Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische.

I. Die Seitenorgane von Chimaera.

Von

B. Solger.

Hierzu Tafel VIII.

Wenn die Reihe von Untersuchungen der als Seitenorgane bezeichneten Hautsinneswerkzeuge, deren erster Abschnitt hier vorliegt, mit einer Schilderung des Befundes von Chimaera eröffnet wird, so involvirt dieses Beginnen, wie der Verfasser dieses Aufsatzes sich wohl bewusst ist, einen Verstoss gegen die Ordnung, an welcher eine streng methodische Vergleichung der Organe innerhalb des Wirbelthier-Stammes gegenwärtig festhalten muss. Amphioxus, und wenn hier, wie es wahrscheinlich ist, keine Anknüpfungspunkte sich finden sollten, die Cyclostomen würden an die Spitze der Betrachtung zu stellen sein, die dann zu den Selachiern und nun erst zu den Holocephalen, zu denen Chimaera gehört, sich wenden müsste. Denn bezüglich der Cyclostomen liegen bereits werthvolle, thatsächliche Nachweise vor, welche das Vorkommen ganz ähnlich gebauter Sinnesorgane auch innerhalb dieser Gruppe lehren, und die von Langerhans¹⁾ dazu benutzt werden, die Organe der Cyclostomen den Seitenorganen höherer Thiere vollkommen gleichzusetzen. Ich muss zu meinem grossen Bedauern gestehen, dass ich das an einer anderen Stelle²⁾ gegebene Versprechen, mich über die Auffassung dieser Bildungen äussern zu

1) P. Langerhans, Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Ber. der naturf. Gesellsch. zu Freiburg 1873.

2) Leopoldina XIV. 19—20.

wollen, zur Stunde noch nicht einzulösen im Stande bin, und zwar hielt ein rein äusserer Grund, der Mangel an hinreichend gut conservirtem Material, bisher mich davon ab. An Hinfälligkeit und Empfindlichkeit geben nämlich unsere Organe, und besonders gewisse nicht unwesentliche Anhänge derselben — darüber sind alle Untersucher einig — den denkbar zartesten Objecten histologischer Forschung Nichts nach, und daher sollte zur Aufhellung der hier noch strittigen oder dunkelen Punkte das Untersuchungsmaterial eigentlich ausschliesslich dem lebenden Thiere entnommen werden. Ein nicht unbeträchtlicher Theil der bisjetzt von mir untersuchten Selachier genügt nun in der That dieser Forderung, und dieser Punkt an sich böte keine Schwierigkeiten. Dennoch glaube ich es rechtfertigen zu können, dass ich mit der Schilderung der Seitenorgane von Chimära den Anfang mache. Denn wenn man auch bei Beurtheilung einer ganzen Reihe von Organen oder Organsystemen innerhalb der Abtheilung der Wirbelthiere die bei den Selachiern und besonders den Haien gegebenen Verhältnissen zu Grunde legen muss, für die Seitenorgane, d. h. die Sinnesorgane der Seitenlinie und ihrer Verzweigungen am Kopfe¹⁾ liegt die Sache anders. Bei den Holocephalen finden wir nämlich durchweg das Sinnespithel im Grunde einer dem Integumente eingebetteten Rinne, deren Ränder zwar nahe sich berühren können, nirgends aber bis zur Verschmelzung sich mit einander vereinigen. Wir haben es also bei Chimaera sowohl, wie bei Calorhynchus, dem zweiten Repräsentanten der Gruppe, mit einem Halbkanale zu thun, während bei den Selachiern der geschlossene Kanal die regelmässige Bildung vorstellt. Nur eine einzige Stelle am Körper eines Plagiostomen ist mir bekannt geworden, die gleichfalls noch die Rinnenform der Seitenlinie aufweist: es ist dieses die Schwanzgegend — das ganze Thier lag mir nicht vor — von *Echinorhinus spinosus*²⁾.

Es erhebt sich nun die Frage: Welches Verhalten stellt das Ursprünglichere dar, der Halbkanal oder der Kanal? Das entschei-

1) Die Lorenzini'sche Ampulle, die man mit den Seitenorganen früher als „Schleimkanäle“ zusammenfasste, lasse ich hier bei Seite.

2) Nach der von Herrn A. A. W. Hubrecht gütigst ausgeführten Bestimmung.

dende Wort zu sprechen wird vor Allem die Entwicklungsgeschichte befugt sein. Für die Selachier haben Semper und Balfour Angaben gemacht; nach ihnen entsteht aus einer soliden Epitheleinwachsung, die von der Epidermis aus in das Corium sich einsenkt, durch Dehiscenz der zelligen Elemente ein Epithelrohr, dessen später auftretende seitliche Oeffnungen in ähnlicher Weise wie das Lumen dieser Röhre, durch Weiterschreiten desselben Spaltungsvorgangs bis zur Oberfläche der Epidermis zu Stande kommen. Nach einem anderen Modus geht die Bildung des Seitenkanals der Knochenfische vor sich. F. E. Schulze schildert uns als erstes Stadium das Auftreten einer rinnenförmigen Einsenkung beider Hauptschichten des Intuments, deren Ränder dann in zweiter Linie bis auf gewisse offen bleibende Lücken mit einander verwachsen. Für die Holocephalen liegt entwicklungsgeschichtliches Material überhaupt nicht vor; wir sind daher auf die Abwägung wie Wahrscheinlichkeiten angewiesen. Nun springt aber die Uebereinstimmung des fertigen Zustandes von Chimaera mit dem rasch vorübergehenden rinnenförmigen Stadium des Seitenkanals der Knochenfische sofort in die Augen und stellt sich so, den Teleostiern gegenüber, als der ursprüngliche Zustand heraus. Aber ebenso auch den Selachiern gegenüber; denn das Vorkommen eines Halbkanals bei Echinorhinus darf dann ebenfalls als primitivere Einrichtung gelten, die hier sich noch erhalten, sonst aber allgemein dem abgeleiteten und überdies genetisch verschiedenen Zustand Platz gemacht hätte.

Während eines vom hohen Ministerium des Cultus zu Berlin mir geneigtest gestatteten Aufenthalts an der zoologischen Station zu Neapel war die zu dem selteneren Material zählende Chimaera nur in zwei Exemplaren vorgekommen; nur eines derselben, ein vollkommenen frisches, wurde zur Untersuchung, die ja nach Leydig's und Hubrecht's Arbeiten die gröberen Verhältnisse unberücksichtigt lassen konnte, für tauglich befunden. Mit dieser nothgedrungenen Beschränkung bitte ich die Lücken, welche diese Arbeit verunzieren, entschuldigen zu wollen; sie hätten nur durch fortwährende gleichzeitige Controle an frischen Objecten vermieden werden können.

Dem Leiter der Anstalt, Herrn Dr. Dohrn, sowie den Beamten derselben, besonders Herrn Dr. H. Eisig und Herrn Dr. P. Majer sage ich für die mannigfache liebenswürdige Unter-

stützung den herzlichsten Dank; nicht minder verpflichtet fühle ich mich durch die vielfache Förderung dieser Untersuchungen seitens der Directoren des Halle'schen anatomischen Instituts, den Herren Professoren Welcker und Steudener, sowie Herrn Hofrath Gegenbaur, was ich öffentlich zu bezeugen nicht unterlassen kann.

(Litteratur.) Seit Leydig's Arbeit¹⁾, die im Jahre 1851 die Resultate einer anatomischen und histologischen Untersuchung von *Chimaera* brachte, scheint der feinere Bau der Seitenorgane dieses Fisches nicht mehr zum Gegenstand der Forschung genommen worden zu sein. Da dieser Autor an frischem Materiale arbeitete, so wurden nicht nur die Formverhältnisse, sowie die Anordnung der Seitenlinie und ihrer Verzweigungen am Kopfe festgestellt, sondern auch der Versuch gemacht, in den histologischen Aufbau derselben einzudringen. Leydig suchte vor Allem nach den von ihm beim Kaulbarsch (*Acerina cernua*) entdeckten Endorganen, den „Nervenknöpfen“, freilich vergebens. „Doch möchte ich, fährt er fort, ihr Vorkommen noch nicht leugnen, da die Untersuchung der Schleimkanäle hier manche Schwierigkeiten bietet.“ Von dem auskleidenden Epithel meldet er, „dass es aus rundlichen, zarten, mit feinkörnigem Inhalt erfüllten Zellen besteht, die sich von den Epidermiszellen der äusseren Haut auf den ersten Blick unterscheiden lassen“ (l. c. S. 252).

Eine zweite, weit jüngere Publikation, die von A. A. W. Hubrecht veröffentlichten: „Beiträge zur Kenntniss des Kopfskeletes der Holocephalen“²⁾, berührt die Organe der Seitenlinie, da sie ganz andere Ziele sich gesteckt hatte, zwar nur vorübergehend und nur im Dienste ihrer Aufgabe; sie ist jedoch der Litteratur der Seitenorgane einzuverleiben, da in ihr weitere beachtenswerthe Angaben über das macroscopische Verhalten des für die Aufnahme der Sinnesorgane bestimmten Rinnen-Systems von *Chimaera* und *Calorhynchus*, die hier zu benutzen sein werden, nieder-

1) Leydig, Zur Anatomie und Histologie der *Chimaera monstrosa*, Müll. Arch. Jahrg. 1851, S. 241 ff.

2) Niederländisches Archiv f. Zool. B. 3. S. 155. 1876—77.

gelegt sind. Abbildungen des Verlaufs dieser Furchenlinien gaben beide Autoren, Leydig in seiner Histologie von Chimaera (Fig. 103, I und II) und Hubrecht von Chimaera (Tafel XVII. Fig. 5 und 6) und von Calorhynchus (Fig. 7).

Die Ramifikation der Halbkanäle des Kopfes von Chimaera, die, wie sonst allgemein, die unmittelbare Fortsetzung der einfachen Seitenlinie des Rumpfes bilden, wird von beiden Forschern im Wesentlichen übereinstimmend beschrieben und abgebildet; ich kann mich also darauf beschränken, die wichtigsten Züge ihrer Schilderung, die nur geringfügige individuelle und sexuelle Verschiedenheiten zu notiren hat, im Folgenden wiederzugeben.

Die Uebereinstimmung mit der Verzweigung des Kanalsystems am Kopfe der Teleostier ist nicht zu verkennen. Der einfache Stamm des Rumpfes spaltet sich hinter dem Auge in zwei Aeste, die nach ihrem weiteren Verlaufe als Supra- und Infraorbital-Ast bezeichnet werden. Ersterer anastomosirt zunächst in der Hinterhauptgegend, sodann an der Spitze der Schnauze mit dem der anderen Seite. Anastomosen sind auch sonst mehrfach vorhanden; so stellen die für die Schnauze bestimmten Verzweigungen des zweiten, des Infraorbitalastes, mit den entsprechenden Zügen der anderen Seite zusammen vollkommen geschlossene, direct ineinander übergehende Bogen dar. Ausserdem entsendet dieser Ast einen Ausläufer gegen den Unterkiefer hin und einen zweiten, der die Oberfläche des Kiemendeckels kreuzt. Den Verlauf der Seitenlinie des Rumpfes schildere ich mit Leydig's Worten: „Verfolgt man die Seitenlinie nach hinten, so gestaltet sich die Sache einfacher. Auf dem ganzen Wege nämlich findet keine Verzweigung statt, höchstens ändert die Richtung der Seitenlinie etwas ab, sie wendet sich am Ende der zweiten Rückenflosse, nachdem sie bisher der Rückenfläche näher als der Bauchfläche verlaufen ist, plötzlich nach unten und verläuft so bis in den feinen Schwanzfaden“ (l. c. S. 250).

Was Calorhynchus betrifft, so bedingt die abweichende Configuration der Schnauzenregion auch einige Modificationen im Verlaufe der für diesen Körpertheil bestimmten Halbkanäle; doch lässt sich das Bild ihrer Verzweigung ohne Schwierigkeit auf den bei Chimaera ausgeprägten Typus zurückführen. Wichtiger ist der Unterschied, den die Seitenkanäle beider Genera hinsichtlich ihrer Formverhältnisse in charakteristischer Weise

zur Geltung bringen. Chimaera besitzt zwei verschiedene Formen derselben; die eine und, wie ich gleich hinzufügen will, weiter verbreitete Form hat an allen Stellen ihres Verlaufes denselben Querdurchmesser; sie ist demnach überall von parallelen Rändern begrenzt, die übrigens, wegen ihres geringen Abstandes, fast bis zur gegenseitigen Berührung sich einander nähern (Fig. 1). Der Rumpf und der hintere Abschnitt des Kopfes ist ihr Verbreitungsgebiet, während die Schnauzengegend durch eine ziemlich auffallende Modification dieser ersten Form ausgezeichnet ist. Es characterisirt sich die zweite Art einmal durch grössere Tiefe der Rinne, ferner dadurch, dass die beiden Lippen des Halbkanals an bestimmten Stellen je einen halbrunden Ausschnitt erhalten; beide schliessen sich zu einer halbkugelähnlichen Vertiefung zusammen. Leydig (l. c. S. 251) gibt folgende genauere Schilderung: „Die Halbkanäle erweitern sich hier (an der Schnauze). in Abständen von zwei bis drei Linien zu rundlichen, zwei Linien im Durchmesser haltenden Oeffnungen, was der Rinne dann ein rosenkranzförmiges Aussehen verleiht.“ Fig. 2 dieser Arbeit giebt die soeben geschilderten Verhältnisse in natürlicher Grösse wieder.

Während somit die Halbkanäle der vordersten Kopfregion von Chimaera eine bemerkenswerthe Differenzirung aufweisen, hat Calorhynchus nach Hubrecht den indifferenten Zustand überall beibehalten. Ein besonderes Interesse würde jedoch dieses verschiedene Verhalten für's erste nicht beanspruchen können, wenn es sich nur um äusserliche Formuntersehiede der Rinnen handelte, ohne dass gleichzeitig auch der Bau der von ihnen umschlossenen Sinnesorgane modificirt wäre. Allein die Vergleichung zweier Querschnitte, von denen der eine der Schnauze, der andere dem Rumpfe entnommen ist, belehrt uns sofort, dass die Aenderung der äusseren Erscheinung nur der Ausdruck einer Differenzirung der gesammten Bildung ist. Das Endorgan selbst zeigt sich, im Einklange mit den Formverhältnissen der Halbkanäle, hier einfacher, dort complicirter gestaltet. Wenden wir diese Erfahrung auf Calorhynchus an, so kommen wir zu dem Schlusse, dass dem tropischen Repräsentanten der Holocephalen höchst wahrscheinlich ausschliesslich weniger ausgebildete Endapparate zukommen möchten. Die Untersuchung der Seitenorgane dieser Gruppe müsste demnach zweckmässig von denen des Calorhynchus, oder wenigstens von der vorhin als ersten Form bei Chimaera bezeichneten ausgehen, denn

sie repräsentirt unzweifelhaft das primitivere Verhalten. Sie soll denn auch in der Folge als „primäre Form“ der „secundären“, welche die weitergebildete Organe der Schnauze umfasst, gegenübergestellt werden.

Es bedarf daher der Umstand, dass die Darstellung der eigenen Untersuchungen, zu der ich mich jetzt wende, im wesentlichen auf die Schilderung des Baues der secundären Form sich reducirt, besonderer Entschuldigung. Zwei Momente wirkten zusammen, die Resultate der Untersuchung der Rumpforgane zu trüben: zunächst war die Epithelbekleidung dieser mit schmäleren Stützen ausgerüsteten Halbkanäle von vornherein weniger gut erhalten; das Uebel wuchs, als auch die Conservirung mir hier nicht in wünschenswerther Weise gelang. Bringt man nun noch in Anschlag, dass die weit geringeren Grössenverhältnisse die Beobachtung erschweren, so wird man die bedauerliche Lücke, die ich unausgefüllt lassen musste, einigermassen verzeihlich finden. An dieser Stelle werden spätere Untersucher zunächst einzusetzen haben, um gleichzeitig mit der Erforschung des feineren Baues der Rumpforgane einen Punkt, und zwar durch Schnittreihen, zu eruiren, den ich ebenfalls offen lassen musste, nämlich die Frage nach der Metamerie der Seitenorgane. Die höchst merkwürdige Parallele, die H. Eisig¹⁾ zwischen den Seitenorganen der Capitelliden und denen der amnionlosen Wirbelthiere vor Kurzem aufgedeckt hat, sichert natürlich allen Thatsachen, die im Sinne einer ursprünglich segmentalen Anordnung dieser Sinnesorgane sprechen, das grösste Interesse.

(Untersuchungsmethode.) Der Darlegung meiner eigenen Beobachtungen lasse ich die Angabe der Methoden vorausgehen, mit deren Hülfe das Material der Untersuchung zugänglich gemacht wurde. Den ausgedehntesten Gebrauch machte ich auf Eisig's Empfehlung hin (l. c. S. 341, Anm. 2.) von der durch Merkel in die histologische Technik eingeführten Mischung von Platinchlorid- und Chromsäurelösung (1 : 400 zu gleichen Theilen). Die Objecte blieben etwa 6—12 Stunden der Einwirkung dieser Flüssigkeit ausgesetzt. Auch in der weiteren Behandlung schloss ich mich an Eisig an: das Material kam demnächst in 70%,

1) H. Eisig, Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden, in Mittheilung. d. zoologischen Station z. Neapel, Bd. I, 2. Heft.

dann in 90 % Alcohol. Um genügende Färbung in toto zu erzielen, müssen die nicht zu grossen Stückchen (etwa 1 cm lang) auf 2—3 Tage in die Kleinenberg'sche Hämatoxylin-Lösung gebracht werden, deren Ueberschuss durch längeres Auswaschen mit 90 % Alcohol entfernt wird. Der Vollständigkeit halber sei auch das übrige Verfahren bis zur Herstellung der Schnitte kurz angegeben: Einlegen in absoluten Alcohol, dann in Terpentinöl, hierauf in eine Mischung von Paraffin und Terpentinöl, schliesslich Einschmelzen in ein Gemenge von Paraffin und etwas Cacaobutter. Nächstdem wurden Lösungen verschiedener Concentration von Osmiumsäure und Chromsäure in Anwendung gebracht. Ich bedaure, dass die Knappheit des Materials mir diese Beschränkung hinsichtlich der Zahl der Conservierungsflüssigkeiten auferlegte. Namentlich hätte ich gerne noch die Müller'sche Flüssigkeit verwendet. Besonders wünschenswerth wäre es gewesen, das Totalbild der Schnitte an Macerationspräparaten controlirt und so in Einzelheiten aufgelöst zu haben, die jede falsche Deutung ausgeschlossen und neues Detail zur Anschauung gebracht hätten.

(Eigene Untersuchungen.) Die Seitenorgane der vorderen Kopfreion (secundäre Form). Was zunächst die Anordnung dieser Organe betrifft, so wüsste ich den Angaben der Autoren Leydig und Hubrecht nichts Neues hinzuzufügen. Fig. 2 a giebt in natürlicher Grösse das Aussehen der Halbkanäle wieder mit ihren rundlichen Erweiterungen oder Ausschnitten, die in ziemlich regelmässigen Abständen aufeinander folgen. Von den Organen selbst ist ja vorläufig Nichts zu bemerken; sie werden erst sichtbar, wenn man die Ränder der Rinnen durch Auseinanderziehen von einander entfernt oder mit der Scheere ganz abträgt. Man erkennt dann, dass die Endorgane zwischen je zwei Erweiterungen sich finden und in der Tiefe eines derartigen fast vollkommen zum Kanal sich schliessenden Rinnenabschnittes geborgen sind, und zwar sind es spindelförmige Erhebungen, deren Längsaxe mit der des Halbkanals zusammenfällt. Sie sind in Fig. 2 b halbschematisch dargestellt; durch Aufträufeln von Osmiumsäurelösung war die Form der Endorgane fixirt und auf diese Weise auch das zugehörige Nervenstämmchen gut sichtbar gemacht worden. Die Nervenfasern stammen vom N. trigeminus; in kleinere Aestchen aufgelöst treten sie von der Seite in je eine Erweiterung ein, um entweder nur an eine, oder durch Auseinanderweichen in entgegen-

gesetzter Richtung, an zwei Endknospen zu gelangen. Zur vorläufigen Orientirung über den Aufbau dieser vom Grunde der Rinne aufstrebenden Hervorragung lege man Querschnitte an: man erkennt alsbald, dass verschiedene Momente zusammenwirken, um die Spitze des Endhügels — wie wir das gesammte Gebilde heissen können — über die Thalsohle zu erheben. Die Basis des Ganzen bildet eine leistenförmige Erhebung der Lederhaut, die in der Mitte ihrer Längsausdehnung am höchsten, nach beiden Enden hin aber niedriger und schmaler wird, und schliesslich vollends verschwindet. Die Erweiterungen der Halbkanäle zeigen keine Spur mehr davon, weder von dieser Corium-Erhebung selbst, noch auch von dem charakteristischen Epithel, das über ihre Höhe sich verbreitet. Diese Lederhautpapille, wenn dieser Ausdruck hierfür gestattet ist, lässt drei Flächen deutlich erkennen: eine obere, für uns die weitaus wichtigste und zwei seitliche. Die obere Fläche, welche das Sinnesepithel trägt, ist leicht concav; sie geht beiderseits mit scharfer Knickung in die Seitenfläche über, die in sanfter Abdachung nach unten sich verlieren (Fig. 4). Von der Structur dieser Erhöhung ist Nichts besonderes zu melden; sie besteht aus lockerem Bindegewebe, das sich gegen das Epithel hin, wenigstens an den Seitenflächen, mittelst zierlicher Zähnelung abgrenzt (Fig. 7). Zwischen den Bindegewebsfasern treten uns die Querschnitte von Blutgefässen und markhaltigen Nervenfasern (Fig. 4, n) entgegen.

Weit länger als diese Lederhauterhebung wird uns das Verhalten des Epithels derselben beschäftigen, das, wie schon angedeutet, die obere und die beiden seitlichen Flächen mit sehr verschiedenen Elementen überkleidet, mit Sinnesepithel nämlich die muldenförmig vertiefte Höhe, mit indifferentem Epithel die Abdachung.

Zur Erläuterung des Sinnesepithels dienen die Figuren 5 a, 5 b und 6, die sämmtlich Querschnitte darstellen, und zwar Fig. 5 b einen Abschnitt aus der centralen Partie des Sinnesepithels, während Fig. 5 a und 6 dem seitlichen Grenzbezirk desselben entnommen sind, und daher (am rechten Rande der Zeichnung) schon Zellformen vorführen, die den Uebergang zu der Epithelbekleidung des Abhanges bilden. Gerade hier bei der Schilderung dieser wichtigen Elemente vermisste ich besonders ungern die Hülfe, die von gut gelungenen Macerationspräparaten zu erwarten wäre. Auch

diesen Punkt möchte ich daher der Berücksichtigung späterer Untersucher ausdrücklich empfehlen. Wir sehen uns daher auf Schnittpreparate angewiesen, die von Objecten aus Merkel'scher Flüssigkeit und Hämatoxylinlösung stammen. Als die eigentlichen Sinneszellen, d. h. als die Zellen, welche in directem Zusammenhange mit den letzten Ausläufern der Nervenfasern stehen, bin ich diejenigen Zellformen anzusprechen geneigt, die in Fig. 6 mit b und c bezeichnet und in Fig. 5 a (am linken Rande der Zeichnung) und mehrfach auch in Fig. 5 b ohne besondere Bezeichnung wiederkehren. Es sind meist Elemente von kolbenförmiger Gestalt, die mit dem unteren aufgetriebenen Ende in der Regel weit herabragen und durchschnittlich zwei Drittel der Gesamthöhe des Epithels durchmessen (Fig. 6 b); doch kommen, wenn gleich seltener, auch weit kürzere Elemente vor (Fig. 5 b). Der mit Hämatoxylin intensiv sich färbende ovale oder rundliche Kern gehört ganz constant dem untersten Abschnitt des Zellenleibes an; einen nicht minder regelmässigen Befund stellen die grösseren oder kleineren Körner des Protoplasmas dar, welches in der Umgebung des Kerns zu einer gleichmässigen, dunkelgrauen Wolke verdichtet erscheint. Nicht so regelmässig begegnen wir zwei weiteren Eigenthümlichkeiten des kolbigen Endes, die vielleicht unter sich in einem näheren Zusammenhange stehen, nämlich 1. einer Vacuolenbildung (Fig. 5 b und Fig. 6, in Fig. 5 a dagegen fehlend) und 2. einer netzförmigen Auflösung, wenn ich mich so ausdrücken darf, des unteren Zellenabschnittes. Dieses Verhalten, das gleichsam nur eine Weiterbildung des Vacuolenstadiums darstellt, findet sich in Fig. 5 b bei n dargestellt. Nicht selten sieht man ferner, z. B. in der zuletzt genannten Figur, einfache oder verästelte Fortsätze von den unteren Enden der Zellen nach abwärts ziehen, aber diese Bilder dürfen zunächst nicht zur Unterstützung der oben aufgeführten Deutung dieser Kolbenzellen als Sinneszellen beigezogen werden; denn die spärlich vorhandenen cylindrischen Zellen dieser Gegend, die höchst wahrscheinlich blosse indifferente Stützgebilde repräsentiren (Fig. 5 b, a) senden ganz ähnliche untere Fortsätze aus. Hier müssen vor allem die Resultate der Behandlung mit Osmium ergänzend eintreten, einer Methode, die ja sonst in ähnlichem Verhältniss zur Merkel'schen Flüssigkeit steht. Die Schnittpreparate der mit Osmiumsäure in Berührung gebrachten Gewebepartien liessen mich jedoch im Stich. Die Zellbekleidung der Ab-

hänge des Coriumhöckers war vortrefflich erhalten, nicht weniger die weiter unten als Cupula zu schildernde Cuticularbildung, welche die Sinneszellen und ihre Nachbarschaft bedeckt, während das Sinnesepithel selbst nicht genügend mit dem Reagens durchdrungen war. Doch sehe ich wenigstens auf einem Schnitt einen schwarz gefärbten Strang, der nach kurzem Verlauf in 3 blässere Zinken gabelförmig sich spaltet, in das Epithel selbst eintreten und bis zur Grenze des unteren Drittels der Epithel-Höhe vordringen. Es ist somit höchst wahrscheinlich geworden, dass es markhaltige Nervenfasern sind, welche über die Grenze des Coriumgewebes hinaus gelangen und innerhalb des Epithels sich nach Verlust der Markscheide mehrfach spalten, um dann mit Zellenausläufern, wahrscheinlich der Kolbenzellen, in Verbindung zu treten. Und wenn man nun nach den Gründen fragt, warum gerade diese Form für die der Nervenendzelle gehalten wird, so kann ich zur Stütze dieser Vermuthung wenigstens zwei Punkte geltend machen. Einmal stimmt die zweite Form der hier in Betracht kommenden Zellen, nämlich die auf Fig. 5 b mit a bezeichnete, durch ihr blasses Aussehen mit den weiter peripherisch sich anschliessenden, sicherlich indifferenten Zellen vollkommen überein, sie gleicht hierin ferner auch den von F. E. Schulze als Deckzellen bezeichneten Elementen der Knochenfische (vgl. Bd. VI d. Arch., Taf. V, Fig. 3, 5, 7); zweitens lassen sich die von demselben Autor als Sinneszellen erkannten birnförmigen Zellen unseren Kolbenzellen ganz gut an die Seite stellen. Hier ist die betreffende Stelle der Beschreibung Schulze's, die auf die Seitenorgane des Kopfes von *Acerina cernua* sich bezieht: „Als von diesen langen blassen Cylinderzellen gänzlich verschiedene Elemente werden in der obersten Region des ganzen Epithellagers zwischen denselben kurze, bauchige, im Allgemeinen birnförmig gestaltete Zellen mit stark körnigem Inhalt bemerkt“ (l. c. S. 72). Die primäre Form der Seitenorgane von *Chimaera* besitzt Formen von Kolbenzellen, die noch weit mehr in ihrer Gestalt den Birnzellen Schulze's sich nähern. Auch die geringe Verbreitung der kolbenförmigen Elemente und die Localität ihres Vorkommens steht mit der vorgetragenen Deutung im Einklange: sie gehören ausschliesslich den am Boden der Halbkanaäle sich erhebenden spindelförmigen Endhügeln an, fehlen aber auch hier an den seitlichen Abhängen vollständig und finden sich auch auf der oberen Fläche der Endhügel nur in dem mittleren, d. h. von den zugespitzten Enden entfernten Bezirke vor.

Zwischen diesen kolbenförmigen Zellen sind nun cylindrisch geformte blasse Elemente spärlich eingestreut, deren weit weniger intensiv sich färbender Kern in der oberen Hälfte des Zellenleibes sich befindet (Fig. 5 b, a); ich muss sie nach dem oben Gesagten für indifferente Stützzellen halten. In den meisten Fällen unterscheidet man jedoch in dem die kolbenförmigen Zellen trennenden, blassen, streifigen Gewebe keine Kerne und auch nur undeutliche Zellgrenzen.

Nicht selten fallen dem Beobachter zwischen diesem blassen Gewebe längliche, von zackigen oder eckigen Rändern begrenzte Figuren in's Auge, die in Hämatoxylin stark, aber ungleichmässig sich färben und in weit mächtigerer Ausbildung die tiefste Partie des Epithellagers einnehmen (Fig. 5 a, zw). Sie sollen als Zwischenpfeiler bezeichnet werden. Ich stehe nicht an, sie in die Klasse der intercellulären Abscheidungen zu stellen, und in dieser Meinung werde ich durch die Erfahrung bestärkt, dass sie in manchen Flüssigkeiten sich nicht erhalten. So habe ich in den Seitenkanälen eines Rochen (Trygon) an Schnitten durch die mit Merkel'scher Flüssigkeit behandelten Objecte ganz ähnliche Bilder bekommen, während Präparate aus Müller'scher Flüssigkeit Nichts mehr davon aufwiesen. Diese Zwischenpfeiler sitzen dem Corium mit verbreiteter Basis auf; die Lücken zwischen den einzelnen Pfeilern, oder die Nischen zwischen deren Schenkeln nehmen niedrige, etwa cylindrisch geformte, zellige Elemente ein, die ich als Basalzellen (bz in Fig. 5 a) bezeichnen will. Ich konnte sie an den Organen des Kopfes nur undeutlich sehen, jedoch an Präparaten des Rumpfes (der primären Form), die mit Chromsäure behandelt und mit Bismarckbraun gefärbt waren, mit Bestimmtheit sie wahrnehmen.

Auch an anderen Stellen der Epithelauskleidung der Halbkanäle trifft man auf die soeben geschilderten Zwischenpfeiler. Fig. 10 zeigt das Epithel vom Fusse des Endhügels, von der Fläche gesehen, nach Osmiumbehandlung. Im gleichen Niveau mit der Oberfläche des Epithels erscheinen zwischen den Köpfen der Zellen kantige oder buchtige Figuren, die durch die intensiv braune Färbung von der helleren Umgebung scharf sich abheben. Ganz ähnliche Bilder erhält man auch beim Abschaben der Epidermis in der Nähe der Halbkanäle.

Unzweifelhafte indifferente Deckzellen, die mit den von

Schulze (l. c.) abgebildeten Elementen noch weit mehr übereinstimmen, wie die vorhin als Stützzellen benannten Gebilde, treten uns in den von mir mit dz in Fig. 6 und Fig. 5a bezeichneten Zellen entgegen. Es sind das lange, schmale, blasse Elemente, welche die ganze Höhe des Epithels durchsetzen und der Coriumoberfläche, wie an Isolationspräparaten zu constatiren ist, mit gezählelter Basis aufsitzen. In ihrer oberen Hälfte erblickt man nicht selten Vacuolen (Fig. 6, v). Sie umsäumen als schmale Zone die Ränder des geschilderten centralen Epithellagers und nehmen daher die Nachbarschaft der Kante ein, welche die obere Fläche von den seitlichen Abhängen der Coriumerhebung trennt.

Wir kommen damit zur Schilderung des Epithelüberzugs der Abdachung selbst, auf den sich die beiden Zeichnungen Fig. 7 und 8 beziehen. Fig. 7 entspricht einer höheren Stelle, Fig. 8 einer dem Fusse des Abhangs näheren. Erstere lässt zwei Schichten erkennen, eine tiefe, dem Corium unmittelbar aufliegende, welche aus einer scheinbar gleichartigen Grundlage ohne deutliche Zellengrenzen und eingestreuten grossen Kernen besteht, und sodann eine oberflächliche, die wieder aus schmalen, oben cylindrischen, nach unten sich zuspitzenden Elementen (d'z) sich aufbaut. Die Verbindung beider Schichten vermittelt ein Wald feiner Fäden, von denen ich es unentschieden lassen muss, ob sie mit den Cylinderzellen selbst sich in Verbindung setzen, oder — was mir wahrscheinlicher ist — zwischen die unteren Enden derselben hineinragen. Die Lücke (5. Fig.) zwischen den beiden Schichten ist jedenfalls durch Schrumpfung des Gewebes in Folge der Einwirkung der Härtingsflüssigkeit entstanden. — Sehr verschieden von diesem Bilde erscheint bei der ersten Betrachtung Fig. 8; doch lässt die Vergleichung alsbald verwandte Züge entdecken. Die oberste Schicht wird auch hier von cylindrischen Zellen hergestellt, die zwar breiter, aber dafür auch kürzer geworden sind (d''z). Darauf folgen nach abwärts noch zwei Schichten, eine der Lederhaut unmittelbar aufsitzende, meist einfache Reihe kurz cylindrischer oder besonders häufig kegelförmiger Zellen (k), und darüber eine in der Figur aus zwei Elementen bestehende Lage (r), deren Zellen durch die Grösse und das homogene Aussehen ihres Leibes, den grossen Kern und endlich durch Aussendung langer, spitzer Fortsätze sich auszeichnen, welch' letztere zwischen die Basen der oberen und die Köpfe der unteren Zellenlage ein-

greifen. Sie treten besonders deutlich hervor nach Tinction mit gewissen Anilinfarbstoffen ¹⁾, mit oder ohne vorausgegangene Färbung mit Picrocarmin; übrigens stellen sie kein continuirliches Stratum dar, sondern ihr Zusammenhang wird häufig durch senkrecht oder schief aufsteigende Reihen von Kegelzellen unterbrochen. — Das Epithel der Seitenwandung sowie das der Erweiterungen des Halbkanals weicht von dem soeben geschilderten nicht wesentlich ab; den Uebergang in die Epidermis habe ich nicht studirt.

Die folgende Figur (Fig. 9) zeigt die zuletzt erwähnten Cylinderzellen (d'z in Fig. 8) nach Einwirkung von Osmiumsäure von oben gesehen. Bei einer Einstellung, welche die Zellcontouren deutlich hervortreten lässt, erblickt man zwischen den einzelnen Zellterritorien, von deren Grenzen meist durchschnitten, dunkle verwaschene rundliche Figuren, die bei tieferer Einstellung des Tubus zu scharf umschriebenen, blass röthlichen Kreisen werden. Ihr Lichtbrechungsvermögen gleicht dem einer Vacuole (s. Fig. 6 v); ihre regelmässige Anordnung jedoch zwischen den Zellen selbst spricht gegen diese Deutung, so dass ich über die Erklärung dieses Befundes im Zweifel bin. Man begegnet solchen Bildern namentlich auch zwischen dem Epithel, welches den Grund der Erweiterungen der Halbkanäle überzieht. Der Vollständigkeit halber sei auch der hellen, weit kleineren Kreise auf den Köpfen der Zellen selbst gedacht, welche Fig. 9 wiedergiebt. Freie, stiftförmige Fortsätze können es nicht sein, da sie erst dann deutlich hervortreten, wenn weitere Umdrehungen der Schraube den Tubus über die Einstellungsebene der Zellgrenzen hinaus weiter nach abwärts geführt haben. Eher könnte man an Durchbrechungen der Zelldecke denken, die vielleicht mit der Absonderung der sogleich zu beschreibenden Cuticula in Verbindung zu bringen wären.

Die gesammte Oberfläche des Epithelüberzugs, des indifferenten sowohl, wie des Sinnesepithels, sind nämlich von Cuticularbildungen überzogen. In geringer Mächtigkeit und weniger regelmässig gebildet, tritt sie an der Seitenwand des Halbkanals auf und bleibt so bis zur mittleren Höhe des Sinneshügels, während sie weiter herauf und über dem Sinnesepithel selbst zu bedeuten-

1) Z. B. mit Monophenyl-Rosanilinviolett, welches mir gerade zur Hand war.

der Mächtigkeit anwächst, und auf Querschnitten als dachähnliches Gebilde (*Cupula terminalis*) erscheint (Fig. 4, cp). An den Stellen, wo diese Cuticularbildungen von den Köpfen der Cylinderzellen sich etwas abgehoben haben, vermitteln feine Fäden die Verbindung, und zwar gilt dies ebensowohl für die Cuticula der Seitenwand, wie für die Cupula. Der beträchtliche Höhenunterschied (0,017 mm für Cuticula, 0,3 mm für die Cupula) ist übrigens nicht die einzige Differenz zwischen beiden Gebilden. An dünnen Schnitten durch den peripherischen Theil der Cupula nehme ich feine, parallele Streifen wahr, deren Abstand dem Querdurchmesser der Köpfe der Cylinderzellen ziemlich genau entspricht (Fig. 7 cp). Die Streifen lagern bald im Winkel gegen die Längsaxe der Cylinderzellen, wie in der Abbildung, bald in deren unmittelbarer Verlängerung. Mit diesem Befunde stimmt das Bild gut zusammen, welches man bei Betrachtung einer gewissen Cupulafläche — vielleicht auch aller — nicht selten erhält. Es zeigen sich da, ganz wie ich es schon (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1877 Nr. 45) für zwei Knochenfische, *Corvina* und *Umbrina* angab, polygonale Felder, die von den Köpfen der darunter liegenden Cylinderzellen nur sehr unbedeutend an Grösse übertroffen werden. Vielleicht ist diese Differenz durch Schrumpfung der im frischen Zustande gallertartigen Cupula zu erklären. Nach alledem darf man die Cupula wohl als Absonderungsproduct der Cylinderzellen ansehen. Mit dieser Auffassung harmonirt es auch, dass diese streifige Zeichnung, auf Querschnitten der Cupula im Centrum derselben, das dem Sinnesepithel selbst aufliegt, nicht zu erkennen ist; denn man wird sich erinnern, dass gerade hier indifferente Zellen nur in geringer Anzahl vorhanden waren (Fig. 6 cp).

Für die so eben geschilderte Cuticularbildung der Seitenorgane von *Chimaera* (und mancher Knochenfische) wurde von mir die Bezeichnung gewählt, mit der Lang die von ihm entdeckte Endkuppe auf der *Crista acustica* der Fische in die Wissenschaft einführte, natürlich nur, um schon durch die Uebereinstimmung des Namens auf die Gleichartigkeit beider Gebilde hinzuweisen. Wenn nun neuerdings Hensen in seinen „Bemerkungen gegen die *Cupula terminalis* (Lang)“¹⁾ die „physiologische Existenz der Cu-

1) Arch. f. Anatom und Entw. 1878. S. 486.

pula“ des Gehörorgans in Zweifel zieht, und speciell dem lebenden *Gobius* eine solche abspricht, so richten sich seine Bedenken, wie sich von selbst versteht, auch gegen die Endkuppe der Seitenorgane, wenn sie auch nicht ausdrücklich genannt ist. Ich glaube mich jedoch überzeugt zu haben, dass das von mir beschriebene Gebilde dem lebenden Thiere wirklich zukommt, zwar nicht an *Chimaera*, aber dafür an *Corvina* und *Umbrina*. Lebenden Exemplaren wurde der Unterkiefer abgeschnitten und durch rasches Abziehen der Haut der demselben eingebettete Ast des Seitenkanalsystems eröffnet; es gelang wiederholt, die Cupula ziemlich unverletzt und mit glatten Rändern mittelst der Nadel abzuheben und unter das Mikroskop zu bringen. In der ursprünglich glashellen Masse treten nach Zusatz verschiedener Flüssigkeiten, etwa eines Tropfens schwacher Osmiumsäurelösung, die geschilderten Strukturverhältnisse (Streifen und Felder) sehr bald zu Tage. In dieser Frage ist mir die Uebereinstimmung von nicht geringer Bedeutung, welche zwischen Fig. 7 dieses Aufsatzes und der von Kuhn publicirten Abbildung (Fig. 26 seiner Arbeit²⁾) besteht, die einen verticalen Durchschnitt der *Crista amp. horiz.* von *Perca fluviatilis* darstellt. „Ungemein dünne, lange Haare gehen von der Oberfläche des Cylinderepithels in die abgehobene Cupula über,“ heisst es dort in der Tafelerklärung. Einen ganz ähnlichen Anblick bieten die von mir gegebenen Figuren 7 und 6; nur möchte ich die zarten Stränge nicht als „Haare“ bezeichnen, weil man unter diesem Namen seit F. E. Schulze kürzere, starre, mit conischer Basis entspringende Fortsätze versteht, die den Birnzellen der Knochenfische aufsitzen und die bei *Chimaera* den kolbenförmigen Zellen — und zwar diesen ausschliesslich — zukommen müssten. Die zarten Stränge dagegen, welche in die Cupula übergehen, kommen zwischen Kolbenzellen (Fig. 6) und zwischen indifferenten Zellen (Fig. 7) hervor.

Von eigentlichen Haaren habe ich an den kolbenförmigen Zellen Nichts bemerkt, doch ist die Existenz dieser ungemein leicht vergänglichen Gebilde während des Lebens dadurch keineswegs ausgeschlossen.

Bei der Darstellung der primären Form der Seitenorgane,

1) Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XIV, S. 284 ff.

die dem Rumpfe und der hinteren Kopfregion eigenthümlich ist, muss ich mich leider aus den schon oben angeführten Gründen kurz fassen. Figur 3 in demselben Maassstabe wie die folgende Figur gehalten, stellt sie auf dem Querschnitt dar, bei schwacher Vergrösserung. Beide Zeichnungen können zur directen Vergleichung der Grössenverhältnisse beiderlei Formen benutzt werden. Das Sinnesepithel steht auf einer niedrigen Coriumerhebung, kurze gedrungene Kolbenzellen, welche der Birnform sehr nahe kommen, sind nachweisbar, ferner auch Basalzellen und die oben geschilderten eigenthümlichen Zwischenpfeiler. Statt einer Cupula überragt nur ein Gewirr von feinen Fäden das Niveau des Epithellagers. Die übrige Epithelauskleidung ist weit einfacher gebaut, als bei der secundären Form. Statt der Cylinderzellen, welche als oberste Lage dort den Abhang und die Seitenwand bekleiden, finden sich niedrige, von oben nach unten abgeplattete Elemente vor.

Zum Schluss wäre noch kurz der Hartgebilde zu gedenken, welche der Wandung der Halbkanäle als Stütze dienen. Sie sind schon von Leydig genau beschrieben und abgebildet worden; er nennt sie „nach einer Seite hin geöffnete Bogen“. „Da, wo sie den Boden des Schleimkanals umgeben, sind sie am breitesten, die Schenkel verschmächtigen sich dann, und indem sie sich theilen, und wieder theilen, bilden sie ein Bäumchen, dessen Aeste ebenfalls getrennt sind und zuletzt abgerundet enden“ (S. 251 l. c.). Längsschnitte durch die grösseren Halbkanäle geben darüber Aufschluss, dass diese Halbringe nicht überall vorhanden sind. Zwischen je zwei Erweiterungen, mit anderen Worten da, wo die Sinneshügel verborgen liegen, folgen sich etwa 5 oder mehr derartiger Stützen in kleinen Abständen hinter einander; die Erweiterungen selbst entbehren ihrer. Hinsichtlich ihrer Structur bestehen sie aus „Knochensubstanz, die aber das Besondere hat, dass in der homogenen Kalkmasse nur stellenweise grössere ovale Hohlräume, den Knochenkörperchen vergleichbar, sich finden“ (S. 252). Ich habe auf Querschnitten Nichts von Knochenkörperchen wahrgenommen, möchte aber desshalb ihr Vorkommen nicht in Abrede stellen. Es handelt sich eben um ein der Binde substanzgruppe zugehöriges Gewebe mit faseriger Grundlage, welches durch Aufnahme von Kalksalzen knochenähnliche Consistenz erhielt, um osteoïdes Gewebe also, dem die Knochenkörperchen ja keineswegs vollkommen abzugehen brauchen. Diese „baumförmig auslaufenden Halbringe“ sind in

dichtes Bindegewebe eingebettet, das stellenweise dem Faserknorpel sich nähert.

Nachschrift.

Kurz vor Absendung des abgeschlossenen Manuscriptes hatte ich Gelegenheit, in Leydig's jüngste Publikation; „Neue Beiträge zur anatomischen Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische“ (Festschrift z. Feier des 100 jährigen Bestehens d. naturf. Gesellsch. zu Halle, 1879) einen Blick zu werfen; ich werde sie in einem bald folgenden zweiten Artikel (Seitenorgane der Selachier und Knochenfische) zu berücksichtigen haben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf die Seitenorgane von *Chimaera monstrosa*, und zwar Fig. 1 und 3 auf die primäre, die übrigen auf die secundäre Form dieser Sinnesorgane.

Fig. 1. Primäre Form der Halbkanäle, nat. Grösse.

Fig. 2. a secundäre Form derselben, natürl. Grösse. b dasselbe Object, halbschematisch, Osmiumpräparat; die Ränder des Halbkanals stark auseinandergezogen, um die Endhügel sichtbar zu machen. Die Nerven schwarz.

Fig. 3. Querschnitt durch die primäre Form, Rumpf. n Aestchen des Ramus lateralis. N. vagi.

Fig. 4. Querschnitt durch die secundäre Form. n Querdurchschnittene Nervenfasern; cp Cupula terminalis in situ. st osteoide Stützen.

Fig. 5. Querschnitt durch das Sinnesepithel, sec. Form. Merkel'sche Flüssigkeit, Haematoxylin. Die Contouren mit dem Oberhäuser'schen Zeichen-Apparat, Seibert Obj. V, Abstand des Objecttisches; Details mit Immers. VII. 5a peripher. Partie. dz indifferente Deckzellen. bz Basalzellen. zw Zwischenpfeiler. 5b centrale Partie. a

indifferente cylindrische Zelle (Stützzelle). n netzförmige Anhänge des unteren Endes einer Kolbenzelle.

- Fig. 6. Behandlung und Grössenverhältniss wie in der vorigen Figur. Peripher. Partie des Sinnesepithels. b und c Kolbenzellen (Sinneszellen), unteres Ende von c wahrscheinlich schief geschnitten. dz Deckzellen, v Vacuole, cp Cupula, centraler Theil.
- Fig. 7. Indifferentes Epithel vom oberen Theile des Abhanges. d'z oberste Lage von cylindrischen Elementen. cp Cupula. Behandlung wie oben und wie in Fig. 8.
- Fig. 8. Indifferentes Epithel vom Fuss des Abhanges. k Kegelzellen. Ueb-
rige Erklärung siehe im Text.
- Fig. 9. Cylinderepithel (d'z in Fig. 8) wie oben. Hier und in Fig. 10 andere Dimensionen als in Fig. 5—8. Osmiumpräparat.
- Fig. 10. Epithel der Seitenwandung (oberste Lage) von oben. Osmiumpräparat.

Ueber die Entwicklung der Glomeruli.

Von

Dr. Hugo Ribbert,

Assistent am pathologischen Institut zu Bonn.

(Mit vier Holzschnitten.)

In Band XVI, Heft 3 dieses Archivs hat Löwe über die Entwicklung der Glomeruli Beobachtungen mitgetheilt, die mit den herrschenden Meinungen in Widerspruch stehen und die, wenn sie richtig sind, eine Aenderung der Anschauungen über die normale Struktur und die pathologischen Veränderungen der fraglichen Gebilde bedingen. Insbesondere würde die Glomerulonephritis je nach der einen oder anderen Ansicht verschieden beurtheilt werden müssen. Mit Untersuchung über letztere beschäftigt, sah ich mich