

## Der Seitenkanal von *Cottus gobio*.

Von

Dr. phil. **Emil Bodenstein**

aus Osterode am Harz.

---

Mit Tafel X.

---

Das Seitenkanalsystem oder Seitenorgansystem, welches nach den neuesten Forschungen wohl allen Fischen in größerer oder geringerer Entwicklung zugesprochen werden darf und in welchem zuerst von LEYDIG<sup>1</sup> peripherische Nervenendigungen erwiesen wurden, stellt sich, wie von F. E. SCHULZE<sup>2</sup> zuerst hervorgehoben wurde, entweder als »freie Seitenorgane« oder als »Seitenorgane in Kanälen« dar. Die letztere Art der Seitenkanäle ist in vollendetster Weise bei *Cottus gobio* zur Ausbildung gekommen; es repräsentirt hier der Seitenkanal ein in der äußeren Schicht der Cutis verlaufendes Röhrensystem, dessen Wandungen aus Elementen der Haut zusammengesetzt sind. Da jedoch die Kanalwandung Eigenthümlichkeiten darbietet, welche in der Litteratur der Seitenkanäle bis jetzt keine Erörterung gefunden haben, so habe ich es mir zur Aufgabe gestellt, besonders die Kanalwandungen einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen.

Im Innern des Röhrensystems finden sich in bestimmten Abständen zahlreiche Nervenendorgane und zu diesen in Beziehung stehend zweigen sich vom Hauptkanalsystem zahlreiche Nebenröhren ab, welche als Ausführungsgänge mit mehr oder minder großen Öffnungen — Poren — nach außen münden.

Das ganze Kanalsystem lässt sich nach den Regionen des Körpers, in welchen dasselbe auftritt, in Rumpf- und Kopfkanäle sondern.

Es soll zunächst das System des Rumpfkanales einer ausführlichen Betrachtung unterworfen werden. Es besteht dasselbe aus einem ein-

<sup>1</sup> LEYDIG, Über die Schleimkanäle d. Knochenfische. MÜLLER'S Arch. 1850. p. 474.

<sup>2</sup> F. E. SCHULZE, Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. VI. p. 70.

fach verlaufenden Kanal, welcher sich in der Längsrichtung des Körpers über den ganzen Rumpf erstreckt und am vorderen Rumpfende in das System der Kopfkanäle übergeht. Am hinteren Körperende endigt derselbe auf die Weise, dass er in der Regel auf der Grenze der Schwanzflossenstrahlen mit einem nach hinten verlaufenden Ausführungsgang nach außen mündet; die Lage dieser letzten Öffnung kann indess so weit abweichen, dass sie bei einigen Thieren bis auf die Schwanzflosse verschoben ist, während sie bei anderen vor den Schwanzflossenstrahlen am Rumpf liegt.

In der hintersten Rumpffregion nahe vor der Schwanzflosse verläuft der Kanal in gleichen Abständen von der Rücken- und Bauchfläche in der Mitte des Körpers, so dass er in gleicher Höhe mit der Längsfurche liegt, welche von den dorsalen und ventralen Seitenmuskeln begrenzt wird. Diese Richtung hält der Kanal indess nur in einer kurzen Strecke inne; in einer Entfernung, welche etwa den vierten Theil der Körperlänge von der Schwanzspitze ab beträgt, ist die Lage des Kanals bereits dem Rücken genähert, so dass er hier dorsalwärts der Längsfurche verläuft. Im weiteren Verlauf kommen dann Differenzen vor, welche wohl wenig bedeutsam sind; meist erstreckt sich der Kanal in einer Richtung nach vorwärts, in welcher er sich nur wenig von der Längsfurche entfernt, bis in die mittlere Region der vorderen Rückenflosse, von wo er sich plötzlich der Rückenseite nähert und dann in geradem Verlauf oberhalb der Brustflossen in die Kopfregion übergeht; dieser Verlauf kann in so fern abändern, als der Kanal in ziemlich gerader Richtung vom hinteren Körperende bis zum Kopf verläuft, indem er sich also allmählich der Rückenseite zuwendet, ohne an einer Stelle eine Biegung zu machen. Auf beiden Körperseiten eines Thieres ist die allgemeine Richtung des Kanals stets die gleiche. Indess finden sich im Verlauf des Kanals noch dahin Abweichungen, als derselbe nicht immer die gerade Richtung beibehält, sondern zuweilen, bei einem Exemplar auf einer Körperseite, nach dem Rücken hin flache Ausbiegungen macht.

In diesem Verlaufe hat der Längskanal eine streckenweis ungleiche Entfernung von der Oberfläche der Haut, indem er in den Regionen je eines Ausführungsganges flache Ausbiegungen nach der Außenseite hin macht; der Kanal hat also einen wellenartigen Verlauf, indem die Partien der Endorgane tiefer stehen als die Regionen der Ausführungsgänge. Die Figuren 7 und 8, welche als Flächenschnitte diese Bildung zum Ausdruck bringen, werden später erläutert werden.

Die Form des Rumpfkanales ist fast stets von annähernd kreisrunder Gestalt im Querschnitt; der Durchmesser beträgt im gehärteten Zustande bei Thieren von 6 cm Größe 0,45—0,48 mm; an demselben Thier

schwankt die Kanalweite nur in so fern, als in der vorderen Rumpfregion um Weniges größere Dimensionen als am Schwanzende herrschen.

Die Vertheilung der Nervenendhügel ist im Rumpfkanaal vollkommen gleichmäßig; es liegen die Endorgane in regelmäßigen Abständen von einander, und jedem Endorgan entspricht ein sich vom Kanal abgliedernder Ausführungsgang. Aus Längsschnitten, welche durch das Kanalsystem geführt wurden, ergab sich ferner, dass in der Rumpfregeion jedem Nervenendhügel ein Ligamentum intermusculare<sup>1</sup> und diesem je ein Wirbelkörper entspricht. Diese segmentale Anordnung der Endorgane ist in der Schwanzregion nicht unmittelbar zu erkennen, da sich hier die Endorgane über das Ende der Wirbelsäule in der verlängerten Richtung derselben hinauserstrecken, bis dahin, wo Ligamenta intermuscularia im ausgewachsenen Zustande nicht mehr nachzuweisen sind. Die erwähnte Differenz in der Lage der letzten Öffnung des Kanalsystems ist darin bedingt, dass ein oder zwei Endorgane in der Region hinter dem letzten Wirbelkörper zur Ausbildung kommen.

Individuelle Schwankungen, welche sich allerdings auf die Schwanzregion zu beschränken scheinen, bestehen darin, dass auf zwei Ligamenta intermuscularia nur ein Endorgan zu stehen kommt; mit welcher Varietätenbildung die Zahl der Ausführungsgänge in so fern schwankt, als mit dem Wegfall eines Endorgans ein Ausführungsgang weniger zur Ausbildung gekommen ist.

Die Ausführungsgänge zweigen sich in ventraler Richtung vom Rumpfkanaal ab und münden mit runder Öffnung nach außen. Die Form der Ausführungsgänge ist fast cylindrisch; die Länge derselben, welche am Rumpfe wenigen Schwankungen unterworfen zu sein scheint, beträgt etwa 0,3 mm; der Durchmesser derselben beträgt 0,06 mm, eine Größendifferenz scheint auch hier im Rumpfkanaal nicht vorhanden zu sein. Die äußeren Ränder der Mündung eines Ausführungsganges sind etwas aufgeworfen, so dass sie wie lippenartige Vorsprünge erscheinen (Fig. 3 l). Die Entfernung der einzelnen Öffnungen der Ausführungsgänge von einander ist einigen Schwankungen unterworfen, indem dieselbe ohne Unterschied der verschiedenen Körperregionen von 1,25—1,5 mm bei etwa 7 cm großen Fischen beträgt.

Das so gestaltete einfache Verhalten des Kanalsystemes am Rumpf

<sup>1</sup> Es stimmt dieses Verhalten mit den Beobachtungen von MERKEL überein, welcher hierin ein bei allen Knochenfischen typisches Verhalten erblickt. MERKEL, Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut d. Wirbelthiere (p. 31). Rostock 1880. 40.

Dass die segmentale Anordnung der Nervenendorgane schon im embryonalen Stadium vorhanden ist, wurde bereits von SOLGER und anderen Autoren hervorgehoben. SOLGER, Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. Arch. f. mikrosk. Anatomie. XVIII. Bd. p. 384.

ist wohl unstreitig das typische; bei zwei Exemplaren fanden sich jedoch folgende Abnormitäten: Beim ersten Exemplar verzweigt sich an der linken Körperseite in der Region der zweiten Rückenflosse der Hauptkanal, indem von ihm, welcher seine Richtung beibehält, ein Stamm nach hinten ventralwärts verlaufend abgeht, welcher in der Entfernung von zwei Nervenendhügeln mit einem Ausführungsgang nach außen mündet. An der Verzweigungsstelle vom Hauptkanal, welche da stattfindet, wo man nach der gleichmäßigen Vertheilung der Nervenendhügel einen solchen erwarten sollte, fehlt derselbe; aber im weiteren Verlauf des Hauptkanals stellt sich die Metamerie wieder regelmäßig ein. Die abnorme Bildung besteht demnach hier darin, dass ein Nervenendhügel eine Dislokation ventralwärts erfahren hat und der zu demselben gehörende Ausführungsgang verlängert ist.

Bei einem anderen Exemplar theilt sich auf der linken Körperseite in der Region der hinteren Rückenflosse der Hauptkanal in zwei Arme; beide Arme verlaufen eine Strecke gesondert neben einander und vereinigen sich dann wieder; auf jedem der getrennten Zweige finden sich zwei Ausführungsgänge. Es hat hier demnach eine Verdoppelung der Nervenendorgane stattgefunden, indem auf ein Ligamentum intermusculare zwei Endhügel in dorsoventralen Abständen zu liegen kommen. Bei demselben Exemplar fand sich in derselben Region auf der rechten Körperseite eine ähnliche Verzweigung des Kanals.

Im Allgemeinen finden sich die wesentlichen Verhältnisse des Rumpfkanales in dem Kopfkanalesystem wieder; was aber im ersteren als Varietät auftritt ist in dem letzteren zur Regel geworden, indem hier der Kanal in verschiedene Zweige gegliedert ist. Wenngleich sich in der Verzweigung der Kopfkanales die Hauptglieder des Schemas wiederfinden, welches von MERKEL in der bereits erwähnten Schrift für die Verzweigung der Kopfkanales bei Knochenfischen aufgestellt ist, so finden sich dennoch in verschiedener Weise Abweichungen. Der Verlauf des Kanalsystems stellt sich hier in folgender Weise dar; der einfache Kanal des Rumpfes geht oberhalb der Brustflossen in den Kopfkanal über, welcher sich zunächst in der Hinterhauptsgegend verzweigt, indem vom Hauptkanal ein Stamm abgeht, welcher über die Oberfläche des Kopfes hinweg mit dem Kanal der anderen Körperseite anastomosirt (Fig. 4 A d); in diesem abgezweigten Kanal findet sich in der Mittellinie des Kopfes eine beiden Körperhälften gemeinsame Ausführungsöffnung und jederseits am Kopf ein Sinneshügel mit Ausführungsgang. Nach der Abgabe dieses Seitenzweiges verläuft der Kanal in ziemlich gerader Richtung bis zum hinteren Augenrande, wo er sich in zwei Arme theilt, von denen einer als Infraorbitalast unterhalb des Auges verläuft, während der an-

dere oberhalb des Auges als Supraorbitalast weiter geht (Fig. 1 A). In diesem letzteren Kanal findet, als erste Abweichung von oben erwähntem Schema, eine zweite Vereinigung mit dem Kanalsystem der anderen Körperseite statt; die gleichen Stämme beider Seiten treten in der Region des hinteren Augenrandes in einen gemeinsamen Kanal zusammen (Fig. 1 A, f); von der Vereinigungsstelle geht ein Ausführungsgang ab, welcher in der Medianlinie des Kopfes etwa in der Höhe der hinteren Augengrenze nach außen mündet. Die Vereinigung beider Stämme beschränkt sich auf eine sehr kurze Strecke; in der Region des vorderen Augenrandes verlaufen beide Stämme getrennt neben einander. Eine Wiedervereinigung des Supraorbital- und Infraorbitalastes einer Körperseite am vorderen Kopfe ist nicht vorhanden, sondern jeder Kanal endet, gesondert in einen Ausführungsgang auslaufend, in der Lippengegend.

Eine sehr wesentliche Differenz des Systems der Kopfkanäle von dem des Rumpfkanales beruht nun darin, dass die Ausführungsgänge in den Kopfkanälen in sehr ungleichen Entfernungen von einander stehen, so dass in den Kopfkanälen in keiner Weise eine regelmäßige metamere Anordnung der Endorgane vorhanden ist. In dem Kanal, welcher von der Hinterhauptsgegend bis zum Auge verläuft, finden sich drei Ausführungsgänge, welche in Abständen von 1,25 mm auf einander folgen; vom Infraorbitalast gehen fünf Ausführungsgänge ab, deren Entfernung von 1,25 bis 2 mm beträgt; zu diesen kommen noch drei Öffnungen in der Maxillarregion und drei Öffnungen in der Nasalregion, von denen die Öffnungen, welche nahe der Medianlinie des Kopfes liegen, von dem Kanal herkommen, welcher oberhalb der Augen verläuft.

Während im Rumpfkanal sich die Ausführungsgänge in schräg absteigender Richtung direkt nach außen öffnen, ist zu betonen, dass die Öffnungen der Kopfkanäle in mehr oder minder langen sich abzweigenden Kanälchen liegen, so dass die Öffnungen dieser Ausführungsgänge nicht in unmittelbarem Bereich des Kanals liegen. Die größte Längendimension haben die Ausführungsgänge des Infraorbitalastes, welche von 4—2½ mm betragen kann. Diesen fast gleich sind die Ausführungsgänge des Kanals, welcher vom Hinterhaupt bis zum Auge verläuft, indem sich deren Länge bis auf 2 mm erstreckt. Der Verlauf dieser Ausführungsgänge ist, wie aus Fig. 1 A ersichtlich ist, nach den Seiten des Kopfes gerichtet. Die in der äußeren Haut liegenden Öffnungen dieser Kanälchen haben etwas größere Dimensionen als die des Rumpfkanales; die größten finden sich in der Maxillargegend.

Die wesentlichste Differenz vom MERKEL'schen Schema besteht nun darin, dass sich am Unterkiefer ein Kanal gesondert angelegt hat, der mit

dem soeben beschriebenen Kanalsystem nicht in Verbindung steht. Der Verlauf desselben ist folgender: An der Stelle, wo beide Hälften des Unterkieferknochens sich in der Medianlinie vereinigen, entspringt derselbe mit ventralwärts gerichteter gemeinsamer Öffnung zweier Ausführungsgänge nahe dem Lippenrande; der Kanal verläuft dem Unterkiefer folgend nach hinten bis in die Region des Praeoperculum, in welchem Knochen er aufsteigt und noch mit zwei Öffnungen nach außen tritt, welche in kurzen Ausführungsgängen liegen. Die übrigen Ausmündungsöffnungen am Unterkieferkanal liegen in ziemlich regelmäßigen Abständen von einander, und zwar finden sich im Kanal nach unten mündend außer der mittleren Öffnung, welche beiden Körperhälften angehört, acht Öffnungen, welche in unmittelbar schräger Richtung über den einzelnen Nervenendhügeln im Bereich des Kanals selbst liegen. Ausgezeichnet sind diese Ausführungsgänge durch besonders große Öffnungen, deren Dimensionen bis zu 0,5 mm betragen.

Nachdem so angegeben ist, wie sich der Verlauf des Kanalsystems darstellt, wende ich mich zur Beschreibung der histologischen Eigenthümlichkeiten, welche uns im Aufbau des Kanalsystems entgegentreten. Da in der Gestaltung der Kanalwandung ebenfalls Differenzen zwischen Rumpf- und Kopfkanal bestehen, so sollen beide nach einander behandelt werden; ich beginne mit dem Kanal des Rumpfes. Die erzielten Resultate wurden Schnittserien entnommen, welche mit Bezug auf die Längsachse des Kanals als Quer- und Längsschnitte angelegt wurden.

Da jedoch der Aufbau des gesammten Kanalsystems in inniger Beziehung zu der Gestaltung der Hautdecke steht, so soll zunächst dieser selbst kurz gedacht werden.

Die Haut von *Cottus gobio* zeigt im Wesentlichen die Verhältnisse, welche den Hautdecken der Knochenfische zukommen. Die Epidermis scheint in ihrer Mächtigkeit, mit Ausnahme bestimmter später zu erwähnender Regionen, nur unbedeutenden Schwankungen unterworfen zu sein; fast überall hat dieselbe eine Dicke von 0,067—0,08 mm. In der Zusammensetzung der Epidermis lassen sich leicht die charakteristischen Zellenformen von einander sondern; als innerste Schicht sind meist cylindrisch gestaltete Zellen zur Ausbildung gekommen, welche einen länglichen gestreckten Kern enthalten; die Größe dieser Zellen beträgt etwa 0,043 bis 0,048 mm. Häufig besteht indess die tiefste Zellschicht aus kubisch geformten Zellen von 0,005—0,008 mm Größe, an welche sich cylindrisch gestaltete Zellen ansetzen. An derart gebildete Zellen schließen sich nach außen hin mehr oder minder abgeplattete Zellen in der Weise an, dass kubische Zellen in der Richtung nach außen in stark abgeplattete Zellen übergehen. In sehr großer Verbreitung finden sich in die Epidermis

Schleimzellen eingelagert, deren Größe bis zu 0,054 mm beträgt. An einigen Stellen sind zwischen die Epidermiszellen reich verzweigte Pigmentzellen eingestreut (Fig. 2 l). In sehr großer Ausdehnung sind indess ganz gleich gestaltete Pigmentzellen in der Cutis gelagert und zwar in größter Anhäufung sehr nahe der Epidermis in das geschichtete Bindegewebe; meist haben dieselben auch hier eine sehr verästelte Gestalt, selten zeigen sie eine abgeschlossene rundliche Form. — Die Cutis setzt sich aus mehreren Schichten zusammen; ein in der Mitte derselben liegendes großmaschiges areoläres Bindegewebe wird von innen und außen von geschichteten Bindegewebslagen begrenzt (Fig. 2 und 3), welche an einzelnen Stellen ohne scharfe Grenze in das maschige Gewebe übergehen; die Dicke der beiden Lagen des geschichteten Bindegewebes ist ungleich, indem die äußere Schicht eine etwas (circa 0,007 mm) größere Dimension aufweist. Die Dicke der gesammten Cutis beträgt 0,24—0,27 mm. Die für die Cutis der Fische charakteristischen aufsteigenden Fasern treten besonders in dem mächtigeren äußeren geschichteten Bindegewebe schön hervor; es haben diese aufsteigenden Fasern eine Dicke von circa 0,0036 mm und verlaufen in Abständen von 0,009—0,018 mm von einander.

In dem maschigen Gewebe der Cutis verläuft der Kanal; es besteht derselbe in der Grundlage aus einem epithelialen Rohr, welches durch eine verschiedenartig gestaltete Wandung gestützt ist, indem in einem maschigen Bindegewebe, welches das epitheliale Rohr umgiebt, neben je einem schuppenartigen Gebilde, welches das Epithelrohr fast vollständig umschließt, alternierend ein besonders gestaltetes Gewebe auftritt. Die verschiedenen Theile der Kanalwandung sollen in ausführlicher Weise nach einander betrachtet werden.

Das epitheliale Rohr besteht aus zwei Regionen, indem mit den gewöhnlichen Kanalepithelzellen die Nervenendorgane abwechseln; letztere werden später Erwähnung finden. Das Kanalepithel weicht, obgleich es durch das Epithel der Ausführungsgänge in direkter Verbindung mit dem äußeren Epithel steht, dennoch in verschiedener Weise von diesem ab. In der Umgebung der Mündung eines Ausführungsganges nimmt die Mächtigkeit der Epidermis allmählich so weit ab, dass ein wenig geschichtetes Epithel in das Epithel der Ausführungsgänge übergeht (Fig. 3); mit der Verringerung der Epidermiszellen hört die Entwicklung von Schleimzellen auf, im Epithel des Kanals und der Ausführungsgänge fehlen sie vollständig. Dessgleichen finden sich weder zwischen den Kanalepithelzellen noch in der Umgebung derselben Pigmentzellen entwickelt. Die Dicke des Kanalepithels ist in den verschiedenen Regionen des Rumpfkanales ziemlich gleich; es beschränkt sich dieselbe auf zwei bis drei Zellschichten, welche sich in gleicher Mächtigkeit in die Ausführungsgänge fortsetzen.

Gegenüber der ungleichen Form der Epidermiszellen zeigen die Kanalepithelzellen eine fast stets kubische Gestalt; nur in den Regionen eines Ausführungsganges und in diesem selbst treten oft etwas abgeplattete Zellformen auf. Eine Eigenthümlichkeit des Kanalepithels besteht darin, dass sich zwischen den Zellen in kontinuierlicher Ausdehnung eine Masse findet, eine Art Kittsubstanz, welche bei Behandlung mit der Lösung von salpetersaurem Silber eine dunkle Färbung annimmt; zwischen den Zellen der Epidermis ist eine solche Ausscheidung nicht vorhanden. In großer Verbreitung finden sich ferner auf den Kanalepithelzellen (mit Ausschluss des Epithels der Ausführungsgänge), welche an das Lumen des Kanals grenzen, also die innerste Grenze des Kanals bilden, tröpfchenartige Erhöhungen, welche nach den verschiedenen Behandlungsmethoden sich in sehr ungleicher Weise darstellen und einem festgewordenen Ausscheidungsprodukt gleichen. Während nach einfacher Erhärtung in Alkohol die Kuppen wenig hervortreten, bekommt man dieselben nach der Behandlung mit Osmiumsäure sehr schön zu Gesicht, indem dieselben eine intensive bräunlich-gelbe Färbung angenommen haben. Auch nach der Behandlung mit Höllesteinlösung treten die Kuppen durch dunkle Färbung sehr deutlich zu Tage. Es stehen diese kuppenartigen Erhöhungen offenbar in innigstem Konnex mit der schleimartigen Flüssigkeit, welche sich im frischen Zustande im Seitenkanalsystem findet. Es fand sich nämlich nach der Behandlung mit Osmiumsäure wie Silberlösung im Kanalsystem eine körnige Masse, ohne Zweifel die in ein geronnenes Stadium übergegangene schleimartige Masse, welche ebenfalls wie die Kuppen nach Osmiumsäure eine bräunlich-gelbe und nach Silberlösung eine dunkelbraune Färbung angenommen hatte. Da sich nun im Epithel des Kanals keine andern Zellen finden, denen eine sekretorische Thätigkeit beigelegt werden kann, so darf man wohl jene Zellen mit den kuppenförmigen Erhöhungen als die Elemente ansehen, von welchen der Schleim hervorgebracht wird<sup>1</sup>. Fig. 6 stellt solche Zellen nach der Behandlung mit Osmiumsäure und Karmintinktion dar.

Das Bindegewebe, welches die Epithelwandung umschließt, setzt sich aus dem areolären Gewebe der Cutis fort; von diesem ist es jedoch in so fern verschieden, als die Bindegewebszüge ein feineres Netz bilden,

<sup>1</sup> Über die Entstehung der schleimartigen Masse im Seitenkanalsystem sind bislang keine genaueren Angaben vorhanden; aber es wurde dieselbe bereits von den ältesten Autoren, deren Ansicht über das Seitenkanalsystem somit theilweise wieder zur Geltung kommt, konstatiert; man schrieb bekanntlich dem Kanalsystem nur die Funktion eines schleimabsondernden Apparates zu, woher die anfängliche Benennung von Schleimkanälen stammt; erst von LEYDIG wurde, wie bereits erwähnt, die eigentliche Funktion dieser Kanäle als Träger von Nervenendapparaten festgestellt.

in welchem zahlreichere spindelförmige Bindegewebskerne eingelagert sind. Die Größe der bindegewebigen Maschen in der Umhüllung des epithelialen Rohrs beträgt im Maximum 0,04—0,048 mm, während die Maschen der übrigen Haut einen Durchmesser von 0,028—0,072 mm haben. Ausgezeichnet ist das Bindegewebe in der Umgebung des Epithelrohres noch dadurch, dass in demselben ein reiches Gefäßnetz zur Ausbildung gekommen ist. Zwischen Epithel und Bindegewebe ist eine Grenzlamelle nicht überall nachzuweisen; sie scheint sogar an den nervenendlosen Regionen vollständig zu fehlen. Sicher zu konstatieren ist dagegen eine homogene Grenzmembran unterhalb eines Endorgans; in der centralen Region desselben, an welcher Stelle die Membran von dem zu dem Endorgan tretenden Nerv durchbrochen wird, zeigt dieselbe die größte Dicke; nach den Seiten hin verdünnt sie sich allmählich, bis sie schließlich vollständig schwindet.

Wie erwähnt findet sich in das Bindegewebe, welches den epithelialen Kanal umgiebt, ein Gewebe eingelagert, welches sich zu beiden Seiten des Kanals, dorsal und ventral, in Form einer flachen Mulde erstreckt; die Konkavität der Mulde ist dem Kanal zugekehrt. Fig. 2 stellt im Querschnitt die Lagerung des Gewebes dar. Die Längenausdehnung des Gewebes beträgt etwa 0,4 mm, die Breite in dorsoventraler Richtung etwa 0,036 mm und die Breitenausdehnung der beiden Muldenschenkel etwa 0,08 mm. In den Regionen der Ausführungsgänge setzt sich das Gewebe in die Umhüllung derselben fort; während jedoch in der Umgebung des Hauptkanals sich das Gewebe nicht eng an das epitheliale Rohr ansetzt, sondern durch das maschige Bindegewebe bis auf 0,03 mm Entfernung getrennt ist, schließt es sich an das Epithel der Ausführungsgänge so nahe an, dass nur ein unbedeutender Raum für das areoläre Bindegewebe bleibt; es erstreckt sich das Gewebe um die Ausführungsgänge bis zur äußeren Öffnung derselben, und hier nimmt das areoläre Bindegewebe bis zum völligen Schwund ab, so dass dies gleich näher zu schildernde Gewebe hier unmittelbar an das äußere Epithel grenzt (Fig. 3).

Nach den Eigenthümlichkeiten, welche dieses Gewebe in histologischer Beziehung bietet, ist dasselbe ohne Zweifel als ein Knorpelgewebe zu deuten, und zwar steht es in nächster Beziehung zum bindegewebigen Knorpel<sup>1</sup>. Die charakteristischen Besonderheiten und die histologischen Elemente des Gewebes kommen nach den verschiedenen Behandlungsweisen in verschiedener Weise zum Ausdruck. Es ist das Gewebe zunächst

<sup>1</sup> Ein ähnliches, wenn auch in mancher Beziehung, wie durch den Besitz von elastischen Fasern abweichendes, Gewebe kommt nach LEYDIG in der Wandung des Seitenkanals von Plagiostomen vor. (LEYDIG, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. p. 40.)

dadurch ausgezeichnet, dass sich in demselben mehr oder minder breite Faserbündel, welche im frischen Präparat, nach Zusatz von Essigsäure die für die Bindegewebsfasern charakteristische Quellung zeigen, finden; die Dicke der Faserbündel schwankt zwischen 0,003—0,006 mm. Da die Substanz der Faserbündel besonders deutlich an in Chromsäure gehärteten Präparaten hervortritt, so ließ sich an solchen Objekten leicht die Richtung und Lagerung der Faserbündel konstatieren. Es erstrecken sich die Bindegewebszüge in dem Gewebe in dorsoventralem Verlauf in der Richtung gegen die Wand des epithelialen Kanals und wenden sich an den Rändern der Gewebsmasse, besonders an der dem Kanal zugekehrten Seite, zurück, so dass die umbiegenden Faserbündel an den Rändern des Gewebes gleichsam arkadenartige Figuren darstellen. Es wird demnach auf diese Weise eine große Anzahl von Schlingen gebildet, welche große Räume zwischen den breiten Bindegewebsbündeln entstehen lassen. Die Gesamtheit der Fasersubstanz bildet somit ein Maschengertüst, dessen Züge im Allgemeinen radiär zu der Richtung des Epithelrohres gestellt sind und mit ihren diesem Rohre zugewendeten Umbiegungen als ein besonders ausgezeichneter Stützapparat erscheinen.

Entsteht mit diesen arkadenähnlichen Schleifenbildungen eine scharfe Abgrenzung dieses Knorpels an der dem Epithelrohr zugewandten Fläche, so ist auf der abgewandten Fläche an manchen Stellen eine weniger scharfe Abgrenzung vorhanden, indem hier häufig die Faserbündel des Knorpelgewebes in die Faserung des maschigen Bindegewebes übergehen. In den durch die umbiegenden Faserbündel gebildeten Räumen finden sich nun länglich gestaltete Zellen mit deutlichen Kernen gelagert. Die Zellgrenzen und die Kerne waren an in Alkohol gehärteten Objekten nach der Tinktion in Pikrokarmine in sehr feinen Schnitten sicher festzustellen. Die Längsausdehnung der elliptisch gestalteten Zellen beträgt etwa 0,0108 mm, die Breitenausdehnung etwa 0,0072 mm und die Größe des Kernes etwa 0,004 mm. Die Zellen sind durch das ganze Gewebe verbreitet; aber in größter Anhäufung finden sich dieselben in der Region, welche dem Kanal zugekehrt ist; hier liegen in dem Raum einer Masche oft zwei bis drei Zellen meist hinter einander gelagert, welche jedoch stets die Längsrichtung gegen den epithelialen Kanal gekehrt haben.

Im Allgemeinen finden sich gleiche histologische Verhältnisse wie in dem Knorpelgewebe, welches die Umhüllung des Hauptkanals bildet, auch in der Fortsetzung des Gewebes um die Ausführungsgänge. Auch hier verlaufen Faserbündel in der Richtung gegen die Wand der Kanälchen und zurückbiegend begrenzen die Faserbündel auch hier Hohlräume, in denen die elliptisch gestalteten Zellen liegen. Als sehr charakteristisch für die Ausführungsgänge bleibt jedoch zu erwähnen, dass in unmittel-

barer Nähe der äußeren Mündung derselben die Faserbündel so weit zurücktreten, dass man hier die Knorpelzellen ohne dazwischengestellte Bindegewebszüge antrifft. Während außerdem im Knorpelgewebe in der Umhüllung des Hauptkanals sich die Zellen durch das ganze Gewebe verbreitet finden, sind die Zellen in der Umhüllung der Ausführungsgänge fast nur in der unmittelbaren Umgebung derselben gelagert; aber auch hier sind die elliptisch gestalteten Zellen mit ihrer Längsrichtung gegen die Wand der Kanälchen gerichtet, so dass die Radiärstellung und die damit wohl verbundene Bedeutung, als Stützgewebe zu dienen, erhalten bleibt.

Mit dem soeben geschilderten Gewebe in vollständig regelmäßiger Alternation findet sich, wie bereits bemerkt, in der Umhüllung des epithelialen Rohrs an den Stellen eines Nervenorgans ein schuppenartiges Gebilde, welches offenbar dem in seinem Bereich liegenden Sinneshügel zum Schutz dient. Von STANNIUS<sup>1</sup> und LEYDIG<sup>2</sup> wird dasselbe als knöcherner Halbkanal in der Umgebung des Seitenkanalsystems erwähnt. Das Knorpelgewebe setzt sich an das Gebilde so eng an, dass ein fester Zusammenhang zwischen beiden besteht, und die Schuppensubstanz gleichsam in die Knorpelsubstanz eingekleibt erscheint. Der Abstand der Schuppe vom epithelialen Rohr beträgt etwa 0,07 mm. Die Form der Schuppe ist die eines nicht vollständig geschlossenen Cylinders, an welchem die offene Region nach der Außenseite des Körpers gerichtet ist (Fig. 4). Vom innern Umfang des Kanals her, an welcher Seite im epithelialen Rohr der Sinneshügel steht und wo die Basis der Schuppe angenommen werden kann, umschließt sie den Kanal; in dieser Region hat die Schuppe die größte Ausdehnung und von hier aus nimmt die Längenausdehnung nach außen hin etwas ab. Fig. 5 stellt eine isolirte Schuppe dar. In den Flächen der Schuppe finden sich zahlreiche größere und kleinere Öffnungen (Fig. 5 b); eine wie es scheint bei allen Schuppen an gleicher Stelle wiederkehrende Durchbrechung befindet sich nahe der Basis (Fig. 5 a); es dient dieselbe zum Durchtritt des Nerven, welcher den Sinneshügel versorgt. Daneben kommen an vielen anderen Stellen — eine Beschränkung scheint auf der der Innenseite des Körpers zugekehrten Region stattzufinden — Durchbrechungen vor, welche vornehmlich zum Durchtritt der Gefäße vorhanden zu sein scheinen; überall setzen sich jedoch auch Bindegewebsfasern durch dieselben fort. Die Ränder dieser Durchbrechungen wie die Ränder der Schuppe sind abgerundet, hören also nicht mit scharfer Kante auf. Die sich gegen einander neigenden Enden der Schuppe sind von

<sup>1</sup> STANNIUS, Über die Knochen des Seitenkanals bei Fischen. FROR. Not. 1842. Bd. XXII. p. 98.

<sup>2</sup> LEYDIG, Über die Schleimkanäle der Knochenfische. MÜLLER'S Archiv 1850. Hier wird (Taf. IV, Fig. 3) eine ganz ähnlich geformte Schuppe, »Knochenrinne«, von *Lota vulgaris* abgebildet.

sehr dichten mit sehr zahlreichen Kernen versehenen Bindegewebsfasern umlagert; von den Flächen der Schuppe setzt sich das Bindegewebe in weniger dichten Fasern ab; auch sind auf den Flächen der Schuppe die spindelförmigen Bindegewebskerne in nicht so großer Anhäufung gelagert als an den sich zusammenneigenden Enden. Die Substanz der Schuppe stellt eine vollständig homogene Masse dar, in welcher eine Schichtung wahrzunehmen ist, welche sich durch das ganze Gebilde erstreckt. Die Dicke der Schuppensubstanz beträgt 0,014—0,018 mm; nach der vorderen und hinteren Seite hin nimmt die Mächtigkeit etwas ab.

Während demnach die Wandung des Rumpfkanales von Elementen der Haut gebildet ist, welche in ihrer Entfaltung eine deutliche leicht zu konstatirende Regelmäßigkeit offenbaren, finden sich in der Wandung der Kopfkanäle in mancher Beziehung abweichende Verhältnisse, welche besonders wohl dadurch bedingt sind, dass hier das Organsystem in den verschiedenen Deckknochen des Kopfes Schutz gefunden hat. Schon die Form der Kanäle ist hier Schwankungen unterworfen, indem dieselbe sich der verschiedenen Form der Knochenkanäle angepasst hat; neben fast kreisrunder Form kann dieselbe bis zu breitgezogener elliptischer Gestalt im Querschnitt differiren.

Theils um den Verlauf der Kopfkanäle festzustellen, besonders aber um die histologischen Elemente in denselben genau ersehen zu können, wurden mehrere Schnittserien durch das ganze Kanalsystem gelegt, nachdem vorher die Knochen in starkem Alkohol durch allmähliches Zusetzen von Salzsäure entkalkt und die Objekte in Karmin gefärbt waren. Die Entkalkung war so weit vorgeschritten, dass sich der Knochen leicht durchschneiden ließ, ohne dass die sonstigen Gewebelemente sich durch Einwirkung von Säure verändert hatten. Aus einer Schnittserie, welche vom Rumpf her durch eine Schädelhälfte gelegt war, ging zunächst deutlich hervor, dass eine Kommunikation der Kanäle beider Seiten in der Hinterhauptsgegend besteht, und dass ferner der Unterkieferkanal in keiner Weise mit dem Kanal des Schädeldaches in Verbindung steht.

Die Knochen, in denen die verschiedenen Kanäle verlaufen, sind nun folgende: Vom Rumpf setzt sich zunächst der Kanal in den Theil des Suprascapulare fort, welcher sich eng an den Schädel ansetzt. Nach dem Durchtritt durch diesen Knochen geht vom Hauptkanal der mit dem Kanal der anderen Körperseite anastomosirende Kanal ab, welcher die hintere Region des Parietale durchsetzt. Der Hauptkanal tritt dann in seinem Verlauf bis zum Auge durch das Os mastoideum; dieser Knochen bietet jedoch eine Eigenthümlichkeit; während nämlich weiterhin die Kanäle des Parietale und Frontale diese Knochen selbst durchsetzen, haben sich auf dem Mastoideum Knochenrinnen oder Knochenbrücken gebildet, welche

die knöchernen Wand des Kanals darstellen. In der Region vor dem Mastoideum theilt sich der Kanal; der Supraorbitalast setzt sich durch das Frontale fort in einem Kanal, welcher parallel dem Augenrande dieser Seite verläuft, während der Infraorbitalast den Knochenring der Infraorbitalia durchbricht. Eine zweite Schnittserie wurde durch den Unterkiefer und das Praeoperculum gelegt, und daran die Kontinuität des hier verlaufenden Kanales sichergestellt. Am skelettirten Unterkiefer sind leicht große ovale Durchbrechungen an der ventralen Seite des Dentale zu konstatiren, welche den Öffnungen der Ausführungsgänge des Kanals entsprechen, während an den geschlossenen Stellen des Knochens, welche mit ersteren in regelmäßiger Weise abwechseln, die Nervenendhügel liegen. Das Praeoperculum, in welches sich der Unterkieferkanal fortsetzt, bildet einen zweiseitigen Knochen; der eine dieser Schenkel liegt gleichsam in der Verlängerung des Unterkiefers, während der andere, rechtwinklig zu diesem stehend, sich nach oben der Schädeldecke zu in die mittlere Region des Mastoideum fortsetzt; in diesem Schenkel steigt der Kanal auf. Im ersteren Schenkel finden sich gleiche ovale Durchbrechungen wie im Dentale des Unterkiefers; die Anzahl der Öffnungen in beiden Knochen entspricht der Anzahl der nach unten verlaufenden Ausführungsgänge des Unterkieferkanals.

Gehe ich nun zur Beschreibung der histologischen Eigenthümlichkeiten der Kopfkanäle über, so ist zunächst zu bemerken, dass das Hautsystem des Kopfes sich von dem des Rumpfes dadurch unterscheidet, dass in der Kopfregion die Cutis nicht in zwei getrennte Lagen geschichteten Bindegewebes gesondert ist; es setzt sich an die Epidermis ein geschichtetes Bindegewebe an, welches in ein maschiges areoläres Gewebe übergeht. In der Region, in welcher in der Haut des Rumpfes die untere Lage geschichteten Bindegewebes zur Bildung gekommen ist, finden sich dann am Kopfe die Deckknochen des Schädels.

Als Grundlage des gesammten Kanalsystems findet sich auch in den Kopfkanälen ein epitheliales Rohr, dessen Elemente denen des Rumpfkanals vollkommen gleich sind. Während jedoch im Rumpfkanal die Wand dieses Rohres von durchweg gleicher Mächtigkeit ist, ist sie in den Kopfkanälen an einigen Stellen schwächer an anderen stärker entwickelt. Wenn gleich hierin eine regelmäßige Abwechslung keineswegs vorhanden ist, so ist doch leicht zu konstatiren, dass im Allgemeinen die epitheliale Wandung da am wenigsten entwickelt ist, wo der Kanal von außen am meisten geschützt ist, also in den Regionen, in welchen der Kanal in den Knochen verläuft; oft besteht das Kanalepithel hier nur aus einer einschichtigen Zellenlage. Weit stärker ist die Wandung des epithelialen Rohrs da, wo der Kanal der knöchernen Umgebung entbehrt, indem sie hier meist von zwei bis drei Zellenlagen gebildet wird.

Das maschige Bindegewebe, welches das epitheliale Rohr auch in den Knochenkanälen umschließt, setzt sich aus dem Gewebe der Cutis fort. Wie in dem gleichen Gewebe aus der Umgebung des Rumpfkanales finden sich überall zahlreiche spindelförmige Bindegewebskerne zwischen die Bindegewebsfasern eingelagert, und überall ist ein reiches Gefäßnetz in dem Bindegewebe vorhanden. Eine Differenz gegenüber dem Verhalten am Rumpfkanal besteht aber wieder darin, dass dies Bindegewebe hier sehr ungleich mächtig entwickelt ist. In den Regionen, in welchen der Kanal in vollständig geschlossenen Knochenröhren verläuft, sind die Bindegewebsfasern oft sehr spärlich entwickelt; an einigen Stellen — Kanal des Suprascapulare — ist das Epithel des Kanals von der Knochenwand nur durch äußerst feine Bindegewebszüge getrennt, so dass es oft scheinen könnte, als setze sich das Epithel direkt an die Knochenwand an.

In den Regionen, in welchen der Kanal nicht von Knochenleisten überbrückt ist, verläuft derselbe an vielen Stellen in der Höhe des geschichteten Bindegewebes der Cutis. Knorpelgewebe, mit denjenigen Eigenthümlichkeiten, welche von dem gleichen Gewebe aus der Umhüllung des Rumpfkanales geschildert wurden, findet sich auch in der Umgebung der am Kopf verlaufenden Strecken dieses Kanalsystemes. In seiner Vertheilung fehlt aber jene regelmäßige Anordnung, mit welcher es am Rumpfkanal auftritt und höchstens kann in dem Verhalten des im Unterkiefer verlaufenden Kanals eine annähernd diesem ähnliche Vertheilung gefunden werden. In den oberen Kopfkanälen sind es vornehmlich die Ausführungsgänge, welche besonders nahe der äußeren Öffnung, von einem Gewebe umgeben werden, welches ganz die geschilderten Eigenthümlichkeiten des Knorpelgewebes in der Wandung des Rumpfkanales hat; es sind auch hier die Bindegewebsfasern radiär gegen die Wandung der Kanälchen gerichtet und in den arkadenförmig geschlossenen Maschen finden sich zahlreiche elliptisch gestaltete Zellen eingelagert. Doch ist hier das Gewebe nicht so reichlich entwickelt, und nicht in der bestimmt abgegrenzten Form in der Umgebung der Ausführungsgänge zur Ausbildung gekommen, wie sich dasselbe im Rumpfkanal darstellt.

Ein besonderes Interesse bietet die Wandung des Unterkieferkanals, indem hier das Knorpelgewebe in fast regelmäßiger Anordnung wiederkehrt. Wie erwähnt bilden die Ausführungsgänge in diesem Kanal große Öffnungen, welche in schräger Richtung über den einzelnen Nervenendorganen im Bereich des Kanals selbst liegen, so dass die Ausführungsgänge fast als Lücken in der nach außen sehenden Wand des Kanals erscheinen. Diesen Stellen entsprechen die bereits erwähnten großen ovalen Durchbrechungen im Deckknochen des Unterkiefers, und hier findet sich, an das Epithel der Ausführungsgänge angrenzend, ein Knorpel-

gewebe, welches sich bis an die Wand des Epithelkanals fortsetzt. Es bietet diese Kanalstrecke somit offenbar einen Anklang an die Verhältnisse, welche im Rumpfkanal in so regelmäßiger Weise zur Ausbildung gekommen sind, indem die Regionen, welche in letzterem von der Schuppen-substanz umgeben werden, den Stellen entsprechen, welche im Unterkieferkanal durch die geschlossene knöcherne Wand gebildet werden. Eine wesentliche Differenz besteht allerdings auch hier darin, dass die Knorpelmasse sich im Unterkiefer nicht vollständig in die Umhüllung des Hauptkanals fortsetzen kann; denn während im Rumpfkanal die Schuppen-substanz nicht in kontinuierlicher Fortsetzung den Hauptkanal umgiebt, sondern in der ganzen Umgebung des Kanals vom Knorpelgewebe unterbrochen wird, bildet im Unterkiefer das Dentale an der innern Seite des Epithelkanals eine ununterbrochene knöcherne Wandung, und nur an den Stellen, wo sich die nach außen gerichteten ovalen Durchbrechungen im Dentale finden, kann das Knorpelgewebe bis in die Umhüllung des Epithelrohrs treten.

Ein ferneres Resultat, welches den verschiedenen Schnittserien entnommen werden konnte, war, dass auch in den Kopfkanälen jedem Nervenendorgan ein Ausführungsgang entspricht, so dass beide in wechselseitiger Beziehung zu einander stehen.

In Betreff der Nervenendorgane muss zunächst bemerkt werden, dass ich meine Untersuchungen nicht auf die Endigungsweise der Nerven selbst ausgedehnt habe. Ich werde mich auf die sonstigen anatomisch-histologischen Verhältnisse beschränken, welche die Endorgane bieten und welche theils für die Klarlegung der entwicklungsgeschichtlichen Resultate nöthig sein werden.

Es bilden die Nerven Hügel länglich oval gestaltete Zellenkomplexe, deren größte Dimension im Rumpfkanal der Längsachse des Körpers parallel gerichtet ist und welche auch in den Kopfkanälen stets in der jeweiligen Längsachse der Kanäle liegt. Die Größe der Nervenendhügel ist beim ausgewachsenen Stadium im ganzen Rumpfkanal ziemlich die gleiche; dieselbe beträgt im Rumpfkanal in der Längsrichtung etwa 0,453 mm und in der Querrichtung etwa 0,073 mm. Fast gleiche Größenverhältnisse bieten die Nervenendhügel in den Kanälen des hinteren und mittleren Kopftheiles; dagegen sind diejenigen, welche in den Kanälen der vorderen Kopfregion und in demjenigen des Unterkiefers stehen, um etwas größer. In einem Sinneshügel lassen sich leicht zwei Regionen unterscheiden; eine periphere, welche von den cylindrisch gestalteten Stützzellen gebildet wird, und eine centrale, in welcher die birnförmig gestalteten Sinneszellen liegen (Fig. 8 m). Im Umfange eines Sinneshügels ist die oberflächliche Zellschicht des epithelialen Rohres zu einer scharfen Kante

emporgehoben (Fig. 9 und 10). Jeder Nervenendhügel wird von einem von der Seite hinzutretenden Nerv versorgt, welcher bis unter die centrale Partie des Endhügels tritt (Fig. 7). Sehr beachtenswerth ist die Erscheinung, dass je zwei benachbarte Endorgane durch einen feinen Faden unter einander in Verbindung stehen. Von SOLGER<sup>1</sup> wird eine gleiche Bildung von Forellenembryonen erwähnt; zwei Endorgane werden dadurch mit einander verbunden, dass vom Ende eines spindelförmigen Endorgans eine Streifung ausgeht, welche sich bis zum benachbarten Endorgan erstreckt. Bei *Cottus gobio* ist also eine gleiche Verbindung auch im erwachsenen Stadium vorhanden, und wie aus einer Querschnittserie constatirt werden konnte, geht dieselbe aus dem centralen Theil eines Endorgans hervor und erstreckt sich in deutlicher Weise von einem Sinneshügel bis zum anderen. Der Faden verläuft dabei in der unteren Schicht des Kanalepithels und besteht aus feinen Fasern mit angelagerten langgestreckten Kernen. Ob diese Verbindungsfäden zwischen je zwei Endorganen Anastomosen zwischen den Nervenaustritten in den Endhügeln darstellen, habe ich nicht entscheiden können.

Auf der centralen Partie eines Endorgans konnte an vielen Stellen, sowohl im Rumpfkanal wie im Kopfkanal, ein in mannigfacher Form sich darstellendes Häutchen constatirt werden, welches nach Osmiumsäure und Karmintinktion, offenbar in Folge der Einwirkung derselben, ein körniges, dunkles Aussehen angenommen hatte. Das Gebilde ist jedenfalls das gleiche wie jenes, welches zuerst von F. E. SCHULZE<sup>2</sup> auf den Endorganen nachgewiesen wurde, ein Ausscheidungsprodukt der indifferenten Cylinderzellen; und dient ohne Zweifel zum Schutz der feinen Sinneshäärchen, welche sich auf der Spitze der birnförmigen Sinneszellen finden.

Allerdings kenne ich sein Verhalten nicht im frischen Zustande, sondern nur nach Behandlung mit Reagentien, welche mit einer Verdichtung und Verfestigung seiner Substanz auch wohl eine Veränderung seiner ursprünglichen Form herbeigeführt haben mag. Welche verschiedene Gestaltung diese Gebilde annehmen können, ist in den Figuren 9 und 10 als Querschnitt zum Ausdruck gebracht.

Vergleicht man diese Figuren mit einem Querschnitt durch das Gehörbläschen mit Otolithen eines etwa 11 mm großen Fisches, so wird man leicht die große Übereinstimmung, welche zwischen beiden Nervenendapparaten besteht, anerkennen müssen. Bereits von LEYDIG wurde der gleiche histologische Bau beider Endorgane hervorgehoben, indem er

<sup>1</sup> SOLGER, Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. Archiv für mikroskopische Anatomie. XVIII. Bd. p. 385.

<sup>2</sup> F. E. SCHULZE, Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Archiv für mikrosk. Anatomie. VI. Bd. 1870.

besonders betonte, dass wir beide Endapparate auf einem bindegewebigen Stroma antreffen, in dem zahlreiche Gefäße zur Bildung gekommen sind, und dass beide Endorgane im Schutz fester Gebilde geborgen sind. Andere Forscher stimmten der Ansicht LEYDIG's bei, und besonders F. E. SCHULZE brachte die analoge Bildung der Elemente der Endorgane zur Geltung und verwies auf die Ausscheidung einer homogenen Masse auf dem Gipfelfelde eines Sinneshügels im Seitenkanalsystem. Von vielleicht größter Bedeutung für die Anschauung, dass wir im Seitenkanalsystem der Fische ein accessorisches Gehörorgan vor uns haben, dürften wohl die Resultate sein, welche P. MAYSER in der in neuester Zeit erschienenen Arbeit: »Vergleichend anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden«<sup>1</sup> (p. 309), liefert. Es geht dieser Forscher auf die Nerven selbst ein, welche das Seitenkanalsystem versorgen und strebt den Nachweis zu führen, dass alle diese Nervenfasern in innigster Beziehung zu den Fasern des Acusticus stehen, ja, meist ihren Ursprung aus Theilen des Acusticus selbst haben.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das epitheliale Rohr des Seitenkanalsystems und seiner Umhüllung lassen die Vergleichung zwischen ihm und dem Gehörapparat noch weiter fortführen. Die gerinnende Flüssigkeit im Seitenkanal lässt sich vielleicht der Endolympe entgegenstellen; wie das häutige Labyrinth locker suspendirt im knorpeligen oder knöchernen Theile des Gehörorganes liegt, so liegt das epitheliale Rohr des Kanals gleichfalls locker, nur durch geringes areoläres Bindegewebe getragen im Lumen eines Kanales, der seine Festigkeit der Entwicklung von Knorpel und Schuppensubstanz verdankt. Unentschieden mag sein, ob die Ausbildung der mit ungleichen nervösen Endapparaten ausgerüsteten kanalförmigen Strecken des Gehörapparates Verzweigungen im Bereiche des Seitenkanalsystemes an die Seite gestellt werden kann; aber augenfällig ist die Übereinstimmung zwischen dem Ductus endolymphaticus der Plagiostomen und seinen auf der Scheitelfläche gelegenen Ausmündungen und den Ausführungsgängen der Seitenkanäle, um so mehr, als wir hier bei *Cottus*, wie dort bei den Haien, Mündung auf quer verlaufenden Kanälen in der Mitte der Scheitelfläche antreffen. Die frühzeitige Anlage zeichnet ja den Gehörapparat vor dem Kanalsystem aus, so dass dieser gleichsam als eine in der Bildung verspätete Wiederholung des gleichen Apparates erscheint. Mit einer solchen Auffassung wird die Stellung, welche die das Gehörorgan einschließenden Knochen bei morphologischer Betrachtung einnehmen müssen, den Nachbarknochen gegenüber noch schärfer präcisirt.

In der Haut von *Cottus gobio* haben ein gewisses Interesse auch die

<sup>1</sup> Diese Zeitschrift. Bd. XXXVI.

Hautpapillen, deren Vorkommen sich auf die Kopfreion und hier auf die Region des Schädeldaches beschränkt; in mehreren Reihen geordnet, stehen sie um den hinteren Augenrand herum. Am Rumpf wie an der unteren Kopfseite fehlen sie; doch finden sie sich noch in ziemlich reicher Entfaltung auf den Kiemenbögen. Eine besondere Gestaltung beruht bei *Cottus gobio* in den Papillen darin, dass sich dieselben mit ihrem Gipfel weit über das gewöhnliche Niveau der Epidermis hinaus erstrecken, so dass die Papillen zumal in der gehärteten Haut als höckerartige Vorsprünge erscheinen. Die Form der Papillen ist die eines Kegels, welcher oft nach oben bedeutend in die Länge gezogen sein kann; die Höhe der Papillen der Kopfreion beträgt im Mittel etwa 0,444 mm, die Breite an der Basis etwa 0,408 mm, an der Spitze etwa 0,036 mm; diese Verhältnisse ändern indess bei flacher gestalteten Papillen ab. Die Papillen auf den Kiemenbögen haben kleinere Dimensionen; ihre Höhe beträgt etwa 0,036 mm und ihre Breite 0,025 mm. Die Epidermis nimmt auf den Papillen sehr an Mächtigkeit ab; das Gipfeld einer Papille ist oft von wenigen Zellenlagen bedeckt; auch fehlen auf dem oberen Gipfeld der Papillen in der Epidermis die großen Schleimzellen vollständig.

Diese Papillen, bei welchen Fischen sie auch vorkommen, sind bekannterweise sehr häufig dadurch ausgezeichnet, dass auf ihnen eine zweite Art von Nervenendorganen zur Ausbildung kommt; von LEYDIG<sup>1</sup>, welcher dieselben zuerst auffand, »becherförmige Organe« genannt, werden dieselben von MERKEL in dessen Schrift: »Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere« (p. 59), als Endknospen bezeichnet; wie dieser Forscher hervorhebt, unterscheiden sich diese Endorgane von den Nervenendhügeln in dem Seitenkanalsystem darin besonders, dass sie das Bestreben haben, die Hautoberfläche zu erreichen oder zu übersteigen, während letztere sich in die Tiefe der Haut zurückziehen. Das Vorhandensein solcher Endknospen ist daher stets an die Entwicklung einer Hautpapille geknüpft; aber umgekehrt setzt die Bildung von Hautpapillen nicht das Vorhandensein einer Endknospe voraus.

So auch bei *Cottus gobio*; auf den Kopfpapillen ist die Entwicklung solcher Endknospen fast spärlich zu nennen, da auf den meisten Papillen solche Endknospen vollständig zu fehlen scheinen; in solchen Papillen findet man denn auch nur Gefäße und keine Spur von einem Nerv. Sind die Endknospen vorhanden, so stehen sie meist auf dem äußersten Ende einer Papille; doch können sie auch bis an die Seitenflächen verschoben sein. In bedeutend größerer Entwicklung finden sich diese Endknospen auf den Papillen der Kiemenbögen; hier scheint auf jeder Papille ein solches Gebilde zu stehen. Es bilden die Endknospen einen aus wenig

<sup>1</sup> LEYDIG, Über die Haut einiger Süßwasserfische. Diese Zeitschr. Bd. III.

Zellen bestehenden Zellenkomplex, welcher sich den übrigen Epidermiszellen gegenüber scharf abhebt; meist haben die Zellen, in deren unteren Theilen die Kerne liegen, eine langgezogene cylindrisch birnförmige Gestalt. Eine Differenz zwischen centralen und peripheren Zellen war kaum zu erkennen. Die Höhe der Gebilde ist etwas schwankend; während die Endknospen der Kopfreion eine Höhe von 0,008—0,018 mm haben, beträgt die Größe derjenigen der Kiemenbögen etwa 0,044—0,048 mm. In den Papillen dieser letzteren Region war ein Nerv an mit Osmiumsäure behandelten Präparaten sicher zu konstatiren, welcher sich bis dicht unter die Endknospe erstreckte; eine Verbindung der Zellen des Endorgans mit den Ausläufern des Nerven konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

### Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Seitenkanalsystems.

Das Material, welches zum Studium der Entwicklungsgeschichte diente, bestand aus Fischen, welche eine Größe von 44 mm und circa 20 mm hatten; während an ersteren die ersten Stadien des eigentlichen Kanalsystems konstatirt werden konnten, ließ sich an letzteren die fortschreitende Bildung des Kanals feststellen.

Wie zuerst von F. E. SCHULZE<sup>1</sup> beobachtet wurde, zeigen die Knochenfische, welchen im ausgewachsenen Stadium ein vollständig ausgebildetes Kanalsystem zukommt, in ihren jüngsten Stadien freistehende Endorgane. Von ihm ist auch bereits kurz angegeben, in welcher Weise aus einer Rinnenform durch Annäherung und Verschmelzung der Ränder der Kanal sich bildet.

Meine hier folgenden Darstellungen sollen zeigen, in welcher Weise dieser Vorgang an den verschiedenen Strecken des Kanalsystemes auftritt. Die jüngsten untersuchten Stadien des *Cottus gobio* waren, wie bemerkt, Fischchen von 44 mm Länge. Äußerlich waren diese Fischchen wenig ausgezeichnet; die Pigmentirung war noch sehr gering. Da bei oberflächlicher Betrachtung auch unter dem Mikroskop weder von Kanälen noch von Endhügeln etwas zu entdecken war, so wurden einige Exemplare in Karmin gefärbt und dann in Serien von Quer- und Längsschnitten zerlegt. Es ergaben sich darauf bei diesem Stadium folgende Verhältnisse: Das Hautsystem hat eine Dicke von 0,0065 mm und besteht vorwiegend aus epithelialen Zellen; die Cutis stellt sich als eine sehr dünne Schicht mit spärlichen Bindegewebskernen dar. Die Anlage des Seitenorgansystems ist in sehr ungleicher Weise in den verschiedenen Körperregionen vorge-schritten; während am Rumpf wie am hinteren Kopfe ausgesprochen deutliche Sinnesbügel im Bereich der Epidermis frei zu Tage treten ohne

<sup>1</sup> F. E. SCHULZE, Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Archiv für mikr. Anatomie. VI. Bd. p. 69.

eine Spur von Kanalbildung zu zeigen, ist in der, später ausführlich zu schildernden, vorderen Kopfregion in einzelnen Partien bereits ein Kanal vorhanden, in dessen Schutz die Sinneshügel stehen.

Lassen wir jedoch zunächst die Kopfregion außer Acht und betrachten vorläufig die Verhältnisse, welche uns am Rumpf entgegenreten. Aus einer Längsschnittserie, welche sich von der dorsalen Seite her durch den ganzen Rumpf erstreckte, konnte konstatiert werden, dass die Entwicklung von Sinneshügeln noch nicht über den ganzen Rumpf vorgeschritten war; etwa der vierte Theil der hinteren Körperlänge zeigte keine Endorgane. Die Entwicklung des Organsystems schreitet somit offenbar in der Richtung vom vorderen Körperende nach hinten vor. Wie im ausgewachsenen Stadium ist auch hier die Anzahl der Nervenendorgane den Ligamenta intermuscularia in gleicher Strecke gleich, und zwar steht in diesem Stadium je ein Endorgan in einer Hauteinziehung, welche im gehärteten Thiere durch ein Ligamentum hervorgebracht wird; dabei nehmen bereits die spindelförmig gestalteten Sinneshügel mit ihrer Längsausdehnung die Richtung des späteren Kanals ein. Eine solche segmentale Anordnung der Nervenendorgane wurde, wie schon erwähnt, von mehreren Autoren bei Fischen konstatiert, welche sich noch im embryonalen Stadium befanden.

In wie weit in histologischer Beziehung die Endorgane ausgebildet sind, soll später in Erwägung gezogen werden.

Die Verhältnisse der Kopfregion wurden einer Querschnittserie entnommen. Es ergaben sich folgende Resultate: am Unterkiefer ist bereits die Schließung eines Kanals eingetreten, jedoch nur in der Ausdehnung der Sinneshügel selbst; in den Regionen zwischen den Nervenendhügeln fehlt noch der geschlossene Kanal, hier ist nur ein rinnenförmiger Halbkanal vorhanden. Der Schluss des Kanales ist indess erst im vorderen Theile des Unterkiefers eingetreten; in den hinteren Regionen desselben ist auch an den Stellen der Nervenendhügel nur erst ein Halbkanal gebildet. In den geschlossenen Kanalregionen ist der Deckknochen, welcher später den Kanal umgiebt, bereits angelegt; es erstreckt sich derselbe bis zu den Seiten des Kanals. Die Weite des Kanals beträgt an den geschlossenen Kanalstellen etwa 0,016—0,02 mm. Die Schließung zum Kanal scheint hier jedoch nicht symmetrisch auf beiden Körperhälften vor sich zu gehen; in einer Querschnittserie fand sich auf gleichen Schnitten nur über dem Sinneshügel der rechten Körperseite eine Hautleiste gebildet, während der entsprechende Sinneshügel auf der linken Körperseite noch in einem Halbkanal stand. In anderen Kopfregionen konnte ein solches Verhalten nicht konstatiert werden.

Der Infraorbitalkanal ist in seinem vordersten Theile, in der Region

des vorderen Augenrandes bereits geschlossen; weiter nach hinten geht er in einen Halbkanal über, in dessen Grunde die Sinneshügel stehen. Der Supraorbitalast erscheint in der Gegend der Nasengrube als ein Halbkanal auch an den Stellen eines Sinneshügels; in der Region zwischen den Augen, also des späteren Frontalkanals, ist jedoch bereits ein geschlossener Kanal zu konstatiren; in der Region hinter dem Auge, in der Labyrinthregion, ist eine Kanalbildung überall noch nicht vorhanden. Der Praeopercularkanal ist bereits in den Theil, welcher nach der Schädeldecke zu verläuft, geschlossen, während die Sinneshügel, welche in der Verlängerung des Unterkiefers liegen, noch in einem Halbkanal stehen.

Aus den soeben geschilderten Verhältnissen geht also hervor, dass sich die Kanalbildung am Unterkiefer wie an den Infraorbitalia zunächst am vordersten Körperende einstellt und von hier nach hinten vorschreitet; während am Supraorbitalast die Schließung zum Kanal zunächst zwischen den Augen beginnt und sich von hier aus nach vorn und hinten erstreckt. Dieses außergewöhnliche Verhalten ist vielleicht in Einklang damit zu bringen, dass gerade dieser Kanal in dem späteren Frontale verläuft, welcher Knochen in diesem Stadium bereits angelegt ist. Ein ähnliches Verhalten stellt der Praeopercularkanal dar, indem derselbe ebenfalls in seinen hinteren Regionen zuerst eine Schließung zum Kanal eingeht.

Einer vollständigen intakten Schnittserie ließ sich ferner das Resultat entnehmen, dass in den verschiedenen Kopfregionen in diesem Stadium bereits eben so viel Sinneshügel angelegt waren, als dem ausgewachsenen Thier zukommen.

Was die Sinneshügel selbst betrifft, so ist zunächst zu bemerken, dass die Größe derselben in den verschiedenen Kopfregionen ziemlich die gleiche ist; es haben dieselben eine Längenausdehnung von etwa 0,026 mm; fast gleiche Größenverhältnisse zeigen die Sinneshügel in der vordersten Rumpffregion, während die am hinteren Rumpfe gelegenen Sinneshügel etwas kleiner sind. Neben bedeutenderer Ausdehnung zeigen nun auch die Endorgane der Kopfregion in histologischer Beziehung bereits eine vorgeschrittenere Entwicklung. Während in den Sinneshügeln der letzten Körperhälfte Cylinderzellen und birnförmig gestaltete Sinneszellen noch nicht in typischer Gestaltung neben einander zu erkennen sind, ist an den Sinneshügeln der Kopfregion bereits eine centrale und periphere Partie zur Sonderung gekommen; der letzteren Region entsprechen bekanntlich die indifferenten Stützzellen, während in der ersteren die eigentlichen Sinneszellen liegen. Die Sinneszellen haben hier etwa eine Höhe von 0,007—0,048 mm; ausgezeichnet sind dieselben in diesem Stadium gegenüber den anderen Epidermiszellen, abgesehen von ihrer Gestalt, noch durch einen verhältnismäßig großen Kern,

dessen Dimension bis zu 0,0035 mm beträgt. Die Zahl der Stützzellen ist noch sehr gering; ihre Höhe beträgt etwa 0,0108 mm.

Die Thiere des nächsten Stadium, welches zur Untersuchung kam, hatten eine Größe von 21—23 mm. Mit starker Lupe betrachtet zeigen sich am Kopf wie am vorderen Rumpfe feine Poren, welche die Öffnungen der bereits gebildeten Ausführungsgänge eines geschlossenen Kanalsystems vorstellen. Eine völlige Schließung der Kanäle ist also hier jetzt eingetreten, aber dieselbe erstreckt sich nicht über den ganzen Körper, sondern nur bis zur Hälfte des Rumpfes; etwa in der Mitte des Körpers hört der geschlossene Kanal auf und es schließt sich an ihn ein Halbkanal an, welcher nach hinten mehr und mehr sich verflacht, bis schließlich am hinteren Körperende die Sinnesbügel im oberen Niveau der Haut liegen. Die Schließung zum Kanal beginnt also auch am Rumpfe zunächst am vorderen Theile, wahrscheinlich indem der am Kopf eingeleitete Vorgang auf den Rumpf hinübergeführt wird, und schreitet dann nach hinten vor. Während nun an den ganz geschlossenen Kanälen des Kopfes und des vorderen Rumpfes die Öffnungen des Kanalsystems sehr fein sind, werden sie nach der Mitte des Rumpfes hin größer. Hier am Rumpfe geht die Bildung des Kanals dabei so vor sich, wie das schon von F. E. SCHULZE nachgewiesen wurde, dass sich an den einzelnen Sinnesbügel, getrennt von einander, je dorsal und ventral von der Zellgruppe des Nervenapparates zunächst eine längslaufende verdickte Epithelmasse in Form einer Leiste findet; im nächstfolgenden Stadium hat sich diese im mittleren Theile zu einer Falte emporgezogen, zwischen deren Blätter von der Cutis her das Bindegewebe sich eingeschoben hat. Diese Faltenbildung geht dann weiter, die Ränder der Falten wölben sich gegen einander, bis sie sich berührend zur Verschmelzung unter einander gelangen. So entstehen kurze, anfänglich von einander getrennte Kanalstrecken, welche durch eine Fortsetzung dieser Entwicklung am vorderen und hinteren Ende mit den Nachbarstrecken zusammenreffen und sich vereinigen; die Ausführungsgänge entstehen dabei auf die Weise, dass an einer Stelle der vollständige Schluss des Kanals nicht erfolgt.

In den ganz geschlossenen Strecken des Kanals besteht auf diesem Stadium darin eine Differenz, als der Kanal am vorderen Rumpfe eine größere Weite als in der Mitte des Körpers zeigt; in der vorderen Rumpfreion beträgt dieselbe etwa 0,098 mm, in der mittleren Körperregion, wo also erst soeben ein Schluss zum Kanal eingetreten ist, dagegen nur 0,072 mm. Da nun beim vollständig ausgebildeten Kanal eine so bedeutende Größendifferenz in Bezug auf die Kanalweite in den verschiedenen Rumpfreionen nicht besteht, so muss nach erfolgtem Schluss

noch ein Wachstum an ihm eintreten, durch welches das Lumen des Kanals vergrößert wird.

Die Elemente, welche in diesem Stadium die Wandung des Rumpfkanales bilden, sind nun folgende: Bereits an denjenigen Strecken, in welchen nur die Form des Halbkanals besteht, ist die Schuppensubstanz gebildet und stellt hier ein flach muldenförmiges Plättchen vor, welches unter der epithelialen Rinne liegt. Sobald diese Rinne zum Kanal sich schließt, entwickelt sich auch in ihrer Umgebung das geschilderte Knorpelgewebe in verhältnismäßig gleicher Ausdehnung wie im erwachsenen Zustande. Das Epithel des Kanals hat in diesem Stadium mit dem äußeren Epithel größere Übereinstimmung als im vollständig ausgebildeten Zustande, indem die Formen der Elemente in beiden fast gleich gestaltet sind; der Unterschied besteht allerdings auch jetzt schon zwischen beiden, dass im äußeren Epithel bereits Schleimzellen entwickelt sind. Pigmentzellen wurden in diesem Stadium in der Epidermis nicht beobachtet.

Ein besonderes Interesse bieten bei der Kanalbildung die Kopfknochen, in denen der Kanal verläuft. Wie erwähnt, besitzt im ausgewachsenen Zustande das Mastoideum als Umhüllung des Epithelialrohres, Knochenkanäle, welche ihm aufgesetzt zu sein scheinen, doch so, dass sie mit dem Mastoideum selbst fest verschmolzen sind. Bei der Bildung dieser Knochenkanäle sind nun zwei Möglichkeiten vorhanden; entweder bildet sich der Knochen und gleichzeitig die knöcherne Wandung des Kanals mit demselben, oder es legt sich der Kanalknochen gesondert an und erst später tritt eine Vereinigung beider ein. Betrachten wir zur Lösung dieser Frage die Verhältnisse, welche uns in diesem Stadium entgegentreten, und welche einer Schnittserie entnommen wurden. Im Unterkiefer zeigt sich bereits eine vollständig geschlossene knöcherne Wandung in der Umhüllung des Epithelkanals, eben so im Praeoperculum, Frontale und Parietale; auch in dem Knochenring der Infraorbitalia findet sich an den Stellen eines Nervenendhügels bereits ein geschlossener knöcherner Kanal. Und in allen diesen Fällen ist es die Masse des Knochens selbst, welche das Epithelialrohr einschneidet. Ein gleich weit vorgeschrittenes Stadium zeigt auch der Kanal des Mastoideum, und wie nun in der Schnittserie konstatiert werden konnte, war ein gesondert angelegter Knochenkanal in der Umhüllung des Epithelrohres nicht vorhanden, sondern die Substanz des Knochens bildete an allen Stellen die Wand des Kanals. Es ist somit wohl nicht zu zweifeln, dass die Knochenkanäle, welche im ausgewachsenen Stadium auf dem Mastoideum erscheinen, nicht accessorische Gebilde sind, sondern von dem Mastoideum

gebildet werden und somit als Theile des Knochens selbst angesehen werden müssen.

Im Aufbau der Sinneshügel zeigen sich die typischen Elemente bereits in vollständiger Ausbildung; die Breite eines Sinneshügels beträgt in den vollständig geschlossenen Kanalstellen im Rumpf etwa 0,052 mm, die Höhe der Sinneszellen etwa 0,014 mm und die der Stützzellen 0,018 mm.

Fassen wir zum Schluss die Resultate zusammen, welche außer der Bestätigung der von F. E. SCHULZE gegebenen Schilderung von der Bildung des Kanalsystemes erhalten wurden, so ist wohl zunächst hervorzuheben, dass sowohl die Entwicklung der Sinneshügel wie die Bildung des Kanals am Rumpfe in der Richtung von vorn nach hinten vorschreitet; ein Verhalten, welches dem von Haifischen her bekannten entspricht. Damit ist nicht gesagt, wo der erste Ausgangspunkt der Entwicklung überhaupt zu suchen ist. Bei dieser Ausbreitung des sich entwickelnden Kanalsystemes erfolgt am Rumpfe die am Kopf nicht vorhandene metamere Vertheilung der Endorgane und dem entsprechend der Poren; diese segmentale Anordnung der Endorgane im Rumpfkanaal ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Sinneshügel an den bereits vorher gebildeten Ligamenta intermuscularia einen am meisten geschützten Ort für ihre Entstehung finden; denn dass die Ligamenta in bedeutend früherer Zeit als die Endorgane entstehen, ist wohl der Thatsache zu entnehmen, dass bei dem jüngsten Stadium die Endhügel noch nicht über den ganzen Rumpf verbreitet sind. Was schließlich die Größenverhältnisse der Endorgane selbst betrifft, so ist aus den angeführten Zahlen leicht ersichtlich, dass mit dem Wachsthum des Körpers sowohl eine Größenzunahme eines Endorgans erfolgt, als dass auch ein Wachsthum der Elemente selbst eintritt.

Göttingen, im März 1882.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel X.

Fig. 1. Darstellung des Verlaufs des Seitenkanalsystems mit den Öffnungen der Ausführungsgänge *i*; *A*, auf der Oberseite des Kopfes, *B*, am Unterkiefer. *a*, Supra-orbitalast; *b*, Infraorbitalast; *c*, Unterkieferkanaal; *e*, Kanal vom Hinterhaupt bis zur Verzweigung am hinteren Augenrande; *d*, Verbindungskanal in der Hinterhauptsgegend; *g*, Nasenöffnung; *f*, zweite Vereinigung der beiderseitigen Kanäle.  $1\frac{1}{2}$  natürlicher Größe.

Fig. 2. Querschnitt durch den Kanal *k*, in der Region des Knorpelgewebes *a*; *b*, Epithel des Kanals; *c*, Bindegewebe in der Umhüllung des Epithelkanals; *d*, Quer-

schnitt von Gefäßen; *e*, maschiges areoläres Bindegewebe der Cutis; *f*, geschichtetes Bindegewebe; *g*, Epidermis; *h*, Schleimzellen; *i*, Pigmentzellen in der Cutis; *l*, Pigmentzellen zwischen den Epidermiszellen, 150malige Vergrößerung.

Fig. 3. Querschnitt durch einen Ausführungsgang mit den lippenartigen Erhebungen; *k*, Kanal; *b*, veränderte Epidermis in der Umgebung eines Ausführungsganges; *a*, Knorpelgewebe, dessen Fortsetzung in die Umhüllung des Ausführungsganges bei *r* nicht mehr vollständig getroffen ist; *b*, Kanalepithel; *c*, Bindegewebe in der Umgebung desselben; *d*, Gefäßdurchschnitt; *e*, maschiges areoläres Bindegewebe; *f*, geschichtetes Bindegewebe; *g*, Epidermis; *i*, Pigmentzellen. 150malige Vergrößerung.

Fig. 4. Querschnitt durch den Kanal in der Region eines Sinneshügels *s*; *a*, Schuppe; *b*, Epithel des Kanals; *c*, Bindegewebe in der Umgebung des Epithelrohrs; *e*, maschiges Gewebe der Cutis; *f*, geschichtetes Bindegewebe; *g*, Epidermis; *i*, Pigmentzellen; *k*, Durchbrechung in der Schuppe. 150malige Vergrößerung.

Fig. 5. Eine isolirte Schuppe; *a*, große Durchbrechung zum Durchtritt des Nerven; *b*, kleinere Durchbrechungen. 20malige Vergrößerung.

Fig. 6. Zellen des Kanalepithels mit den kuppenartigen Erhöhungen. Starke Vergrößerung.

Fig. 7. Flächenschnitt durch den Kanal; bei *m* sind die Kanalregionen getroffen, in welchen derselbe flache Ausbiegungen nach außen macht; in regelmäßiger Alternation treten Knorpelgewebe *a* und Schuppe *b* im Schnitt auf. 50malige Vergrößerung.

Fig. 8. Flächenschnitt durch den Kanal in den Regionen der Sinneshügel; bei *n* ist der Kanal in den Regionen der Ausführungsgänge gehoben, so dass das Bindegewebe in der Umhüllung des Epithelrohrs im Schnitt getroffen ist; *m*, Sinneshügel mit centraler und peripherer Region; *s*, hinzutretender Nerv; *r*, Zellenstrang, welcher zwischen zwei Sinneshügeln verläuft; *b*, Epithel des Kanals; *e*, maschiges Gewebe der Cutis. 50malige Vergrößerung.

Fig. 9 und 10. Querschnitte durch Sinneshügel *s*, mit Ausscheidungsprodukt *r*; *a*, Epithel des Kanals zu den Seiten des Sinneshügels emporgehoben; *c*, maschiges Bindegewebe; *d*, Gefäße; *e*, Schuppe. 400 malige Vergrößerung.

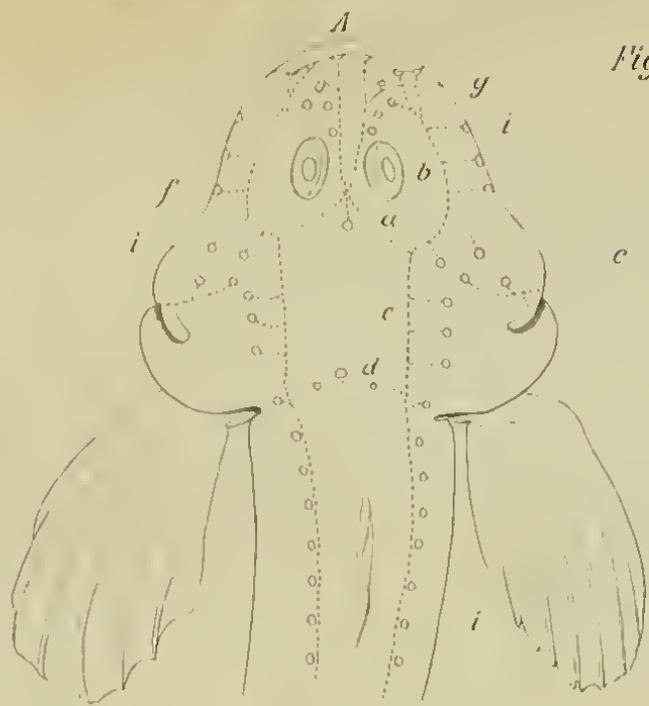


Fig. 1.

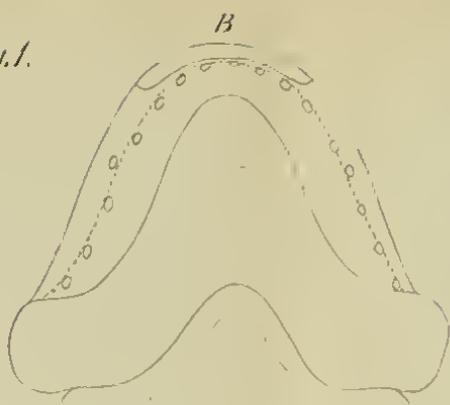


Fig. 2.

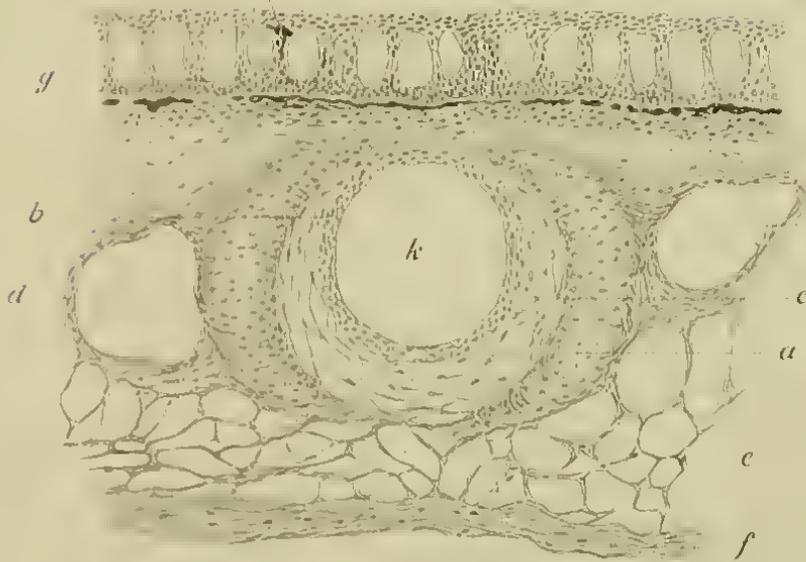


Fig. 3.

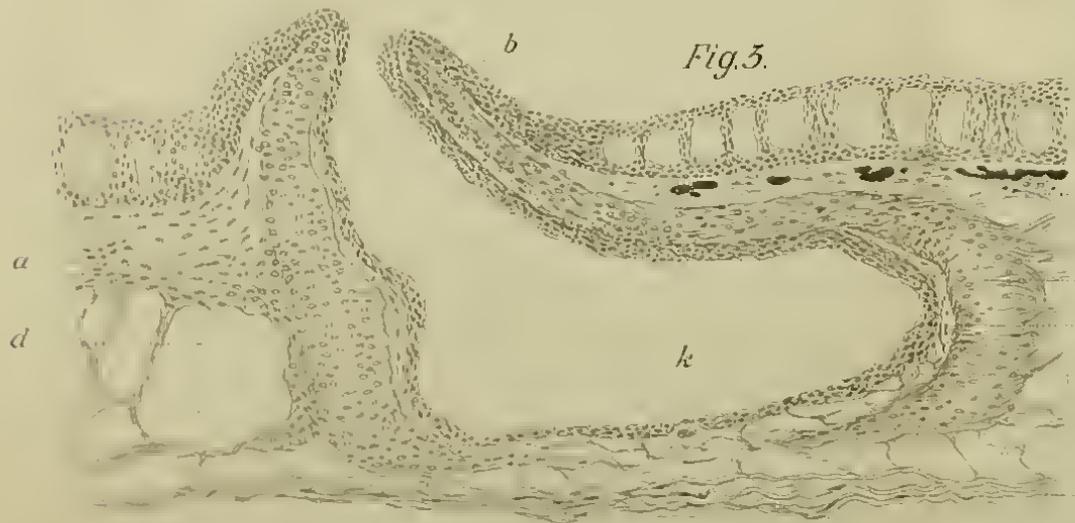
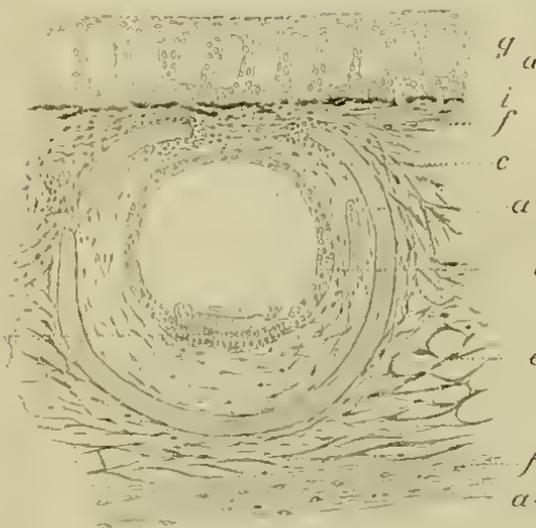


Fig. 5.



Fig. 6.

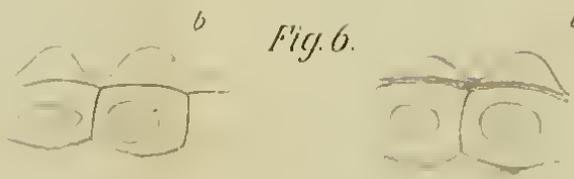


Fig. 7.

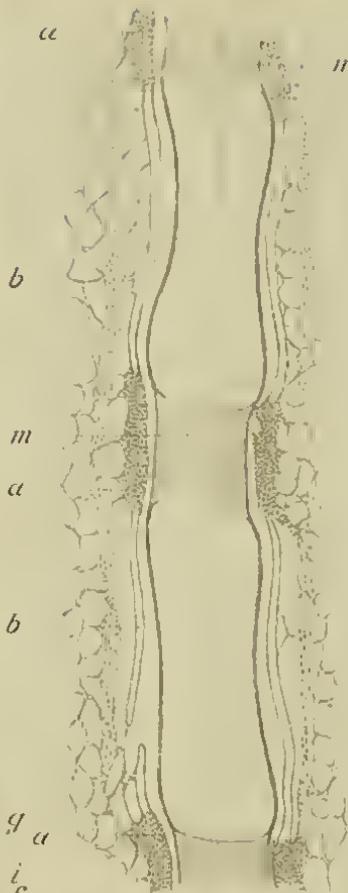


Fig. 8.

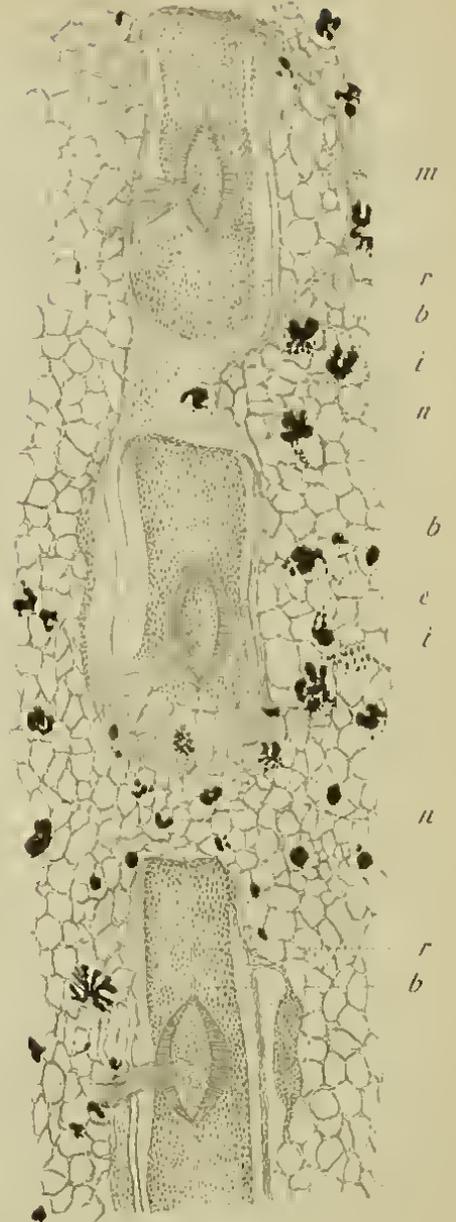


Fig. 9.

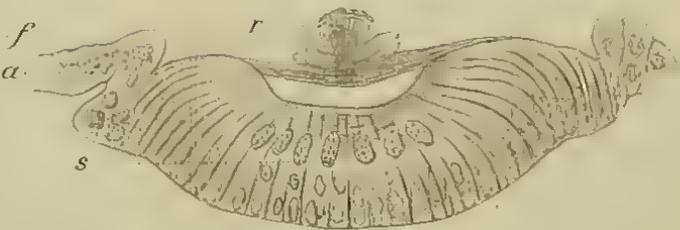
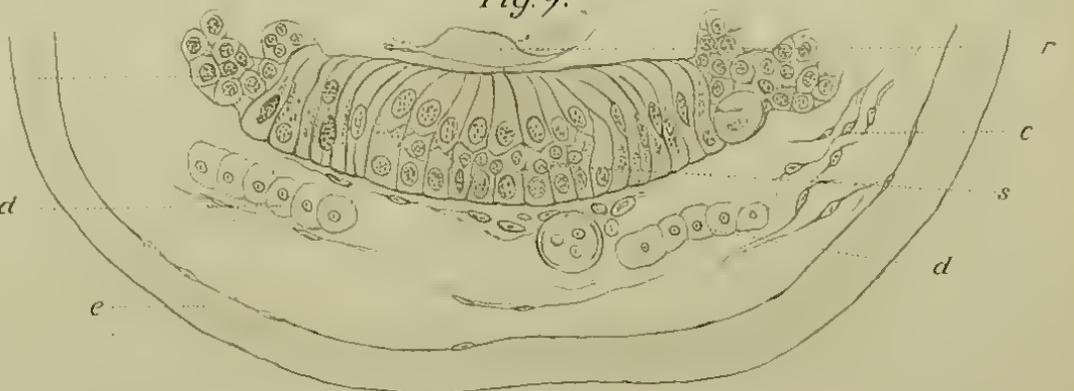


Fig. 10.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Bodenstein Emil

Artikel/Article: [Der Seitenkanal von Cottas gobio. 121-145](#)