der Mächtigkeit der Letzteren kann die Figur den besten Begriff geben. — Osmiumpräparat.

3. Schema des halbeingestülpten Fühlers (Vgl. pag. 441) im Längsschnitt.

4. Schema des Fühlerbaues nach Bronn und Keferstein (vgl. pag. 440). Die Querstriche bei v geben die Verwachsung an, welche nach diesen Angaben zwischen der »zurückgestülpten« und der äusseren Haut existiren soll.

5. Vorderes Epithel und Ganglienstratum, Osmiumpräparat, Hartn. IX à im. 3. (vgl. pag. 448). Zwischen den zu dunkeln Strängen geschrumpften Cylinderzellen 4 Becher (b b), zwei mit, einer ohne Kern, einer mit körnigem Inhalt. Zwischen je zwei Cylindern stellen sich die Kölbchen meist nur als Schattenstriche dar, am Rande bei k sind einige herausgesplittert. Ihnen entsprechend bei hh glänzende Striche durch den sehr stark gestreiften Cuticularsaum cu. r das pigmentirte und durch die Osmiumsäure durchweg dunkelgefärbte spongiöse Bindegewebsnetz, g spindelförmige Ganglienzellen, n Nervenfasern zwischen das Epithel laufend, m subepitheliale Muskeln.

6. Durch Maceration (Kal. bichrom. 2% 1 Th., Jodserum 9 Th., 5 Tage) dargestellte Endkölbchen vom grossen Fühler von *Helix nemoralis*, b wahrscheinlich eingerissener Mantel einer Becherzelle. Im Gewebe sieht man das pigmentirte Zellennetz. X à imm. 1.

7. *Helix pomatia*. Durch einen feinen Flachschnitt ist die äusserste Kappe des Fühlerknopfs abgetragen, im rechten Theil nur der Cuticularsaum, im linken die obersten Theile der Cylinderzellen mit gefasst (vgl. pag. 449), b Becherlumina, e Querschnitte von Cylinderzellen durchschimmernd h optische Querschnitte der Kölbchenenden. Die feinste Punctirung entspricht der Streifung des Cuticularsaums. IX à imm. 3. — Osmium.

8. Isolirte Cylinderzellen aus dem vordern Epithel mit sehr stark streifigem Cuticularsaum. b eine verunstaltete Becherzelle, k ansitzende und frei herumschwimmende Kölbchen, g anhängende Ganglienzelle. Osmium-Chromkali. IX à imm. 1.

9. Ganglienzelle, a aus dem mehr centralen, b, c, d aus dem peripherischen Theil des Ganglion. a, b, c Osmium-Chromkali, d Jodserum. IX à imm. 3.

10. Aus der Peripherie des Fühlerganglion, nm die sehr feinstreifige und körnige Nervenmasse, gs Ganglienzellen z. Th. mit erhaltenen Ausläufern. IX à imm. 1. Osmium-Chromkali.

11. Die Hälfte eines Querschnittes durch den Stiel des kleinen Fühlers von *Helix pomatia*, etwas vor der Mitte, Kali bichrom. — e Cylinderepithel,



bei e' herausgesplittert, h Haarzellen, f Farbdrüsenzellen, m Muskeln im Quer-, m' im Schräg- und Längsschnitt, dicht unter dem Epithel einige Kreisläufe, z grosse körnige Zellen mit ihren bis zum Epithel sich hinziehenden Ausläufern (vgl. pag. 453). VII. 1, eingeschobener Tubus.

Fig. 12. Schnitt aus der Rückenhaut von *Helix pomatia*. c Cylinderzellen, h Haarzellen, b Schleimbecher, f Farbbecher, d grosse Bindegewebszellen in Schleimdrüsenzellen umgewandelt (vgl. Anhang pag. 464), z grössere körnige Zellen, z' sogen. »freie Kerne«, kleine Zellen in den Maschen des Bindegewebsnetzes; m Muskeln, qm Querschnitte von solchen. IX à imm. 3.

13. Schnitt aus derselben Gegend, 4 Haarzellen mit Längsstreifung, 2 etwas verstümmelte Schleimbecher in Schleimzellen übergehend. XII à imm. 1. Bez. wie in der vor. Figur.

14. Schematischer Querschnitt des hinteren Mantelrandes von *Mytilus edulis* mit seiner Nervenaustrittsstelle n (vgl. pag. 455), i innere, a äussere Mantelfläche, z innerste am weitesten vorspringende, z' äussere kleinere Zacken, l am Schalenrande befestigter Saum, d Einzellige Drüsen der inneren Mantelfläche. 8fache Linearvergr.

15. Ebensolcher Schnitt durch eine Zacke (z vorige Fig.), Goldpräparat (vgl. pag. 455). Nerven der Zacke, N Hauptstamm, bei e sitzengeliebenes Epithel, m Muskeln nur durch Längsstriche angedeutet, d Drüsenzellen. VII. 1 eing. Tub.

16. Ebensolcher Schnitt, Osmium 2 p. c., in Kal. bichrom. 5 p. c. 5 Monate aufbewahrt. Epithel mit erhaltenen Wimpern und Haarbündeln h, bei b Becherzellen, n Nerven, d Drüsenzellschicht, einzelne derselben in Becherzellen zu verfolgen.

17. Feiner Schnitt durch das Epithel einer der kleinen Zacken an der Aussenseite des Mantelrandes, von ebensolchem Präparat. h Haarbündel der Pinselzellen, n Nerven zu diesen laufend, m Muskeln, z grosse Zellen in den Maschen der Bindesubstanz. XII à imm. 1.

18. Spongiöses Bindegewebe aus dem Mantel von *Mytilus edulis*. Osmium (vgl. pag. 463); die grossen Zellen in den Maschen sind graugefärbt und etwas geschrumpft, alle Kerne dunkel. m Muskeln. VII, 1.

19. Ebensolches, muskelloses Bindegewebe aus einem Kiemenstab der Muschel, lebend. Die grossen Zellen füllen hier die Maschen ganz, sind blass und kaum sichtbar, nur die Kerne deutlich. Tieferliegende Balken und Zellen mit blässeren Strichen angedeutet. VII, 1.

20. Fältchen von der Siphonpapille von *Cardium edule*, frisch. Die nur wenig vorragenden Härchen der Pinselzellen h sind einzeln durch den hellen Cuticularsaum und weiter zwischen die Cylinderzellen zu verfolgen. VII, 3.

Das gelbe Pigment in den Cylinderepithelien ist überall schwarz gezeichnet.