



<https://www.biodiversitylibrary.org/>

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

Leipzig :Wilhelm Engelmann,1849-

<https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/9197>

Bd.115 (1916): <https://www.biodiversitylibrary.org/item/37605>

Article/Chapter Title: Die Schnauzenorgane der Mormyriden

Author(s): Stendell, W.

Subject(s): fish anatomy

Page(s): Page 650, Page 651, Page 652, Page 653, Page 654, Page 655, Page 656, Page 657, Page 658, Page 659, Page 660, Page 661, Page 662, Page 663, Page 664, Page 665, Page 666, Page 667, Page 668, Page 669, Foldout

Holding Institution: MBLWHOI Library

Sponsored by: MBLWHOI Library

Generated 13 May 2021 12:00 PM

<https://www.biodiversitylibrary.org/pdf4/131100900037605.pdf>

This page intentionally left blank.

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

Von

Dr. W. Stendell,

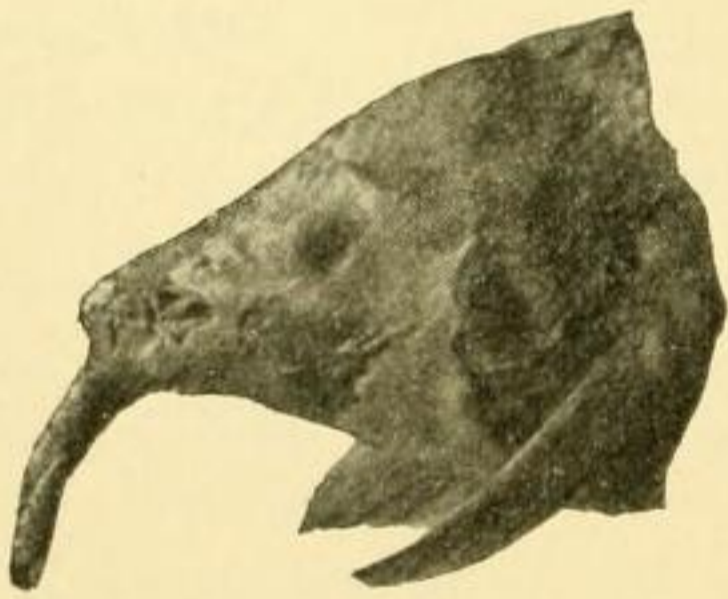
Assistent am neurologischen Institut in Frankfurt a. M.

(Aus dem Neurolog. Institute zu Frankfurt a. M. [Direktor Prof. Dr. L. EDINGER].)

Mit 15 Figuren im Text und Tafel VII.

Die Mormyriden besitzen in ihrer vorderen Kopfreion merkwürdige Organe, die als Sinnesapparate vermutlich höchst lebenswichtige Receptionen vermitteln und dadurch vielleicht nicht zuletzt den Anstoß zu den einzigartigen Umbildungen des Gehirns dieser Fische gegeben haben.

Es ist auch wahrscheinlich, daß damit die rüsselartige Verlängerung der Schnauze, wie sie Textfig. 1 bei *Gnathonemus* zeigt, und welche viele



Textfig. 1.
Kopf von *Gnathonemus*.

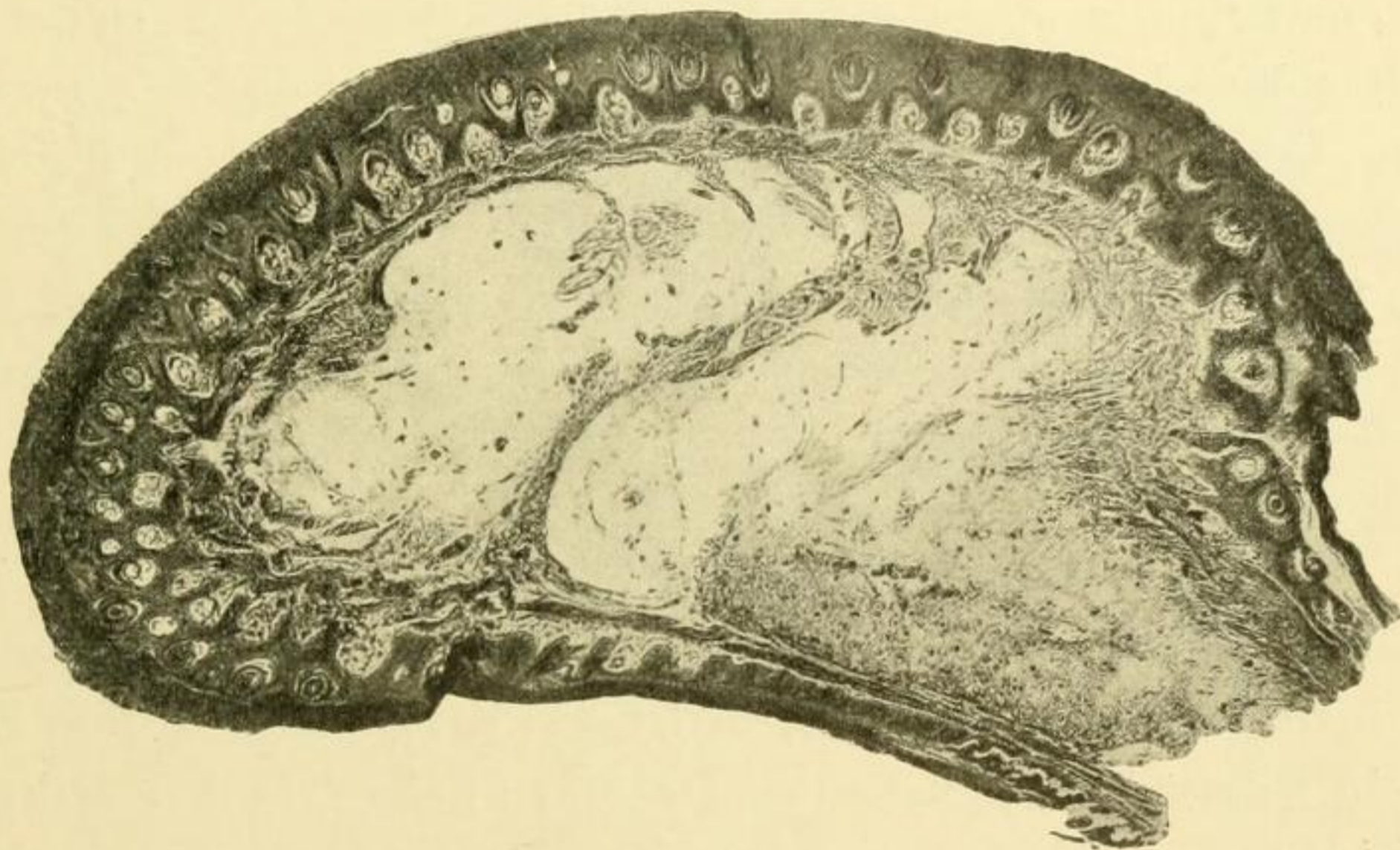
Mormyriden auszeichnet, in ursächlichem Zusammenhang steht. Gerade in der Spitze der Schnauze nämlich finden sich die fraglichen Organe konzentriert. Speziell liegen sie in der Unterlippe gehäuft. Textfig. 2 zeigt, wie dicht die Haut der Unterlippe von diesen Körpern durchsetzt ist. Dort ziehen sie sich auf den Lippenrändern tief in die Schnauzenöffnung hinein. Sehr vereinzelt stecken ebensolche Apparate in der Oberlippe, während

sie caudalwärts sowohl auf der Oberseite des Kopfes wie auch an der Kehle bald gänzlich verschwinden.

Die Schnauzenorgane der Mormyriden gehören dem Integument an und werden von der Epidermis und dem Corium aufgebaut. Dabei bildet allein die Epidermis das eigentliche spezifische Organ, während das Corium nur insofern daran beteiligt ist, als es dasselbe in Form einer hohen Papille umgibt. Derartige Papillen sind in den dickeren Hautpartien vieler Fische häufig, werden also vielfach auch in der

Schnauze gefunden. Dabei herrschen die mannigfaltigsten Unterschiede. So fand ich z. B. in der Schnauzenhaut des Aales, die sehr dick ist, aber zahllose Schleimzellen enthält, kaum nennenswerte Papillen in das Epithel hineinragen. Höher werden die Papillen in den schleimzellenarmen oder -losen Epithelien, welche beispielsweise die Haut von *Labrus* und *Malapterurus* auszeichnen. Diese Papillen sind einfache, kurzzipfelförmige Gebilde, die nur selten von der Epidermisseite her etwas flachgedrückt erscheinen. Eben solche Papillen hat auch das Corium in der Haut des Mormyridenkopfes gebildet, aber nur da, wo dieser keine spezifischen Schnauzenorgane trägt.

Diese einfachen zipfelförmigen Papillen liegen bei vielen Fischen an den dicken Hautstellen unter den gewöhnlichen Geschmacksknospen,



Textfig. 2.

Unterlippe einer Mormyridenschnauze, deren Haut von Schnauzenorganen durchsetzt ist.

indem die diese versorgenden Nervenstämmchen in der Papille durch die hohe Epidermis peripheriewärts zur Knospe ziehen. Das ist auch bei demjenigen Mormyriden der Fall, der an Stelle der komplizierten Organe vorwiegend einfache Endknospen hat, bei *Mormyrops*. In derselben Weise sind die Papillen auch bei den Schnauzenorganen zu bewerten. Sie sollen in der sehr dicken Epidermis den Herantritt von Nerven und Blutgefäßen an die Organe ermöglichen. Um diesen Zweck weitgehend zu erfüllen, sind die Papillen becherartig um die Organe herumgestülpt. Ebenso könnte man sagen, die Organe haben sich in die Papille hineingedrückt. Wir sehen diese Verhältnisse gut in den Textfigg. 2 und 3.

Die eigentlichen Organe werden von der Epidermis konstituiert, doch ist nicht zu erkennen, inwieweit einzelne Elemente des höchst

komplizierten Gebildes etwa entodermaler Natur sind, wie das JOHNSTON für Geschmacksknospen angegeben hat. Die fertigen Organe bilden einen einheitlichen Komplex.

Von vornherein können zwei verschiedene Arten von Schnauzenorganen unterschieden werden. Die eine Art findet sich bei *Mormyrus* und *Gnathonemus* (vielleicht auch vereinzelt bei *Mormyrops* zwischen den Geschmacksknospen), die andre bei *Gymnarchus*. Im Prinzip sind beide Arten gleich aufgebaut, doch sind gewisse funktionell homologe Elemente morphologisch wesentlich different gebildet. So mögen denn nach einigen Worten über den beiden zukommenden allgemeinen Bautypus die zwei Arten getrennt behandelt werden¹.

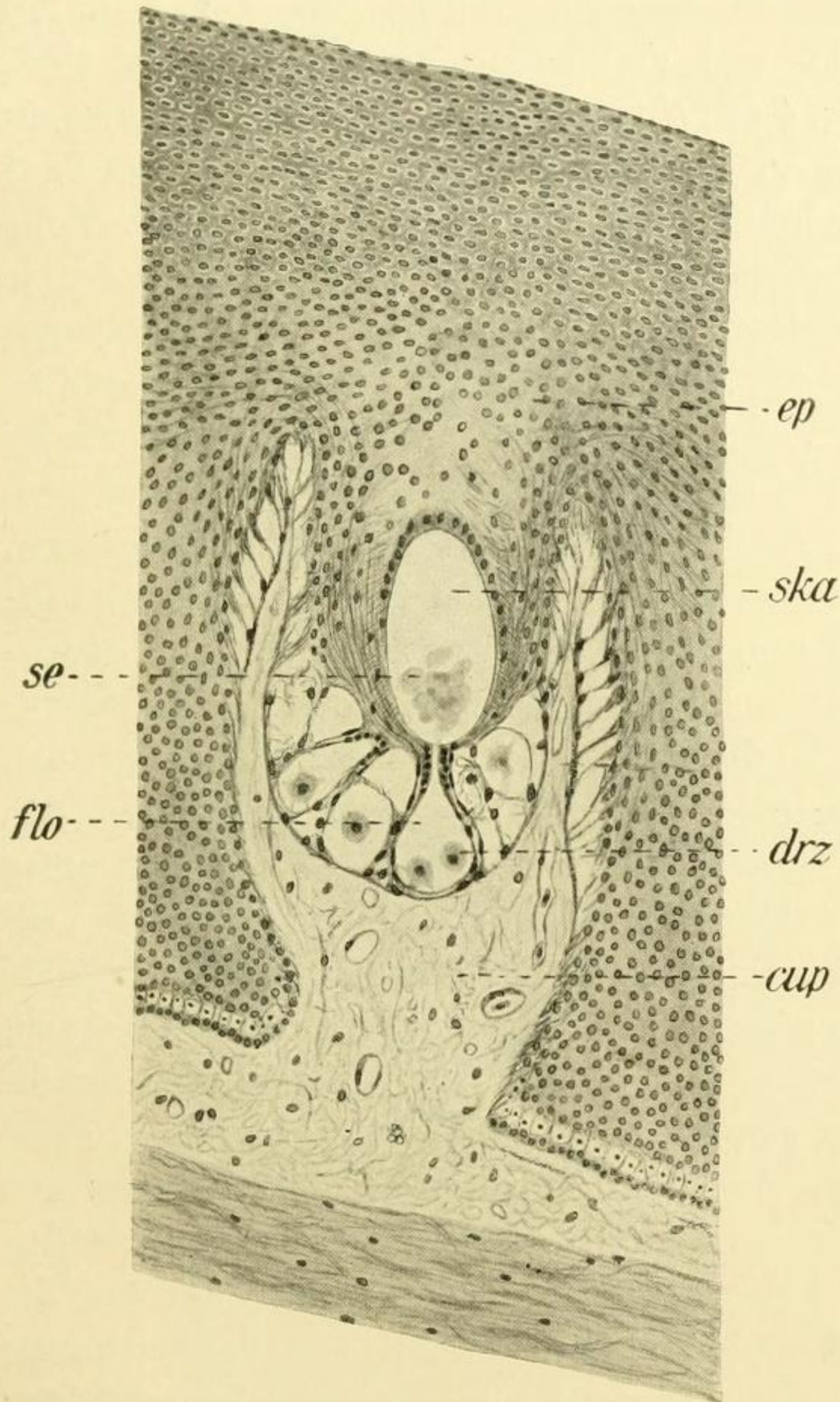
Die Schnauzenorgane der Mormyriden repräsentieren die Kombination eines Sinnesapparates mit einem Drüsensystem. Dabei kann, wie später dargelegt werden soll, der Sinnesapparat auf den Typus der Geschmacksknospen zurückgeführt werden, indem er aber gleichzeitig ein Organ darstellt, das in die Reihe der Lateralorgane, also der Kopfkanaäle, SAVISCHEN Bläschen, LORRENZINISCHEN Ampullen usw. gestellt werden kann. Die Schnauzenorgane stehen also etwa zwischen Geschmacksknospen und Endhügeln und werden am besten als ein Typus für sich aufgefaßt. Mit dem Sinnesapparat, der im allgemeinen bei beiden Arten von Schnauzenorganen übereinstimmend gebaut ist, ist ein Drüsensystem verbunden, welches ganz besondere Verschiedenheiten in der Bildung aufweist, in beiden Fällen jedoch dem Zwecke dient, ein Sekret für das Schnauzenorgan zu liefern, in dem Körper der Mormyriden also offenbar keine andere Bedeutung haben dürfte.

Wir besprechen zunächst das Organ von *Mormyrus*, mit welchem dasjenige von *Gnathonemus* wesentlich übereinstimmt. Der Sinnesapparat wird seinerseits aus verschiedenen Komponenten aufgebaut. Ich unterscheide die Sinneskapsel, die Sinneszellen und den Nervenendapparat.

Die Sinneskapsel, die in der Norm in der Einzahl, bisweilen aber auch doppelt, noch seltener in der Mehrzahl in einem Organ gefunden wird, liegt stets nach der äußeren Oberfläche zu, während sich die stets in größerer Anzahl befindlichen übrigen Elemente nach innen um sie gruppieren. Die Sinneskapsel stellt einen runden, meist ovalen Hohlraum von etwa 80 μ langer Achse dar. Sie liegt im eigentlichen Epithel, so, daß nach außen von ihr sich die Hauptmasse desselben ausbreitet

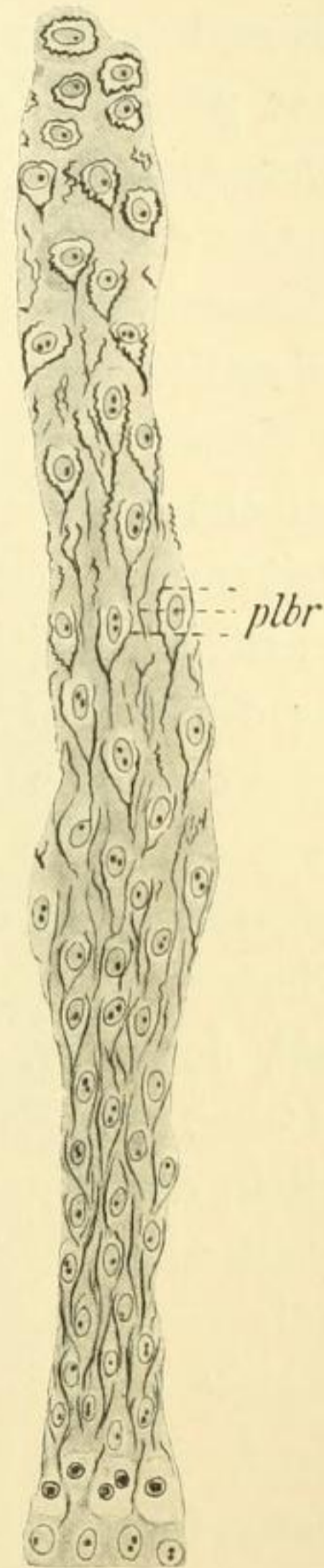
¹ Die Absicht des Verf., die Schnauzenorgane von *Gymnarchus* getrennt zu behandeln, ist unausgeführt geblieben. Es liegen nur einige Zeichnungen über deren Bau vor, ein dieselben erläuternder Text ist nicht vorhanden. M. S.

und daß sie, wie das Textfig. 3 zeigt, fast ganz oder doch mit dem überwiegenden Teile in der Papille steckt. Distal und seitlich wird die Kapsel darnach von dünnem Epithel bekleidet. Die die Kapsel begrenzenden Epithelzellen gehen ganz allmählich in die allgemeine Epidermis über. In den tieferen Lagen der Epidermis



Textfig. 3.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive*. *cup*, Cutispapille; *drz*, Drüsenzelle; *ep*, Epidermis; *flo*, flaschenförmiges Organ; *se*, Secret; *ska*, Sinneskapsel. Zwischen den *flo* liegen noch Sinneszellen.



Textfig. 4.

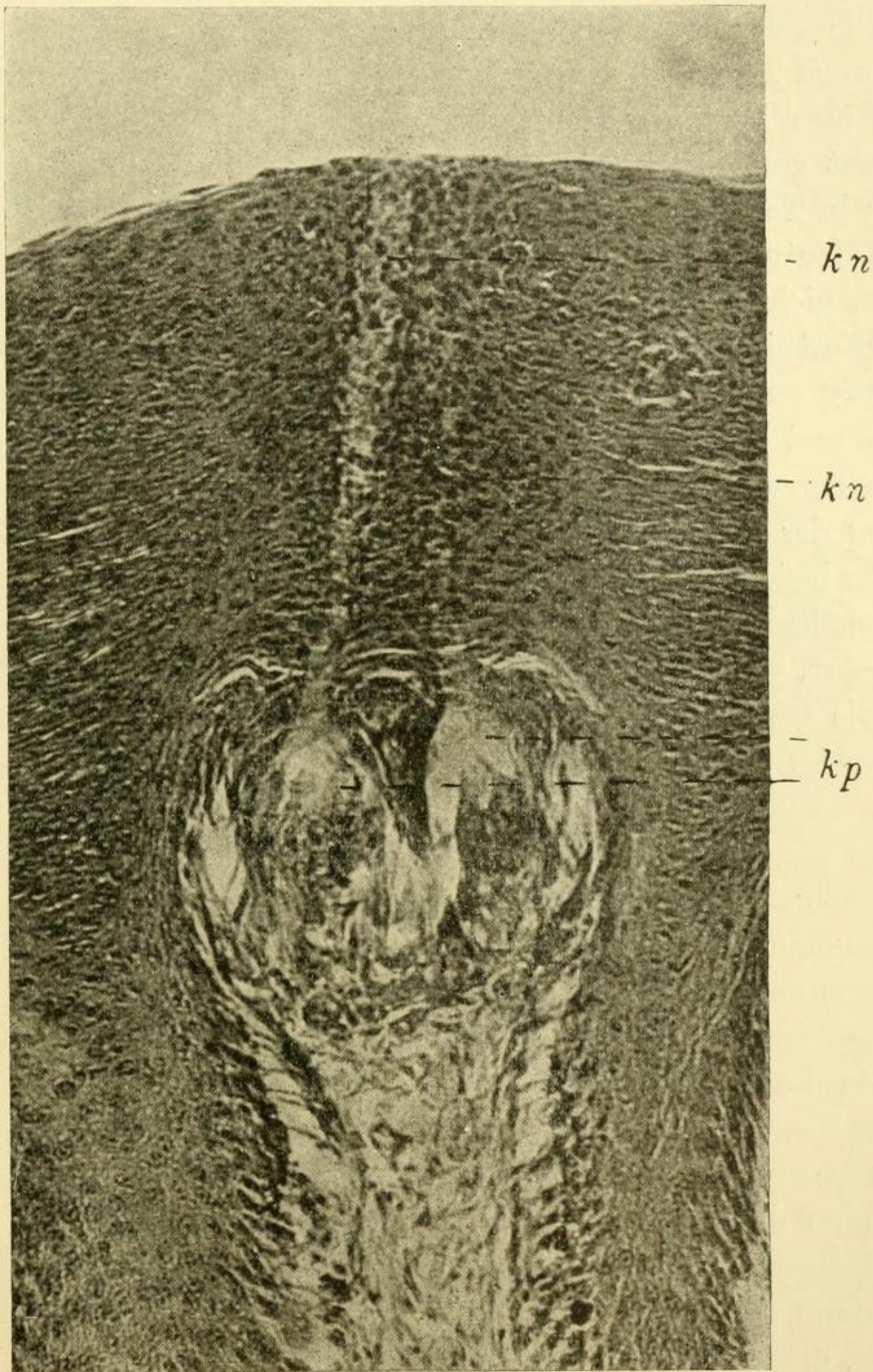
Stück aus der Epidermis von *Mormyrus caschive* bei Eisen-hämatoxylinfärbung. *plbr*, Plasmabrücken.

stellen die Zellen durchweg sehr platte und fast spindelförmige Elemente dar. Derartige Zellen haben sich zwiebelschalenartig um den Hohlraum der Kapsel geordnet (Textfig. 3).

Nur an der oberen Fläche der Kapsel ist die Struktur der Wand, die hier in die Epidermis übergeht, eine andre, worauf weiter unten

noch eingegangen werden wird. Die konzentrisch geschichteten Epithelzellen scheinen eine sehr feste, vielleicht elastische Wand herzustellen, die einem gewissen vom Kapselhohlraum her ausgehenden Druck entgegenwirkt. Durch zahlreiche fadenartige Plasmabrücken sind die Zellen noch dichter zusammengesponnen. Solche Plasmabrücken, die in Form von festen Stütz- und Verbindungsfasern ausgebildet sind, finden wir auch in Textfig. 4 aus einem Epidermisstück von *Mormyrus* bei Eisenhämatoxylinfärbung. Ihre Kerne sind langgestreckt und zwar immer parallel der Kapselwand. Dabei sind sie, wie vermutlich die schwer gegeneinander abgrenzbaren Zellen selbst, am plattesten, je näher sie dem Hohlraum gelegen sind, d. h. je tiefer sie in der gespannten Kapselwand stecken. Am Rande der Papille biegen die Zellschichten deutlich horizontal um, senken sich in dem nächsten Organ wieder eine Kapsel umschließend in eine Papille hinein, und so allenthalben. Es macht das Ganze den Eindruck, als wenn durch Eröffnung, bzw. Erweiterung eines Hohlraumes im Epithel, der über einer Papille gelegen ist, die Epithelzellen zu flachen Elementen ausgereckt und gleichzeitig die den Hohlraum einschließenden Teile in die Papille hineingedrückt worden wären. In der Regel ist die Kapsel, außer nach den Drüsen zu, rings geschlossen. Eine Öffnung nach außen ist bei den meisten Kapseln nicht zu entdecken. Nur bei wenigen Organen, unter hundert hie und da, führt aus der Kapsel nach der Oberfläche ein Kanal, der aber, wie mir scheint, nicht als ein präformiertes Gebilde anzusehen ist. Es war mir nämlich, wie gesagt, nur bei wenigen Kapseln möglich, den Kanal zu finden, obwohl ich sehr viele daraufhin durchmustert und durch Serien verfolgt habe. Nirgends aber hatten diese Kanäle eine besondere Wandung, nirgends waren sie wenigstens gut und glatt begrenzt. Überhaupt hatten sie sehr selten einen geraden Verlauf. Die in Textfig. 5 abgebildeten sind die einzigen der Art, die ich habe finden können. Gerade hier wollte ich an Stelle der Zeichnung ein Photogramm treten lassen. Dieses Photogramm ist bei schärfster Einstellung hergestellt, so daß das verschwommene Aussehen der Kanäle nicht etwa dem photographischen Verfahren zugeschrieben werden kann. Auch darf man nicht annehmen, daß die Kanäle zu eng seien, um in einem Schnitt geöffnet dazuliegen. Auch bei den dünnsten Schnitten und bei lebhaftem Drehen der Mikrometerschraube erhält man niemals den Eindruck eines wohlbegrenzten Kanales. Am meisten zeigt sich solche Begrenztheit vielleicht noch am untersten Ende des Kanales, wo sich dieser an die Kapsel anschließt, wie das aus Textfig. 5 hervorgeht. Besonders nach der Oberfläche zu jedoch erscheint das

Lumen einfach wie durch das Epithel durchgestoßen, so daß wir die äußere Öffnung aufgeweitet finden. Nirgends zeigt sich ein deutlicher, etwa gar trichterförmiger Eingang. Immerhin aber sind doch, wenn



Textfig. 5.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive*. *kn*, Kanal; *kp*, Kapsel.

auch in wenigen Fällen, Gänge von der Kapsel zur Außenwelt vorhanden. Ich kann aber nicht umhin, in ihnen nur jeweilig durch einen Druck des Kapselinhaltes (?) eröffnete Poren zu sehen, die sich nach

Gebrauch wieder schließen. Dabei wird das Epithel durchlocht und erscheint wie aufgeplatzt. Später aber wird möglicherweise die Öffnung wieder geschlossen, indem die Wände zusammenfallen und das Lumen auch durch Zellmaterial verstopft wird. Man sieht daher sehr oft gerade über der Kapsel lichte, durch lockeres Gewebe gebildete Stellen, wie es auch Textfig. 3 zeigt. Unmittelbar als Begrenzung des Kapsellumens aber liegt gerade an dieser Außenfläche meistens ein Epithel von dicht geschlossenen, dunklen Zellen mit kleinen dunklen Kernen, wie das in Textfig. 3 wiedergegeben ist. Vielleicht ist ihm eine besondere Bedeutung beizumessen. Eine andere Erklärung, die indessen die erste nicht ausschließt, sondern eher ergänzt, wäre die, daß bei der tiefen Einstülpung des ursprünglich oberflächlichen Organs, ein langer Hohlkanal resultierte, der sich nicht bei allen Organen völlig schließt und hie und da wieder bei solchen oben vermuteten Secretemissionen aufgeweitet wird. Darüber wird weiter unten bei der theoretischen Deutung der Schnauzenorgane noch geschrieben werden.

Sehr bedeutungsvoll ist die Innenwand der Kapsel. Sie ist nämlich hier verhältnismäßig am dünnsten und wird von mehreren Öffnungen durchbohrt, welche in die flaschenförmigen Drüsen (siehe unten) münden. Die Öffnungen scheinen von verschiedener Form zu sein, indem sie entweder einfache Löcher oder enge, in Gänge führende Poren darstellen.

Ehe wir die anderen Teile des Sinnesapparates besprechen, ist es zweckmäßig, erst die Drüsen kennen zu lernen, da die Sinneszellen und Nervenendigungen mit ihnen im engsten Zusammenhang stehen.

Die Drüsen sind ebenfalls Abkömmlinge des Epithels, ohne jedoch noch irgendwie strukturell an dasselbe zu erinnern. Ich unterscheide an ihnen die Drüsenzellen und deren Träger. Diese stellen sich dar als weite Maschen von 50—60 μ Weite, die von den ganz dünn und platt ausgezogenen ventralsten Epithelzellen gebildet werden. Es kommt nämlich an der Grenze zwischen Epithel und Papille rings zu einer merkwürdigen Auflockerung der oberflächlichsten Epithelzellen. Sie bilden dann, wie das Textfig. 3 zeigt, auf dem Schnitt bogenförmige Maschen, die sich sowohl an der Peripherie der Papille wie an der eingestülpten Kapselwand finden. Dort aber werden die Maschen nach unten immer besonders weit und bilden dann die Hohlkörper, indem die nach der Kapsel zu konvergierenden Wände rosettenförmig um die untere Kapselwand geordnete Räume umschließen. Die Wände sind sehr dünn, derart, daß die Kerne als Auftreibungen erscheinen. Die Kerne selbst sind besonders an den großen Maschen kleiner und dunkler,

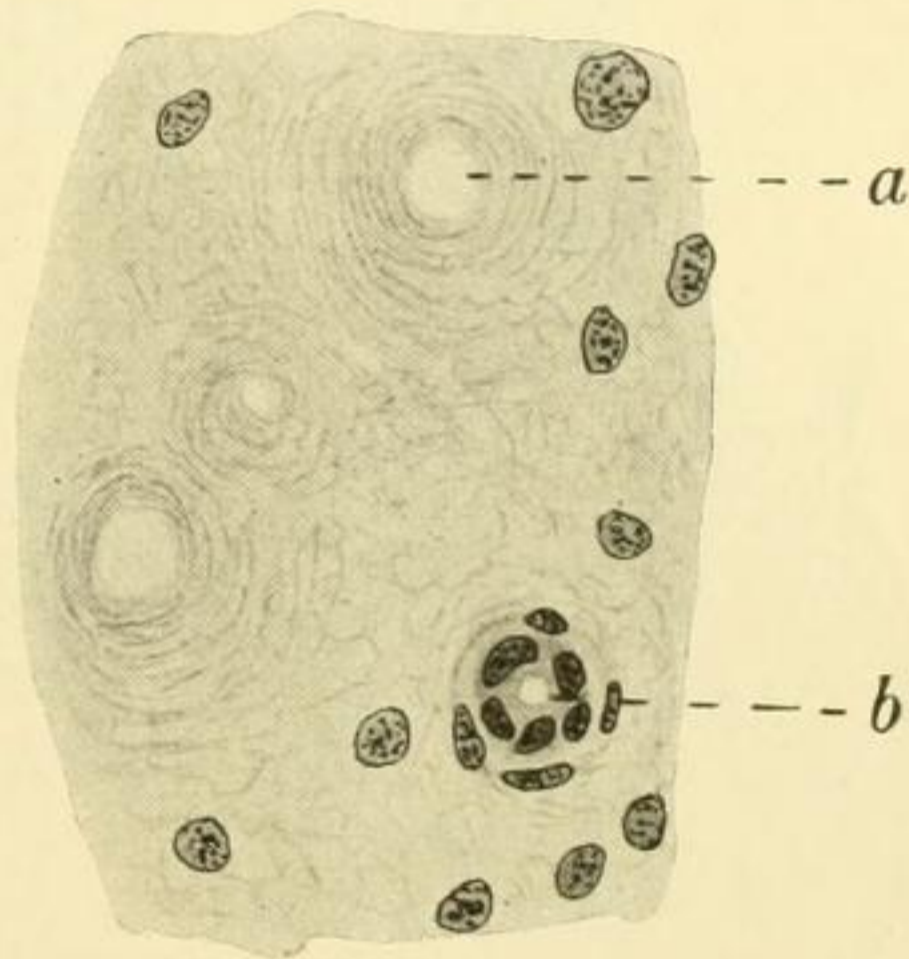
also vermutlich dichter kontrahiert als in den übrigen Epithelzellen. Am oberen Ende der Maschen gehen die Wände in die Kapselwand über. Dabei aber bleiben Öffnungen bestehen, welche den Hohlraum der Masche mit dem der Kapsel verbinden. Diese Öffnungen sind von zweierlei Art, indem sich solche mit einfachem von solchen mit kompliziertem Bau unterscheiden.

Im einfachsten Falle nämlich erscheint die Wand, welche Kapsel und Masche trennt, von einem kreisrunden Loch durchbohrt, das gewissermaßen sphinkterartig gebaut ist. Textfig. 6 und 7 zeigt es im Längsschnitt und in der Aufsicht. Es zeigt sich, daß es von circulären epithelialen Plasmamaschen umschlossen wird. Der innere Rand ist dünn, indem sich die Kapselwand dort merklich verjüngt. Ob diese



Textfig. 6.

Mormyrus caschive. Öffnung zwischen Kapsel und Masche im Längsschnitt.



Textfig. 7.

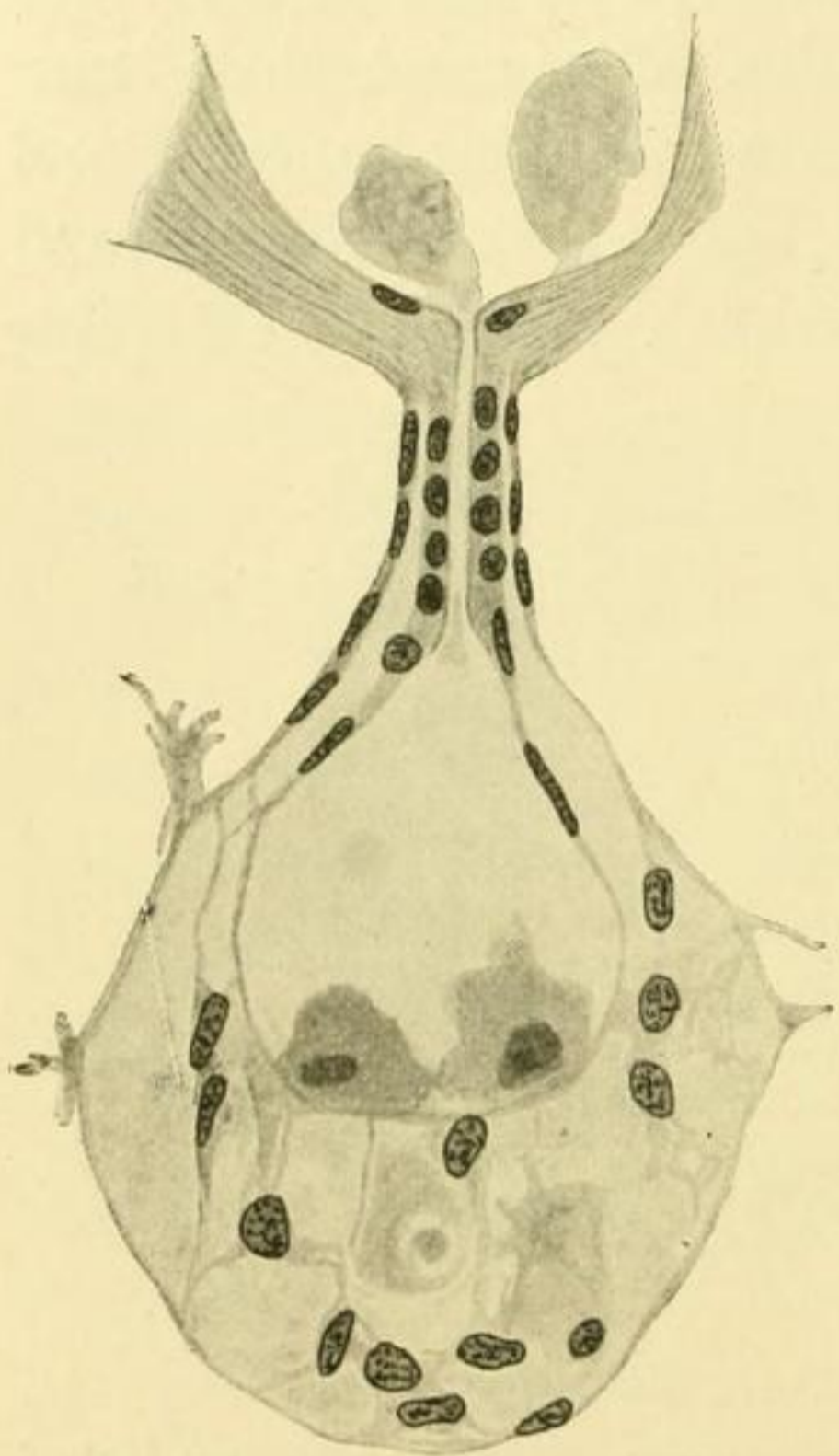
Mormyrus caschive. Öffnung zwischen Kapsel und Masche in der Aufsicht. *a*, einfache Öffnung; *b*, Öffnung des flaschenförmigen Organs.

blendenartige Öffnung aktiv erweiterungsfähig ist, kann nicht gesagt werden. Da Muskeln nicht zu finden sind, erscheint es unwahrscheinlich. Dagegen ist die Öffnung sicherlich passiv dehnbar, was bei einem Passieren von Secretballen von Wichtigkeit wäre. Die elastische Wand könnte dann immer wieder in die Ruhelage zurückkehren.

Komplizierter werden die Verhältnisse dann, wenn sich in eine solche einfache Masche mit einfacher Öffnung noch eine zweite Masche von der Öffnung her eingestülpt hat. Diese hat dann an der Mündung einen langen, von dicht stehenden Zellen zusammengesetzten Kanal ausgebildet, der gewissermaßen einen engen Flaschenhals bildet. Die diesen Kanal bildenden Zellen färben sich dunkler, ebenso erscheinen

die Kerne dicht zusammengezogen, fast pyknotisch. Die Textfigg. 7 und 8 zeigen solche doppelten Maschen, deren Wände fast im ganzen Umfang isoliert voneinander bleiben. Die Mündung in die Kapsel besteht in diesem Falle aus einem engen Porus, den wir in Textfig. 7 in der Aufsicht wiedergegeben finden. Ich nenne diese komplizierten Gebilde die flaschenförmigen Organe.

Alle diese Epithelmaschen nun enthalten große Zellen, die als Drüsenzellen angesprochen werden dürfen. Man trifft in einer flaschenförmigen Masche ein bis vier, wohl selten mehr solche Elemente. Die



Textfig. 8.

Flaschenförmiges Organ von *Mormyrus caschive*.

Regel bilden eine oder zwei Zellen. Diese Zellen sind durchschnittlich 10—15 μ groß, von Gestalt polygonal und mit einem Kern, der kaum größer ist als der der meisten Epidermiszellen. Dadurch erscheint der Zelleib ziemlich groß. Die Zellkörper liegen sehr oft frei im Lumen der Maschen, doch bemerkt man nicht selten, daß sie mit feinen Plasmafäden an der Maschenwand angesponnen sind (Textfig. 8). Diese Zellen machen den Eindruck, als wären sie ganz secretdurchtränkt und verquollen. Sie färben sich fast immer schmutzig acidophil. Das Plasma ist vielfach vacuolendurchsetzt. Die Kerne sind stets ganz unklar gefärbt und erscheinen mehr wie schlecht begrenzte schwärzliche Flecken in den Zelleibern. Mit Eisenhämatoxylin lassen sich in dem Zellsack vielfach Secretgranula in

verschiedener Größe und Verteilung darstellen, wie das aus Textfig. 9 erkennbar ist. Diese Zellen liefern ein gewisses Produkt in die Sinneskapsel. Man findet nämlich zunächst in der Kapsel colloidale Ballen, die sich durchaus ebenso färben wie jene Zellen. Dann zeigen sich ebensolche Gerinnsel gerade auch in den Öffnungen, die in die Kapsel führen (Textfig. 8). Schließlich aber liegen sogar ganze derartige, freilich schon sehr verquollene Zellen in der Kapsel. Kurzum, es liegt ohne Zweifel ein Secretionsprozeß vor, bei dem aus den flaschenförmigen Organen das Produkt eigenartiger Drüsenzellen in die Sinneskapsel entleert wird. Der Kapselinhalt ist jedoch

bisweilen weniger konzentriert, vielmehr leicht flockig und in diesem Falle gut basophil, schleimartig gefärbt. Es ist gut möglich, daß dabei eine nachträgliche Degeneration der colloidalen Substanz in der Art, wie ich es früher bei der Hypophyse beschrieben habe, vorliegt. Möglicherweise darf man nun mit diesem Secretionsprozeß auch jene zeitweilige Eröffnung der Kapsel nach außen in Zusammenhang bringen, die vielleicht bei einer besonders prallen Füllung der Kapsel stattfinden kann.

Diese ganze Secretionseinrichtung scheint wohl in folgender Hinsicht bedeutungsvoll zu sein. Wie ich weiterhin dartun werde, ist diesem ganzen Organ, und zwar speziell der Kapsel, die Funktion eines Sinnesorganes zuzuschreiben. Ich stelle es, obwohl hier ein durchaus



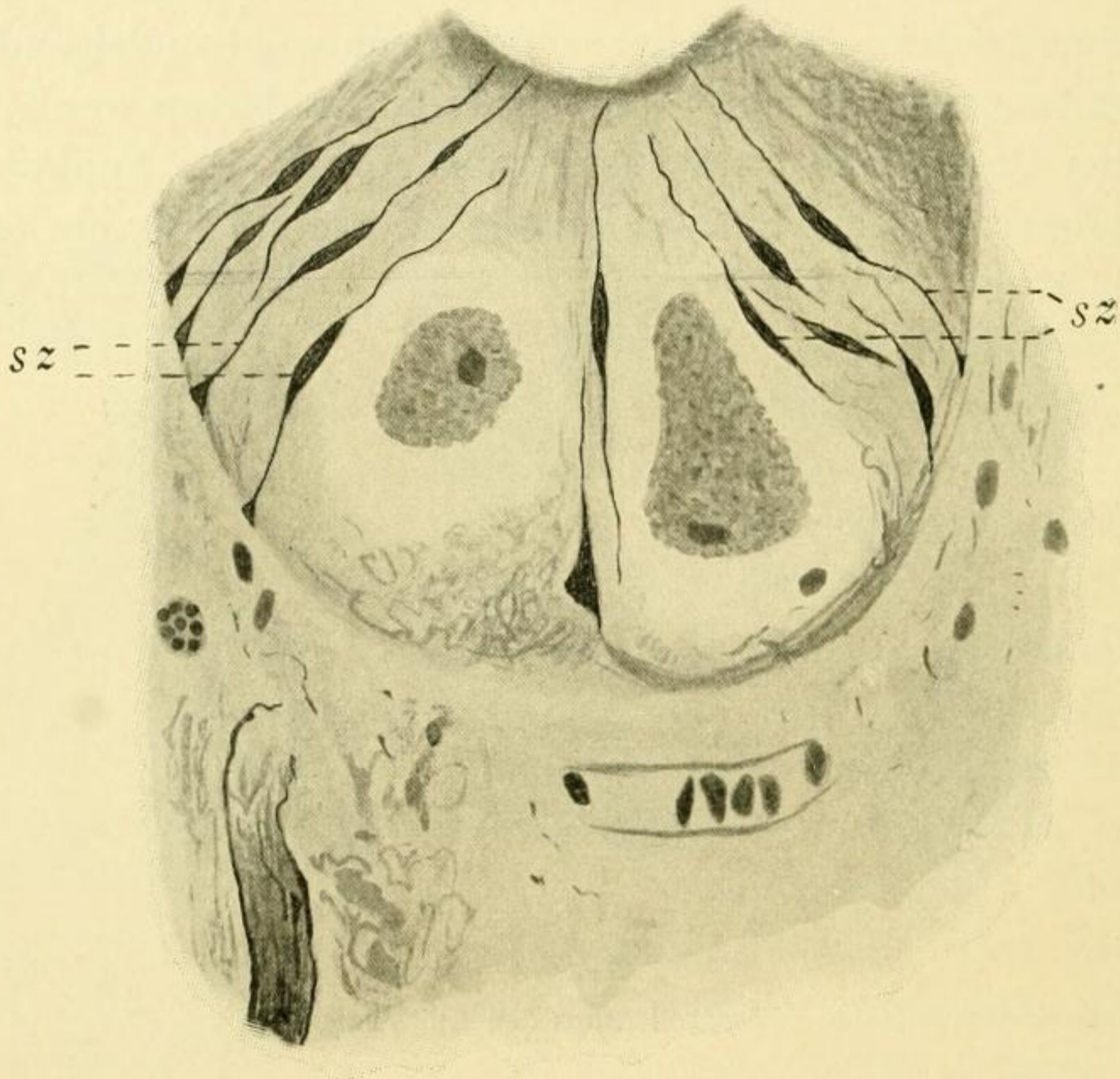
Textfig. 9.

Mit Eisenhämatoxylin gefärbte Drüsenzellen aus den Epithelmaschen von *Mormyrus caschive*.

spezifisches und eigenartiges Organ vorliegt, in die Reihe der Seitenorganbildungen, also der Schleimkanäle, LORENZINISCHEN Ampullen, SAVISCHEN Bläschen usw., jener Organe des sechsten Sinnes von LEYDIG. Auch dort finden wir ja vielfach in den Hohlräumen der Organe einer Endolympe vergleichbare, schleimige Secrete, die ebenfalls nicht die Bedeutung von andernorts wirksamen Drüsensubstanzen haben. So glaube ich denn, daß auch hier der Inhalt der Sinneskapsel eine solche Binnensubstanz darstellt. Eigenartig ist aber gerade, daß diese Substanz von besonderen Drüsenapparaten geliefert wird.

Die Sinneszellen, die mir lange verborgen geblieben, aber für die ganze Deutung des Organs von höchster Wichtigkeit sind, entsprechen in der Form fast ganz den aus den Endknospen bekannten. Ich konnte sie allein in mit WEIGERTScher Markscheidenmethode behandelten Schnitten unterscheiden. Dabei boten sie Bilder, wie es in

Textfig. 10 dargestellt worden ist. Die Zellen sind zwischen den Drüsenmaschen um die Sinneskapsel geordnet und erreichen deren Wandoberfläche mit ihrem peripheren Sinnesfortsatz. Mit ihrem meist etwas verbreiterten Basalende sitzen sie der innersten Epidermisgrenze auf, erreichen also die Papille und sind mit ihrer Längsachse ebenso hoch wie die Drüsenmaschen. Sie sind fadenartig dünn und haben einen spindelförmig verdickten kernhaltigen Teil, der in verschiedener Höhe,



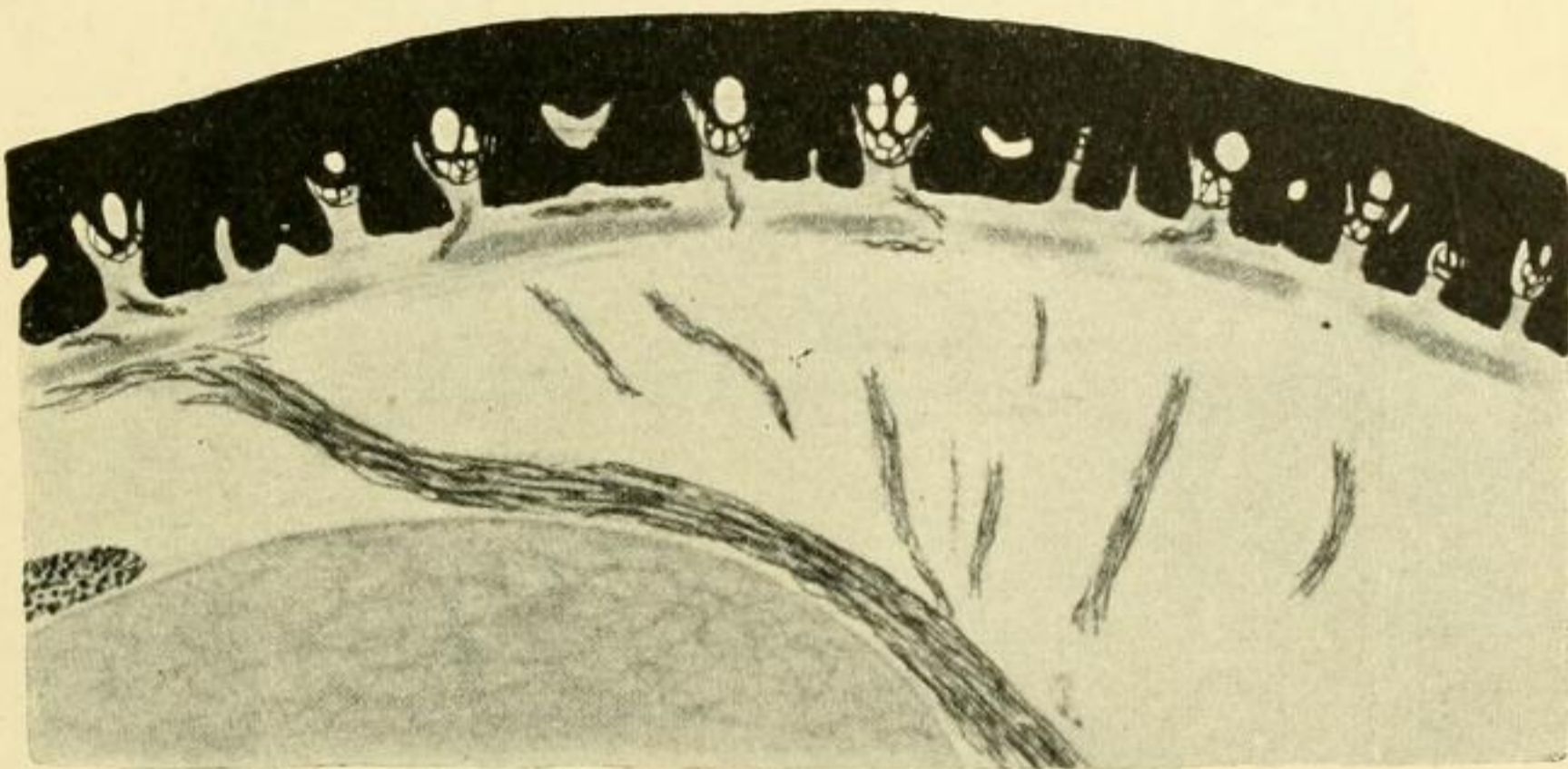
Textfig. 10.

Sinneszellen aus nach WEIGERTScher Markscheidenmethode behandelten Schnitten von *Mormyrus caschive*. sz, Sinneszellen.

meist ziemlich in der Mitte liegt. Irgendwelche Feinheiten konnte ich an diesen Sinneszellen nicht unterscheiden. Sie fanden sich in jedem Organ in reichlicher Anzahl, überall die Räume zwischen den Drüsenmaschen erfüllend.

Besonders interessant sind auch die Nervenendigungen in den Schnauzenorganen. Sie sind sehr stark entwickelt und stellen eine eigene charakteristische Bildung vor, wie sie sonst in derartigen Organen nicht anzutreffen ist. Textfig. 11, die mit dem Zeichenapparat genau entworfen ist und an der nur die Tönung schematisch ist, zeigt die Versorgung der Schnauzenhaut durch den Nervus lateralis. Es handelt sich um viele und kräftige Stämme, die überall ein Bindegewebe herbei-

ziehen. In den oberen Schichten des Coriums lösen sich diese Stämme in viele Äste auf. Diese treten dann in Papillen ein und zwar in jede Papille ein ziemlich starkes Ästchen. Bis dahin sind die Fasern markhaltig. Innerhalb der Papille verlieren sie bald die Myelinscheide und ziehen an der Papillenwand hinauf bis in die Nähe der Kapsel. Dort dringen sie in die Epidermis ein und zwar stets in die Wandung des Organs. Sie teilen sich bald nach dem Eintritt in feinere Äste, welche die Kapselwand durchsetzen (Textfigg. 12 und 13). Charakteristisch aber sind erst die Endigungen dieser Nervenfasern. Die Ästchen schwellen unter Lockerung des Fibrillengefüges kolbig bis kugelförmig an. Aus dieser Verdickung aber brechen dann zahlreiche feine Endfäserchen hervor, die sich noch mehrmals teilen können. Die ganze

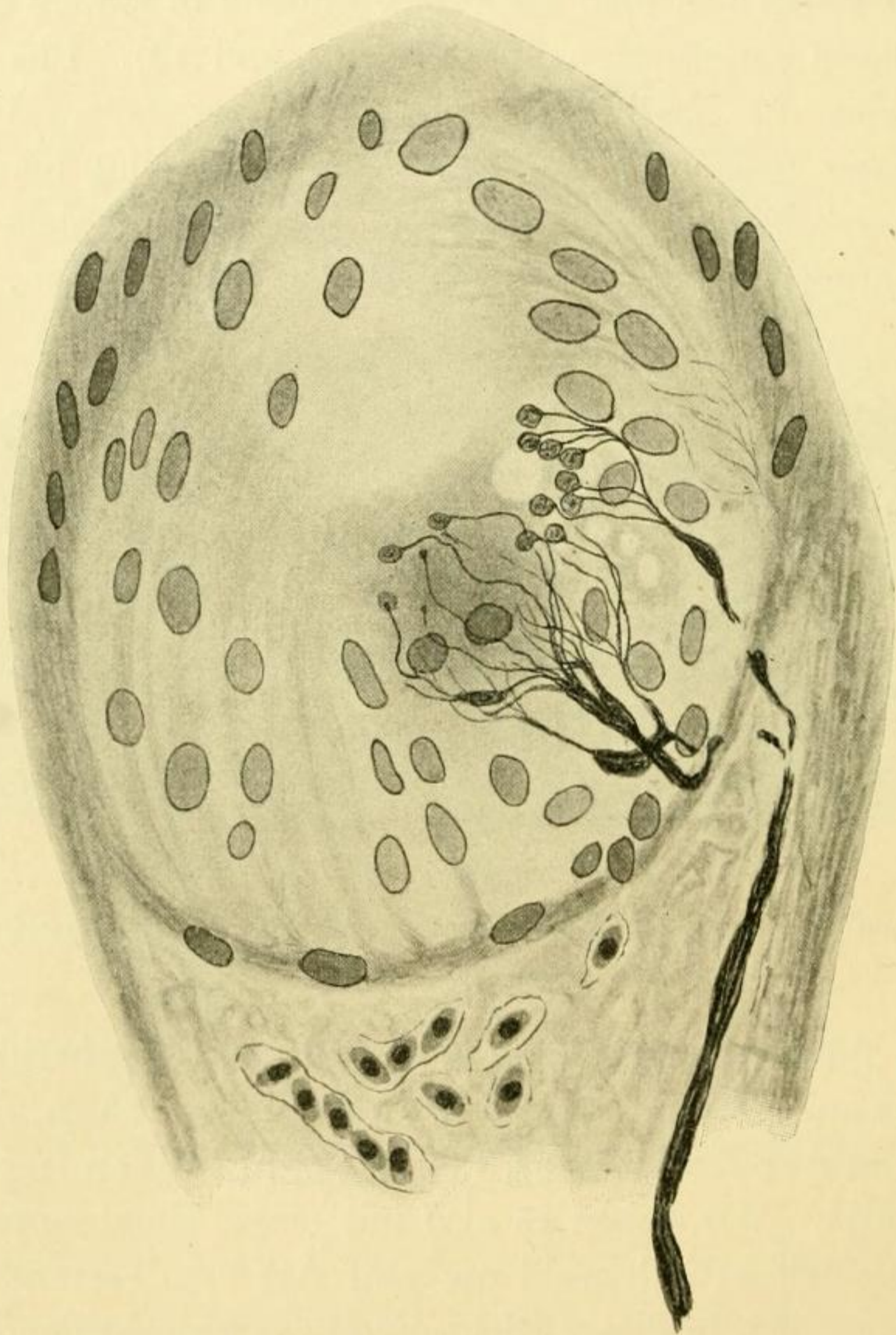


Textfig. 11.

Verzweigung des Nervus lateralis in der Schnauzenhaut von *Mormyrus caschive*; Teilbild mit Zeichenapparat gezeichnet. Schwarz: Epidermis.

Anordnung nimmt dadurch etwa die Form einer Kopfweide oder eines Kandelabers an. Die letzten Enden der Fäserchen, die fast die Innenfläche der Kapselwand erreichen, laufen in echte Endapparate aus. Wir haben es also mit einem Sinnesapparat zu tun, und zwar handelt es sich wohl um eine Art von Tastorganen. Doch ist es nicht möglich, in dieser Richtung etwas Entscheidendes zu sagen. Diese Endapparate waren natürlich nicht überall darstellbar, da das Material lange in Formol gewesen war und von Silbermethoden somit, nachdem die KOPSCHSche Modifikation von GOLGI versagt hatte, eigentlich nur die von BIELSCHOWSKY übrig blieb. Wie schwer es ist und von wieviel Nebenumständen es abhängt, mit dieser Methode Endapparate darzustellen, weiß jeder, der sich mit ihr beschäftigt hat. In den Textfigg. 12 und 13 habe ich eine Auswahl der besten Stellen aus meinen Präparaten genau wiedergegeben. Sie zeigen zur Genüge, daß über die Natur dieser Organe als Sinnesorgane kein Zweifel aufkommen

kann. Die Form der Endapparate ist, wie die Textfig. 14 zeigt, die eines rundlichen Gebildes, an welchem ein zartes Endbäumchen oder Endschleifen unterscheidbar sind. Ob diese Endanschwellung mehr scheiben- oder mehr kugelförmig ist, kann ich nicht sagen, doch habe ich keine andre Form als die annähernd kreisrunde beobachtet, glaube also, daß es sich nicht um Endplatten oder Menisken handeln kann,

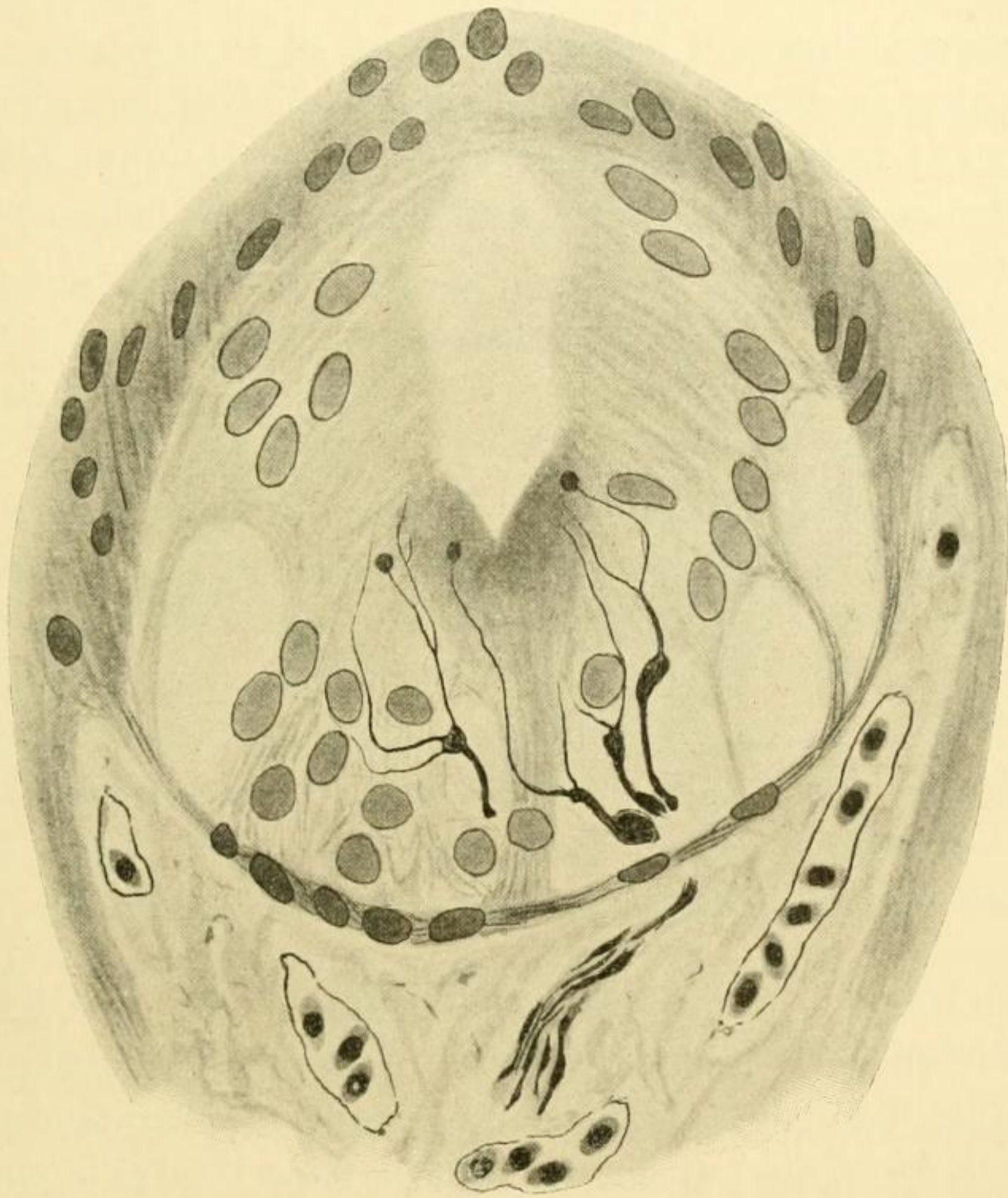


Textfig. 12.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive* mit Nervenendbäumchen.

sondern vielmehr kugelige Gebilde vorliegen. Durch diese Anordnung des Apparates ist es zu verstehen, warum man in der Sinneskapsel ein echtes Sinnesepithel ganz vermißt. Die Endapparate liegen nicht auf der Epitheloberfläche, es gibt keine Stiftchen- oder Flimmerzellen usw., sondern die Endapparate stecken in dem Epithel in der Art von einfachen Tastkörperchen, ähnlich denen, wie sie verschiedentlich bei Vertebraten beschrieben worden sind.

Alles in allem haben wir es also in den Schnauzenorganen mit höchst eigentümlichen Sinneswerkzeugen zu tun. Da die Mormyriden Schlammbewohner sind und die typischsten unter ihnen, bei denen ich die merkwürdigen Organe finden konnte, lange, rüsselartige Schnauzen haben, so ist die Annahme, daß hier Tastorgane vorliegen, nicht von der Hand zu weisen. In welche Kategorie die Organe einzureihen sind, erscheint dennoch fraglich. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich ihre Innervation dem vorderen Lateralisast zuschreibe (Taf. VII). Daß

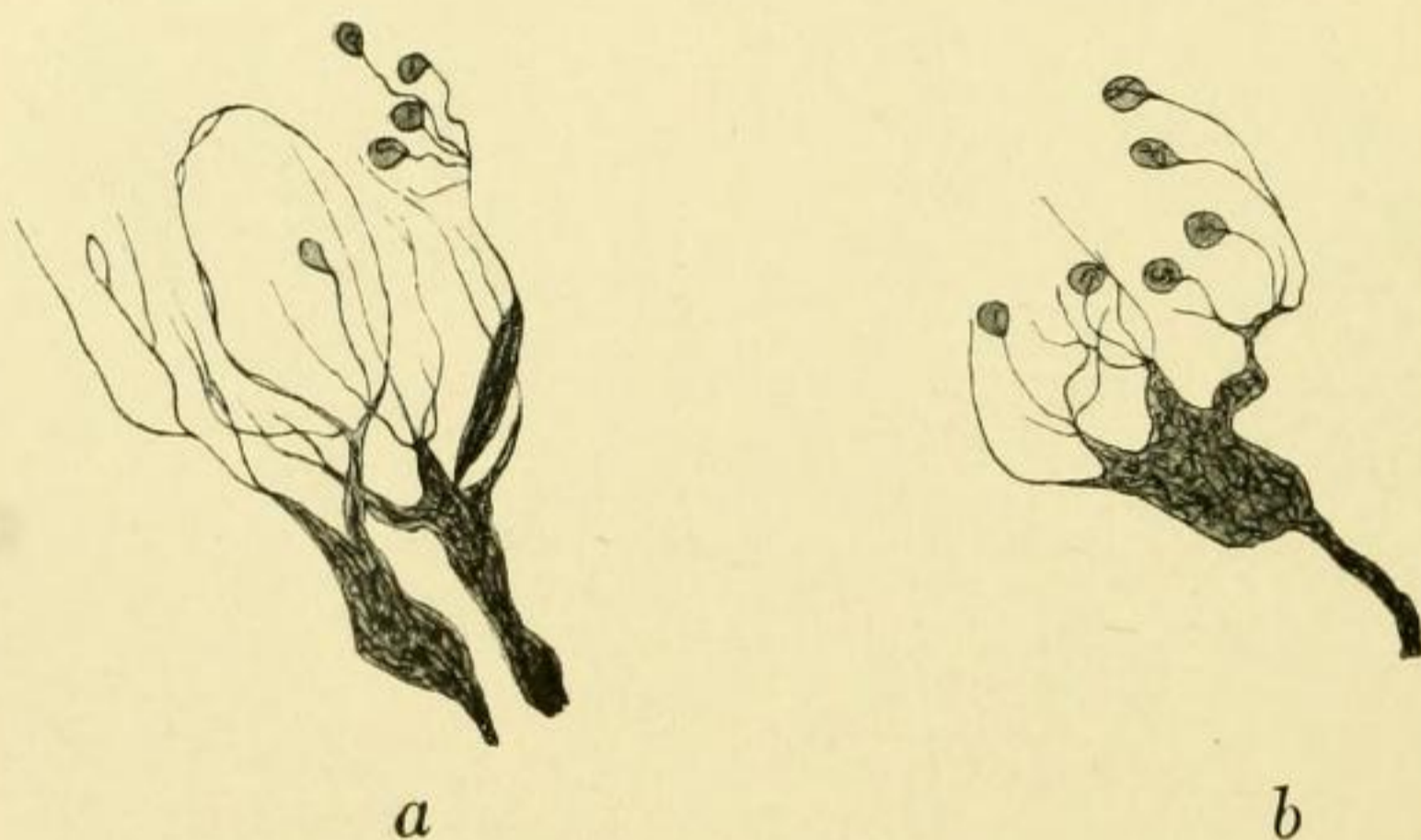


Textfig. 13.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive* mit Nervenendbäumchen.

allerdings diese immerhin doch eng lokalisierten, wenngleich zahlreichen Organe allein die Hypertrophie des Lateralis und von da weiter der eigenartigen Umbildungen im Gehirn haben bedingen können, halte ich für zu weit gegangen. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß ja ein neuer Sinn hinzugekommen ist, der wohl mehr Associationen im Gehirn ermöglichen und somit neue Konstellationen und Erweiterungen gewisser Centren mit sich bringen kann. Die Schnauzenorgane der Mormyriden

gehören also wohl in das System der Seitenorgane. Unter diesen aber stellen sie einen ganz neuen Typus dar. Anklänge an dieselben wären höchstens in der Erfüllung des Binnenraumes mit einer plasmatischen Masse zu sehen. Diese Apparate aber sind von jenen schon dadurch unterschieden, daß sie von der Außenwelt wenigstens meistens abgeschlossen sind und daß ihre Sinnesendapparate zu einer anderen Art gehören. Allerdings entbehren auch die SAVISCHEN Bläschen der offenen Verbindung mit der Epitheloberfläche. Vielleicht erinnert auch einiges an die LORENZINISCHEN Ampullen, doch kann es sich immer nur um Konvergenzerscheinungen handeln. So ist es auch eine Konvergenz, wenn manches an dem Organ an integumentale Bildungen bei Säugern erinnert. Ich meine unter anderem die einer Haarzwiebel ähnliche Bildung, ferner die zuweilen dem Ausführgang einer Schweißdrüse ver-



Textfig. 14.

Nervenendbäumchen mit Endplatten aus dem Schnauzenorgan eines *Mormyrus caschive*.

gleichbaren Kanäle. Sogar sehr auffällig erschien mir diese Konvergenz bei *Ornithorhynchus*, von dem ich durch WILSON eine Kombination von Schweißdrüse, modifiziertem Haar und Nervenendapparaten beschrieben fand. Auch da ist die Zwiebel des modifizierten Haares in eine becherförmige Papille des Coriums eingesenkt. Unten schließt sich eine Drüse an, deren unregelmäßiger Ausführgang die »Haarzwiebel« durchsetzt und nach außen führt. An diese Zwiebel aber treten Nerven mit Tastkörperchen heran. Es ist interessant, daß LEYDIG bereits darauf hinwies, daß die Schweißdrüsen der Säugetiere keineswegs allein als Drüsen sondern wohl auch als Sinnesapparate aufzufassen seien. Bei den Mormyriden sehen wir, daß ein Sinnesapparat mit einer Drüse aufs engste funktionell verbunden ist.

Die Mormyriden haben ein Gehirn, das sich von dem der andern Fische und aller Wirbeltiere überhaupt erheblich unterscheidet, indem

es in gewissen Teilen, besonders im Kleinhirn, in gewaltiger Weise hypertrophiert ist. Wie ich in einer früheren Arbeit über das Mormyridengehirn betonte, muß diesen Umbildungen ein Anstoß zugrunde liegen, der von außen her wirksam ist und in gewissen biologischen Eigentümlichkeiten dieser Fische seine Ursache hat. Dieser Einfluß mußte offenbar durch einen sensiblen Nerv vermittelt werden. Ich habe, was sehr nahe lag, den Nervus lateralis dafür verantwortlich gemacht. Von allen Nerven ist allein dieser besonders stark hypertrophiert, sowohl sein hinterer wie sein vorderer Ast. Weiterhin konnte ich zeigen, daß gerade alle mit ihm in Zusammenhang stehenden Centren, auch das Kleinhirn natürlich, von diesem besonders starken Wachstum ergriffen worden sind. Auf der Suche nach den eigentlichen spezifischen Mormyridenbildungen mußte ich also die Haut mit ihren Sinnesorganen zuerst in Angriff nehmen. Das ist also für den Lateralnerven die Seitenlinie und die Endorgane des Kopflateralis. FRANZ, der gewisse Eigenarten des Mormyridengehirns zum erstenmal aufklärte, bezeichnete den hypertrophierten Nerven irrigerweise als Facialis, war aber auf der richtigen Fährte, als er in der Schnauze nach besonderen Sinnesorganen suchte. Er glaubt wohl solche auch gefunden zu haben. Seine Abbildungen aber erweisen allein schon, daß er ganz unzureichendes Material gehabt hat. Ich konnte die von ihm benutzten Präparate durchsehen, fand jedoch, daß die ganzen Schnauzenpartien des betreffenden Objektes, auch die, nach welchen seine Figur entworfen wurde, nur noch von Corium bedeckt waren und allenthalben der Epidermis entbehrten. Was FRANZ als Sinnespapillen beschreibt, die der Haut ein sammtartiges Aussehen verleihen sollen, sind nur die Zipfel des zerrissenen Coriums, allenfalls hier und da stehengebliebene und aus der Epidermis herausgezogene bindegewebige Papillen. Auch mich veranlaßte der hypertrophierte Kopflateralis, die Schnauze zu untersuchen, die zudem bei vielen Mormyriden rüsselartig verlängert ist. Dort fand ich denn in der Epidermis steckend in der Tat echte Sinnesorgane von höchst eigentümlicher Form. Auffallend ist aber zunächst, daß ich diese Schnauzenorgane nur bei der Gattung *Mormyrus* finden konnte. *Mormyrops*, auch *Gymnarchus*, *Petrocephalus* haben sie nicht. Dabei kann man behaupten, daß *Mormyrops* im Gehirn einen durchaus übereinstimmenden Bau mit *Mormyrus* hat. Allein *Mormyrus* ist die einzige Art, welche eine so lange, gebogene Schnauze von Rüsselform hat. Ich hielt es für wert, diese merkwürdigen Organe eingehender für sich zu beschreiben, obgleich ich über ihre eigentliche Funktion nur Vermutungen aufstellen kann. Wir stehen in bezug auf die Mormyriden

noch heute vor manchem Rätsel. Diese Familie, deren Repräsentanten sich äußerlich von dem Typus der Knochenfische gar nicht unterscheiden, haben mehrere höchst auffällige Bildungen, die sie als eine ganz besondere Gruppe charakterisieren müßten. Abgesehen von dem bekannten schwach elektrischen Organ ist es besonders das excessive Gehirn. Obwohl dieses in der Tat seit dem Jahre 1846 bekannt, 1854 bereits näher beschrieben ist, hat es nur ganz selten Untersucher gefunden. Ja, diese Tatsache der außerordentlichen Entwicklung ist nicht einmal in Lehr- oder Handbücher übergegangen. Das ist auch der größte Fehler der Systematiker, daß sie bei Einteilungen und Publizierungen nicht jedes morphologische Element berücksichtigen, und das Gehirn ist doch wohl ein wichtiges Organ! Dabei kann man wohl sagen, daß der Mormyride unter den Knochenfischen dasteht wie der Mensch unter den Säugern. Bei einer Gattung habe ich nun auch noch die merkwürdigen Schnauzenorgane gefunden. Wahrlich, es verlohnte sich, diese in jeder Richtung merkwürdigen Tiere einmal gründlich an Ort und Stelle untersuchen zu lassen, zumal in Khartoum ein gut ausgerüstetes Institut, das dem betreffenden Forscher bereitwilligstes Entgegenkommen erzeigen würde, vorhanden ist. Dem Direktor des dortigen Institutes, Herrn Dr. CHALMERS verdanken wir das Material, an dem diese Untersuchung vorgenommen wurde. Wir sind in letzter Zeit mehrere Male mit ausgezeichnet frischem, in Formol eingelegtem Material bedacht worden.

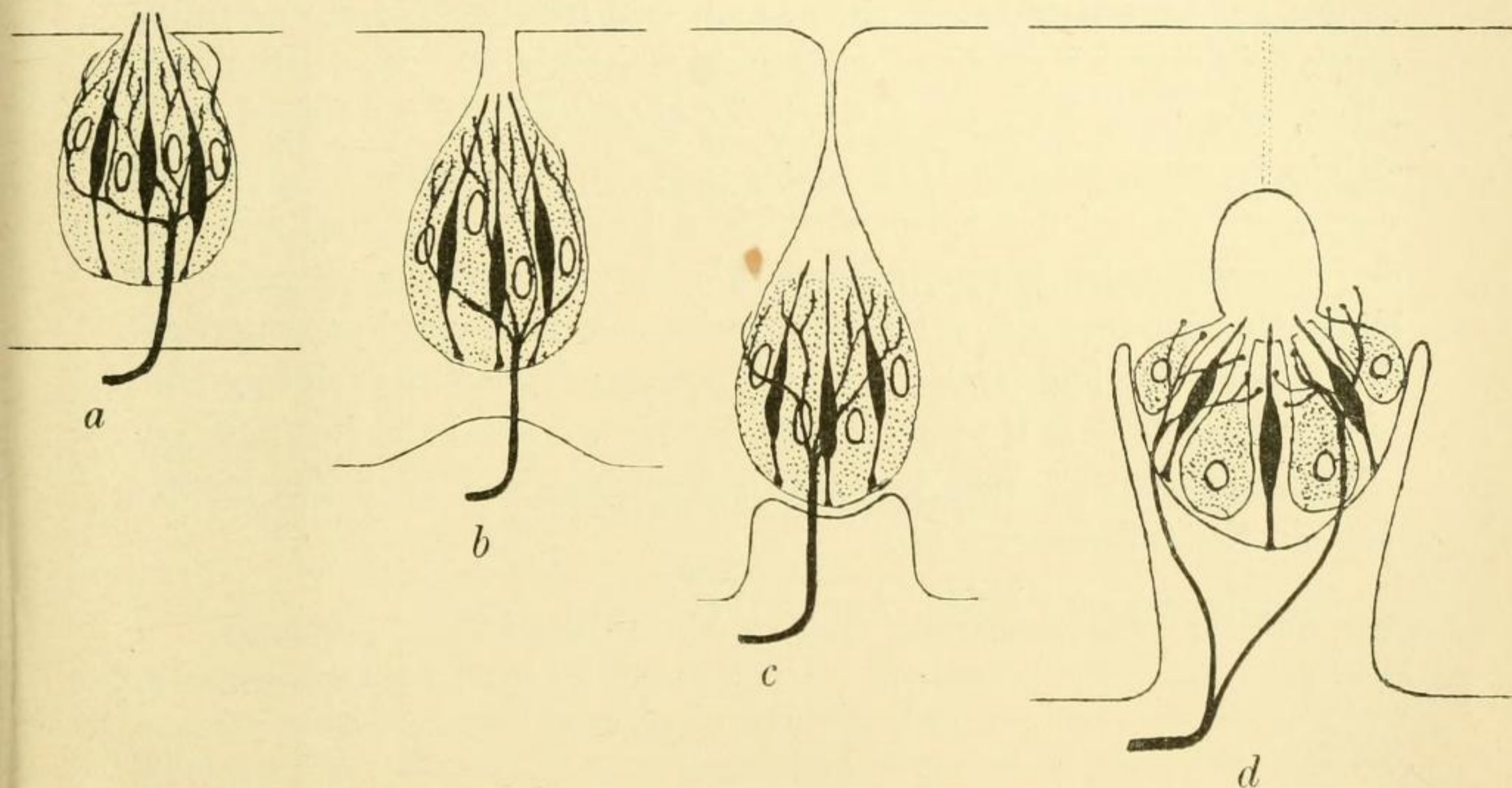
Frankfurt a. M., 1. August 1914.

Anhang¹.

Es fragt sich, ob diese Organe Sinnesknospen oder Endhügel oder etwa einen eigenen Typus vielleicht zwischen beiden vermittelnd darstellen. Ausschlaggebend müßte ja die Art der Innervation sein, d. h. welcher Nerv die Organe versorgt, nicht wie er endet. Umgekehrt aber müßten auch die Organe in ihrer ganzen Anlage zur Deutung des Nerven, ob Lateralis oder Facialis, herangezogen werden. Alles in allem erscheint mir ja die völlige Scheidung von Lateralis und Facialis außerordentlich

¹ Vorliegende Aufzeichnungen haben sich in dem Kriegstagebuch des Verfassers vorgefunden. Verfasser wiederholt darin zunächst noch einmal, was bereits in den Abhandlungen der Deutschen Zool. Ges. 1914 und in dieser Arbeit niedergelegt ist, und geht dann dazu über, die Deutung der merkwürdigen Sinnesorgane zu diskutieren.

schwer, wenn nicht gar gänzlich undurchführbar. HERRICK und JOHNSTON, ich selbst schließe mich ihnen im Prinzip absolut ohne Abweichung an, unterscheiden beide Systeme streng als visceral und somatisch. Wir wissen aber, daß die auf der Hautoberfläche vom Facialis innervierten Endknospen eigentlich als somatisch bezeichnet zu werden verdienten, obwohl sie aber nach ihrem völligen Übergang in die Knospen des Vorderdarmes visceraler Natur sind. Man möchte etwa sagen, daß der Facialis, indem er bei Fischen sein sensibles Verbreitungsgebiet über den Körper verteilt und dabei in seiner centralen Endstättet einen gewaltigen Endkern erhält, zu einem somatisch-sensiblen Nerven



Textfig. 15.

Schematische Darstellung einer Umformungsreihe von einer Knospe in ein Mormyridenorgan.

wird. Damit aber träte er in ein Gebiet, das dem Lateralis gehört. Diesen aber kann man fast stets gut vom Facialis trennen, wiewohl sie phylogenetisch ein System bilden. Wir sollten also auch hier bei den Mormyriden nicht beide Nerven ohne weiteres verquicken. Es war mir ja obendrein möglich, außer dem von mir als Lateralis angesprochenen Riesennerven ein andres recht schwaches Bündel, das in einen viel ventraleren Endkern, der der Vagus - Glossopharyngeus-Säule angehört, ausläuft, zu finden. Dieses Bündel läuft eine Strecke weit, immer gut unterscheidbar, in dem »Lateralis«, um dann die Mundschleimhaut, also wohl deren Endknospen, und die Zähne zu innervieren, ein typischer Ramus palatinus nervi facialis. Dieser also ist außer dem Lateralis wirklich vorhanden, es gibt central und peripher

zwei verschiedene Nerven, einen visceralen und einen somatischen. Nun aber sind ja die Sinnesorgane in ihrem Bau gleichfalls ausschlaggebend. Dazu läßt sich sagen, daß ihr Bau, besonders ihre Sinneszellen, sie eher den Endknospen (visceral) als den Endhügeln (soma-tisch) zuweist. Siehe dazu das Schema, welches eine Umformungsreihe von einer Knospe in ein Mormyridenorgan darstellt. (Textfig. 15.) Außerdem hat *Mormyrops* wenigstens vorwiegend in der Schnauze nur echte Sinnesendknospen. Das gibt zu denken und möchte dazu bestimmen, in dem Nerven bestimmt einen Facialis zu sehen. Ich glaube indessen, daß hier wirklich ein guter Übergang von einem System in das andere aufgezeigt werden kann, daß nämlich die Mormyridenorgane ein eigener Typus von somatischer Natur sind. Man sollte nach allem, wie auch MAURER das tat, Endknospen und Endhügel nicht strikte trennen, es gibt Übergänge, doch liegen somatische Apparate vor, wenn sie auf der Körperoberfläche lokalisiert sind und sich von den Sinnesknospen unterscheiden. Als Nerven kommen entweder der Facialis oder der Lateralis in Betracht, der erstere für knospenartige, der andere für hügelartige. Die Übergangsformen der Mormyriden werden vom Lateralis versorgt, da der Nerv central alle Bedingungen erfüllt, die einem echten Lateralis zukommen, und auch der hintere Ast ein Seitenliniennerv ist.

Geschrieben im Felde, August 1914.

Nachwort.

Vorliegende Arbeit ist vom Verfasser im Frühjahr 1914 begonnen worden. Als am 1. August der große Tag für die Geschichte Deutschlands anbrach, der alle wehrpflichtigen Söhne des Vaterlandes zu den Fahnen rief, mußte auch er die ihm liebgewordene Arbeit niederlegen, um als Soldat Größeres und Wichtigeres zu leisten. Noch am Vorabend seines Auszuges ins Feld nahm er das unvollendete Manuskript zum letztenmal vor, um hier und da Änderungen, Erläuterungen und Ergänzungen anzubringen. Auch im Felde hat er einige wenige Mußestunden dazu benützt, um in sein Kriegstagebuch noch manches niederzuschreiben, was zum besseren Verständnis beitragen könnte, immer in der Hoffnung und Zuversicht, es werde ihm vergönnt sein, die Arbeit bei seiner Wiederkehr in die Heimat zu vollenden. Es ist anders gekommen. Nach schweren Gefechten in Belgien und Frankreich und einem entbehrungsreichen Ausharren im Schützengraben wurde er als Führer der Kompagnie am Morgen des 26. September in einem Gefecht im Bois de Ville sur Tourbe von der tödlichen Kugel getroffen und erlag seiner schweren Verletzung in der Nacht vom 26. auf den 27. September. Mir ist nun die ehrenvolle Aufgabe geworden, deren

Lösung zugleich eine heilige Pflicht bedeutet, das zurückgelassene Manuskript und den Nachtrag aus dem mir aus dem Felde zugesandten Kriegstagebuche als Vermächtnis meines Mannes zu einer mehr oder weniger abgeschlossenen Arbeit zusammenzufügen. Bei der Herausgabe der Arbeit bin ich auf einige Mängel gestoßen, habe aber nicht gewagt, irgend etwas Wesentliches daran zu ändern. Einiges, was bereits in den Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1914 niedergelegt ist und was ich hier und da wiederholt fand, habe ich fortgelassen, sonst aber bis auf stilistische Kleinigkeiten am Text nichts geändert, sondern die Fragmente, die wertvolle Befunde enthalten und bei deren Unzulänglichkeiten jeder die Umstände, unter denen sie nicht zur Reife gelangen konnten, in Betracht ziehen wird, für sich selbst sprechen lassen.

Es sei mir vergönnt, im Namen meines Mannes seinem hochverehrten Lehrer und Chef, Herrn Professor Dr. EDINGER, den tiefempfundenen Dank für die Anregung zu dieser Arbeit und für das stete Interesse an derselben auszusprechen, den Dank, den selbst darzubringen ihm von einer höheren Macht verwehrt worden ist. Zugleich erfülle ich einen oft geäußerten Wunsch des Toten, wenn ich Herrn Professor EDINGER bitte, ihm diese Arbeit zum 60. Geburtstage widmen zu dürfen.

Berlin, März 1915.

MARGARITA SCHÜLER-STENDELL.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Verteilung des Lateralis-, Facialis- und Trigeminessystems im Kopf von *Mormyrus caschive*. Blau; *nl*, Nervus lateralis. Punktstrich: *rps*, Ramus palatinus superior nervi facialis. Schraffiert: *zm*, zur Zungen- und Mundschleimhaut ziehender Ast. Rot: *ntr*, Nervus trigeminus. Grau: *gh*, Gehirn; *Ggl*, Ganglion des Ramus anterior nervi lateralis, des Nervus facialis und des Nervus trigeminus.



The following text is generated from uncorrected OCR or manual transcriptions.

[Begin Page: Page 650]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

Von

Dr. W. Stendell,

Assistent am neurologischen Institut in Frankfurt a. M.

(Aus dem Neurolog. Institute zu Frankfurt a. M. [Direktor Prof. Dr. L. Edinger].)

Mit 15 Figuren im Text und Tafel VII.

Die Mormyriden besitzen in ihrer vorderen Kopfregion merkwürdige Organe, die als Sinnesapparate vermutlich höchst lebenswichtige Receptionen vermitteln und dadurch vielleicht nicht zuletzt den Anstoß zu den einzigartigen Umbildungen des Gehirns dieser Fische gegeben haben.

Es ist auch wahrscheinlich, daß damit die rüsselartige Verlängerung der Schnauze, wie sie Textfig. 1 bei Gnaihonemus zeigt, und welche viele Mormyriden auszeichnet, in ursächlichem Zusammenhang steht. Gerade in der Spitze der Schnauze nämlich finden sich die fraglichen Organe konzentriert. Speziell liegen sie in der Unterlippe gehäuft. Textfig. 2 zeigt, wie dicht die Haut der Unterlippe von diesen Körpern durchsetzt ist. Dort ziehen sie sich

TextfV 1 ^^ ^^ Lippenrändern tief in die Schnauzen-

Kopf von Gnathonem. Öffnung hinein. Sehr vereinzelt stecken ebensolche Apparate in der Oberlippe, während sie caudalwärts sowohl auf der Oberseite des Kopfes wie auch an der Kehle bald gänzlich verschwinden.

Die Schnauzenorgane der Mormyriden gehören dem Integument an und werden von der Epidermis und dem Corium aufgebaut. Dabei bildet allein die Epidermis das eigentliche spezifische Organ, während das Corium nur insofern daran beteiligt ist, als es dasselbe in Form einer hohen Papille umgibt. Derartige Papillen sind in den dickeren Hautpartien vieler Fische häufig, werden also vielfach auch in der

[Begin Page: Page 651]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

651

Schnauze gefunden. Dabei herrschen die mannigfaltigsten Unterschiede. So fand ich z. B. in der Schnauzenhaut des Aales, die sehr dick ist, aber zahllose Schleimzellen enthält, kaum nennenswerte Papillen in das Epithel hineinragen. Höher werden die Papillen in den schleimzellenarmen oder -losen Epithelien, welche beispielsweise die Haut von Labrus und Malapterurus auszeichnen. Diese Papillen sind einfache, kurzzipfelförmige Gebilde, die nur selten von der Epidermisseite her etwas flachgedrückt erscheinen. Ebensolche Papillen hat

auch das Corium in der Haut des Mormyridenkopfes gebildet, aber nur da, wo dieser keine spezifischen Schnauzenorgane trägt.

Diese einfachen zipfelförmigen Papillen liegen bei vielen Fischen an den dicken Hautstellen unter den gewöhnlichen Geschmacksknospen,

Textfig. 2.

Unterlippe einer Mormyridenschnauze, deren Haut von Schnauzenorganen durchsetzt ist.

indem die diese versorgenden Nervenstämmchen in der Papille durch die hohe Epidermis peripherwärts zur Knospe ziehen. Das ist auch bei demjenigen Mormyriden der Fall, der an Stelle der komplizierten Organe vorwiegend einfache Endknospen hat, bei *Mormyrops*. In derselben Weise sind die Papillen auch bei den Schnauzenorganen zu bewerten. Sie sollen in der sehr dicken Epidermis den Herantritt von Nerven und Blutgefäßen an die Organe ermöglichen. Um diesen Zweck weitgehend zu erfüllen, sind die Papillen becherartig um die Organe herumgestülpt. Ebenso könnte man sagen, die Organe haben sich in die Papille hineingedrückt. Wir sehen diese Verhältnisse gut in den Textfigg. 2 und 3.

Die eigentlichen Organe werden von der Epidermis konstituiert, doch ist nicht zu erkennen, inwieweit einzelne Elemente des höchst

43*

652 W. Stendell,

komplizierten Gebildes etwa entodermaler Natur sind, wie das Johnston für Geschmacksknospen angegeben hat. Die fertigen Organe bilden einen einheitlichen Komplex.

Von vornherein können zwei verschiedene Arten von Schnauzenorganen unterschieden werden. Die eine Art findet sich bei Mormyrus und Gnathonemus (vielleicht auch vereinzelt bei Mormyrojps zwischen den Geschmacksknospen), die andre bei Gymnarchus. Im Prinzip sind beide Arten gleich aufgebaut, doch sind gewisse funktionell homologe Elemente morphologisch wesentlich different gebildet. So mögen denn nach einigen Worten über den beiden zukommenden allgemeinen Bautypus die zwei Arten getrennt behandelt werden i.

Die Schnauzenorgane der Mormyriden repräsentieren die Kombination eines Sinnesapparates mit einem Drüsensystem. Dabei kann, wie später dargelegt werden soll, der Sinnesapparat auf den Typus der Geschmacksknospen zurückgeführt werden, indem er aber gleichzeitig ein Organ darstellt, das in die Reihe der Lateralorgane, also der Kopfkanäle, SAVischen Bläschen, LoRRENZiNischen Ampullen usw. gestellt werden kann. Die Schnauzenorgane stehen also etwa zwischen Geschmacksknospen und Endhügeln und werden am besten als ein Typus für sich aufgefaßt. Mit dem Sinnesapparat, der im allgemeinen bei beiden Arten von Schnauzenorganen übereinstimmend gebaut ist, ist ein Drüsensystem verbunden, welches ganz besondere Verschiedenheiten in der Bildung aufweist, in beiden Fällen jedoch dem Zwecke dient, ein Sekret für das Schnauzenorgan zu liefern, in dem Körper der

Mormyriden also offenbar keine andere Bedeutung haben dürfte.

"Wir besprechen zunächst das Organ von Mormyrus, mit welchem dasjenige von Gnathonemus wesentlich übereinstimmt. Der Sinnesapparat wird seinerseits aus verschiedenen Komponenten aufgebaut. Ich unterscheide die Sinneskapsel, die Sinneszellen und den Nervenendapparat.

Die Sinneskapsel, die in der Norm in der Einzahl, bisweilen aber auch doppelt, noch seltener in der Mehrzahl in einem Organ gefunden wird, liegt stets nach der äußeren Oberfläche zu, während sich die stets in größerer Anzahl befindlichen übrigen Elemente nach innen um sie gruppieren. Die Sinneskapsel stellt einen runden, meist ovalen Hohlraum von etwa 80 μ langer Achse dar. Sie liegt im eigentlichen Epithel, so, daß nach außen von ihr sich die Hauptmasse desselben ausbreitet

1 Die Absicht des Verf., die Schnauzeiorgane von Gymnarchus getrennt zu behandeln, ist unausgeführt geblieben. Es liegen nur einige Zeichnungen über deren Bau vor, ein dieselben erläuternder Text ist nicht vorhanden. M. S.

[Begin Page: Page 653]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

653

und daß sie, wie das Textfig. 3 zeigt, fast ganz oder doch mit dem überwiegenden Teile in der Papille steckt. Distal und seitlich wird die

Kapsel darnach von dünnem Epithel bekleidet. Die die Kapsel begrenzenden Epithelzellen gehen ganz allmählich in die allgemeine Epidermis über. In den tieferen

3-4 Lagen der Epidermis

c > t: Yf >'t'^ cp

Textfig. 3. Textfig. 4.

Schnauzeorgan von *Mormyrus easchive*. cup, Cutispapille; Stück aus der Epidermis von

drz, Drüsenzelle; ep, Epidermis; flo, flaschenförmiges Organ; *Mormyrus easchive* bei Eisen-

se, Secret; ska, Sinneskapsel. Zwischen den flo liegen noch hämatoxylinfärbung. plbr,

Sinneszellen. Plasmabrücken.

stellen die Zellen durchweg sehr platte und fast spindelförmige Elemente dar. Derartige Zellen haben sich zwiebelschalenartig um den Hohlraum der Kapsel geordnet (Textfig. 3).

Nur an der oberen Fläche der Kapsel ist die Struktur der Wand, die hier in die Epidermis übergeht, eine andre, worauf weiter unten

noch eingegangen werden wird. Die konzentrisch geschichteten Epithelzellen scheinen eine sehr feste, vielleicht elastische Wand herzustellen, die einem gewissen vom Kapselhohlraum her ausgehenden Druck entgegenwirkt. Durch zahlreiche fadenartige Plasmabrücken sind die Zellen noch dichter zusammengespinnen. Solche Plasmabrücken, die in Form von festen Stütz- und Verbindungsfasern ausgebildet sind, finden wir auch in Textfig. 4 aus einem Epidermisstück von Mormyrus bei Eisenhämatoxyhnfärbung. Ihre Kerne sind langgestreckt und zwar immer parallel der Kapselwand. Dabei sind sie, wie vermutlich die schwer gegeneinander abgrenzbaren Zellen selbst, am plattesten, je näher sie dem Hohlraum gelegen sind, d. h. je tiefer sie in der gespannten Kapselwand stecken. Am Rande der Papille biegen die Zellschichten deuthch horizontal um, senken sich in dem nächsten Organ wieder eine Kapsel umschließend in eine Papille hinein, und so allenthalben. Es macht das Ganze den Eindruck, als wenn durch Eröffnung, bzw. Erweiterung eines Hohlraumes im Epithel, der über einer Papille gelegen ist, die Epithelzellen zu flachen Elementen ausgereckt und gleichzeitig die den Hohlraum einschließenden Teile in die Papille hineingedrückt worden wären. In der Regel ist die Kapsel, außer nach den Drüsen zu, rings geschlossen. Eine Öffnung nach außen ist bei den meisten Kapseln nicht zu entdecken. Nur bei wenigen Organen, unter hundertn hie und da, führt aus der Kapsel nach der Oberfläche ein Kanal, der aber, wie mir scheint, nicht als ein präformiertes Gebilde anzusehen ist. Es war mir nämlich, wie gesagt, nur bei wenigen Kapseln möglich, den Kanal zu finden, obwohl ich sehr viele daraufhin durchmustert und durch Serien verfolgt habe. Nirgends aber hatten diese

Kanäle eine besondere Wandung, nirgends waren sie wenigstens gut und glatt begrenzt. Überhaupt hatten sie sehr selten einen geraden Verlauf. Die in Textfig. 5 abgebildeten sind die einzigen der Art, die ich habe finden können. Gerade hier wollte ich an Stelle der Zeichnung ein Photogramm treten lassen. Dieses Photogramm ist bei schärfster Einstellung hergestellt, so daß das verschwommene Aussehen der Kanäle nicht etwa dem photographischen Verfahren zugeschrieben werden kann. Auch darf man nicht annehmen, daß die Kanäle zu eng seien, um in einem Schnitt geöffnet dazuhängen. Auch bei den dünnsten Schnitten und bei lebhaftem Drehen der Mikrometerschraube erhält man niemals den Eindruck eines wohlbegrenzten Kanales. Am meisten zeigt sich solche Begrenztheit vielleicht noch am untersten Ende des Kanales, wo sich dieser an die Kapsel anschließt, wie das aus Textfig. 5 hervorgeht. Besonders nach der Oberfläche zu jedoch erscheint das

[Begin Page: Page 655]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

655

Lumen einfach wie durch das Epithel durchgestoßen, so daß wir die äußere Öffnung aufgeweitet finden. Nirgends zeigt sich ein deutlicher, etwa gar trichterförmiger Eingang. Immerhin aber sind doch, wenn

- kn

Textfig. 5.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive*. kn, Kanal; kp, Kapsel.

auch in wenigen Fällen, Gänge von der Kapsel zur Außenwelt vorhanden. Ich kann aber nicht umhin, in ihnen nur jeweilig durch einen Druck des Kapseinhaltendes (?) eröffnete Poren zu sehen, die sich nach

[Begin Page: Page 656]

656 W. Stendell,

Gebrauch wieder schließen. Dabei wird das Epithel durchlocht und erscheint wie aufgeplatzt. Später aber wird möglicherweise die Öffnung wieder geschlossen, indem die Wände zusammenfallen und das Lumen auch durch Zellmaterial verstopft wird. Man sieht daher sehr oft gerade über der Kapsel lichte, durch lockeres Gewebe gebildete Stellen, wie es auch Textfig. 3 zeigt. Unmittelbar als Begrenzung des Kapsel lumens aber liegt gerade an dieser Außenfläche meistens ein Epithel von dicht geschlossenen, dunklen Zellen mit kleinen dunklen Kernen, wie das in Textfig. 3 wiedergegeben ist. Vielleicht ist ihm eine besondere Bedeutung beizumessen. Eine andere Erklärung, die indessen die erste nicht ausschließt, sondern eher ergänzt, wäre die, daß bei der tiefen Einstülpung des ursprünglichen oberflächlichen Organs, ein langer Hohlkanal resultierte, der sich nicht bei allen Organen völlig schließt und hie und da wieder bei solchen oben vermuteten Secretemissionen aufgeweitet wird. Darüber wird weiter unten bei der theoretischen Deutung der Schnauzenorgane noch geschrieben werden.

Sehr bedeutungsvoll ist die Innenwand der Kapsel. Sie ist nämlich

hier verhältnismäßig am dünnsten und wird von mehreren Öffnungen durchbohrt, welche in die flaschenförmigen Drüsen (siehe unten) münden. Die Öffnungen scheinen von verschiedener Form zu sein, indem sie entweder einfache Löcher oder enge, in Gänge führende Poren darstellen.

Ehe wir die anderen Teile des Sinnesapparates besprechen, ist es zweckmäßig, erst die Drüsen kennen zu lernen, da die Sinneszellen und Nervenendigungen mit ihnen im engsten Zusammenhang stehen.

Die Drüsen sind ebenfalls Abkömmlinge des Epithels, ohne jedoch noch irgendwie strukturell an dasselbe zu erinnern. Ich unterscheide an ihnen die Drüsenzellen und deren Träger. Diese stellen sich dar als weite Maschen von 50 — 60 f.i Weite, die von den ganz dünn und platt ausgezogenen ventralsten Epithelzellen gebildet werden. Es kommt nämlich an der Grenze zwischen Epithel und Papille rings zu einer merkwürdigen Auflockerung der oberflächlichsten Epithelzellen. Sie bilden dann, wie das Textfig. 3 zeigt, auf dem Schnitt bogenförmige Maschen, die sich sowohl an der Peripherie der Papille wie an der eingestülpten Kapselwand finden. Dort aber werden die Maschen nach unten immer besonders weit und bilden dann die Hohlkörper, indem die nach der Kapsel zu Jvonvergerenden Wände rosettenförmig um die untere Kapselwand geordnete Räume umschließen. Die Wände sind sehr dünn, derart, daß die Kerne als Auftreibungen erscheinen. Die Kerne selbst sind besonders an den großen Maschen kleiner und dunkler,

Die Schnauzenorgane der Mormyriden. 657

also vermutlich dichter kontrahiert als in den übrigen Epithelzellen.

Am oberen Ende der Maschen gehen die Wände in die Kapselwand über. Dabei aber bleiben Öffnungen bestehen, welche den Hohlraum der Masche mit dem der Kapsel verbinden. Diese Öffnungen sind von zweierlei Art, indem sich solche mit einfachem von solchen mit kompliziertem Bau unterscheiden.

Im einfachsten Falle nämlich erscheint die Wand, welche Kapsel und Masche trennt, von einem kreisrunden Loch durchbohrt, das gewissermaßen Sphinkter artig gebaut ist. Textfig. 6 und 7 zeigt es im Längsschnitt und in der Aufsicht. Es zeigt sich, daß es von circulären

epithelialen Plasmamaschen umschlossen wird. Der innere Rand ist dünn, indem sich die Kapselwand dort merklich verjüngt. Ob diese

Textfig. 6. Textfig. 7.

Mormyrus caschive. Öffnung zwischen Kapsel Mormyrm caschive. Öffnung zwischen Kapsel und Masche im Längsschnitt. und Masche in der Aufsicht, a, einfache Öffnung ;

b, Öffnung des flascienförmigen Organs.

blendenartige Öffnung aktiv erweiterungsfähig ist, kann nicht gesagt

werden. Da Muskeln nicht zu finden sind, erscheint es unwahrscheinlich. Dagegen ist die Öffnung sicherhch passiv dehnbar, was bei einem Passieren von Secretballen von Wichtigkeit wäre. Die elastische Wand könnte dann immer wieder in die Ruhelage zurückkehren.

Komphzierter werden die Verhältnisse dann, wenn sich in eine solche einfache Masche mit einfacher Öffnung noch eine zweite Masche von der Öffnung her eingestülpt hat. Diese hat dann an der Mündung einen langen, von dicht stehenden Zellen zusammengesetzten Kanal ausgebildet, der gewissermaßen einen engen Flaschenhals bildet. Die diesen Kanal bildenden Zellen färben sich dunkler, ebenso erscheinen

[Begin Page: Page 658]

658

W. StendeU,

die Kerne dicht zusammengezogen, fast pyknotisch. Die Textfigg. 7 und 8 zeigen solche doppelten Maschen, deren Wände fast im ganzen Umfang isoliert voneinander bleiben. Die Mündung in die Kapsel besteht in diesem Falle aus einem engen Porus, den wir in Textfig. 7 in der Aufsicht wiedergegeben finden. Ich nenne~ diese komplizierten Gebilde die flaschenförmigen Organe.

Alle diese Epithelmaschen nun enthalten große Zellen, die als Drüsenzellen angesprochen werden dürfen. Man trifft in einer flaschenförmigen Masche ein bis vier, wohl selten mehr solche Elemente. Die

Regel bilden eine oder zwei Zellen.

\ ^Ä^ i Diese Zellen sind durchschnittlich 10 —

J^ ^^ «H^ M' ^^ ^* groß, von Gestalt polygonal uud

-j^ ^^fj^ ^^F mit einem Kern, der kaum größer ist

^^^fÄ^^ als der der meisten Epidermiszellen.

«I %\ Dadurch erscheint der Zelleib ziemlich

\% gl groß. Die Zellkörper liegen sehr oft

^, frei im Lumen der Maschen, doch be-

/P* \ merk man nicht selten, daß sie mit

Xj^r \ V feinen Plasmafäden an der Maschenwand

ij angesponnen sind (Textfig. 8). Diese

n - Zellen machen den Eindruck, als wären

M^^^k '1^ ^ sie ganz secretdurchtränkt und ver-

*' ^ quollen. Sie färben sich fast immer

^ schmutzig acidophil. Das Plasma ist

vielfach vacuolendurchsetzt. Die Kerne sind stets ganz unklar gefärbt und erscheinen mehr wie schlecht begrenzte schwärzliche Flecken in den Zelleibern.

Mit Eisenhämatoxyhn lassen sich in dem Zellsack vielfach Secretgranula in verschiedener Größe und Verteilung darstellen, wie das aus Textfig. 9 erkennbar ist. Diese Zellen liefern ein gewisses Produkt in die »Sinneskapsel. Man findet nämlich zunächst in der Kapsel colloidale Ballen, die sich durchaus ebenso färben wie jene Zellen. Dann zeigen sich ebensolche Gerinnsel gerade auch in den Öffnungen, die in die Kapsel führen (Textfig. 8). Schließlich aber liegen sogar ganze derartige, freilich schon sehr verquollene Zellen in der Kapsel. Kurzum, es liegt ohne Zweifel ein Secretionsprozeß vor, bei dem aus den flaschenförmigen Organen das Produkt eigenartiger Drüsenzellen in die Sinneskapsel entleert wird. Der Kapselinhalt ist jedoch

Textfig. 8.

Flaschenförmiges Organ von Mormyrus

[Begin Page: Page 659]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden. 659

bisweilen weniger konzentriert, vielmehr leicht flockig und in diesem Falle gut basophil, schleimartig gefärbt. Es ist gut möglich, daß dabei

eine nachträgliche Degeneration der colloidalen Substanz in der Art, wie ich es früher bei der Hypophyse beschrieben habe, vorliegt. Möglicherweise darf man nun mit diesem Secretionsprozeß auch jene zeitweilige Eröffnung der Kapsel nach außen in Zusammenhang bringen, die vielleicht bei einer besonders prallen Füllung der Kapsel stattfinden kann.

Diese ganze Secretionseinrichtung scheint wohl in folgender Hinsicht bedeutungsvoll zu sein. Wie ich weiterhin dartun werde, ist diesem ganzen Organ, und zwar speziell der Kapsel, die Funktion eines Sinnesorgans zuzuschreiben. Ich stelle es, obwohl hier ein durchaus

^^ w/y^

4 A

f

Textfig. 9.

Mit Eisenhämatoxylin gefärbte Drüsenzellen aus den Epithelmaschen von *Mormyris caschive*.

spezifisches und eigenartiges Organ vorliegt, in die Reihe der Seitenorganbildungen, also der Schleimkanäle, LoRENZmischen Ampullen, SAVischen Bläschen usw., jener Organe des sechsten Sinnes von Leydig. Auch dort finden wir ja vielfach in den Hohlräumen der Organe einer Endolympe vergleichbare, schleimige Secrete, die ebenfalls nicht die Bedeutung von andernorts wirksamen Drüsensubstanzen haben. So glaube ich denn, daß auch hier der Inhalt der Sinneskapsel eine solche

Binnensubstanz darstellt. Eigenartig ist aber gerade, daß diese Substanz von besonderen Drüsenapparaten geüefert wird.

Die Sinneszellen, die mir lange verborgen gebheben, aber für die ganze Deutung des Organs von höchster Wichtigkeit sind, entsprechen in der Form fast ganz den aus den Endknospen bekannten. Ich konnte sie allein in mit WEIGERTscher Markscheidenmethode behandelten Schnitten unterscheiden. Dabei boten sie Bilder, wie es in

[Begin Page: Page 660]

660 W. Stendcll,

Textfig. 10 dargestellt worden ist. Die Zellen sind zwischen den Drüsenmaschen um die Sinneskapsel geordnet und erreichen deren Wandoberfläche mit ihrem peripheren Sinnesfortsatz. Mit ihrem meist etwas verbreiterten Basalende sitzen sie der innersten Epidermisgrenze auf, erreichen also die Papille und sind mit ihrer Längsachse ebenso hoch wie die Drüsenmaschen. Sie sind fadenartig dünn und haben einen spindelförmig verdickten kernhaltigen Teil, der in verschiedener Höhe,

52

\

Textfig. 10.

Sinneszellen aus nach WEIGERTscher Markscheidenmethode behandelten Schnitten von Mormyrus

caschive. sz, Sinneszellen.

meist ziemlich in der Mitte hegt. Irgendwelche Feinheiten konnte ich an diesen Sinneszellen nicht unterscheiden. Sie fanden sich in jedem Organ in reichlicher Anzahl, überall die Räume zwischen den Drüsenmaschen erfüllend.

Besonders interessant sind auch die Nervenendigungen in den Schnauzenorganen. Sie sind sehr stark entwickelt und stellen eine eigene charakteristische Bildung vor, wie sie sonst in derartigen Organen nicht anzutreffen ist. Textfig. 11, die mit dem Zeichenapparat genau entworfen ist und an der nur die Tönung schematisch ist, zeigt die Versorgung der Schnauzenhaut durch den Nervus lateralis. Es handelt sich um viele und kräftige Stämme, die überall ein Bindegewebe herbei-

[Begin Page: Page 661]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

661

ziehen. In den oberen Schichten des Coriums lösen sich diese Stämme in viele Äste auf. Diese treten dann in Papillen ein und zwar in jede Papille ein ziemlich starkes Ästchen. Bis dahin sind die Fasern markhaltig. Innerhalb der Papille verlieren sie bald die Myelinscheide und ziehen an der Papillenwand hinauf bis in die Nähe der Kapsel. Dort dringen sie in die Epidermis ein und zwar stets in die Wandung des

Organs. Sie teilen sich bald nach dem Eintritt in feinere Äste, welche die Kapselwand durchsetzen (Textfigg. 12 und 13). Charakteristisch aber sind erst die Endigungen dieser Nervenfasern. Die Ästchen schwellen unter Lockerung des Fibrillengefüges kolbig bis kugelförmig an. Aus dieser Verdickung aber brechen dann zahlreiche feine Endfäserchen hervor, die sich noch mehrmals teilen können. Die ganze

Textfig. 11.

Verzweigung des Kervus lateralis in der Schnauzenhaut von *Mormyrus caschive*; Teilbild mit

Zeichenapparat gezeichnet. Schwarz: Epidermis.

Anordnung nimmt dadurch etwa die Form einer Kopfweide oder eines Kandelabers an. Die letzten Enden der Fäserchen, die fast die Innenfläche der Kapselwand erreichen, laufen in echte Endapparate aus. Wir haben es also mit einem Sinnesapparat zu tun, und zwar handelt es sich wohl um eine Art von Tastorganen. Doch ist es nicht möglich, in dieser Richtung etwas Entscheidendes zu sagen. Diese Endapparate waren natürlich nicht überall darstellbar, da das Material lange in Formol gewesen war und von Silbermethoden somit, nachdem die Kopsch'sche Modifikation von Golgi versagt hatte, eigentlich nur die von Bielschowsky übrig blieb. Wie schwer es ist und von wieviel Nebenumständen es abhängt, mit dieser Methode Endapparate darzustellen, weiß jeder, der sich mit ihr beschäftigt hat. In den Textfigg. 12 und 13 habe ich eine Auswahl der besten Stellen aus meinen Präparaten genau wiedergegeben. Sie zeigen zur Genüge, daß über die Natur dieser Organe als Sinnesorgane kein Zweifel aufkommen

[Begin Page: Page 662]

662 W. Stendell,

kann. Die Form der Endapparate ist, wie die Textfig. 14 zeigt, die eines rundlichen Gebildes, an welchem ein zartes Endbäumchen oder Endschleifen unterscheidbar sind. Ob diese Endanschwellung mehr Scheiben- oder mehr kugelförmig ist, kann ich nicht sagen, doch habe ich keine andre Form als die annähernd kreisrunde beobachtet, glaube also, daß es sich nicht um Endplatten oder Menisken handeln kann,

t^

^00 ^9

Textfig. 12.

Schnauzenorgana von *Mormyrus caschive* mit Nervenendbäumchen.

sondern vielmehr kugelige Gebilde vorliegen. Durch diese Anordnung des Apparates ist es zu verstehen, warum man in der Sinneskapsel ein echtes Sinnesepithel ganz vermißt. Die Endapparate liegen nicht auf der Epitheloberfläche, es gibt keine Stiftchen- oder Flimmerzellen usw., sondern die Endapparate stecken in dem Epithel in der Art von einfachen Tastkörperchen, ähnlich denen, wie sie verschiedentlich bei Vertebraten beschrieben worden sind.

[Begin Page: Page 663]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

663

Alles in allem haben wir es also in den Schnauzenorganen mit höchst eigentümlichen Sinneswerkzeugen zu tun. Da die Mormyriden Schlammbewohner sind und die typischsten unter ihnen, bei denen ich die merkwürdigen Organe finden konnte, lange, rüsselartige Schnauzen haben, so ist die Annahme, daß hier Tastorgane vorliegen, nicht von der Hand zu weisen. In welche Kategorie die Organe einzureihen sind, erscheint dennoch fraglich. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich ihre Innervation dem vorderen Lateralisast zuschreibe (Taf. VII). Daß

Textfig. 13.

Schnauzenorgan von *Mormyrus caschive* mit Nervenendbäumchen.

allerdings diese immerhin doch eng lokalisierten, wenngleich zahlreichen Organe allein die Hypertrophie des Laterals und von da weiter der eigenartigen Umbildungen im Gehirn haben bedingen können, halte ich für zu weit gegangen. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß ja ein neuer Sinn hinzugekommen ist, der wohl mehr Associationen im Gehirn ermöglichen und somit neue Konstellationen und Erweiterungen gewisser Centren mit sich bringen kann. Die Schnauzenorgane der Mormyriden

664 W. Stendell,

gehören also wohl in das System der Seitenorgane. Unter diesen aber stellen sie einen ganz neuen Typus dar. Anklänge an dieselben wären höchstens in der Erfüllung des Binnenraumes mit einer plasmatischen Masse zu sehen. Diese Apparate aber sind von jenen schon dadurch unterschieden, daß sie von der Außenwelt wenigstens meistens abgeschlossen sind und daß ihre Sinnesendapparate zu einer anderen Art gehören. Allerdings entbehren auch die SAVischen Bläschen der offenen Verbindung mit der Epitheloberfläche. Vielleicht erinnert auch einiges an die LoRENZiNischen Ampullen, doch kann es sich immer nur um Konvergenzerscheinungen handeln. So ist es auch eine Konvergenz, wenn manches an dem Organ an integumentale Bildungen bei Säugern erinnert. Ich meine unter anderem die einer Haarzwiebel ähnliche Bildung, ferner die zuweilen dem Ausführgang einer Schweißdrüse ver-

a h

Textfig. 14.

Nervenendbäumchen mit Endplatten aus dem Schnauzenorgan eines *Mormyrus caschive*.

gleichbaren Kanäle. Sogar sehr auffällig erschien mir diese Konvergenz bei *Orniiliorhynchus*, von dem ich durch Wilson eine Kombination von Schweißdrüse, modifiziertem Haar und Nervenendapparaten beschrieben fand. Auch da ist die Zwiebel des modifizierten Haares in eine becherförmige Papille des Coriums eingesenkt. Unten schließt sich eine Drüse an, deren unregelmäßiger Ausführgang die >)Haarzwiebel « durchsetzt

und nach außen führt. An diese Zwiebel aber treten Nerven mit Tastkörperchen heran. Es ist interessant, daß Leydig bereits darauf hinwies, daß die Schweißdrüsen der Säugetiere keineswegs allein als Drüsen sondern wohl auch als Sinnesapparate aufzufassen seien. Bei den Mormyriden sehen wir, daß ein Sinnesapparat mit einer Drüse aufs engste funktionell verbunden ist.

Die Mormyriden haben ein Gehirn, das sich von dem der andern Fische und aller Wirbeltiere überhaupt erheblich unterscheidet, indem

[Begin Page: Page 665]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden. 665

es in gewissen Teilen, besonders im Kleinhirn, in gewaltiger Weise hypertrophiert ist. Wie ich in einer früheren Arbeit über das Mormyridengehirn betonte, muß diesen Umbildungen ein Anstoß zugrunde liegen, der von außen her wirksam ist und in gewissen biologischen Eigentümlichkeiten dieser Fische seine Ursache hat. Dieser Einfluß mußte offenbar durch einen sensiblen Nerv vermittelt werden. Ich habe, was sehr nahe lag, den Nervus lateralis dafür verantwortlich gemacht. Von allen Nerven ist allein dieser besonders stark hypertrophiert, sowohl sein hinterer wie sein vorderer Ast. Weiterhin konnte ich zeigen, daß gerade alle mit ihm in Zusammenhang stehenden Centren, auch das Kleinhirn natürlich, von diesem besonders starken Wachstum ergriffen worden sind. Auf der Suche nach den eigentlichen spezifischen Mormyridenbildungen mußte ich also die Haut mit ihren Sinnesorganen zuerst in Angriff nehmen. Das ist also für den Lateralnerven die Seiten-

linie und die Endorgane des Kopf lateral. Franz, der gewisse Eigenarten des Mormyridengehirns zum erstenmal aufklärte, bezeichnete den hypertrophierten Nerven irrigerweise als Facialis, war aber auf der richtigen Fährte, als er in der Schnauze nach besonderen Sinnesorganen suchte. Er glaubt wohl solche auch gefunden zu haben. Seine Abbildungen aber erweisen allein schon, daß er ganz unzureichendes Material gehabt hat. Ich konnte die von ihm benutzten Präparate durchsehen, fand jedoch, daß die ganzen Schnauzenpartien des betreffenden Objektes, auch die, nach welchen seine Figur entworfen wurde, nur noch von Corium bedeckt waren und allenthalben der Epidermis entbehrten. Was Franz als Sinnespapillen beschreibt, die der Haut ein sammtartiges Aussehen verleihen sollen, sind nur die Zipfel des zerrissenen Coriums, allenfalls hier und da stehengebliebene und aus der Epidermis herausgezogene bindegewebige Papillen. Auch mich veranlaßte der hypertrophierte Kopflateralis, die Schnauze zu untersuchen, die zudem bei vielen Mormyriden rüsselartig verlängert ist. Dort fand ich denn in der Epidermis steckend in der Tat echte Sinnesorgane von höchst eigentümlicher Form. Auffallend ist aber zunächst, daß ich diese Schnauzenorgane nur bei der Gattung Mormyrus finden konnte. Mormyrops, auch Gymnarchus, Petrocephalus haben sie nicht. Dabei kann man behaupten, daß Mormyrops im Gehirn einen durchaus übereinstimmenden Bau mit Mormyrus hat. Allein Mormyrus ist die einzige Art, welche eine so lange, gebogene Schnauze von Rüsselart hat. Ich hielt es für wert, diese merkwürdigen Organe eingehender für sich zu beschreiben, obgleich ich über ihre eigentliche Funktion nur Vermutungen aufstellen kann. Wir stehen in bezug auf die Mormyriden

[Begin Page: Page 666]

666 W. Stendell,

noch heute vor manchem Rätsel. Diese Familie, deren Repräsentanten sich äußerlich von dem Typus der Knochenfische gar nicht unterscheiden, haben mehrere höchst auffällige Bildungen, die sie als eine ganz besondere Gruppe charakterisieren müßten. Abgesehen von dem bekannten schwach elektrischen Organ ist es besonders das excessive Gehirn. Obwohl dieses in der Tat seit dem Jahre 1846 bekannt, 1854 bereits näher beschrieben ist, hat es nur ganz selten Untersucher gefunden. Ja, diese Tatsache der außerordentlichen Entwicklung ist nicht einmal in Lehr- oder Handbücher übergegangen. Das ist auch der größte Fehler der Systematiker, daß sie bei Einteilungen und Publikationen nicht jedes morphologische Element berücksichtigen, und das Gehirn ist doch wohl ein wichtiges Organ! Dabei kann man wohl sagen, daß der Mormyride unter den Knochenfischen dasteht wie der Mensch unter den Säugern. Bei einer Gattung habe ich nun auch noch die merkwürdigen Schnauzenorgane gefunden. Wahrlich, es verlohnte sich, diese in jeder Richtung merkwürdigen Tiere einmal gründlich an Ort und Stelle untersuchen zu lassen, zumal in Khartoum ein gut ausgerüstetes Institut, das dem betreffenden Forscher bereitwilligstes Entgegenkommen erzeigen würde, vorhanden ist. Dem Direktor des dortigen Institutes, Herrn Dr. Chalmers verdanken wir das Material, an dem diese Untersuchung vorgenommen wurde. Wir sind in letzter Zeit mehrere Male mit ausgezeichnet frischem, in Formol eingelegtem Material bedacht worden.

Frankfurt a. M., 1. August 1914.

Anhangt

Es fragt sich, ob diese Organe Sinnesknospen oder Endhügel oder etwa einen eigenen Typus vielleicht zwischen beiden vermittelnd darstellen. Ausschlaggebend müßte ja die Art der Innervation sein, d. h. welcher Nerv die Organe versorgt, nicht wie er endet. Umgekehrt aber müßten auch die Organe in ihrer ganzen Anlage zur Deutung des Nerven, ob Lateralis oder Facialis, herangezogen werden. Alles in allem erscheint mir ja die völlige Scheidung von Lateralis und Facialis außerordentlich

1 Vorliegende Aufzeichnungen haben sich in dem Kriegstagebuch des Verfassers vorgefunden. Verfasser wiederholt darin zunächst noch einmal, was bereits in den Abhandlungen der Deutschen Zool. Ges. 1914 und in dieser Arbeit niedergelegt ist, und geht dann dazu über, die Deutung der merkwürdigen Sinnesorgane zu diskutieren. M. 8.

[Begin Page: Page 667]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden.

667

schwer, wenn nicht gar gänzlich undurchführbar. Herrick und Johnston, ich selbst schreibe mich ihnen im Prinzip absolut ohne Abweichung an, unterscheiden beide Systeme streng als visceral und somatisch. Wir wissen aber, daß die auf der Hautoberfläche vom Facialis

innervierten Endknospen eigentlich als somatisch bezeichnet zu werden verdienten, obwohl sie aber nach ihrem völligen Übergang in die Knospen des Vorderdarmes visceraler Natur sind. Man möchte etwa sagen, daß der Facialis, indem er bei Fischen sein sensibles Verbreitungsgebiet über den Körper verteilt und dabei in seiner centralen Endstättet einen gewaltigen Endkern erhält, zu einem somatisch-sensiblen Nerven

Textfig. 15.

Schciua tische Darstellung einer Uniformungsreihe. von einer Knospe in ein Momyrideuorgan.

wird. Damit aber träte er in ein Gebiet, das dem Lateralis gehört.

Diesen aber kann man fast stets gut vom Facialis trennen, wiewohl sie phylogenetisch ein System bilden. Wir sollten also auch hier bei den Mormyriden nicht beide Nerven ohne weiteres verquicken. Es war mir ja obendrein niöghch, außer dem von mir als Lateralis angesprochenen Riesennerven ein andres recht schwaches Bündel, das in einen viel ventraleren Endkern, der der Vagus - Grlossopharyngeus-Säule angehört, ausläuft, zu finden. Dieses Bündel läuft eine Strecke weit, immer gut unterscheidbar, in dem »Lateralis«, um dann die Mundschleimhaut, also wohl deren Endknospen, und die Zähne zu innervieren, ein typischer Ramus palatinus nervi faciahs. Dieser also ist außer dem Laterahs wirklich vorhanden, es gibt central und peripher

44*

[Begin Page: Page 668]

668 W. Stcndell,

zwei verschiedene Nerven, einen visceralen und einen somatischen.

Nun aber sind ja die Sinnesorgane in ihrem Bau gleichfalls ausschlaggebend. Dazu läßt sich sagen, daß ihr Bau, besonders ihre Sinneszellen, sie eher den Endknospen (visceral) als den Endhügeln (soma-tisch) zuweist. Siehe dazu das Schema, welches eine Umformungsreihe von einer Knospe in ein Mormyridenorgan darstellt. (Textfig. 15.)

Außerdem hat Mormyrops wenigstens vorwiegend in der Schnauze nur echte Sinnesendknospen. Das gibt zu denken und möchte dazu be-stimmen, in dem Nerven bestimmt einen Facialis zu sehen. Ich glaube indessen, daß hier wirklich ein guter Übergang von einem System in das andere aufgezeigt werden kann, daß nämlich die Mormyriden-organen ein eigener Typus von somatischer Natur sind. Man sollte nach allem, wie auch Mauerer das tat, Endknospen und Endhügel nicht strikte trennen, es gibt Übergänge, doch liegen somatische Apparate vor, wenn sie auf der Körperoberfläche lokalisiert sind und sich von den Sinnesknospen unterscheiden. Als Nerven kommen entweder der Facialis oder der Lateralis in Betracht, der erstere für knospenartige, der andere für hügelartige. Die Übergangsformen der Mormyriden werden vom Lateralis versorgt, da der Nerv central alle Bedingungen erfüllt, die einem echten Lateralis zukommen, und auch der hintere Ast ein Seitenhniennerv ist.

Geschrieben im Felde, August 1914.

Nachwort.

Vorliegende Arbeit ist vom Verfasser im Frühjahr 1914 begonnen worden.

Als am 1. August der große Tag für die Geschichte Deutschlands anbrach, der alle wehrpflichtigen Söhne des Vaterlandes zu den Fahnen rief, mußte auch er die ihm liebgewordene Arbeit niederlegen, um als Soldat Größeres und Wichtigeres zu leisten. Noch am Vorabend seines Auszuges ins Feld nahm er das unvollendete Manuskript zum letztenmal vor, um hier und da Änderungen, Erläuterungen und Ergänzungen anzubringen. Auch im Felde hat er einige wenige Mußestunden dazu benutzt, um in sein Kriegstagebuch noch manches niederzuschreiben, was zum besseren Verständnis beitragen könnte, immer in der Hoffnung und Zuversicht, es werde ihm vergönnt sein, die Arbeit bei seiner Wiederkehr in die Heimat zu vollenden. Es ist anders gekommen. Nach schweren Gefechten in Belgien und Frankreich und einem entbehrensreichen Ausharren im Schützengraben wurde er als Führer der Kompagnie am Morgen des 2(i. Se)]tember in einem Gefecht im Bois de Ville sur Tourbe von der tödlichen Kugel getroffen und erlag seiner schweren Verletzung in der Nacht vom 26. auf den 27. September. Mir ist nun die ehrenvolle Aufgabe geworden, deren

[Begin Page: Page 669]

Die Schnauzenorgane der Mormyriden. 669

Lösung zugleich eine heilige Pflicht bedeutet, das zurückgelassene Manuskript und den Nachtrag aus dem mir aus dem Felde zugesandten Kriegstagebuche als Vermächtnis meines Mannes zu einer mehr oder weniger abgeschlossenen Arbeit zusammenzufügen. Bei der Herausgabe der Arbeit bin ich auf einige Mängel gestoßen, habe aber nicht gewagt, irgend etwas Wesentliches daran zu ändern. Einiges, was bereits in den Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1914 niedergelegt ist und was ich hier und da wiederholt fand, habe ich

fortgelassen, sonst aber bis auf stilistische Kleinigkeiten am Text nichts geändert, sondern die Fragmente, die wertvolle Befunde enthalten und bei deren Unzulänglichkeiten jeder die Umstände, unter denen sie nicht zur Reife gelangen konnten, in Betracht ziehen wird, für sich selbst sprechen lassen.

Es sei mir vergönnt, im Namen meines Mannes seinem hochverehrten Lehrer und Chef, Herrn Professor Dr. Edinger, den tiefempfundenen Dank für die Anregung zu dieser Arbeit und für das stete Interesse an derselben auszusprechen, den Dank, den selbst darzubringen ihm von einer höheren Macht verwehrt worden ist. Zugleich erfülle ich einen oft geäußerten Wunsch des Toten, wenn ich Herrn Professor Edinger bitte, ihm diese Arbeit zum 60. Geburtstage widmen zu dürfen.

Berlin, März 1915. MarGARITA SchÜLER-SteNDELL.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Verteilung des Laterals-, Facialis- und Trigemini-systems im Kopf von *Mormyrus caschive*. Blau; nl, Nervus lateralis. Punktstrich: rps, Ramus palatinus superior nervi facialis. Schraffiert: zm, zur Zungen- und Mundschleimhaut ziehender Ast. Rot: ntr, Nervus trigeminus. Grau: gh, Gehirn; Ggl, Ganglion des Ramus anterior nervi lateralis, des Nervus facialis und des Nervus trigeminus.

[Begin Page: Foldout]

Ai'iiiiiririp f.mss.Zooloßir Bd. C.\]

Verldij V WII]Tp]mEni]elmanTimlei])i]ri

lith Ans t -vX./JimktT ni