

DEC 6 1916

Nr. 9.

1913

Sitzungsbericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin

vom 11. November 1913.

Vorsitzender: Herr P. MATSCHIE.

Herr O. HEINROTH: Über das neue Berliner Aquarium.

Die Kolbenzellen von *Anguilla* und *Petromyzon*.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Berlin.)

VON HANNS V. LENGERKEN, Berlin.

Mit Tafel XVII—XX.

Die folgende, auf Veranlassung von Herrn Geheimrat F. E. SCHULZE unternommene Arbeit, wurde mit der Absicht begonnen, die Frage zu klären, ob die Kolbenzellen in der Haut des Aales und der Petromyzonten sekretorische oder nervöse Funktion haben.

Ich benutze an dieser Stelle die Gelegenheit, Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. E. SCHULZE für die Anregung zur Bearbeitung des Themas, sowie für das meiner Arbeit stets entgegengebrachte Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. P. DEEGENER für stets bereitwilligst erteilten Rat und Herrn Dr. P. SCHULZE besonders für die Einführung in die mikrophotographische Technik sehr zu Dank verpflichtet.

Inhalt.

I. Material und Technik.

II. Die Kolbenzellen des Aales (*Anguilla vulgaris* L.).

- a) Die Larve (*Leptocephalus*).
- b) Der Steigaal.
- c) Becher- und Epidermiszellen des Steigaales.
- d) Der „Satz“- und Flußaal.
 - a) Der Längsstrang der Kolbenzellen.
 - β) Die Epidermis- und Becherzellen.

III. Die Kolbenzellen von *Petromyzon fluviatilis* L.

a) Der Längsstrang in den Kolben.

IV. Die Kolbenzellen von *Petromyzon planeri* Bl.**V. Vergleich der Kolben bei bisher untersuchten Fischarten.****I. Material und Technik.**

Erwachsene Aale verschiedener Größe waren jederzeit leicht in den Fischhandlungen erhältlich. Schwieriger war die Beschaffung jüngerer Stadien. Durch das Zoologische Institut erhielt ich für meine Zwecke Aale von 15—35 cm Länge und ebenso eine große Zahl Steigaale aus Hamburg. In liebenswürdigster Weise stellte mir Herr Prof. Dr. SCHIEMENZ Aale verschiedener Größe zur Verfügung, die in den Becken des Instituts für Binnenfischerei in Friedrichshagen gehalten wurden. Herr Dr. WUNDSCH setzte mich in die Lage, lebendes Material an Steigaalen von der englischen Küste zu untersuchen. Beiden Herren danke ich auch an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen.

Zu Vergleichszwecken benutzte ich das reiche Material an Schnitten durch die Epidermis verschiedener Teleostier des Herrn Geh. Rat F. E. SCHULZE, das mir große Dienste leistete.

In Flemming fixierte Teile von *Petromyzon Planeri* B. fanden sich in der Materialsammlung des Zoologischen Instituts. Aus derselben Quelle stammt auch *Leptocephalus*, der in Alkohol konserviert, und dessen Epidermis ziemlich gut erhalten war.

In Alkohol konserviertes Material erwies sich sonst in den meisten Fällen für die histologische Untersuchung als wenig geeignet. Die Kolbenzellen waren stets geschrumpft und zeigten sich einer intensiven Färbung abgeneigt. Außerdem hatten sie sich meist aus dem Zellverbände gelöst. Aus diesem Grunde konnte ich leider *Petromyzon marinus* L., das sich in Spirituspräparaten in der Materialsammlung des Instituts befand, nicht mit zur Untersuchung heranziehen. Zur Fixierung wurde hauptsächlich FLEMMING'sche Flüssigkeit benutzt, und zwar das sogenannte „schwache Gemisch“, bestehend aus 50 Teilen 1%iger Chromsäure, 20 Teilen 1%iger Essigsäure, 20 Teilen 1%iger Osmiumsäure und 110 Teilen Aqua dest. Es erwies sich im Laufe der Untersuchung zur Fixierung am geeignetsten. Jedoch mußte darauf geachtet werden, daß die Hautstücke nicht zu lange in der Flüssigkeit blieben, da durch eine zu lange Einwirkung durch die Osmiumsäure eine totale Schwärzung der Kolben eintrat. Eine zwölfstündige Einwirkung genügte vollkommen.

Ebenfalls gute Resultate erzielte die ZIMMER'sche Lösung nach DEEGENER, zusammengesetzt aus 10 Teilen wässriger Lösung von Pikrinsäure, 9 Teilen abs. Alkohols und einem Teil Essigsäure. Es mußten jedoch die Hautstücke gründlich in Alkohol ausgewaschen werden, um die fast stets im Überschuß auftretende Pikrinsäure zu entfernen. Sämtliche Zellen der Epidermis bewahrten in dieser Lösung ihre normale Gestalt. Die Becherzellen wurden durch sie vorzüglich fixiert.

Die CARNOY'sche Flüssigkeit (6 Teile abs. Alkohols, 3 Teile Chloroform und 1 Teil Eisessig) lieferte oft Schrumpfungerscheinungen.

Brauchbare Bilder bekam ich nach Einwirkung vom RATH'scher Flüssigkeit (Pikrinsäure, Sublimat, Osmiumsäure, Eisessig). Ferner kam das von OXNER besonders empfohlene Gemisch des APÁTHY aus konzentrierter Sublimatlösung, $\frac{1}{2}$ % iger NaCl-Lösung und 1 % iger Osmiumsäure zu gleichen Teilen zur Verwendung. Ich hatte jedoch, vielleicht zufällig, hiermit keinen guten Erfolg. Eine Mischung von Pikrinsäure, Sublimat, Eisessig und destilliertem Wasser erwies sich als recht brauchbar. Auch versuchte ich, nach OXNER's Angabe, ein Gemisch von 4 Teilen 2 % iger Kalilösung und 1 Teil 1 % iger Osmiumsäure, dieselbe Flüssigkeit, die zur GOLGI'schen Reaktion Verwendung findet. Auf Schnitten stellte sich aber heraus, daß die Kolben sowohl, wie auch die übrigen Zellen des Epiderms zu intensiv geschwärzt waren.

Um das eventuelle Herantreten von Nerven an die Kolben und die fragliche Bedeutung des zentralen Achsenstranges in ihnen festzustellen, kam die GOLGI'sche Methode in Anwendung, und zwar benutzte ich das rasche Verfahren mit der Mischung 2 % iger wässriger Lösung von Kaliumbichromat zu 4 Teilen und 1 % iger Osmiumsäure zu 1 Teil. Dann wurde der in den Handbüchern für mikroskopische Technik angegebene übliche Weg eingeschlagen. Die Einbettung erfolgte in Zelloidin.

Die Schnitte wurden meist mit GRENACHER's Hämatoxylin gefärbt. Die Becherzellen wiesen die typische blaue Muzinreaktion auf, während der Inhalt der Kolben sich äußerst schwach oder überhaupt nicht färbte.

In zweiter Linie kam das HEIDENHAIN'sche Verfahren in betracht, welches klare Kernbilder lieferte und die Körnchen im Sekret deutlich zutage treten ließ. PAPPENHEIM'sches Triacit erzeugte unklare Bilder. Totalpräparate von Hautstückchen wurden im Boraxkarmin gefärbt. Safranin tingierte die Becherzellen blaß rötlich. Cajal in umgekehrter Reihenfolge (Prikoindigkarmin und Magenta-

rot) ergab eine gute Doppelfärbung bei *Petromyzon fluviatilis* L. Versuchsweise wurde die Methode von GIESON angewandt. Zur Nachfärbung nach DELAFIELD'schen Hämatoxylin benutzte ich Pikrinsäure + Säurefuchsin, alkoholisches Safranin und Eosin. Alkoholisches Kresofuchsin (Kresofuchsin + 95%igen Alkohol + Salzsäure) verlieh den Kolbenzellen eine lila Farbe. Im allgemeinen nehmen die in Osmiumgemischen fixierten Präparate nicht leicht die oben genannten Farben an.

II. Die Kolbenzellen des Aales (*Anguilla vulgaris* L.).

a) Die Larve (*Leptocephalus*).

Soweit mir bekannt, ist die Epidermis der Larve (*Leptocephalus*) von *Anguilla vulgaris* bisher nicht untersucht worden. Nach OXNER, der einen *Leptocephalus*, dessen Artzugehörigkeit unbekannt war, zum Gegenstande seines Studiums machte, kommen die Kolben in der ganzen Oberhaut vor. Da die Epidermis nur aus wenigen Schichten besteht, so sind dementsprechend die Kolben auch nur in wenigen Lagen vorhanden. An der Ansatzstelle der Rückenflossen kommen die Kolben in ein bis drei Schichten vor. Die Höhe dieser Kolben beträgt nach OXNER 0,011—0,025 mm und 0,011 bis 0,018 mm Dicke. In der Körperseitenhaut sind die Kolben spindelförmig, plattgedrückt. Da die Kolben immer aus den Zellen der tieferen Epidermisschichten entstehen, so ist es klar, daß sie in diesem Falle äußerlich in der Form mit den Epidermiszellen, welche in diesem Falle ebenfalls spindelförmig sind, übereinstimmen müssen. In ihrem Bau, Farbenreaktion und Entstehung des Sekretes sollen sie vollkommen den Kolben beim erwachsenen Conger gleichen. Nach OXNER entsteht nämlich das Sekret bei dem erwachsenen *Conger vulgaris* CUV. und bei *Leptocephalus* „intranukleär“. OXNER äußert sich über die Art der intranukleären Entstehung des Sekrets in den Kolbenzellen bei *Conger* folgendermaßen: „Die Kolben rücken ein wenig empor, und in der unmittelbaren Nähe des Chromatinknotens erscheinen 1—3 winzig kleine Kügelchen, welche durch ihre Gestalt und die hellglänzende Färbung mit sauren Anilinfarbstoffen von den dunkelgefärbten Chromatinfäden scharf abstechen. Der Kern und der Plasmaleib nimmt an Umfang zu, und die Kügelchen, die inzwischen auch allmählich größer geworden sind, rücken gegen die Kernmembran vor; sie stülpen dabei ein wenig die Kernmembran nach außen aus und werden inzwischen von ihr rings umwachsen. Jetzt platzt die dünne Kernmembran an einer Stelle, und die Kügelchen treten nach außen in das Plasma der

Zelle heraus. Wenn im Kern zu gleicher Zeit mehrere Kügelchen entstehen, so scheint es, daß sie noch vor ihrem Austritt zu einer größeren Kugel zusammenfließen können, oder es geschieht dies erst im Moment des Austretens. Das Kügelchen ist im Plasma der Zelle von einem hellen sich nicht färbenden Hof umgeben.“ OXNER führt das Auftreten des hellen Hofes darauf zurück, „daß mit den Kügelchen aus dem Kern zugleich ein wenig Kernsaft ausgestoßen wird“. Ferner sagt der Autor: „Hinter dem aus dem Kern ausgestoßenen Kügelchen schließt sich die Membran wieder, und das Kügelchen bleibt ganz dicht an der äußeren Peripherie der Kernmembran sitzen.“ Es soll nun das Kügelchen stark an Umfang zunehmen, wobei der ovale Kern kleiner und kugelig wird. „Je mehr das Kügelchen an Umfang zunimmt, desto kleiner wird der Kern und desto größer wird die Kontaktfläche zwischen Kügelchen und Kern.“ Unterdessen nimmt der Plasmaleib der Zelle an Umfang ab. „Offenbar also vergrößert sich das Sekretkügelchen auf Kosten des Zelleibes, und der Kern spielt dabei eine wesentliche Rolle, schließlich geht der Kern ganz zugrunde.“ Die Figuren OXNER's illustrieren sehr deutlich diese Angaben. Da der Verfasser, wie schon gesagt, angibt, daß der Vorgang der Entstehung des Sekrets bei *Leptocephalus* in derselben Weise vor sich gehe wie bei *Conger vulgaris*, war es erforderlich, den obigen Hergang der Sekretion vorausszuschicken.

Ich komme zu meinen eigenen Untersuchungen an der Aallarve. Das Tier stammt aus Messina und ist der Materialsammlung des Zoologischen Instituts als Aallarve übersandt worden. Es war in Alkohol konserviert. Außerdem stand mir ein 5 mm langer *Leptocephalus*, ebenfalls aus Messina, zur Verfügung, dessen aus zwei bis drei Schichten bestehendes Epiderm aber so schlecht erhalten war, daß sich nichts über die modifizierten Bestandteile der Haut entscheiden ließ.

Die Entwicklung der Kolbenzellen konnte ich am Material sehr gut studieren. Auch bei *Leptocephalus* entstehen die Kolben aus umgewandelten Epidermzellen, wie das schon für verschiedene andere Fische von OXNER nachgewiesen wurde. Ob jede einzelne Epidermizelle in der Lage ist, sich in einen Kolben zu verwandeln, oder ob bestimmte Zellen präformiert sind, läßt sich nicht entscheiden. Der Anstoß zur Entwicklung des Kolbens scheint vom Kern auszugehen.

Das jüngste Stadium besteht aus einer flachen, nahezu halbkugeligen Zelle mit gestreckt ovalem Kern (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₁). Das Plasma dieser Zelle färbt sich mit GRENACHER's Hämatoxylin sehr

schwach bläulich, wie die gewöhnlichen Epidermiszellen, der Kern ist jedoch größer als bei den Epidermiszellen. Nach und nach streckt sich die Zelle und nimmt während ihres Wachstums die Gestalt einer erwachsenen Epidermiszelle an. Schon auf diesem Stadium der Entwicklung bemerkt man um den Kern herum, der meist ein bis zwei verschieden große Nukleolen, eine Anzahl Chromatinbröckchen und eine deutliche Kernmembran aufweist (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₂ u. Fig. 3), auf Schnitten einen nicht ganz gleichmäßig konzentrischen Ring einer hellen, stark lichtbrechenden Flüssigkeit. Dieser Ring, der also das Schnittbild einer konzentrischen Hohlkugel, deren Zentrum vom Kern gebildet wird, darstellt, ist nicht basophil und färbt sich daher mit Hämatoxylin überhaupt nicht. Allmählich erreicht die Zelle die Gestalt eines Kolbens mit meist wenig abgesetztem verdicktem Teil (Taf. XVII, Fig. 5, Kb; Fig. 8, Kb₁). Der stärker lichtbrechende Hof ist ständig größer geworden. Oft wird nun eine sich mit Hämatoxylin blau färbende „Fibrille“ in der Längsachse des Kolbens sichtbar, die aber durchaus nicht auf allen Schnitten zu sehen ist (Taf. XVII, Fig. 1, Fig. 5, Pl.Str.) Diesen feinen Strang deute ich als modifiziertes Plasma, das basisch reagiert. Er hängt bei *Leptocephalus* ebenso wie bei den später zu besprechenden, ganz ähnlichen Gebilden beim erwachsenen Aal und bei *Petromyzon fluviatilis* sehr eng mit der Sekretion zusammen. Man ist nämlich in der Lage zu beobachten, wie in den kolbenförmigen Zellen das ursprünglich konzentrisch um den Kern gelagerte Sekret allmählich diese durch den Plasmastrang gewissermaßen vorgezeichnete Bahn nach der Basis der Kolbenzelle wandert, und mit diesem Vorgang ist zugleich ein Verschwinden des ursprünglichen, plasmatischen Stranges verbunden (Taf. XVII, Fig. 2).

Eine zweite mögliche Deutung bestände darin, den homogenen Strang selbst schon als unreifes Sekret, das auf dieser Stufe noch basophil ist, anzusprechen. Ich nehme an, daß sich das Sekret auch bei *Leptocephalus* zunächst granuliert, wie es bei *Anguilla* und *Petromyzon* der Fall ist. Wahrscheinlich sind die Granulae hier aber zu fein, um sichtbar zu werden. Ein Linomfaden kann wohl kaum vorliegen. Dieser würde sich mit Hämatoxylin lebhafter tingieren müssen und könnte wohl auch kaum verloren gehen.

(Deutlicher lassen sich diese Vorgänge bei *Petromyzon fluviatilis* L. und *Anguilla vulgaris* L. demonstrieren.)

Der Kern hat sich während der besprochenen Vorgänge merklich verkleinert. Die Nukleolen sind verloren gegangen, die Membran wird undeutlich, man sieht nur noch unregelmäßige Chromatinbröckchen.

Nun beginnt die Zelle sich von der Basalmembran abzulösen und in die Höhe zu rücken (Taf. XVII, Fig. 8, Kb₂). Der Fuß rundet sich ab, und schon in der zweitjüngsten Schicht der Epidermis trifft man ellipsoide oder fast kugelige Zellen an, in denen das Sekret sich ebenfalls vollkommen abgerundet hat (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₄, Fig. 7, Kb).

Während des Emporwanderns des Kolbens zur Epidermisoberfläche unterliegt der Kern weitgehenden Veränderungen. Auf Schnitten sieht man, wie er langsam verlagert wird und zugleich ständig an Umfang abnimmt, während der helle lichtbrechende Hof immer mehr anwächst (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₅—Kb₈).

Wir hatten gesehen, wie in den jüngsten Kolbenzellen der Nukleus zunächst an Größe zunimmt. Es treten zwei Nukleoli auf, die sich lebhaft mit Hämatoxylin, und zwar sehr intensiv, färben. Hat der Kern ungefähr die dreifache Größe der Kerne in den Epidermiszellen erlangt, so beginnt sich um ihn herum der helle Hof zu bilden, wobei die Kernmembran deutlich sichtbar bleibt. Mit dem Wachstum des Hofes wird der Kern langsam kleiner. Die Nukleolen verschwinden, und es finden sich nur noch unregelmäßige Chromatinbröckchen vor. Die Kernreste tingieren sich sehr stark mit Hämatoxylin, nachdem wahrscheinlich der schwer färbbare Kernsaft aus dem Kern verschwunden ist. Schließlich verliert der Kern die regelmäßige Form und wird lappig. Mit der Reduktion des Kernes ist, wie oben bemerkt, zugleich eine Verlagerung desselben nach der Peripherie des hellen Hofes verbunden. Meistens beginnt das Herausrücken des Nukleus aus der Mitte der hellen Kugel zu gleicher Zeit mit dem Loslösen des Kolbenfußes von der Basalmembran (Taf. XVII, Fig. 8, Kb₂). Im Verlaufe seiner Zerstörung weist der Kern eine halbmondförmige Gestalt auf (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₇), löst sich in einige Chromatinstückchen auf, um schließlich in den ganz reifen, abgerundeten Zellen, die dicht unter der Epidermisoberfläche liegen, gänzlich zu verschwinden (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₈, Kb₄).

Das Zellplasma in den Kolben unterliegt schon auf sehr frühzeitiger Entwicklungsstufe einer totalen gleichmäßigen Modifikation, was sich färberisch dadurch dokumentiert, daß es sich, mit Hämatoxylin behandelt, sehr schwach rötlich blau tingiert und dadurch die Zelle von den übrigen Epidermiszellen deutlich abhebt. In den reifen, abgelösten, dicht unter der Oberfläche der Epidermis liegenden Kolben umgibt das Plasma die Sekretkugel mit einem mehr oder weniger unregelmäßig breiten Ring (Taf. XVII, Fig. 1, Kb₅—Kb₈). Ich habe hier bei *Leptocephalus* nicht beobachten können, wie OXNER bei *Conger* und *Anguilla* angibt, daß das Plasma an der Oberfläche zugewandten Stelle dicker wäre als an den anderen Stellen.

obgleich ich diese Beobachtung für *Anguilla* im allgemeinen durchaus bestätigen kann.

Nach meinen Befunden kann ich mich der OXNER'schen Ansicht von der intranukleären Entstehung des Sekrets bei *Leptocephalus* nicht anschließen. Sekrettröpfchen, die sich im Kerne bilden und färberisch vom Kernsaft zu unterscheiden sind, habe ich nicht auffinden können. Ebenso habe ich das Heraustreten der Sekrettröpfchen durch die Kernmembran nach außen nie beobachtet.

Wie oben gesagt, fand ich das Sekret auf dem jüngsten Stadium stets nahezu konzentrisch um den Kern gelagert. Ich muß also der Ansicht sein, daß das Sekret selbst zuerst im Plasma und nicht im Zellkern auftritt. Allerdings spielt der Kern dabei eine aktive Rolle, indem er irgendeine Modifikation seiner Substanz oder vielleicht die Substanz selbst (man kann an den Kernsaft denken) verausgabt, da die Reduktion und die schließliche Zerstörung des Kernes für eine Materialabgabe unbedingt sprechen. Es geht durch die vom Kern abgegebene Substanz aber offenbar nur ein Anreiz aus, der die Entstehung des Sekrets im Plasma veranlaßt. Auf welche Art und Weise der weitere Verlauf der Sekretion vor sich geht, ist aus der vorausgehenden Schilderung ersichtlich geworden.

Die reifen Kolbenzellen bleiben unter den äußersten Epidermiszellen liegen. Ein Heraustreten derselben aus dem Zellyerbande oder eine Materialabgabe habe ich nicht beobachtet. Eine Öffnung ist nie vorhanden. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß die reifen Kolben an Inhalt den Kolbenzellen, die sich auf dem Stadium der Loslösung von der Basalmembran befinden, nicht sehr viel nachstehen. Ich möchte daher die Frage, ob eine Abgabe von Sekret während des Emporwanderns stattgefunden hat, zweifelhaft lassen.

Es bliebe noch übrig, über die Verteilung der Kolben in der Haut der Aallarve etwas zu sagen. Da ich Querschnittserien durch das ganze Tier anlegte, konnte ich ihr Vorkommen genau verfolgen.

In den Lippen sind keine Kolben zu finden. Auf der dorsalen Seite des Kopfes stehen sie ziemlich dicht und sind über den ganzen Rücken bis zum Schwanzende in beinahe derselben Dichte verteilt. Die Seitenflächen sind ebenfalls mit Kolben dicht besetzt. Nach dem Bauche zu nehmen sie etwas an Häufigkeit ab, um in einer genau ventral gelegenen Linie nur sehr spärlich aufzutreten. Die Zungenepidermis ist mit Kolben durchsetzt, die von mehr runder Gestalt sind. Sie treten aber bei *Leptocephalus* hier nicht

annähernd in solcher Dichte auf, wie z. B. bei Aalen von 30 bis 45 cm Länge. Im Flossenraum sind keine Kolben anzutreffen. Nur in den Winkeln, welche der Flossensaum in der Körperoberfläche bildet, steigen vereinzelt Kolben auch noch ein Stück in die Epidermis des Flossensaumes hinauf.

Die äußere Form der Kolben ist nicht in allen Körperregionen dieselbe. OXNER gibt an: „Sehr interessant ist die Form der Kolben in der Seitenhaut, welche nur aus vier Zellschichten besteht. Wie die Epidermiszellen sind auch hier die Kolben auf Querschnitten der Haut spindelförmig, plattgedrückt, nur sind sie bedeutend größer als die ersteren.“ Diese Beobachtung kann ich nur bestätigen. Derartige spindelförmige Zellen fand ich auch in der Epidermis der Flossensaumansatzstellen.

Noch erwähnen möchte ich, daß von einer Verhornung der Epidermis nicht die Rede sein kann. Eine Basalmembran ist deutlich ausgebildet.

Wir haben gesehen, wie die Kolben, die in der untersten Schicht der Epidermis entstehen, allmählich nach der Oberfläche der Haut wandern. Wahrscheinlich werden sie hier als ganze Zelle ausgestoßen und zerrieben. Die Fibrille steht in keinem Zusammenhang mit nervösen Gebilden, ebenso wenig wie bei *Anguilla* und *Petromyzon*, was sich aus den später zu schildernden Untersuchungen ergeben wird. Sie steht vielmehr im engsten Zusammenhange mit der Sekretion.

Offenbar haben die Kolben bei *Leptocephalus* nur sekretorische Funktion und dienen zur Glättung der Haut.

b) Der Steigaaal.

OXNER untersuchte zuerst die glashellen, kleinen Aale, welche in Scharen die Flüsse hinaufsteigen und bei der Gelegenheit in Menge erbeutet werden.

Der Autor äußert sich folgendermaßen: „Bei der jungen, wenige Zentimeter langen *Anguilla vulgaris* sind die Kolben in der ganzen Oberhaut sehr zahlreich vorhanden in ein bis vier übereinander gelagerten Schichten; in den Flossen sind sie ziemlich spärlich; sie fehlen nicht in der ganzen Mundschleimhaut, und im Pharynxepithel treten sie neben den Becherzellen sehr zahlreich auf. Die Größe der Kolben beträgt 0,0011—0,018 mm Höhe, 0,007—0,011 mm Dicke im Pharynxepithel und 0,018—0,029 Höhe, 0,011—0,014 mm Dicke in der Oberhaut.“

Mir stand ein großes Material von lebenden Steigaalen zur Verfügung. Ein Teil der Tiere wurde in FLEMMING'scher Flüssigkeit fixiert, die sich auch hier neben der ZIMMER'schen Lösung am brauchbarsten erwies. Versuchsweise wandte ich auch Carnoy und eine Mischung von Pikrinsäure, Sublimat und Eisessig an.

Auf zahlreichen Quer- und Längsschnitten, die durch alle Körperregionen des Tieres gemacht wurden, konnte ich mir von der Verteilung der Kolben ein deutliches Bild machen.

OXNER's Angaben, daß die Kolben in der ganzen Haut vorkommen, kann ich nur bestätigen. Im Pharynxepithel sind die Kolben viel kleiner (siehe OXNER's Messungen) als in der übrigen Epidermis. Im Zungenepithel finden sich Kolben, die in ihrer Größe und Form denjenigen im Pharynxepithel gleichen. In den Seitenflächen der Flossen treten nur ganz vereinzelt Kolben von mehr rundlicher Gestalt auf, um am äußersten Flossensaum sowohl in der Brustflosse als auch im großen Flossensaum gänzlich zu fehlen. An der Bauchkante sind die Kolben etwas weniger dicht verteilt, als in der dorsalen Kopfhaut und in der Rückenepidermis. An dem feinen Hautsaum des Operculums fehlen sie, wie auch bei der erwachsenen *Anguilla* vollständig. In den Lippen kommen nur Schleimzellen vor, Kolben fehlen gänzlich.

Im Vergleich zum ausgewachsenen Aal sind die Kolben beim Steigaal gedrungener, besitzen einen weniger abgesetzten Hals und einen relativ breiteren Fuß. Kolben, die fast die ganze Epidermis durchsetzen und trotzdem noch auf der Basalmembran festsitzen, habe ich beim Steigaal nicht beobachten können.

In bezug auf die Entstehung der Kolben gibt OXNER an, daß der Vorgang beim Steigaal ganz demjenigen beim jungen *Conger* gleiche.

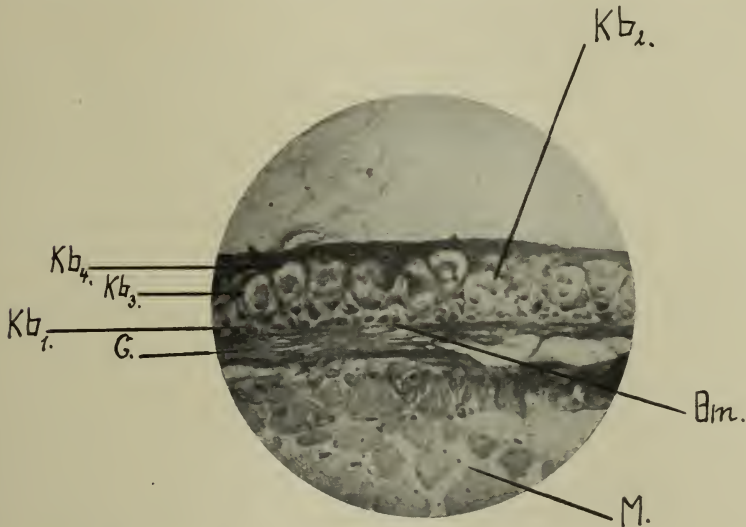
Ich habe als jüngstes Stadium kleine Kolben in der untersten Epidermisschicht gefunden (Photogramm 1, Kb₁). Die Kerne in diesen Zellen sind ein wenig größer als die der gewöhnlichen Epidermiszellen. Das Plasma ist auf diesem Stadium bereits modifiziert, was sich färberisch dokumentiert, da diese Zellen sich mehr rötlichblau färben als die Epidermiszellen.

Über das Verhalten des Kernes macht OXNER folgende Angaben: „Es färben sich die Kerne der jüngsten Kolbenzellen ziemlich schwach mit Kernfarbstoffen.“ Diese Tatsache kann ich durchaus bestätigen.

Der Kolben beginnt nun zu wachsen, und es tritt die keulenförmige obere Erweiterung der Zelle auf. Während die Kolben noch auf der Basalmembran festsitzen, macht sich in einigen von

ihnen um den Kern herum ein stark lichtbrechender Hof, ganz ähnlich, wie ich ihn oben bei *Leptocephalus* beschrieben habe, bemerkbar (Textfigur 1, 1).

Der Kern tingiert sich, wie auch schon OXNER festgestellt hat, jetzt stärker. Der Hof wird in einigen Fällen im Laufe des



Photogramm 1. Steigaaal, Transversalschnitt durch die Körpermitte. — Zimmer. Gren. Haem. Vergr. 1:580.

Wachstums immer größer. Ich möchte diesen hellen Hof auch hier wie ich es in gleicher Weise bei *Leptocephalus* getan habe, als das erste Auftreten des Sekrets ansprechen. Um eine Schrumpfungsercheinung des Kernes, welche eventuell das Hervortreten eines hellen Hofes um den Kern herum verursachen könnte, handelt es sich jedenfalls nicht. Gegen diese Annahme spricht vor allem die ständige Vergrößerung des hellen Hofes im Verlaufe des Wachstums. Der Inhalt der hellen Hohlkugel färbt sich nicht mit Hämatoxylin, überhaupt nicht mit Kern- und Plasmafarbstoffen. Er ist offenbar seröser Natur.

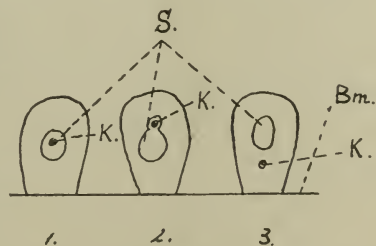


Fig. 1. Die Lage des Kernes zum Sekret in den Kolben der Aallarve. (Schematisch.)

Häufig treten auf Schnittbildern folgende Bildungen auf: nachdem der helle Hof um den Kern herum angelegt ist, tritt basal-

wärts eine bauchige Aussackung des ursprünglich in Ringform um den Kern liegenden Sekrets zutage (Textfigur 1, 2). In diesem Falle erscheint der Kern dann auf der einen Seite von dem hellen Hof umgeben, während an den anderen Teilen seiner Peripherie sich die große Sekretionsvakuole ansetzt. Ring und Vakuole unterscheiden sich färberisch durchaus nicht voneinander und weisen auch dieselbe Konsistenz auf.

OXNER glaubt annehmen zu können, die Sekretionsvakuole bestehe aus dem wenig färbbaren Kernsaft. Als Begründung führt er die Tatsache an, daß der Kern auf demjenigen Stadium der Kolbenzelle, wo sich Hof und Sekretionsvakuole gebildet haben, sich stärker färbe. Er nimmt nun an, dem Kern sei der wenig färbbare Kernsaft entzogen, so daß das zurückbleibende Chromatin sich stark tingieren könne und der ganze Kern nachher stärker gefärbt erscheine.

Es kann das Sekret in den Kolben noch auf eine dritte Art angelegt werden, nämlich ein Stück vom Kern entfernt (Textfigur 1, 3), ein Vorgang, der bei erwachsenen Aalen öfters beobachtet wird. Es taucht in diesem Falle beim Steigaal um den Kern herum kein heller Hof auf. Aus diesem Umstande ist zu ersehen, wie sich das Sekret auch in einiger Entfernung vom Kern anlegen kann, was für eine gewisse Fernwirkung des Kernes Zeugnis ablegt.

Der Inhalt der Sekretionsvakuole ist fein granuliert. Nach OXNER findet man die feinsten Körnchen immer in den kleinen Vakuolen der jüngsten Kolben, die größeren Körner in den großen Vakuolen der älteren Zellen. Nach OXNER'S Angabe erscheinen die Körnchen nach manchen Fixierungsgemischen in allen Kolben sehr feinkörnig. „Dabei sind sie oft in den älteren Kolben so dicht zusammengefügt, daß sie ein homogenes Aussehen annehmen.“ Es läßt sich also nicht ganz sicher entscheiden, ob die Granulierung eine durch die Konservierungsflüssigkeit hervorgerufene Struktur ist, oder ob es sich um eine natürliche Anlage handelt. Letzteres ist jedoch wahrscheinlicher. Nach Fixierung in FLEMMING'Scher Flüssigkeit jedenfalls erscheint in den meisten Fällen das Sekret sehr feinkörnig, sehr oft fast homogen.

Die Lage des Kernes zur Sekretvakuole ist, wie auch bei der erwachsenen *Anguilla* sehr verschieden. Aus Taf. XVII, Fig. 6 ist ersichtlich, wie der Kern, vom Chorion aus gerechnet, an der Basis, an den Seiten und an dem von der Basis abgewandten Teil des Sekretes liegen kann, kurz, man sieht ihn an verschiedenen Punkten der Vakuolenoberfläche. In einzelnen Fällen befindet er sich ein

Stück von der Sekretvakuole entfernt, wie oben schon erwähnt wurde.

Auch beim Steigaal lösen sich die Kolben von der Basalmembran los und wandern zur Epidermisoberfläche, wo sie nur von ein bis zwei Schichten der Haut bedeckt liegen blieben.

Der Kern erfährt eine Reduktion, wie bei *Leptocephalus*. Er nimmt nach und nach immer mehr an Volumen ab, während die Vakuole stets anwächst. Seine Gestalt wird unregelmäßig, die scharfen Umgrenzungen gehen verloren. Schließlich ist der ganze Kern atrophiert. Wie bei *Leptocephalus*, so habe ich auch beim Steigaal nie das Heraustreten des Kolbens aus der Epidermis oder eine direkte Sekretentleerung nach außen beobachten können. Eine Öffnung, durch die das Sekret hindurchpassieren könnte, war nie festzustellen. Die mehr oder weniger abgerundeten Zellen bleiben unter der Oberfläche liegen, es sind nur noch große Sekretbehälter, welche einen Ring von modifiziertem Plasma um die Vakuole herum aufweisen (Taf. XVII, Fig. 6).

Es ist anzunehmen, daß die Kolben auch hier abgerieben werden, wenn die über ihnen liegenden Epidermiszellen fortfallen.

Die Form der reifen Kolben ist oft unregelmäßig und von den angrenzenden Epidermiszellen beeinflusst (Taf. XVII, Fig. 6). Manchmal alternieren auf ganze Strecken hin immer je eine Kolbenzelle und eine Becherzelle (Taf. XVII, Fig. 6).

Einen in der Längsachse des Kolbens gelegenen Plasmastrang, der zu den Sekretionsvorgängen in irgendwelcher nahen Beziehung steht, habe ich beim Steigaal nicht auffinden können. Es ist aber möglich, daß ein derartiger Strang sich nur infolge seiner Feinheit der Sichtbarkeit entzieht und immerhin vorhanden ist.

Der Nachschub an jungen Kolben von der Basis her geht im allgemeinen so vor sich, daß sich der junge Kolben ganz in der Nähe der Ursprungsstelle des alten anlegt und während seines Wachstums unter den inzwischen von der Basalmembran emporgerückten und seines Fußes verlustig gegangenen alten Kolben rückt.

Im großen und ganzen verhalten sich, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, die Kolben beim Steigaal ebenso wie bei *Leptocephalus*, sie sind jedoch in Form und Größe voneinander verschieden. Bei *Leptocephalus* entsteht das Sekret immer zuerst als heller Hof um den Kern herum, beim Steigaal tritt schon das Sekret als Vakuole, die sich dem Kern anlegt, oder bereits eine Strecke von Kern entfernt liegt, auf. Beim erwachsenen Aal legt sich das Sekret stets dem Kerne an, ohne Bildung eines hellen Hofes.

c) Becher- und Epidermzellen des Steigaales.

Die Becherzellen sind beim Steigaal über den ganzen Körper verbreitet. Sie weisen verschiedene Gestalt auf. In der Lippenhaut, im Zungenepithel und in den Flossenteilen kommen kleine, stets rundliche Becher vor. Zwischen den Kolben stehen oft Becherzellen, welche die dreifache Größe einer Kolbenzelle besitzen. Sie sind meist zylindrisch, schlauchförmig gestreckt, ohne eine Anschwellung an dem der Basalmembran zugekehrten Pol und zeigen einen fast konisch abgesetzten Hals (Tafel XVII, Fig. 6, B). Ihr Inhalt besitzt eine mehr oder weniger feinmaschige Struktur; wahrscheinlich sind die stärker mit Hämatoxylin färbaren Grenzlinien Stauungserscheinungen des schleimigen Inhalts.

Der Kern ist oft noch am Grunde der Zellen, von einem kleinen Plasmarest umgeben, zu erkennen.

Auch hier öffnen sich die Becherzellen, wie beim erwachsenen Aal, durch einen Porus nach außen, was für Becherzellen bei Fischen überhaupt verschiedentlich einwandfrei festgestellt wurde. In den untersten Schichten der Epidermis kommen Becherzellen nicht vor; in den mittleren Lagen treten sie hin und wieder als rundliche Gebilde auf. Erst in den obersten Zellschichten sind die Becher zahlreich und treten uns dann meist in oben beschriebener Form entgegen. Bereits F. E. SCHULZE stellte eine derartige Verteilung der Becherzellen in den verschiedenen Schichthöhen der Epidermis als Regel für die Fische im allgemeinen auf.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen sind in der jüngsten Schicht ziemlich gleichmäßig zylindrisch gebaut, in den älteren, mittleren Lagen nehmen sie mehr unregelmäßige Form an, um sich schließlich abzurunden, und in den ältesten äußersten Schichten erscheinen sie ganz flach. Der Kern ist in diesen Flachzellen sehr oft fast unkenntlich geworden, diese schon etwas deformierten Zellen färben sich auch mit Hämatoxylin intensiver.

Eine Basalmembran ist deutlich ausgebildet. Die Cutis ist relativ dünn, weist sonst aber nichts Bemerkenswertes auf.

d) Der „Satz-“ und Flußaal.

Die Haut des Aales ist schon mehrmals Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen.

LEYDIG beschreibt die Haut des Aales im Zusammenhang mit einer Anzahl anderer Teleostier, ohne sich auf eine Spezialisierung in bezug auf *Anguilla* einzulassen.

F. E. SCHULZE schilderte die Epidermis des Aales und die in ihr vorkommenden modifizierten Zellen zum ersten Male eingehender.

Über die Kolben macht F. E. SCHULZE wichtige Angaben, die ich im folgenden kurz darlegen will. Der Autor bemerkte bereits die hellen Hohlräume im breiteren oberen Teil der Kolben. Er schreibt wörtlich: „Beim Aale haben diese Lücken der stark lichtbrechenden Masse stets eine annähernd kugelige oder Maulbeerform, insofern die Innenwand bald glatt und gleichmäßig gewölbt, bald mit kleineren und regelmäßig rundlichen Ausbuchtungen versehen ist. Von unbedeutender Größe können sie bis zu einem solchen Umfange wachsen, daß fast der ganze obere kopfförmige Teil des Kolbens davon ausgefüllt wird. Stets liegen sie dem Kerne dicht an oder doch in der Nähe desselben.“

Weiter heißt es: „Einmal fand ich bei einem im übrigen nichts Außergewöhnliches zeigenden jungen Aale fast in jedem Kolbenhohlraum einen oder mehrere kugelige Tropfen einer sehr stark lichtbrechenden Substanz, wahrscheinlich Fett. Zuweilen füllten diese Fetttropfen fast den ganzen Hohlraum aus, gewöhnlich waren sie nur etwa $\frac{1}{3}$ so groß als dieser. Zahlreiche Tröpfchen fanden sich in einzelnen durch gleichmäßig rundliche Form, Mangel des Halses und besonders starkes Lichtbrechungsvermögen auffallenden Kolben vor.“

Fetttropfen sind mir im Laufe meiner Untersuchung nicht zu Gesicht gekommen, so daß ich der Ansicht F. E. SCHULZE's, es handle sich beim Auftreten des Öls um eine pathologische Erscheinung, beistimmen möchte.

Das Loslösen der Kolben von der Basalmembran und der Verlust des Halses hängt nicht mit dem pathologischen Auftreten der Ölkugeln zusammen, sondern repräsentiert den allgemein üblichen Vorgang, wie die spätere Darlegung zeigen wird.

MAURER läßt sich über die Kolben des Aales folgendermaßen aus: „Die Kolbenzellen sah ich bei keinem anderen Fisch in dieser Ausbildung bestehen. Erstens sind sie sehr zahlreich, bilden wohl die Hauptmasse der Epidermis. Ferner sind sie nur zum Teil Kolbenzellen, derart, daß sie mit schlankem Stiel der Basis der Epidermis aufsitzen und ein nur leicht verdicktes kolbiges Ende besitzen. Ebenso viele solcher Zellen sind kugelig und liegen in dieser Form oft schon in den tieferen Epidermislagen, zahlreicher allerdings sind sie oberflächlicher angeordnet.“

Wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, hat MAURER das Loslösen der Kolben bereits richtig beobachtet. Derselbe Verfasser hat gesehen, daß vielfach die abgerundeten Kolben an der freien Oberfläche abgestoßen werden.

Die allerjüngsten Stadien hat der Verfasser nicht gefunden. Die kleinsten von ihm gesehenen Kolben erstrecken sich schon durch zwei Zellenhöhen der indifferenten Epidermiszellen hindurch.

MAURER sagt: „In solchen Zellen liegt der kugelige Kern zentral und der Zellkörper zeigt eine glänzende homogene Beschaffenheit und blaßgelbe Farbe. Dicht dem Kern angelagert, und zwar in der einen Zelle über, in einer anderen Zelle unter dem Kern, in einer dritten neben demselben, liegt ein glasheller Tropfen, der mehrere, kleine stark glänzende Körnchen enthält. Mit dem weiteren Wachstum der Zelle nimmt der glänzende homogene Zellenkörper am meisten zu und bildet die Hauptmasse einer langgestreckten Kolbenzelle, während er bei den kugeligen Formen dieser Zellen nur eine äußere, nicht allzu dicke Zone bildet.“

Dieser glänzende homogene Zellenkörper ist das modifizierte Plasma, und die dicke Zone in den abgerundeten Zellen repräsentiert den Rest dieses Plasmas.

Weiter heißt es: „Der dem Kern dicht angeschlossene helle Tropfen mit den feinen, stark glänzenden Körnchen nimmt ebenfalls bedeutend an Größe zu, und unter seiner Ausbildung erleidet wieder der kugelige Kern eine Volumenabnahme und Abplattung.“

Auch MAURER sah den Kern in verschiedenen Lagen im Verhältnis zu dem hellen Tropfen, der mit Sekret von fein granulierter Struktur angefüllt ist.

Seine Resultate faßt der Autor dahin zusammen: „Es werden demnach zweierlei Arten von Exkret in einer solchen Zelle gebildet: 1. eine homogene, stark lichtbrechende Substanz als direktes Differenzierungsprodukt des Plasmakörpers der Zelle und 2. ein heller mit glänzenden Körnchen erfüllter Tropfen, bei dessen Bildung der Kern eine wesentliche Rolle spielt, ähnlich wie dies beim Schleim in den Schleimzellen der Fall ist.“

Ein Entleerungsbild, wie es MAURER aus Tafel III, Fig. 1 abbildet, halte ich auch für eine zufällige Erscheinung. Ich habe dergleichen nie beobachten können.

Die feinen Stränge in der Längsachse des Kolbens hat MAURER nicht gesehen, er erwähnt sie jedenfalls nicht.

Daß der Verfasser dem Kolben spezifisch exkretorische Funktion zuschreibt, werde ich noch an anderer Stelle und in anderem Zusammenhange zu erwähnen haben.

OXNER äußert sich in bezug auf die Kolbenzellen folgendermaßen: „Bei der erwachsenen *Anguilla vulgaris* var. *latirostris* sind die Kolben 0,018—0,029 mm hoch und 0,018—0,025 mm dick. Sie sind in der ganzen Oberhaut und im Epithel der Zunge zahlreich

in 1—3 übereinander gelagerten Schichten vorhanden. Was die Form anbetrifft, so sind sie etwas länger und dicker als die Kolben von dem jungen *Conger*.“

OXNER hielt einen Aal zuerst in Süßwasser und dann 14 Tage in Meerwasser, aber der Wechsel des Mediums übte auf die sekretorische Funktion der Kolbenzellen absolut keinen Einfluß aus.

OXNER weist im Laufe seiner Untersuchungen auf die interessante Tatsache hin, daß seine Beobachtungen am jungen *Conger vulgaris* cuv. auch für die Kolben des Aales zutreffend seien. Es ist daher erforderlich, auf die Darstellung des Verhaltens der Kolben beim jungen *Conger* zurückzugreifen. OXNER faßt seine Resultate in folgende Worte: „Die typische Form der Kolbenzellen bei jungen Individuen von *Conger* ist die eines Kolbens. Diese typische Form erhält sich aber nur kurze Zeit während der Entwicklung der Zelle und wird bald durch das stark im Innern der Zelle angehäuften Sekret beträchtlich verändert. In jeder Kolbenzelle ist ein großer Kern von feinkörniger Struktur und ein einziger Nucleolus vorhanden. Das Plasma der Zelle erscheint homogen, glänzend und färbt sich mit Plasmafärbstoff im allgemeinen intensiv, obwohl viel heller und reiner als das der Epidermiszellen. Der Kern färbt sich etwas schwächer mit Kernfarbstoffen als der Kern der gewöhnlichen Epidermiszellen; nur der Nucleolus tingiert sich sehr stark. Das Sekret im Innern der Kolben zeigt keine Schleimreaktion und färbt sich nie mit Kernfarbstoffen, wie z. B. die mucinabsondernden Becherzellen; es zeigt dagegen eine starke Affinität zu den Erythrosinen; mit Pikrinsäure, lichtgrün S. F. und anderen Plasmafärbstoffen färbt es sich sehr schwach.“

In der zusammenfassenden Darstellung über die Kolben der Congeriden insgesamt teilt OXNER die sehr wichtige Feststellung mit, daß sich die Kolbenzelle meist von der Basalmembran ablöst und ein wenig emporrückt. „Sie nimmt dabei an Umfang zu und ist leicht durch ihre spezifische Farbenreaktion von den sie umgebenden Epidermiszellen zu unterscheiden.“

Mit der Verallgemeinerung OXNER's, bei den Congeriden bilde sich um den Kern herum ein schmaler, heller Hof, kann ich nicht übereinstimmen. Wie aus meinen vorhergehenden Darlegungen hervorgeht, ist solch ein heller Hof zwar bei *Leptocephalus* und beim Steigaal vorhanden, bei der ausgewachsenen *Anguilla* von 15—50 cm Länge aber habe ich einen derartigen Hof nie aufgefunden.

OXNER beschreibt dann das erste Auftreten der Vakuole, die sich außerordentlich schwach färbt. Die Vakuole wird größer „und

es sammeln sich in ihrem Innern sehr feine, stark glänzende, mit Erythrosin und anderen Plasmafärbstoffen tingierbare Körnchen an“. Die Zelle erreicht ihre endgültige Größe und von nun an vergrößert sich nur die Sekretvakuole weiter, welche immer mehr und mehr von den Körnchen ausgefüllt wird. Die Körnchen werden allmählich gröber und die Sekretvakuole schwillt so riesig an, daß sie mehr und mehr Raum im Innern der Zelle einnimmt.

Sehr richtig und mit NUSBAUM und KULCZYCKI, deren Arbeit fast gleichzeitig mit OXNER's Publikation, aber voneinander durchaus unabhängig, erschienen ist, sowie mit meinen später darzulegenden Resultaten übereinstimmend sind die Bemerkungen über das Verhalten des Kernes. Es heißt bei OXNER: „... der Kern wird plattgedrückt, die Zelle rundet sich ab, rückt aus den mittleren Epidermisschichten dicht unter die Oberfläche empor, der Kern nimmt eine halbmondförmige Gestalt an und geht schließlich ganz zugrunde.“

Ebenfalls die weiteren Klarlegungen OXNER's stimmen mit meinen Beobachtungen überein. Im Anschluß an den vorher zitierten Satz fährt der Autor fort: „Auf diesem Stadium besteht die Kolbenzelle, die nach außen hin meist nur durch eine einzige Epidermisschicht getrennt ist, aus einer riesigen Vakuole, die mit grobkörnigem Sekret ausgefüllt und von einer dünnen Plasmahülle umgeben wird. Der untere Teil dieser Hülle ist immer sehr dünn, der obere ist viel dicker, nimmt manchmal die Form eines spitzen Kämpchens an und färbt sich dabei mit Plasmafärbstoffen, z. B. mit lichtgrün S. F., viel dunkler als der untere.“ Im allgemeinen ist diese einseitige Verdickung des Plasmaringes zu beobachten (Photogramm 6), jedoch ist auch bei einigen dieser dicht unter der Epidermisoberfläche liegenden Zellen der Plasmaring rings um die Sekretvakuole herum ganz gleichartig breit. Mit GRENACHER's Hämatoxylin färbt sich der Ring ganz gleichmäßig, und es ist keine Differenzierung in der Tingierung des oberen, der Oberfläche zugewandten Teiles des Plasmaringes und dem der Basalmembran zugekehrten Teil zu beobachten.

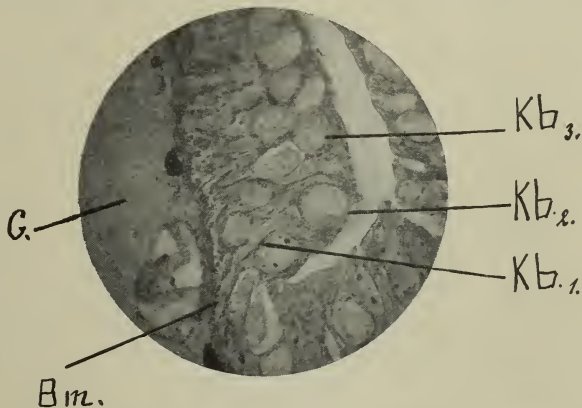
Auch OXNER konnte in keinem Falle weder das Heraustreten einer ganzen Kolbenzelle nach außen, noch die Entleerung des Sekretes durch Platzen des Plasmaringes beobachten.

Der Verfasser legte sich die Frage vor, wie denn eigentlich die reifen Kolben zugrunde gehen. Er wies dabei auf die von ihm beobachtete Tatsache hin, „daß auch hier die Kolbenzellen bei ihrem Aufrücken gegen die freie Hautoberfläche allmählich an Umfang verlieren“. Auf welche Weise dieses vor sich gehe, ist nach OXNER's Ansicht schwer positiv zu sagen. Zur weiteren

Erläuterung fährt der Autor fort: „Allein, wenn wir annehmen, daß das stark lichtbrechende Sekret Zerfall- oder Umbildungsprodukte des Zellplasmas darstellt, dann würde auch die Abnahme des Plasmaleibes in den Kolben von *Conger* ziemlich einfach zu erklären sein.“

Conger habe ich nicht untersucht, und wir sind daher auf die Resultate OXNER's angewiesen.

Was *Anguilla vulgaris* L. anbetrifft, bin ich anderer Ansicht als OXNER. Nach meinem Dafürhalten haben die Kolben in diesem Falle nicht an Volumen verloren. Im Gegenteil scheint es mir, als seien die dicht unter der Epidermisoberfläche liegenden, nur noch aus einer großen Sekretvakuole und einem modifizierten Plasmaring



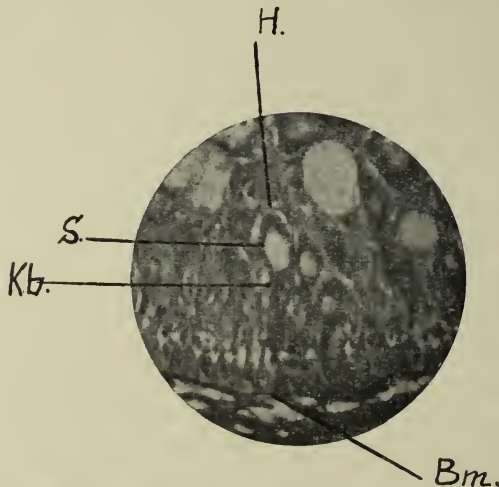
Photogramm 2. Transversalschnitt durch die laterale Schwanzepidermis von *Anguilla vulgaris* L. Flemming, Gren. Haemat. Die in den oberen Lagen befindlichen Kolben sind voluminöser als die in mittleren Lagen sichtbaren. Vergr. 1:580.

bestehenden Kolbenzellen öfter an Volumen eher noch größer als die in den mittleren Schichten auffindbaren Kolben (Photogramm 2, Kb_1 und Kb_2). Ich verweise auch noch auf das Photogramm 6, welches dieser Behauptung ebenfalls als Stütze dienen mag. In den meisten Fällen sind aber diese ältesten Kolben an Volumen mindestens ebenso groß wie die Kolben in den Mittellagen der Epidermis. Dieser Umstand spricht nicht für die Abgabe von Material während der Wanderung der Zelle zur Oberfläche. Allerdings waren bei einigen Aalen auch die Verhältnisse so, daß die unter der Oberfläche liegenden Kolben kleiner waren als die in jüngeren Lagen befindlichen Kolben. Jedoch ist damit nicht gesagt, daß das Volumen der reifen Zelle im Vergleich zu ihrem Inhalt auf dem Stadium des Festsitzens auf der Basalmembran reduziert

ist, da es ja Kolben von sehr verschiedenem Volumen in derselben Epidermisschicht gibt und aus diesem Grunde die reife Kolbenzelle ursprünglich kleiner gewesen sein kann, als die unter ihr befindliche jüngere.

J. NUSBAUM und W. KULCZICKI machen über die Kolbenzellen des Aales sehr wertvolle, mitunter von der früheren und auch von meiner Ansicht sehr abweichende Mitteilungen.

Nach den beiden oben genannten Verfassern sind einige der Zellen typisch kolbenförmig und sitzen mit schlankem Stiel der Basis der Epidermis auf und weisen ein kolbig verdicktes oberes Ende auf, „— andere sind von einer mehr ovalen Gestalt“.



Photogramm 3. Transversalschnitt durch die dorsale Epidermis des Aales. Flemming, Gren. Haemat. *Kb* ein Kolben mit dem durch Schrumpfung hervorgerufenen Hohlraum *H*. Vergr. 1:580.

Etwas Neues ist in folgenden Sätzen enthalten: „Sie (die Kolben, d. V.) sind vermittels feiner Zellenbrückchen mit den umgebenden Epithelzellen verbunden, welche hier gleichfalls infolge des auf sie seitens der Drüsenzellen ausgeübten Druckes stark abgeplattet sind und auf Querschnitten spindelförmig zu sein scheinen, ihre Selbständigkeit aber (im Gegensatze zum Syncytium in der mittleren Lage der Tincaepidermis) bewahren und von angrenzenden Zellen durch Lücken getrennt sind, in welchen die feinen, plasmatischen Verbindungsbrückchen verlaufen.“

Ich habe auf allen meinen Schnitten derartige Lücken, welche den Kolben von den angrenzenden Zellen trennt, normalerweise nicht beobachten können. Nur in sehr wenigen Fällen waren solche Lücken um den Kolben herum vorhanden (Photogramm 3). Diese

Räume führe ich auf Schrumpfung der Kolben infolge der Konservierungsflüssigkeit zurück, da sie nur ganz vereinzelt bei meinen Präparaten auftreten. Sehr oft kann man dagegen bei *Petromyzon fluviatilis* ähnliche Schrumpfungerscheinungen beobachten. Allerdings haben derartige Verzerrungen den Vorteil, daß die feinen plasmatischen Brücken zwischen dem Kolben und den umgebenden Epidermiszellen zutage treten. Ich konnte diese feinen Fäserchen in solchen Fällen ebenfalls beobachten.

Eine Entleerung des Kolbeninhalts nach außen konnten die Verfasser nicht feststellen.

Sehr treffend sind folgende Äußerungen der Verfasser: „Der Deutung MAURER's, daß der homogene Inhalt der Zelle ein schleimig-gallertiges Sekret darstellt, müssen wir entgegentreten. Die homogene Substanz der Zelle ist hier, ebensowenig wie bei *Tinca*, kein eigentliches Sekret der Zelle, sondern lediglich eine besondere Umbildung des indifferenten Plasmas der Zelle; das Sekret ist nur der helle, zähe Tropfen mit lichtbrechenden Körnchen, der neben dem Kerne im Plasma liegt, wobei, was MAURER richtig beobachtete, der Kern bald oberhalb, bald unterhalb, bald seitwärts von diesem Sekret liegt. Der körnige Inhalt des Tropfens tingiert sich stark mit Eisenhämatoxylin und mit Eosin, niemals aber mit den für Schleim charakteristischen Färbungsmitteln; er ist also von einer serösen Natur. In dem Maße, als in dem hellen Tropfen das stark lichtbrechende Sekret sich ansammelt, wird der Kern immer dünner und länglicher und nimmt endlich eine halbmondförmige Gestalt an, indem er dem Tropfeninhalt direkt anliegt. Bei weiterer Entwicklung des Sekrets geht gewöhnlich der Kern gänzlich zugrunde.“

OXNER hat den feinen Strang in der Längsachse des Kolbens nicht beobachtet, erwähnt jedenfalls in seiner Arbeit nirgends ein derartiges Gebilde. NUSBAUM und KULCZICKI haben dieser Bildung jedoch ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Die Befunde der beiden Autoren in dieser Beziehung werde ich an anderer Stelle besprechen.

Der Äußerung: „Das Sekret erscheint in dem flüssigen Tropfen in Form von stark lichtbrechenden Kügelchen, die teils frei, teils in Ballen zusammengedrängt liegen, teilweise zusammenhängende, sehr zähe, homogene, kugelförmig-lappige Masse bilden, welche, wie erwähnt, sich stark mit Eisenhämatoxylin und mit Eosin, niemals aber mit den für Schleim charakteristischen Färbemitteln tingiert; das Sekret ist also seröser Natur“, habe ich entgegenzuhalten, daß ich den ganzen flüssigen Tropfen für Sekret halten muß und die von den Verfassern beschriebenen, in Ballen zusammengedrängten

Kügelchen für eine infolge der Konservierung hervorgerufene Modifikation des sonst feingranulierten Sekrets anspreche.

Von einer Emporwanderung oder einer Loslösung der Kolben von der Basalmembran wird nicht gesprochen. Es ist also anzunehmen, daß nach Ansicht der Verfasser die Kolben auf dem Chorion sitzen blieben.

Über die Entleerung des Zellinhalts machen sich die Verfasser folgendes Bild: „Auf welche Weise das zähe Sekret nach außen entleert wird, das konnten wir durch direkte Beobachtung ermitteln; und zwar unterliegen die immer dünner werdende Kappe der kolbenförmigen Erweiterung der Zelle, wie auch die dünne oberflächliche Epithelschicht einer Durchreißung, und somit wird der Tropfen nach außen ausgeschieden.“

Ich habe, wie aus meinen späteren Darlegungen hervorgehen wird, nie irgendwelche Durchreißung beim Aalkolben sowohl, als auch bei den entsprechenden Gebilden der Petromyzonten beobachten können. Ich befinde mich in dieser Hinsicht ganz im Einverständnis mit M. OXNER.

Ich komme zu meinen eigenen Untersuchungen an den Kolben von *Anguilla*.

Mir standen Aale jeder Größe von 15—50 cm zur Verfügung. Es wurden den Tieren von verschiedenen Körperstellen Hautstücke entfernt und unter dem Mikroskop auf Schnitten untersucht.

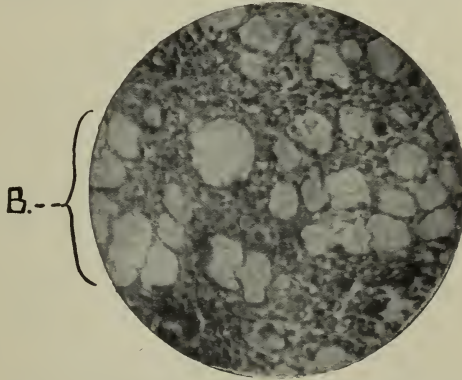
Das verschiedene Altersstadium der Untersuchungsobjekte lieferte keine Unterschiede in bezug auf die Form der Kolben und ihre Entstehung. Daß bei kleinen Exemplaren die Kolben, der Dicke der Epidermis entsprechend, relativ kleiner waren, bedarf wohl kaum einer Erwähnung.

Die Kolben sind am zahlreichsten auf der dorsalen Kopfhaut und über den ganzen Rücken verbreitet. Auf dem Kopfe stehen sie in solcher Dichte, daß kaum eine Epidermiszelle zu sehen ist. An den Körperseiten finden sie sich ebenfalls in großer Zahl, sie stehen immerhin aber hier nicht ganz so dicht wie auf dem Kopfe. Nach dem Bauche zu nehmen sie an Häufigkeit etwas ab, um auf einem genau ventral liegenden vom After nach der Mitte der Brustflossen ziehenden schmalen Streifen nur sehr verstreut vorzukommen. In der ventralen Kopfhaut sind Kolben vorhanden, die sehr weit auseinanderstehen und oft einen sehr dünnen Hals aufweisen. Im Verhältnis zu den kugeligen Becherzellen sind sie klein (Taf. XVIII, Fig. 4). Die Epidermis ist an dieser Stelle ziemlich dick, und man kann im allgemeinen beobachten, daß in den vielschichtigen Epidermistteilen die Kolben stets langgezogen sind. In

der ventralen Körpermitte nehmen die Kolben wieder die normale Gestalt an (Taf. XX, Fig. 1). Man kann auf Schnitten, die durch die Epidermis dieser Körperstelle gelegt sind, sehr gut das Aufwärtswandern der Kolben beobachten. Taf. XX, Fig. 1 zeigt Kolben verschiedener Entwicklungsstadien in übereinander gelegenen Schichten des Epidermis.

In der Afterpapille sind nur ganz vereinzelte sehr kleine, rundliche Kolbenzellen festzustellen. Die Becherzellen sind dagegen in großer Zahl und Dichte vorhanden.

In den Lippen fehlen die Kolben vollständig (Photogramm 4). Es finden sich in diesen Teilen nur kleine Becherzellen in ziemlicher Dichte. Im Pharynxepithel sind die Kolben nur bei jungen Aalen



Photogramm 4. Transversalschnitt durch die Unterlippe eines 30 cm langen Aales. Flemming, Gren. Haemat. Vergr. 1:580.

bis zu 20 cm Länge anzutreffen; späteren Stadien fehlen sie an dieser Stelle. Sehr interessant ist die Häufigkeit und außerordentliche Dichte der Kolbenzellen im Zungenepithel (Taf. XVII, Fig. 4). Hier sind sie in 5—6 Lagen übereinander zu finden. Besonders in der Zunge konnte ich die Entwicklung der Zellen und das allmähliche Emporwandern zur Epidermisoberfläche gut studieren. Taf. XVII, Fig. 4 stellt einen senkrechten Querschnitt durch die Epidermis der Zunge dar und gibt sehr gut die verschiedene Lage der Kerne in den Kolben sowie die reifen, dicht unter der letzten Epidermisschicht liegenden Kolbenzellen wieder.

Um die Augen herum stehen die Kolben ziemlich dicht und weisen die normale Gestalt auf.

Ein Schnitt durch das Velum, den feinen Hautsaum am Operculum, der zum Verschluss der Kiemenöffnung dient, ist in Taf. XVIII, Fig. 1 dargestellt. Die die Außenseite bekleidende Epidermis

(Taf. XVIII, Fig. 1 a) weist kleine Kolben in geringer Zahl auf. Becherzellen von rundlicher Gestalt sind hier im Verhältnis zu den Kolben viel häufiger. An der Stelle, wo das Außenepiderm nach der Innenseite des Velums umbiegt, also in dem in der Taf. XVIII, Fig. 1 mit c bezeichneten Teile, treten keine Kolbenzellen und nur sehr vereinzelte Becher von kugelrunder Gestalt auf. Das die Innenwand des Velums bekleidende Epithel (Taf. XVIII, Fig. 1 b) ist gänzlich frei von Kolben. Es treten hier nur runde Becherzellen auf.

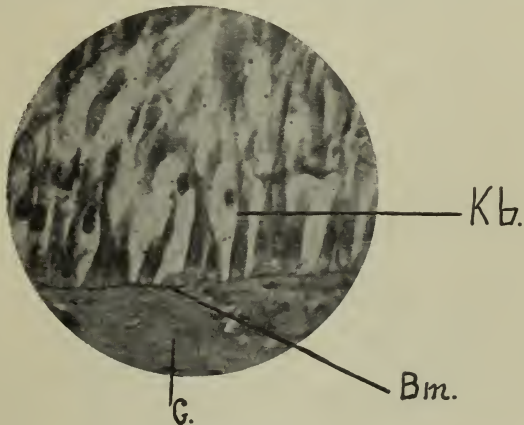
Der kaudale Rand der Kiemenöffnungsspalte weist ganz andere Verhältnisse auf. Auf Transversalschnitten (Taf. XVIII, Fig. 3) sieht man ziemlich langgestreckte Kolben mit dünnem Hals und deutlich abgesetztem kolbigen Teil, die dicht nebeneinander stehen und in größerer Zahl vorhanden sind als die Schleimzellen.

Taf. XX, Fig. 2 und Taf. XIX, Fig. 3 zeigen die Verteilung der Kolbenzellen auf den Seitenflächen. Taf. XX, Fig. 2 ist ein Transversalschnitt durch das laterale Epiderm der Körpermitte. Es sind besonders gut die verschiedenen aufeinander folgenden Entwicklungsstadien der Kolben zu sehen (Kb_3). Taf. XIX, Fig. 3, ebenfalls transversal geschnitten, und zwar durch die laterale Epidermis des Schwanzteiles, bringt die Verhältnisse der Verteilung in dieser Körperregion zur Darstellung. In der untersten Schicht sind die mit Kb_1 bezeichneten jüngsten Kolben abgebildet. In Taf. XIX, Fig. 4 ist ein senkrechter Querschnitt durch den vor den Augen gelegenen Teil der Epidermis gezeichnet. In einer Zelle sieht man den mit Pl.Str. kenntlich gemachten Plasmastrang. Zwischen den Augen stehen die Kolbenzellen sehr dicht, was Taf. XIX, Fig. 2 veranschaulicht. Auf dem in Taf. XIX, Fig. 1 dargestellten Transversalschnitt durch die Rückenhaut der Körpermitte ist nichts Besonderes festzustellen. In dem Winkel, welchen die Rückenflosse mit dem dorsalen Epiderm bildet, kommen Kolben vor, die oft einen sehr verbogenen Hals besitzen. Auf den Seitenflächen der Rückenflosse nehmen die Kolben an Häufigkeit ab, sie werden immer kleiner, rundlicher und seltener. In den scharfen Kanten der Rückenflosse fehlen die Kolben gänzlich, und es finden sich nur vereinzelte, kleine, rundliche Becher vor. In den Brustflossen liegen die Verhältnisse ähnlich. Nur sind hier in dem Hautwinkel, den die Brustflosse mit dem lateralen Epiderm bildet, die Kolben noch vereinzelter zu finden, als in entsprechenden Stellen der Rückenflosse. Die Zellen des Epiderms zeigen an diesem Ort sehr unregelmäßige Form, und die Kolben haben sich diesen Veränderungen angepaßt. Auf den Seitenflächen sind fast nur noch Becherzellen anzutreffen. Der Rand besitzt, wie auch derjenige des großen Flossen-

saums, keine Kolben. Der ventrale Teil des Flossensaums ist, was die Kolben anbetrifft, von dem dorsalen nicht verschieden.

Die Form der Kolben ist im allgemeinen in der ganzen Körperhaut, bis auf die mehr abgerundeten Kolben in der Epidermis des Afters und den Seiten der Flossen, dieselbe. Im Verhältnis zu *Petromyzon fluviatilis* L. und *Petromyzon Planeri* BL. sowie überhaupt zu gleichwertigen Gebilden der meisten Physostomen, sind die Kolben bei *Anguilla* sehr klein.

Die Kolben entstehen in der untersten, also jüngsten Schicht der Epidermis. Das jüngste Stadium, welches ich habe finden können, zeigt Photograph 5. Es sind dies Zellen, die noch dieselbe Größe besitzen, wie die angrenzenden gewöhnlichen Epidermiszellen. Sie unterscheiden sich aber von diesen schon äußerlich durch



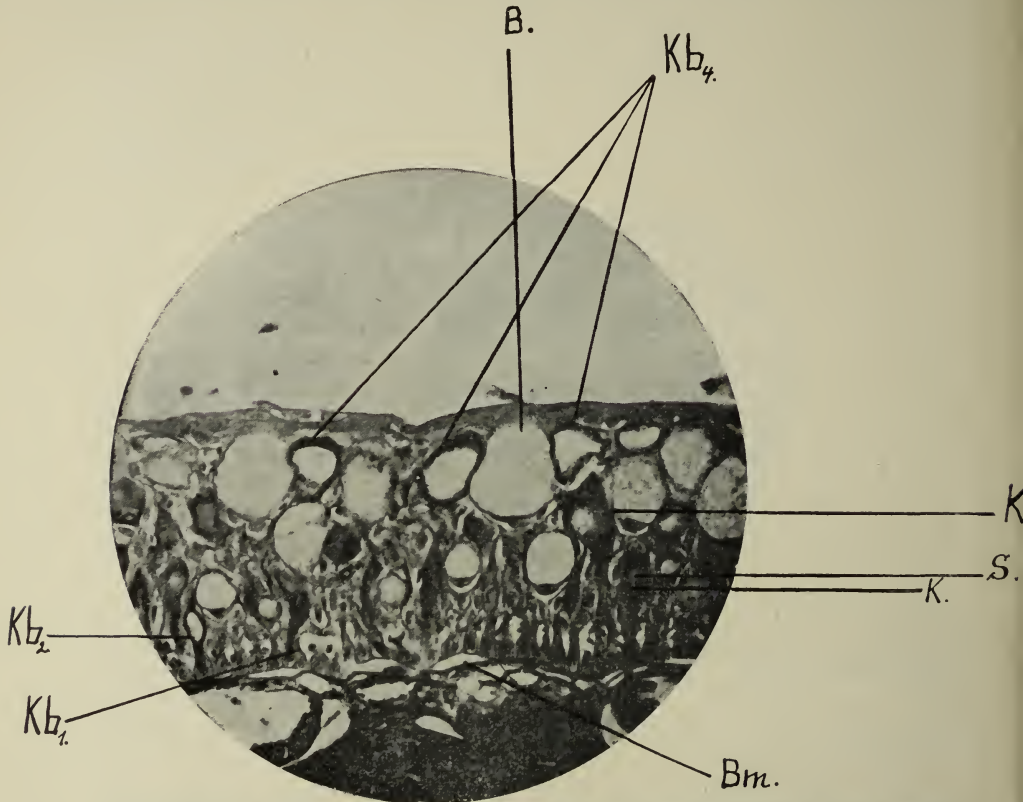
Photogramm 5. Transversalschnitt durch die laterale Körperhaut des Schwanzendes von *Anguilla vulgaris* L. Flemming, Gren. Haemat. Vergr. 1:650.

die kolbige Gestalt, während die Epidermiszellen auf Querschnitten fast dreieckig sind und nach oben zu spitz auslaufen.

Aber der färberische Unterschied ist noch auffallender. Es tingieren sich nämlich die jungen Kolben nie mit Plasmafärbestoffen. Hämatoxylin verleiht ihnen keinerlei Färbung, während sich die angrenzenden Epidermiszellen in der bekannten Weise tingieren. Dieser Umstand weist darauf hin, daß das Plasma auf diesem Stadium schon in irgendwelcher Art modifiziert sein muß. Pikrinsäure und Säurefuchsin ruft keinerlei Gelbfärbung des Kolbeninhalts hervor, wie ja auch das Plasma der reifen Zellen nur verschwindend wenig sauer reagiert, was NUSBAUM und KULCZICKI bereits hervorheben.

Eine Sekretanlage ist noch nicht vorhanden.

Es färben sich einige Kerne in den Zellen dieses Stadiums manchmal schwächer als die Kerne der gewöhnlichen Epidermiszellen. Im allgemeinen färbt sich der Kern, der an Größe die übrigen Kerne um etwa den dritten Teil übertrifft, etwas stärker. Wodurch der erste Anstoß zur Umwandlung einer Epidermiszelle in einen Kolben gegeben wird, oder ob bestimmte Zellen von vornherein präformiert sind, läßt sich nicht entscheiden. Wahrschein-



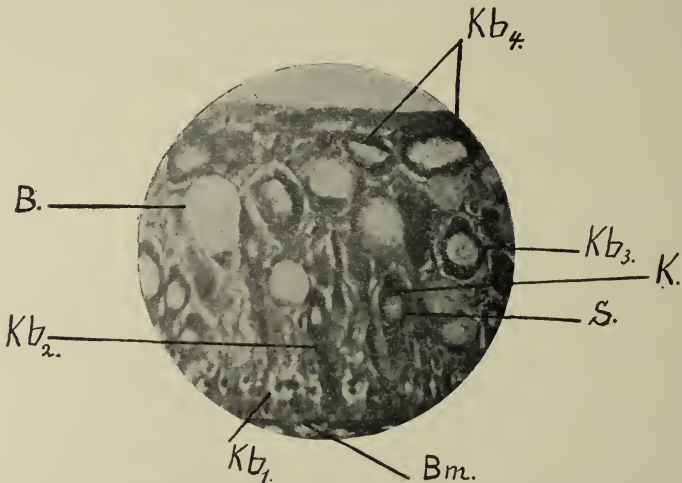
Photogramm 6. Transversalschnitt durch die dorsale Kopfhaut eines Aales. Flemming, Gren. Haemat. Vergr. 1:580.

lich geht die Anregung vom Kern aus, der an Volumen, wie wir gesehen haben, zunimmt. Gleichzeitig wird das Plasma total modifiziert. Und zwar muß das Plasma auf dieser Entwicklungsstufe anderer Natur sein, wie in den älteren Stadien, da es in den größeren Kolben sich stets mit Hämatoxylin, wenn auch nur sehr schwach, färbt, was auf oben beschriebenen Stadium nie der Fall ist.

Nun wird der Kolben größer, der angeschwollene Teil wächst über die untersten Epidermiszellen hinaus (Photogramm 6, Kb₁).

sind in den Mittelschichten der Epidermis sehr zahlreich anzutreffen (Photogramm 7). Im Laufe der weiteren Entwicklung nimmt die Zelle eine ovoide bis kugelige Gestalt an, der Kern ist zuletzt ganz verschwunden. Der Kolben bleibt, noch von einer Epidermiszellenlage bedeckt, liegen und besteht nur noch aus einer großen Sekretvakuole, die von einem Plasmaring umgeben ist, der in den meisten Fällen in seinem, der Oberfläche zugekehrten Teil dicker ist (Photogramm 6, Kb₄).

Sehr oft sind die reifen Kolben durch den Einfluß der angrenzenden Becherzellen und der nachfolgenden Kolben von unregelmäßiger Gestalt (Photogramm 6, Kb₄).



Photogramm 7. Transversaler Schnitt durch die dorsale Epidermis der Körpermitte des Aales. Flemming, Gren. Haem. Vergr. 1:580.

Der Nachschub an jungen Kolben geschieht folgenderweise. Der in der jüngsten Zellschicht stehende Kolben entwickelt sich dicht neben der Ursprungsstelle des in die Höhe gerückten und kommt in den meisten Fällen unter den älteren zu stehen. Photogramm 6, Kb₃ und Kb₄ zeigt mehrere Kolben verschiedenen Alters untereinander. In manchen Fällen berührt der nachrückende Kolben den älteren sogar (Photogramm 6, Kb₃ und Kb₄).

Das Sekret in der Vakuole ist von körniger Beschaffenheit. Jedoch scheint die Stärke der Granulierung mit der Konservierungsflüssigkeit im Zusammenhang zu stehen. Nach Behandlung mit ZIMMER'scher Lösung und FLEMMING'scher Flüssigkeit ist das Sekret sehr fein granuliert. Es ist nicht ausgesprochen acidophil, da es sich mit Säurefuchsin und Pikrinsäure nicht tingiert.

Über die Stellung des Kernes gibt schon MAURER die richtigen Beobachtungen wieder. Die folgende Textfigur 3 illustriert die Lage des Kernes zur Sekretvakuole. Textfigur 3, 2 zeigt den Kern eine Strecke weit vom Sekret abgelegen. Dieser Fall ist hin und wieder festzustellen. Im allgemeinen liegt der Kern an dem der Basalmembran zugekehrten Teile des Sekretes. Es wurde

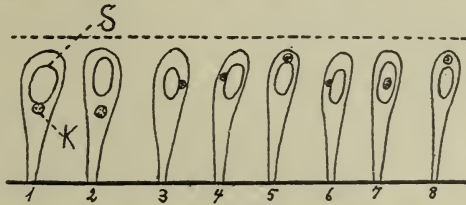


Fig. 3. Schematische Darstellung der Stellung des Kernes zum Sekret in den Kolben des Aales. — Basalmembran. obere Grenze des Epidermis.

schon im Laufe der Darstellung von der allmählichen Reduktion des Kernes verschiedentlich gesprochen. Die Textfigur 4 zeigt den Kern in verschiedenen Größenstadien.

α) Der Längsstrang der Kolbenzellen.

In einigen Kolbenzellen, durchaus nicht bei allen, findet sich in der Längsachse des Zellkörpers ein sehr feiner Strang, der von NUSBAUM und KULCZICKI in Form sehr feiner Fäserchen bei *Anguilla* festgestellt wurde. Bei *Petromyzon* waren derartige

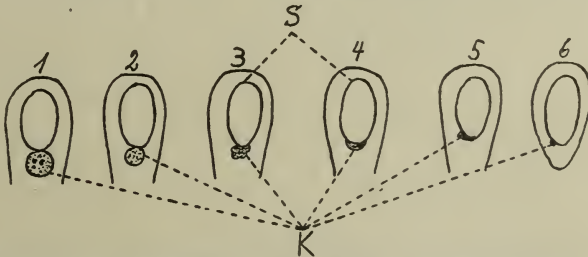


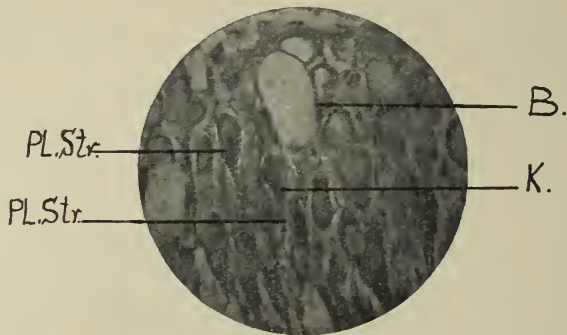
Fig. 4. Schematische Darstellung der Reduktion des Kernes in den Aalkolben.

Bildungen schon bekannt und des öfteren als Nervenfasern gedeutet worden.

Die Verfasser äußern sich über den Längsstrang wie folgt: „Im homogenen Plasma der Drüsenzelle erscheinen sehr feine Fäserchen, die sich z. B. mit Eisenhämatoxylin gut färben lassen; dieselben bestehen gewöhnlich auf einem zentral verlaufenden geschlängelten Faden, der kleine Varikositäten zeigt und feine, laterale Ästchen entsendet, und aus basalen Endverästelungen dieses Fadens, die

fast niemals die Basis der Zelle erreichen, oft aber bis zur feinen Zellmembran seitwärts gelangen. In der Nähe des Kernes erscheinen in dem hier dicker werdenden Faden sehr feine Körnchen und ein enges, mit heller Flüssigkeit gefülltes Lumen, welches in der direkten Nachbarschaft des Kernes in eine vakuolenartige Erweiterung übergeht, wo sich die erwähnte Sekretflüssigkeit ansammelt. Manchmal verlängern sich ähnliche fadenförmige Bildungen auch distalwärts, oberhalb der Sekrethöhle und enden auch hier mit feinen Verzweigungen.“

An anderer Stelle heißt es: „Das oben beschriebene System von Fäden und Kanälchen im Plasma der Drüsenzelle halten wir für Bildungen, die mit der Sekretion der Drüse innig zusammen-



Photogramm 8. Die auf einem Transversalschnitt durch die laterale Epidermis des Schwanzteiles von *Anguilla vulgaris* L. in den Kolbenzellen sichtbaren Plasmastränge. Vergr. 1:580.

hängen, was aus dem Verhalten derselben gegenüber der Sekrethöhle der Zelle klar hervorgeht.“

Nach meinen Befunden tritt zunächst in der Längsachse des Kolbens vom Kern ausgehend ein feiner, oft kaum sichtbarer Strang auf, der sich mit GRENACHER'schem Hämatoxylin bläulich färbt (Photogramm 8). Er reicht oft bis zur Basalfläche des Kolbens und zeigt an der dem Kern anliegenden Strecke eine kleine, sich allmählich nach der Basalmembran zu verjüngende Anschwellung (Textfigur 5, 1). Ich habe diesen Faden nur in solchen Kolben feststellen können, in denen der Kern unterhalb des Sekretes lag. Ich möchte den feinen Strang für in irgendwelcher Weise von dem übrigen modifizierten Plasma differenziertes Plasma halten, das mit der weiteren Sekretion in der Zelle in engem Zusammenhange steht (Textfigur 5, 1 Pl. Str.). Man könnte andererseits diesen homogenen Faden

schon für präformiertes, basophiles Sekret halten. Oft reichen die Fäden nur bis ungefähr zur Mitte der Zelle, manchmal sind sie als kleine Ansätze am Kern zu beobachten (Photogramm 8).

An Stelle dieses feinen Plasmastranges treten später feine Körnchen, die nur bei sehr starker Vergrößerung zu sehen sind, auf (Textfigur 5, 2). Auch diese Granulae tingieren sich mit Hämatoxylin blaßblau und mit Eisenhämatoxylin schwärzlich. Ich halte diese Körnchen für Sekret, das auf diesem Stadium noch basophil ist. Ein weiteres Bild (Textfigur 5, 3) zeigt, daß diese Granulae allmählich verflüssigt werden, und zwar beginnt dieser Vorgang vom Kern aus und schreitet dann weiter fort. Das verflüssigte Sekret reagiert acidophil.

Löst sich der Kolben nun von der Basalmembran los, so rundet sich der Fuß ab und mit ihm der Sekretraum, bis dann, nachdem der Kern vollständig atrophiert ist, nur noch in der abgerundeten Zelle eine große Vakuole übrigbleibt.

Bemerkt sei noch, daß in den meisten Zellen sich das Sekret einfach an irgendeiner Stelle des Kernes als kugeliges Gebilde anlegt, und daß die mit dem Auftreten eines Plasmafadens verbundenen Erscheinungen seltener sind. Ob diesem Vorgange noch

eine besondere Deutung unterzulegen ist, kann ich nicht ermessen. Wie die Darstellung zeigt, kann es sich in den feinen Fäden in keiner Weise um irgendwelche Nervenfibrillen handeln. Um jedoch ganz sicher zu gehen, wandte ich die GOLGI'sche Methode verschiedentlich an. Es ließ sich nie irgendwelche Schwärzung innerhalb der Kolben feststellen. Ebenso gelang es mir nicht, das Herantreten von Nerven zu den Kolben in irgendwelcher Weise festzustellen. Nur die Schleimzellen färbten sich dunkelbraun, die Kolben selbst tingierten sich überhaupt nicht. Ich befinde mich hier durchaus in Übereinstimmung mit F. E. SCHULZE, welcher sagt: „Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß außer diesen Nervenfasern (freie Nervenenden in der Epidermis, d. V.) in den betreffenden Epidermispartien nur die an der Oberfläche sich öffnenden Becherzellen geschwärzt erscheinen. Auch zu den Kolben, welche durchaus keine

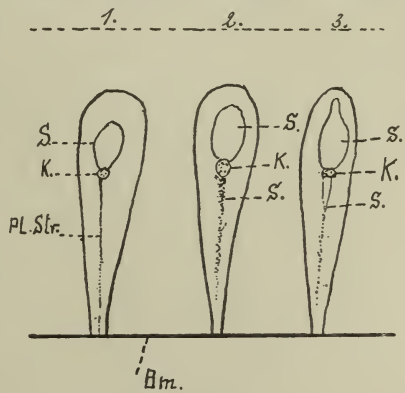


Fig. 5. Schematische Darstellung des Plasmastranges und des später an seiner Stelle befindlichen Sekretes in den Kolben des Aales. — Basalmembran. obere Grenze des Epidermis.

Schwärzung erfahren, lassen sich keine derartigen Nervenfasern verfolgen.“

Ähnlich äußern sich NUSBAUM und KULCZICKI, indem sie schreiben: „Diese Verhältnisse beweisen deutlich, daß die betreffenden Fäserchen nichts mit den Nervenfibrillen zu tun haben, wie es bei *Petromyzon* manche Forscher vermutet haben.“

Die ähnlichen Gebilde in den Kolben der Epidermis von *Leptocephalus* habe ich schon im vorhergehenden besprochen. Nur war es mir nicht möglich, das Zwischenstadium, nämlich das granuliertes Sekret, aufzufinden. Ich bin aber überzeugt, daß es auch dort auftritt. Wie es sich bei *Leptocephalus* nur um einen Plasmastrang handelt, an dessen Stelle sich später das verflüssigte acidophile Sekret befindet (Taf. XVII, Fig. 2), so kann auch hier von einer Fibrille nervöser Natur in keiner Weise die Rede sein. Die vorliegenden Verhältnisse beweisen sehr deutlich die sekretorische Funktion der Aalkolben. Ihr Sekret dient höchstwahrscheinlich ebenfalls wie das der Schleimzellen zur Glättung der Haut. Hinsichtlich des Geschlechtes scheint in bezug auf die Kolben kein Unterschied vorzuliegen. Die Kolbenzellen zeigten bei einem Weibchen, das ich untersuchte, keinerlei Differenz von dem Verhalten derselben Gebilde bei den anderen Tieren.

β) Die Epidermis- und Becherzellen.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen stehen in der untersten Schicht sehr regelmäßig nebeneinander. Sie sind mehr oder weniger rechteckig und stehen mit einer schmalen Seite auf der Basalmembran. In den älteren Lagen sind sie mehr unregelmäßig gestreckt, oft spindelförmig, um sich nahe der Oberfläche abzurunden. Die Zellen der oberflächlichen Lage bestehen aus ziemlich großen, in keiner Weise verhornten Zellen, deren Kern stets, wenn auch manchmal bereits in etwas degenerierter Form, vorhanden ist. Bekanntlich kommen nur ganz reduzierte Schuppen in der Aalepidermis vor, so daß ihre Oberfläche ganz regelmäßig erscheint.

Auf der ventralen Körperpartie, besonders in der ventralen Kopfhaut (Tafel XVIII, Fig. 4, E₂) sind mehrere der oberen Zellagen auffallend vergrößert, und in ihnen liegt der Kern im basalen Teile.

Die Entwicklung der Becherzellen ist zur Genüge bekannt. Sie entstehen offenbar nicht nur in den tiefsten Lagen, sondern auch in mittleren Epidermistteilen. F. E. SCHULZE vermutet sogar, es könnten sich noch die ältesten Epidermiszellen in Becherzellen gelegentlich umbilden. Jedenfalls hat der Autor Zellbildungen gefunden, die für diese Annahme sprechen. Die Größe und Form

der Becher variiert ganz beträchtlich in verschiedenen Hautpartien ein und desselben Tieres. In den Lippen kommen meist nur rundliche, auffallend kleine Becher vor, die fast nie eine gestreckte Gestalt annehmen. In der Zunge und auf den Kieferrändern sind die Becher ebenfalls klein und rundlich. In allen anderen Hautpartien kommen rundliche und normal becherförmige Zellen neben- und übereinander vor. Oft sind sie schon in den Mittellagen der Haut typisch becherförmig mit erweiterter Theka und verschmälertem Hals zu finden. Auch in den sich bereits nach außen öffnenden Bechern ist der Kern, der einen hellen Hof um sich gebildet hat, und in einem halbmondförmigen Plasmarest an der Basis der Zelle liegt, noch vollkommen intakt.

Der mit GRENACHER'S Hämatoxylin sich lebhaft färbende Inhalt der Theka zeigt eine maschige Struktur, Stauungserscheinungen des tropfenweise entstehenden Sekretes.

Die Pigmentzellen sind in der ganzen Epidermis in reich verästelter Form verstreut. Manchmal sind sie über der jüngsten Epidermiszellenschicht stellenweise in ziemlich regelmäßigen Reihen angeordnet aufzufinden.

Eine Basalmembran ist überall deutlich ausgebildet.

III. Die Kolben von *Petromyzon fluviatilis* L.

Die Kolben bei *Petromyzon fluviatilis* L. sind schon sehr oft untersucht. Die Epidermiszellen selbst sind zur Genüge bekannt, so daß eine detaillierte Schilderung überflüssig erscheint.

KÖLLIKER beschreibt „Schleimzellen“ in der Haut des *Ammonoetes*, die sicherlich mit den Kolben der späteren Autoren identisch sind. Daß er die Kolben falsch orientierte, und zwar mit dem Halsteil zur Oberfläche führend, ist schon oft in den einschlägigen Arbeiten erwähnt worden. — Im Innern der Zellen sah er einen Kanal, der sich im angeschwollenen Teil zu einem Hohlraum erweiterte, der die beiden Kerne enthielt. Er stellte auch die feine Streifung des Zellinhalts fest.

MAX SCHULTZE untersuchte die Kolben und ihr Verhalten im polarisierten Licht, in welchem sie doppelt brechend erscheinen. Sie bestehen nach ihm aus einem stark lichtbrechenden Stoff, in dem man die beiden Kerne von feinkörnigem Plasma umgeben, und einen in der Längsachse des Kolbens sich hinziehenden, manchmal unterbrochenen Kanal finde. Dieser Kanal soll ebenfalls mit Plasma ausgefüllt sein. Auch M. SCHULTZE stellt die Streifung des Plasmas fest. Da die Erscheinungen bei Anwendung des polarisierten Lichtes an die der quergestreiften Muskelfasern erinnern, so hielt

M. SCHULTZE die Kolben für den Muskelfasern ähnliche Gebilde. Der Autor verfolgte Büschel von senkrecht die Cutis durchsetzenden Bindegewebssträngen, die an den Fuß der Kolben herantreten und in ihrem Innern manchmal einen dünnen Faden zeigen, der dem Achsenzylinder einer Nervenfasern sehr ähnlich sieht. In einigen Fällen sollen sogar an einen Kolben zwei Fasern herantreten, die sich dann mit zwei kegelförmigen Fortsätzen des Kolbens vereinen. Infolge seiner Befunde rechnete M. SCHULTZE die Kolben zu den peripheren Nervenendigungen.

F. E. SCHULZE unterwarf die bisherigen Forschungsergebnisse einer Revision und stellte fest, daß die mit feinkörniger Masse erfüllten Hohlräume im Innern der Kolben von beträchtlicher Größe seien. Aus den Abbildungen, die der Verfasser seiner umfassenden Arbeit beigibt, sind diese Verhältnisse ersichtlich. Ein Lösen der Kolben von der Basalmembran konnte F. E. SCHULZE nicht beobachten. Er kam daher zu der Annahme, die Kolben entleerten ihren Inhalt von Zeit zu Zeit innerhalb der Epidermis. Über die Deutung der physiologischen Funktion äußert F. E. SCHULZE, die Kolben verhielten sich ähnlich wie die Zellen unserer Hauttalgdrüsen.

FOETTINGER stimmt im allgemeinen mit den Ansichten F. E. SCHULZE'S überein. Über die Konsistenz des Kolbeninhalts gibt er an: „Ce contenu paraît être formé d'une série de lamelles enboîtées les unes dans les autres...“ In den Zellen treten zwei Kerne von feinkörnigem Plasma umgeben auf. FOETTINGER stellte fest, daß sich die Kolben von der Basalmembran lösen. Als jüngste Stadien traf er eiförmige Zellen an, die mit dem breiten Teil auf der Cutis aufsitzen. Die erwachsenen Zellen sind kolbenförmig, und ihr Inneres ist konzentrisch gestreift. Im Halse verläuft die Streifung mit der Seitenfläche parallel.

Nach Ansicht des Verfassers findet ein Ausfluß des Kolbeninhalts nicht statt, wie etwa bei den Becherzellen, die nach außen ihr Sekret durch eine Öffnung ausgeben. Es findet vielmehr eine Zerquetschung der Kolben zwischen den Epidermiszellen statt. Das Sekret steigt in die Höhe und breitet sich auf der Oberfläche der Haut aus. Die Kerne verschwinden dabei. An Stelle der ausgetretenen Kolben bleiben Vakuolen zurück, von denen es heißt: „On voit qu'il existe un certain nombre de vacuoles remplies d'un liquide clair, mais dont les contours sont légèrement granuleux. Il n'y a pas de noyau à l'intérieur.“

Zu sehr merkwürdigen Ergebnissen über die Natur der Kolbenzellen gelangt POGOJEFF.

Der Verfasser legt mit MAX SCHULTZE den Kolbenzellen nervösen Charakter bei. Eine Trennung der Kolben von der Basalmembran hat der Verfasser nicht beobachtet. Er sagt: „Mit ihren unteren Enden lagern sämtliche Kolben dem Corium an.“

Ebenso wie MAX SCHULTZE stellte er an in salpetersaurem Silber behandelten Kolben eine Querstreifung des Halses und eine konzentrische Streifung im erweiterten Teil des Kolbens fest. Im Innern des Kolbens sah er einen Zylinder. Nach Behandlung mit Gold treten im oberen Teil des Kolbens scharf markierte konzentrische Streifen, „an denen man stellenweise kleine Punkte wahrnehmen kann, welche sich wie kleine Zellen ausmachen“. „Dieses Bild erinnert sehr an das Aussehen der äußeren Hülle von PACINI'schen, HERBET'schen, GRANDRI'schen Körpern, mit anderen Worten, wir können mit Recht sagen: die Kolben sind ausgerüstet mit einer äußeren, endothelialen Hülle, welche mit kleinen Zellen besetzt ist.“

Das Plasmaklumpchen um den Kern herum ist nach POGOJEFF „ein wohl organisierter Körper in Form eines Kolbens, welcher an den Seiten mit kaum wahrnehmbaren Schüppchen oder richtiger Pünktchen besetzt ist und in seinem oberen Teil in der Tat zwei Kerne, oder wie es uns scheint, zwei Zellen, eine jede von ihnen mit einem Kern ausgerüstet, trägt“. Und dann heißt es weiter: „Von diesem inneren Zylinder aus zieht gegen den unteren Teil des Kolbens, dem Halse desselben entlang ein Faden, welcher, stellenweise unterbrochen, die äußerste Grenze des Kolbens erreicht, ja sogar, wenn auch in selten beobachteten Fällen, dieselbe verläßt.“ Nach der Behandlung mit Gold nimmt nach POGOJEFF dieses Gebilde eine intensiv violette Farbe an. Der übrige Teil des Kolbens bleibt dagegen gänzlich ungefärbt. „Der Faden im Inneren des Kolbens hat bisweilen Ähnlichkeit mit einem Achsenzylinder, welchem in seinem Verlaufe außerordentlich kleine Zellen in Form von Varikositäten anhaften.“ Diese Eigentümlichkeiten hat der Verfasser fast nie in einem Kolben vereinigt gefunden. Der innere Zylinder besteht der nach Ansicht des Autors aus einer körnigen Substanz „und dient gleichsam als Kissen für den in ihn eintretenden Nerv, welcher nach mehrfachen Windungen „in den kleinen Zellen endet“. „Es sind diese kleinen Zellen die eigentlichen Endapparate der sensiblen Nerven.“

Direkt an die Kolben ansetzende Nerven hat POGOJEFF nicht beobachten können, obgleich er im Corion oft zum Epithel verlaufende Nervenfasern, die sich in feine Ästchen auflösten, gesehen hat. Trotzdem ist der Autor von der nervösen Natur der Kolben durchaus überzeugt.

Offenbar hat POGOJEFF auch von der Basalmembran losgelöste Kolben gesehen, er glaubt aber dann Schrägschnitte vor sich gehabt zu haben.

Daß POGOJEFF die im Kolben auftretenden Erscheinungen durchaus falsch gedeutet hat, wird aus der späteren Darlegung hervorgehen.

RETZIUS untersuchte besonders die Nervenendigungen in der Haut der Petromyzonten und kommt zu folgendem Resultate: „Die Kolbenzellen, welche seit ihrer Entwicklung hin und wieder als etwaige Nervendapparate betrachtet worden sind, haben offenbar keine derartige Bedeutung. Man sieht sie zwar die Nervenfasern erreichen, diese Fasern biegen sich aber um ihre Wölbung herum und setzen ihren Weg weiter nach außen hin fort, um in der gewöhnlichen Weise interzellulär und mit freien Endästen zu endigen.“

KAPELKIN schließt sich im großen und ganzen der Auffassung POGOJEFF'S an. Er sagt wörtlich: „Mit viel größerer Sicherheit kann man von der Existenz im Innern des Kolbens eines dünnen nervösen Achsenzylinders reden, da sogar bei jeder Bearbeitung man ein dünnes Fäserchen sehen kann, welches nach unten vom Klümpchen des feinkörnigen Plasmas geht und in seinem Verlauf schwache Belgungen bildet.“ Auf Schnitten, parallel zur Körperoberfläche, sah der Autor den homogenen Stoff konzentrisch um das Fäserchen herumgelagert. Nach Behandlung mit Golgi nahm das Fäserchen eine sehr dunkle Farbe an und zeigte deutlich variköse Verdickungen. Er sieht sich daher veranlaßt, die feine Faser für einen nervösen Achsenzylinder zu halten.

Nach FUSARI treten die Kolbenzellen nicht in Verbindung mit Nerven, und MARENGHI, der ebenfalls nach der GOLGI'schen Methode arbeitete, konnte dieselben Resultate zeitigen. Auf den Bildern, die MARENGHI seiner Arbeit beigefügt hat, sieht man die Nerven entweder frei endigen oder nur in Verbindung mit spezifischen Sinneszellen.

In seinem Lehrbuch der Vergleichenden Histologie geht K. C. SCHNEIDER, nachdem er das Epiderm von *Ammocoetes* besprochen hat, auch auf die Kolbenzellen ein. Es wird zunächst ihre äußere Form beschrieben. Dann heißt es: „In der Achsenlinie der Zelle findet sich ein durchlaufender zarter Streifen, der meist in locker geordnete Körnerbrocken aufgelöst erscheint. An günstigen Präparaten läßt sich nachweisen, daß er aus einer oder aus einem Paar, bei Eisenhämatoxylinfärbung, Fibrillen in engspiraliger Aufwindung besteht, die im distalen Zelldrittel undeutlich werden.“

Der Form nach sind die Fibrillen zweifellos Neurofibrillen, so daß also die Kolbenzellen als Sinneszellen aufzufassen wären. Ob eine Verbindung der Zellen mit Nervenfasern vorliegt, bleibt unbekannt.“

Die konzentrischen Schichtlinien im Plasma sollen nach K. C. SCHNEIDER von Fibrillen vorgetäuscht werden. „Die Fibrillen beginnen an der basalen Fläche und steigen, in starker Windung den axialen Bereich umziehend, in der Zelle empor, wobei verschiedene Gruppen von Fibrillen in verschiedener Richtung gewunden verlaufen.“

In seiner Figur bildet K. C. SCHNEIDER einen Kolben mit zwei Kernen und einer Neuro- sowie einer Stützfibrille ab.

Wie man sieht, stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Der eine Teil der Forscher schreibt den Kolben sekretorische resp. exkretorische Funktion zu, der andere sieht in ihnen mehr oder weniger hochkomplizierte Nervenendigungen. Auf der einen Seite befinden sich KÖLLIKER, F. E. SCHULZE, FOETTINGER, RETZIUS, MAURER, FUSARI, MARENGHI, OXNER, NUSBAUM und KULCZICKI*), auf der anderen MAX SCHULTZE, POGOJEFF, KAPELKIN und K. C. SCHNEIDER.

a) Der Längsstrang in den Kolben.

Mein Hauptaugenmerk richtete ich auf die Untersuchung des Achsenfadens und sein Verhalten während der Entwicklung der Kolbenzelle.

Zunächst suchte ich festzustellen, ob die Kolben sich von der Basalmembran loslösen, oder ob sie, wie es von einigen Untersuchern behauptet wurde, zeitlebens auf der Membran festsitzen bleiben. Es stellte sich heraus, daß die Kolbenzellen tatsächlich sich ablösen und zur Oberfläche wandern (Taf. XX, Fig. 3). Als jüngstes Stadium in der Entwicklungsreihe der Kolben sah ich stets kleine Elemente mit beinahe parallelen Seiten, die die untersten Epidermiszellen nur wenig überragten, aber immer schon zwei Kerne aufwiesen (Taf. XX, Fig. 3, Kb₁). Eine Kernteilung habe ich nicht beobachten können. Auch gelang es mir nicht, noch jüngere Stadien der Kolben, die doch offenbar vorhanden sein müssen, festzustellen.

Die von in Pikrinsäure, Sublimat, Eisessig konservierten Tieren stammenden Schnitte wurden nach CAJAL im umgekehrter Reihenfolge behandelt. Die Kolben zeigten eine grünlich-gelbliche Tinktion,

*) E. PAWLOWSKY untersuchte die Haut von *Schizothorax intermedius* und *Capoeta heratensis* und spricht den bei diesen Spezies vorkommenden Kolbenzellen ebenfalls sekretorische Funktion zu. NORDQUIST vertritt für *Tinca vulgaris* dieselbe Ansicht.

die „Fibrillen“ und Kerne waren rötlich gefärbt. Nach Nachfärbung in Hämatoxylin erschien der Kolbeninhalt gelb und die Kerne sowie der Plasmastrang blau.

Die Kolben sind im Verhältnis zu den Epidermiszellen und im Vergleich zu den Kolben des Aales sehr groß. Die Kerne nehmen, wie schon oft beobachtet wurde, eine sehr verschiedene Lage im Plasma der Zelle ein. Meist liegen sie jedoch dicht nebeneinander. Das Plasma ist schon auf der jüngsten beobachteten Entwicklungsstufe total modifiziert, was aus seinem färberischen Verhalten hervorgeht.

Die Zelle wächst in ähnlicher Weise wie bei *Anguilla*, erreicht schließlich eine ganz bedeutende Größe und durchsetzt zehn bis zwölf Epidermisschichten, ohne daß der Fuß sich von der Basalmembran, die auch bei *Petromyzon* deutlich ausgebildet ist, loslöst. Es verschmälert sich der ursprünglich sehr breite Fuß im Laufe der Entwicklung, bis er sich loslöst und etwas abrundet (Taf. XX, Fig. 3). Dicht unter der Epidermisoberfläche trifft man Kolben, die offenbar eine starke Reduktion erfahren haben (Taf. XX, Fig. 3, Kb₃; Textfigur 6, 5), denn sie sind auffallend klein im Verhältnis zu den in mittleren Lagen liegenden Kolben. Ein Heraustreten des Kolbens aus der Epidermis habe ich nicht feststellen können. Die Kolben lagen immer noch von mindestens einer Zellschicht überlagert in dem Epiderm. Die Mehrkernigkeit (F. E. SCHULZE stellte oft drei Kerne fest) ist schon oben erwähnt worden. Das Plasma zeigt ein wesentlich anderes Verhalten als bei *Anguilla*. Zunächst ist es ausgesprochen acidophil und färbt sich mit Säuren durchaus gelb, während sich das modifizierte Plasma bei *Anguilla* nur schwach mit sauren Farbstoffen tingierte. Es liegt also auf der Hand, daß bei *Petromyzon fluviatilis* das Plasma noch in etwas anderer Art umgewandelt sein muß als bei *Anguilla*. Auch unterscheidet es sich in bezug auf seine auffallende, in der Tat bestehende, Schichtung vom Plasma der *Anguilla*, das stets homogen bleibt. Auch ich konnte eine im oberen Teil des Kolbens konzentrische Schichtung feststellen (Taf. XX, Fig. 3, SL)*). Diese nur äußerst schwach sichtbaren Schichtlinien sind vielleicht der sukzessiven, aller Voraussicht nach vom Kern ausgehenden Umbildung des Plasmas zuzuschreiben. Allem Anschein nach tritt, bevor sich das Sekret bildet, diese Modifizierung ein. Nervenfibrillen, die sogar kleine Knötchen aufwiesen, wie POGOJEFF will, sind in dieser Erscheinung sicherlich nicht zu suchen. Daß die Schichtung nur unter dem Einfluß der Konservierungsflüssigkeit hervortritt, also demnach ein Kunstprodukt

*) Auf der Tafel nicht deutlich gekommen.

wäre, ist auch nicht sehr wahrscheinlich. Ähnliche Erscheinungen sind in einer neuerdings erschienenen Arbeit über die Histologie der Hypophysis cerebri von W. STENDEL beobachtet worden. Der Verfasser hat im Zwischenlappen der Hypophysis eines indischen Elefanten Drüsenzellen gefunden, die nach Ansicht des Autors bereits der Histolyse verfallen waren. Die Kolloidballen, also das Sekret, zeigten im Innern Zentren mit konzentrischer Schichtung, die STENDEL für Anzeichen der Degeneration hält.

Wir wenden uns nun zu den Vorgängen in der Fibrille. In einigen Kolbenzellen sieht man, wie schon gesagt, einen in der größten Achse des Kolbens von den Kernen ausgehenden, in Hämatoxylin sich blau färbenden, deutlich hervortretenden Strang. Auch bei stärkster Vergrößerung bleibt dieser Strang homogen. Oft liegen die Kerne in solchen mit einem feinen homogenen Achsenfaden versehenen Zellen sehr weit in den der Basalmembran entgegengesetzten Teil vorgerückt. Sie sind von einem sehr feinkörnigen Plasma umgeben, und dieses Plasma entsendet einen allmählich sich nach der Basis der Zelle zu verjüngenden Faden. Wir hätten also in der sogenannten „Fibrille“ einen Plasmastrang vor uns, ganz ähnlich wie wir ihn bei *Leptocephalus* und *Anguilla* bereits festgestellt haben. Der Faden ist manchmal noch in älteren Zellen zu finden (Taf. XX, Fig. 3, Pl. Str.), während er in manchen Fällen schon auf sehr frühzeitiger Entwicklungsstufe den später zu besprechenden Veränderungen unterliegt (Taf. XX, Fig. 4, 5). Die Textfigur 7 zeigt unter 1 einen solchen Faden, der sich an das Plasma um die Kerne herum ansetzt.

Eine spiralige Aufrollung des Fadens habe ich ebenfalls gesehen. Es ist dies aber stets eine Schrumpfungerscheinung, denn ein solcher Faden tritt stets ausschließlich in solchen Kolben auf, die ebenfalls infolge der Konservierungsflüssigkeit deformiert sind und sich ganz von den angrenzenden Epidermiszellen gelöst haben, so daß zwischen Kolben und Epidermiszellen ein Hohlraum entsteht. Der Fuß solcher Zellen zeigt deutliche Verwerfungen und Verziehungen. Die Feststellung K. C. SCHNEIDER's, es handle sich um zwei Fibrillen, führe ich auf den Umstand zurück, daß der Faden manchmal Varikositäten aufweist, die leicht eine derartige Deutung, wie sie K. C. SCHNEIDER bringt, hervorrufen können.

An Stelle des feinen Fadens, den ich, wie schon gesagt, für Plasma halte, tritt in einer späteren Entwicklungsstufe das oft sehr grobgranulierte Sekret auf, welches basophil reagiert. Es ist das körnige Plasma der früheren Autoren (Textfig. 7, 2). Dieser

granulierte Strang ist nicht gleichmäßig. Er zeigt vielmehr an verschiedenen Stellen Verdickungen in Form von Knoten, manchmal ist er nach der Basis der Zelle zu verdickt (Taf. XX, Fig. 4). Öfters treten seitliche Äste auf, die vom Hauptstrang der körnigen Masse ausgehen und sich in das Plasma hinein fortsetzen (Taf. XX, Fig. 4, 5).

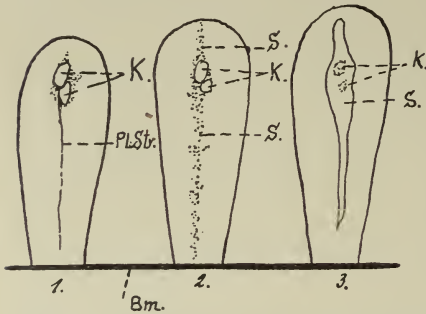


Fig. 7. Auftreten des Plasmastranges, Entstehung des granulierten Sekretes und der mit acidophilen Sekret angefüllten Vakuole in den Kolben von *Petromyza fluviatilis* L. — Basalmembran. obere Grenze des Epidermis. (Schematisch.)

Dieses körnige Sekret wird nun verflüssigt, und zwar beginnt der Vorgang um den Kern herum, so daß wir die Sekretvakuole zunächst um den Kern herum vorfinden. Die Verflüssigung schreitet dann weiter fort in der Richtung des früheren Plasmastranges. Man sieht öfters auf Schnitten Kolben, bei denen schon die Hälfte des granulierten Sekrets verflüssigt ist, während der Rest noch als granulierter Strang vorhanden ist. Im Laufe der Reifevorgänge wird aber alles Sekret bis zur

Basis des Kolbens verflüssigt. Das nun vorliegende reife Sekret reagiert acidophil. Es entstehen Bilder, wie eines in Textfigur 7 unter 3 abgebildet ist. Mit der Loslösung und partiellen Abrundung

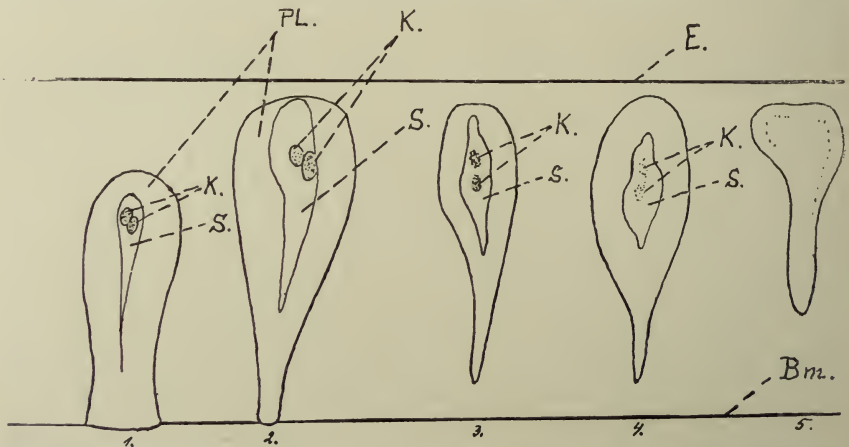


Fig. 6. Schematische Darstellung des LoslöSENS des Kolbens von der Basalmembran, der Reduktion der Kerne und der Lage der Sekretvakuole in den Kolben von *Petromyza fluviatilis* L.

des Kolbens ist auch ein entsprechender Vorgang bei der Sekretvakuole festzustellen (Textfigur 6 unter 2, 3 und 4). Die Form der Vakuole ist sehr unregelmäßig und zeigt verschiedentlich Ausbuchtungen.

Der Kern unterliegt einer Reduktion (Textfigur 6 unter 3 und 4). In einigen Zellen sind in der Sekretvakuole nur noch einige Bröckchen, Reste der Kerne, bemerkbar. Die Kerne liegen meist in der Mitte des Sekretes, öfter aber auch an den Wänden der Sekretvakuole. Eine völlige Reduktion scheint erst relativ spät einzutreten, jedenfalls viel später als beim Aal. Man sieht oft noch in sichtlich degenerierten Kolben, die dicht unter der Oberfläche liegen, mindestens einen Kern erhalten, jedoch atrophiert auch dieser schließlich vollständig (Textfigur 6 unter 5).

In einem Punkte unterscheiden sich die Kolbenzellen von *Petromyzon fluviatilis* in ihrem Verhalten wesentlich von den ähnlichen Gebilden bei *Anguilla*. Es erweckt nämlich den Anschein, als ob das Sekret in den Kolben von *Petromyzon* in irgendwelcher Weise während des Emporrückens nach der Oberfläche verausgabt würde, was bei *Anguilla* nie der Fall ist, und zwar kann dieses nur in den obersten Schichten der Epidermis geschehen, da in den mittleren die Kolben noch alle Sekret führen und die natürliche Größe und Gestalt aufweisen. In einem Kolben, der dicht unter der Oberfläche liegt, fehlen nicht nur die Kerne gänzlich, man kann auch keine Spur des Sekretes mehr auffinden. Ich nehme daher an, daß die sehr geschrumpfte Zelle nur noch aus dem modifizierten Plasma besteht.

Es wäre immerhin möglich, daß noch Reste des Sekrets vorhanden sind, die sich nun infolge ihrer übereinstimmenden Färbung mit dem Plasma der Zelle nicht feststellen lassen. Aber eine Materialabgabe hat entschieden stattgefunden. Dafür spricht die sehr stark vorgeschrittene Verkleinerung der Zelle, welche oft nur noch ein Drittel so groß ist, wie die in mittleren Lagen befindlichen Kolben. Es kann nun eigentlich nur das Sekret verausgabt worden sein, und die Beobachtung, daß in den dicht unter der Oberfläche liegenden Kolben kein Sekret mehr zu erkennen ist, würde durch die vorangehende Überlegung auch theoretisch gestützt. Auf welche Weise die Entleerung des Sekrets vor sich geht, kann ich nicht sagen. Eine Öffnung habe ich nicht beobachtet. Wahrscheinlich wird die Ausscheidung durch Diffusion erfolgen.

Über die definitive, am Schluß der Entwicklung erlangte Gestalt ist zu sagen, daß eine vollständig kugelige Form, wie bei *Anguilla*,

an dem Kolben des *Petromyzon* nie festzustellen ist. Er weist immer noch einen zur Basalmembran gerichteten Fuß auf (Taf. XX, Fig. 3, Kb₃). (Textfigur 6 unter 5.)

Ich komme zu folgendem Resultat: Die Kolbenzellen sind bei *Petromyzon fluviatilis* L. ebensowenig nervöse Elemente wie bei *Anguilla* und *Leptocephalus*. Sie sind einzellige Drüsen, denen sekretorische Funktion zukommt. Von einem Exkret kann nicht die Rede sein, da die Kolben offensichtlich ihr Sekret in den oberen Zellschichten der Epidermis entleeren. Wahrscheinlich wird der plasmatische Restbestand allmählich mit den oberen Epidermzellen abgerieben. Ob in den dicht unter der Oberfläche liegenden, stark reduzierten Zellen nicht doch noch Sekretreste vorhanden sind, will ich nicht entscheiden, da es, wie ich bereits bemerkte, nicht unmöglich ist, daß das Sekret fast dieselbe Färbung besitzt, wie das modifizierte Kolbenplasma. Höchstwahrscheinlich jedoch hat man in den ältesten Kolben sekretlose Zellen zu sehen.

IV. Die Kolben von *Petromyzon planeri* BL.

MAX SCHULTZE äußert sich über die Kolben von *Petromyzon planeri* BL. folgendermaßen: „Eigentümlich fand ich die Gestalt der Kolben bei einem Exemplare von *Petromyzon planeri* BL., insofern dieselben hier nicht mehr oval oder in Form einer abgestumpften Glasglocke erschienen. Das Protoplasma setzte sich bei diesen von der Mitte in einen bis an das untere Ende reichenden Kanal fort, welcher so weit war, daß oft einer von den beiden runden Kernen, die stets im Protoplasma gefunden werden, in diesem Kanal ganz nahe am unteren Ende lag.“

Sehr eingehend sind die Kolben von *Petromyzon planeri* BL. von H. MÜLLER behandelt. Er beobachtete, wie sich die Zellen von der Basalmembran loslösten, sich abrundeten und keinerlei Fortsatz mehr zur Cutis aufwiesen. Er schreibt: „Wieder andere, wohl ausgebildete Exemplare des kleinen *Petromyzon* zeigten die in mittlerer Menge vorhandenen Kolben durch junge, indifferente Zellen von der Cutis verdrängt, und zu eigentümlichen Formen umgebildet. . . . Unter manchen Kolben stand eine junge Zelle, deren oben abgerundetes Ende in einer tiefen Höhle des Kolbens steckte. . . . Diese Formen lassen kaum eine andere Deutung zu, als daß die Kolben von jungen Zellen verdrängt werden.“

Der Verfasser stellt in seinen der Arbeit beigegebenen Figuren eine ganze Entwicklungsreihe von Kolbenzellen auf, die mit kleinen halbkugeligen Elementen beginnt, über die mit breitem Fuß ver-

sehenen Kolben geht, schließlich nur noch einen sehr schmalen Fortsatz aufweist, und zuletzt sich ablöst.

Von einem Auftreten des Fadens im Innern der Kolbenzelle spricht er nicht. Da er aber beim ebenfalls von ihm untersuchten *Petromyzon fluviatilis* L. die feine, in der Längsachse verlaufende Fibrille sah, hält er die von M. SCHULZE geäußerte Ansicht über die physiologische Funktion der Kolben für wahrscheinlich, aber nicht für bewiesen.

F. E. SCHULZE bestätigt die Beobachtungen H. MÜLLER's und gibt an: „In der obersten Epidermisschicht endlich trifft man nur noch unregelmäßig rundliche oder selbst platt kuchenförmige Kolben an, welche sich, ... durch Kleinheit, Fehlen des körnigen Protoplasmas und eines deutlichen Kernes, sowie durch besonders starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichnen. Solche veränderte Kolben habe ich vielfach dicht unter der äußersten Zellenlage gefunden, so daß wohl kein Zweifel darüber bestehen kann, daß sie beim Ausfallen einer darüber liegenden Zelle selbst auf die Oberfläche dieses Fisches gelangen.“

Die auf Tafel VII, Fig. 1 von F. E. SCHULZE reproduzierte Zeichnung erläutert diese Verhältnisse.

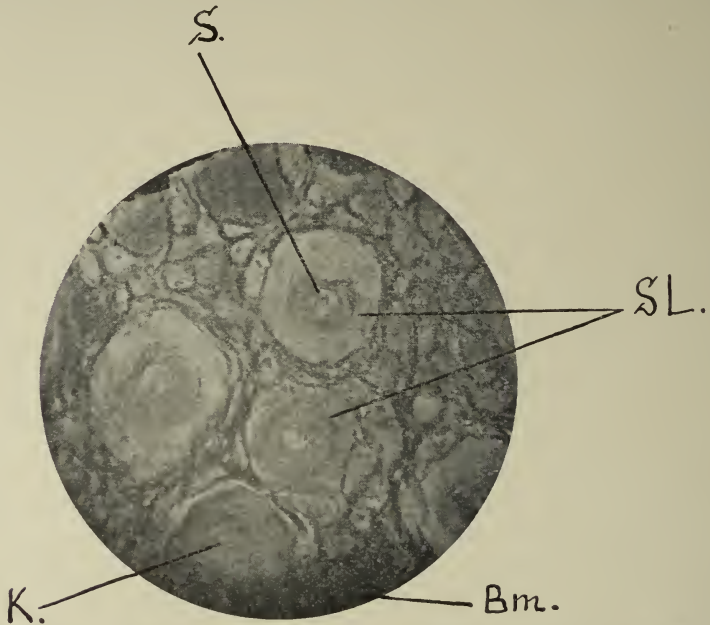
LANGERHANS hat merkwürdigerweise keine Schleimzellen der Epidermis des *Petromyzon planeri* gefunden. In betreff des Baues der Kolbenzellen erklärt er sich mit F. E. SCHULZE für einverstanden, doch glaubt er nicht an eine sekretorische Funktion der Kolben, da er nie in den oberen Schichten des Epiderms Kolben gesehen hat.

FOETTINGER hat ebenfalls die Kolben von *Petr. planeri* BL. untersucht und kommt zu dem Resultat: Or, par des coupes transversales, j'ai pu m'assurer que parmi ces massues il y en a qui s'écartent du derme et que d'autres sortent même de l'épiderme pour s'étaler a sa surface.“

Ich untersuchte die Kolbenzellen an einem in FLEMMING'scher Lösung konservierten Exemplar und fand nur solche, die auf der Basalmembran festsaßen, und zwar in verschiedener Größe in sehr regelmäßiger Verteilung über sämtliche Teile der Epidermis. Da nun verschiedene Autoren dieselbe Erscheinung beobachtet haben, z. B. F. E. SCHULZE für *Petromyzon fluviatilis* L., so nehme ich an, daß die Reife und Loslösung der Kolben von der Basalmembran, durch die Jahreszeit bedingt wird, obgleich OXNER angegeben hat, daß die Jahreszeiten keinen direkten Einfluß auf das Vorkommen und die Verteilung der Kolben ausübt. Einen ähnlichen Fall konnte MAURER bei einem *Barbus fluviatilis* feststellen, bei dem alle Kolbenzellen gleichmäßig ausgebildet waren und keine sich von der Basalmembran losgelöst hatte.

Ich kann leider nicht angeben, wann das von mir untersuchte Tier erbeutet wurde.

Das Plasma in den Zellen weist ebenfalls wie bei *Petromyzon fluviatilis* L. eine Schichtung auf, was auf dem Photogramm 9, das nach



Photogramm 9. Flächenschnitt durch die Epidermis von *Petromyzon planeri* Bl., welcher die Schichtlinien im Plasma deutlich zeigt. Flemming, Pikrius, Säurefuchsin, Gren. Haemat. Vergr. 1:800.

einem Flächenschnitt hergestellt wurde, deutlich sichtbar ist. Die beigefügte Textfigur 8 illustriert diese Angabe ebenfalls.

Ursprünglich, in sehr jungen Zellen, ist die Schichtung konzentrisch um die Kerne herum gelagert (Textfigur 8, 1). Später

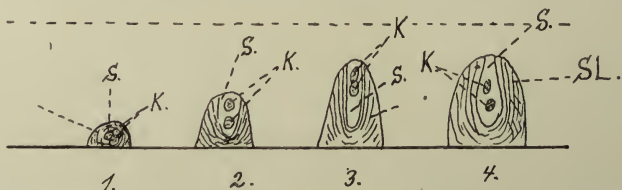


Fig. 8. Anlage des Sekretes in den Kolben von *Petromyzon planeri* Bl. und Schichtung des Plasmas. (Schematisch.)

wird sie an den Stellen, wo sich das Sekret bildet, durchbrochen, und mit dem Wachstum der Zelle nehmen die Schichtlinien eine immer gestrecktere Form an, bis sie zuletzt fast senkrecht zur

Basalmembran stehen. Ich habe in den Kolben keinen in der Längsachse liegenden Strang sehen können.

Die Kolben sind ebenfalls, wie bei *Petromyzon fluviatilis* L. sekretführend. Es befindet sich oft schon in sehr jungen Kolben, die noch kleine Hügelchen darstellen, um die Kerne herum ein vom modifizierten Plasma, welches typisch acidophil ist, sich gut abhebender Tropfen (Textfigur 8 unter 1), welcher ebenfalls sauer reagiert, sich aber bedeutend heller tingiert. In etwas größeren Kolben hat sich dieses Sekret nach dem oberen Teil der Zelle hinaufgezogen und kommt in mehr gestreckter Form vor. Oft kann man auch eine unregelmäßige Gestalt des Sekrettropfens bemerken, wie sie in Textfigur 8 unter 4 dargestellt ist. Es hat den Anschein, als wenn dieses Sekret auf einem bestimmten Stadium körnig wäre, entsprechend den ähnlichen Erscheinungen bei *Petromyzon fluviatilis* L. Ich fand im oberen Teile einiger Kolben sich in Hämatoxylin schwach färbende, sehr feine Granulae, welche mir Reste dieses basophilen Sekretes zu sein schienen. Vorgänge, wie bei *Petromyzon fluviatilis* L., konnte ich bei *planeri* nicht feststellen.

Eine Öffnung in der Oberfläche des Kolbens, aus welcher das Sekret heraustreten könnte, habe ich nicht gefunden. Eine solche ist auch nicht anzunehmen, da wir ja nach den Untersuchungen von H. MÜLLER und F. E. SCHULZE wissen, daß auch bei *Petr. planeri* BL. die Kolben sich von der Basalmembran loslösen. Ob eine Sekretaussgabe, wie ich sie bei *Petromyzon fluviatilis* L. beobachtet habe, in den obersten Schichten der Epidermis stattfindet, kann ich nicht sagen, weil bei dem von mir untersuchten Exemplare die Kolben alle auf der Basalmembran festsaßen.

Wie besonders aus den Ausführungen von H. MÜLLER und F. E. SCHULZE hervorgeht, kann es sich bei den Kolben von *Petromyzon planeri* BL. auch nur um einzellige drüsige Gebilde sekretorischer Funktion handeln. Nervöse Elemente liegen hier ebensowenig vor, wie bei *Leptocephalus*, *Anguilla* und *Petromyzon fluviatilis* L.

V. Vergleich der Kolben bei bisher untersuchten Fischarten.

OXNER stellt in seiner Arbeit 39 Arten von Fischen zusammen, bei denen er die Kolbenzellen untersucht hat. In dieser Aufzählung sind auch die von früheren Autoren behandelten Spezies aufgeführt. Aus der Liste ist ersichtlich, daß Kolben bei Knochenfischen nur bei Physostomen vorkommen, mit Ausnahme der Familien der

Salmoniden*). Nach der Ansicht OXNER'S ist es noch nicht sicher, ob die kolbenförmigen Gebilde der Gadiden und eine Anzahl von marinen Acanthopteren als wirkliche Kolbenzellen zu betrachten sind. Bei sehr nahe verwandten Familien können die Kolben fehlen oder vorhanden sein.

Gestalt und Lage der Kolben ist bei allen Gattungen sehr variabel und hängt von dem jeweiligen Entwicklungsstadium ab. Die jüngsten Kolben sitzen auf der Basalmembran und haben, wie OXNER schreibt, Form und Größe der zylindrischen Zellen des *Stratum germinativum*. Die Kolben rücken unter Wachstumserscheinungen in die mittleren Lagen der Epidermis hinauf und lösen sich von der Basalmembran gänzlich los. Hier wird die typische Kolbengestalt erreicht. Die Kolben nehmen von nun an während des Emporrückens immer mehr an Volumen ab, werden rundlich, manchmal abgeplattet und rücken ganz dicht unter die freie Oberfläche. Schließlich werden sie wahrscheinlich nach der Ansicht OXNER'S nach außen abgestoßen. Während ihres Hinaufwanderns erleiden sie durch die Druckwirkung der angrenzenden Zellen oft Deformationen. Die Gestalt der Kolben hängt außerdem von der Dicke der Epidermis ab.

Die Vorgänge im Kern sind bei allen Kolben ziemlich übereinstimmend, insofern nämlich, als mit einer anfänglichen Vergrößerung des Kernes unter Nucleolenbildung während des Wachstums der Zelle, eine spätere Reduktion verbunden ist, die zur völligen Auflösung des Kernes in den reifen Kolbenzellen führt.

Nach meinen Befunden entsteht das Sekret bei *Leptocephalus* nicht intranukleär, wie OXNER angibt, sondern tritt ebenso wie bei *Anguilla* und den Petromyzonten zuerst im mehr oder weniger modifizierten Plasma auf. In den Kolben der meisten Fische wird kein vom Plasma differenziertes Sekret gebildet, vielmehr unterliegt das Plasma selbst einer totalen Umwandlung. Bereits F. E. SCHULZE stellte diesen Hauptunterschied der Kolben untereinander fest. F. E. SCHULZE schreibt: „Ein sehr in die Augen fallender Unterschied ergibt sich zunächst zwischen den Kolben von *Leuciscus*, *Tinca*, *Cobitis* und *Silurus* einerseits und denjenigen von *Petromyzon* und *Anguilla* andererseits dadurch, daß bei jenen vier Physostomen im Innern der gleichmäßig und ziemlich stark lichtbrechenden Substanz, welche die Hauptmasse des ganzen Kolbens bildet, sich stets nur ein bläschenförmiger Kern mit oft verschwindend wenig

*) Von PAWLOWSKY wurde *Schizothorax* und *Capreta*, von NORDQUIST *Tinca vulgaris* untersucht.

feinkörnigem Protoplasma befindet, während bei den meisten Kolben der Aalhaut und fast allen größeren der Neunaugenepidermis sich neben diesem Protoplasma mit einem oder zwei Kernen noch ein eigentümlicher mehr oder minder scharf begrenzter rundlicher Hohlraum angetroffen wird, welcher mit einer dünnflüssigen, hellen, weniger stark lichtbrechenden Substanz gefüllt erscheint.“

Hier ist also schon die Einteilung der Kolben in solche ohne vom übrigen Plasma differenziertes Sekret und solche, in denen es zur Ausbildung einer abgesetzten Sekretvakuole kommt, gegeben.

Wir haben im Laufe der Untersuchungen gesehen, wie in den Kolben von *Petromyzon fluviatilis* L. und *Petr. planeri* BL. sowie auch bei *Leptocephalus* und *Anguilla* in den Zellen Sekret gebildet wird.

MAURER studierte unter anderem auch die Haut von *Barbus fluviatilis* AG., und aus seinen Ausführungen sowohl als nach seiner Abbildung möchte ich schließen, daß bei der Barbe ebenfalls Kolben vorliegen, die in ähnlicher Weise ein Sekret ausbilden, wie *Petromyzon fluviatilis* L. und *Anguilla vulgaris* L.

Nach OXNER's Meinung stellen die Kolben von *Cyprinus carpio* L. eine Übergangsform zwischen gewöhnlichen Kolbenzellen und denjenigen, bei welchen es zur Ausbildung eines besonderen Sekretes kommt, dar. MAURER schreibt den Kolbenzellen exkretorische Funktion zu. Auch dieser Autor hat durchweg beobachtet, wie die Kolben als ganze Gebilde, nach Erreichung der Oberfläche, abgestoßen werden. Er, wie auch später OXNER, wollen außerdem die Kolben als Stützelemente der Epidermis auffassen. OXNER schließt sich der Ansicht MAURER's in betreff des exkretorischen Charakters der Kolbenzellen an, indem er anführt, es käme zur Ausbildung spezifischer Produkte in ihnen, die nach außen befördert würden.

Ich muß die Deutung, die naheliegendste und zugleich wahrscheinlichste vorziehen, nämlich in den Kolben durchweg sekretorische einzellige Gebilde zu sehen, die den Zweck haben, die Oberfläche zu glätten. Nebenbei mögen sie noch andere Funktionen haben, die sich bisher nicht haben ermitteln lassen. Ihr Sekret könnte z. B. irgendwelche Substanzen zum Schutz der Epidermis gegen Parasiten enthalten. Für die Annahme der rein sekretorischen Tätigkeit spricht vor allem das Austreten des Sekretes bei *Petromyzon fluviatilis* in den oberen Epidermisschichten.

Als nervöse Gebilde sind die Kolben in keiner Weise anzusprechen.

Ich möchte die von STUDNIČKA beschriebenen „sackförmigen serösen Drüsenzellen“ in der Haut von *Lepadogaster* nicht unerwähnt

lassen. Es sind dieses Zellen, mit einem Ausführungsgang, durch welchen der Inhalt der Drüse auf die Oberfläche gelangt. HASE hat bei *Cyclopterus lumpus* ähnliche Gebilde gefunden und ist geneigt, diese Elemente den Kolbenzellen anzureihen. Er schlägt vor, sie „offene Kolben“ zu nennen. Sie verhalten sich nach HASE'S Angabe färberisch ebenso wie die Kolben anderer Fische. Solange sie noch geschlossen bleiben, sollen sie ebenfalls wie die geschlossenen Kolben an Größe abnehmen und ihr Sekret durch Diffusion abgeben, nach Ausbildung des Kanals erfolgte der Austritt eben durch diesen Weg. „Bei alten Tieren werden sie über die Schuppenanlage ausgequetscht.“

Ähnliche seröse Drüsenzellen mit halsförmiger Verengung und körnigen Sekreten fanden NUSBAUM und KULCZYCKI bei einer jugendlichen Form von *Fierasfer dentatus* EM.

Literatur.

- Ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis über die für die Fisch-epidermis in betracht kommenden Arbeiten befindet sich in HASE'S Arbeit „Studien über das Integument von *Cyclopterus lumpus* L.“, so daß ich nur die für die vorliegenden Untersuchungen wichtigen Arbeiten anführe.
1851. LEYDIG, FR., Über die Haut einiger Süßwasserfische. Ztschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. III.
1860. KÖLLIKER, A., Über den Inhalt der Schleimsäcke der Myxinoiden und die Epidermis der Neunaugen. Würzburger Naturw. Zeitschr. Bd. 1.
1861. SCHULTZE, M., Die kolbenförmigen Gebilde in der Haut von *Petromyzon* und ihr Verhalten im polarisierten Licht. Arch. f. anat., physik. und wissenschaft. Medizin 1864.
1864. MÜLLER, H., Bemerkungen über die Epidermis von *Petromyzon*. Würzburger naturw. Zeitschr., Bd. V.
1867. SCHULZE, F. E., Epithel und Drüsenzellen. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. III.
1873. LANGERHANS, P., Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. Sonderabdr. aus dem Bericht über die Verhandlg. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. VI, Heft 3.
1876. FOETTINGER, A., Recherches sur la structure de l'épiderme des Cyclostomes. Bulletin de l'Académie Royale de Belgique. Série 2, T. LXI.
1879. LEYDIG, F., Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische. Festschrift der naturf. Gesellsch. in Halle a. S. 1889.
1889. POGOJEFF, Über die Haut des Neunauges. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XXXIV.
1892. SCHULZE, F. E., Freie Nervenendigungen in der Epidermis der Knochenfische. Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Akad. der Wissenschaften.
1892. RETZIUS, G., Die sensiblen Nervenorgane in der Haut des *Petromyzons*. Biol. Unters., Bd. III.
1895. MAURER, F., Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig, Engelmann.
1895. LEYDIG, F., Integument und Hautsinnesorgane der Knochenfische. Zool. Jahrb., Bd. 8.

1897. KAPELKIN, Der histologische Bau der Haut von *Petromyzon*. *Bullet. Soc. Nat. Moscou*, T. X.
1901. FUSARI, Présentation de préparations microscopiques démontrant les terminaisons nerveuses dans les muscles striés, dans l'épidermide et dans l'épithélium de la cavité buccale de l'*Ammocoetes branch*. *Comptes rend. de l'Assoc. des Anat. à Lyon*.
1902. SCHNEIDER, K. G., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere.
1903. MARENGHI, G., Alcune particolarità di struttura e di innervazione della cute dell'*Ammocoetes branch*. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.*, Bd. LXXV, Heft 3.
1905. OXNER, M., Über die Kolbenzellen in der Epidermis der Fische, ihre Form, Verteilung, Entstehung und Bedeutung. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. 40.
1906. NUSBAUM, J., und KULCZICKI, W., Materialien zur vergleichenden Histologie der Hautdecke der Wirbeltiere. *Anat. Anzeiger*, Bd. 28.
1906. STUDNIČKA, F. K., Drüsenzellen und Cuticularegebilde der Epidermis von *Lepadigaster*. *Anat. Anzeiger*, Bd. 29.
1908. NORDQUIST, H., Zur Kenntnis der Kolbenzellen der Schleie (*Tinca vulgaris* CUV.). *Zoolog. Anz.* 1908.
1911. PAWLOWSKY, E., Über den Bau von Haut und Lippen bei *Schizothorax intermedius* und *Capoeta heratensis*. *Zool. Jahrb.* 1911. *Anat. u. Ontog.*
1911. HASE, Studien über das Integument von *Cyclopterus lumpus* L. (Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Haut und des Hautskelettes von Knochenfischen.) *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, Bd. 47. Neue Folge Bd. 40.
1912. HEILIG, K., Zur Kenntnis der Seitenorgane von Fischen und Amphibien. *Arch. f. Anat. und Physiol. Anat. Abtlg.*
1913. STENDELL, W. Zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Hypophys cerebri. *Arch. f. mikr. Anatomie*, Bd. 82, Abt. 1.

Erklärung der Abkürzungen an den Figuren.

B_1 bis B_2	= Becherzellen.	Kz	= Körnerzelle.
Bm	= Basalmembran.	Km	= Kernmembran.
C	= Corion.	M	= Muskulatur.
E	= Epidermiszelle.	N	= Nucleolus.
H	= Hohlraum.	$Pl. Str.$	= Plasmastrang.
K	= Kern.	S	= Sekret.
Kb_1 bis Kb_8	= Kolbenzelle.	Sl	= Schichtungslinie.

Erklärung der Figuren.

Tafel XVII.

- Fig. 1. Kolbenzellen von *Leptocephalus* in verschiedenen Entwicklungsstadien. Kb_1 junger Kolben; Kb_2 bis Kb_8 verschiedene Entwicklungsstadien; Bm Basalmembran. Nach Transversalschnitten gezeichnet. In Alkohol konserviert. Grenachers Hämatoxylin. Vergr. 1:750.
- Fig. 2. Ein Kolben von *Leptocephalus*, in welchem das an Stelle des ursprünglichen Plasmastranges getretene Sekret sichtbar ist. Vergr. 1:1000.

- Fig. 3. Kern mit Kernmembran und Nucleolus von Sekret umgeben. Transversalschnitt. In Alkohol konserviert. Gren. Häm. Vergr. 1:3300. (*Leptocephalus*.)
- Fig. 4. Transversalschnitt durch die Epidermis der Zunge eines 30 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.
- Fig. 5. Kolbenzellen von *Leptocephalus* auf der Basalmembran festsitzend. In der einen ist der Plasmastrang (*Pl. Str.*) aufgetreten, um den Kern (K_2) hat sich der helle Hof gebildet. In Alkohol konserviert. Grenachers Hämatoxylin. Vergr. 1:1000.
- Fig. 6. Transversalschnitt durch die Epidermis der Körpermitte des Steigaales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:1860.
- Fig. 7. Ein Kolben von *Leptocephalus*, von der Basalmembran losgelöst. Gren. Häm. Vergr. 1:550.
- Fig. 8. Kolben von *Leptocephalus* verschiedenen Alters. Kb_1 festsitzender Kolben; Kb_2 ein Kolben in Aufwärtswanderung begriffen; Kb_3 losgelöster Kolben. Transversalschnitt. In Alkohol konserviert. Gren. Haem. Vergr. 1:550.

Tafel XVIII.

- Fig. 1. Frontalschnitt durch den Opercularsaum (Velum) des Operculums eines 40 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:330.
- Fig. 2. Transversalschnitt durch die Epidermis in dem Winkel, den die Rückenflosse mit der dorsalen Haut bildet. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.
- Fig. 3. Transversalschnitt durch den von der Körperepidermis gebildeten Saum der Kiemenöffnung eines 40 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.
- Fig. 4. Transversalschnitt durch die ventrale Kopfhaut eines 40 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.
- Fig. 5. Transversalschnitt durch die dorsale Epidermis des Körperendes eines 35 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.

Tafel XIX.

- Fig. 1. Transversalschnitt durch die dorsale Epidermis der Körpermitte eines 30 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.
- Fig. 2. Transversalschnitt durch die dorsale Kopfhaut zwischen den Augen eines 45 cm langen Aales. Na Cl, Subl. Osmium Heidenhain. Vergr. 1:700.
- Fig. 3. Transversalschnitt durch die laterale Epidermis des Schwanzteiles eines 45 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:650.
- Fig. 4. Transversalschnitt durch die dorsale Kopfhaut vor den Augen eines 40 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:700.

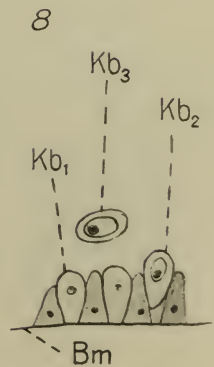
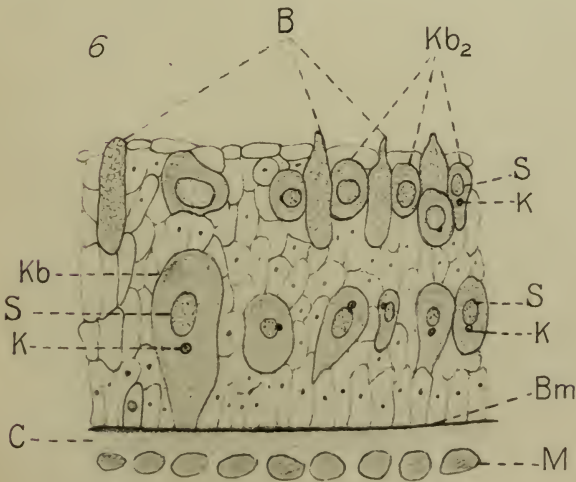
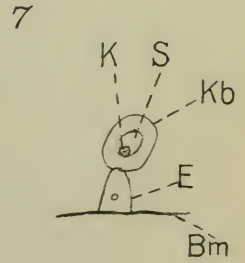
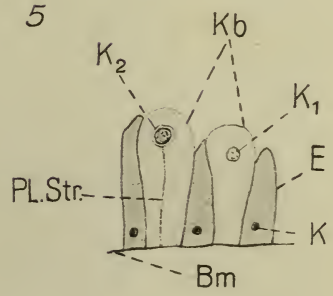
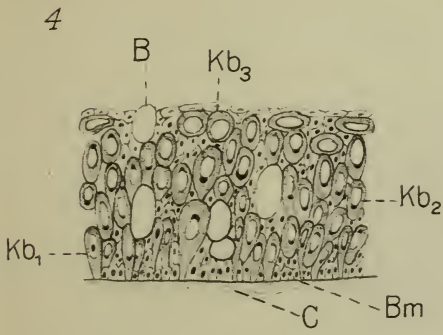
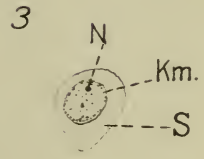
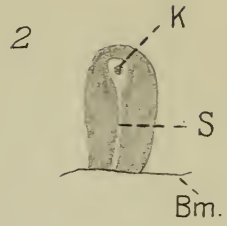
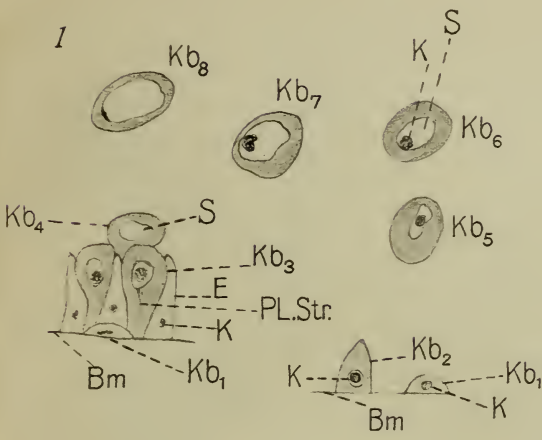
Tafel XX.

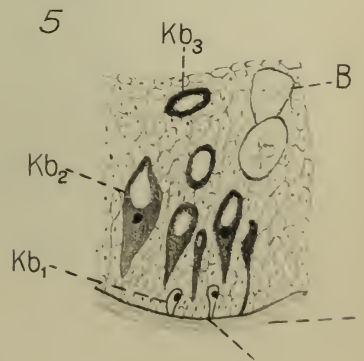
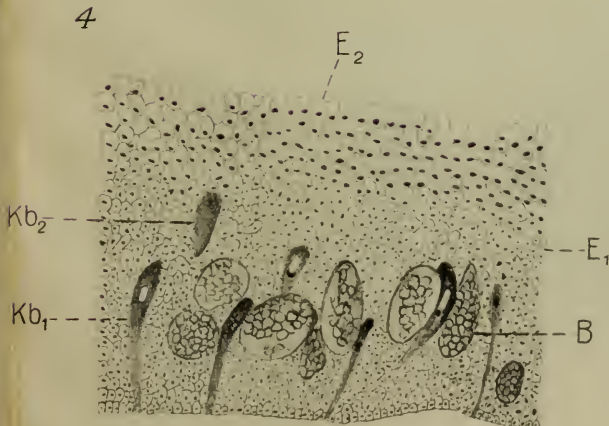
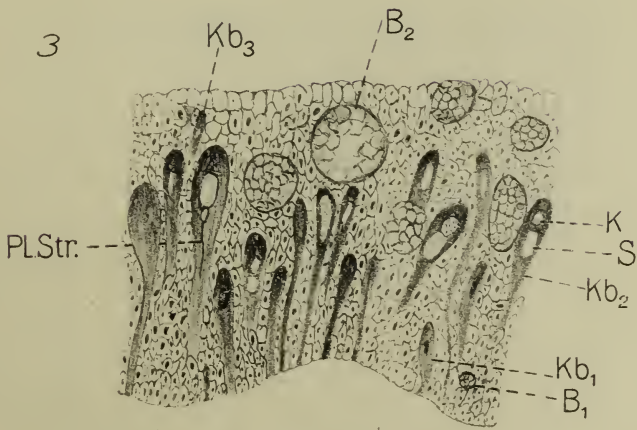
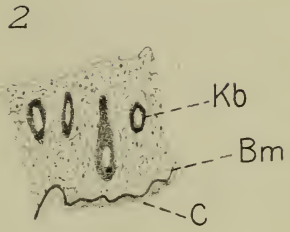
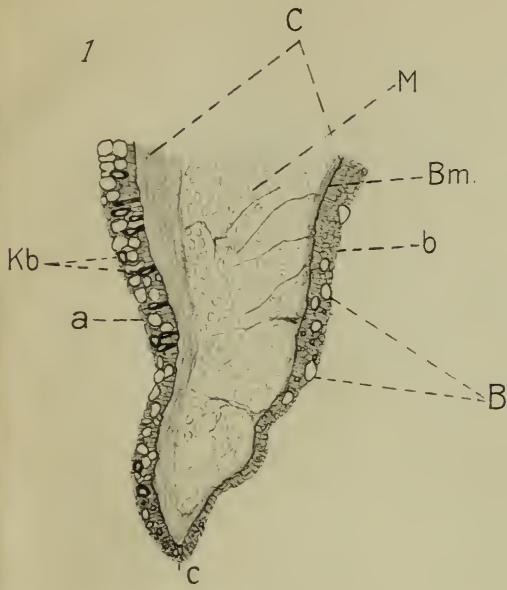
- Fig. 1. Transversalschnitt durch die ventrale Epidermis der Körpermitte eines 30 cm langen Aales. Flemming, Gren. Haem. Vergr. 1:700.
- Fig. 2. Transversalschnitt durch die Epidermis der lateralen Körpermitte eines 45 cm langen Aales. Flemming, Gren. Häm. Vergr. 1:650.

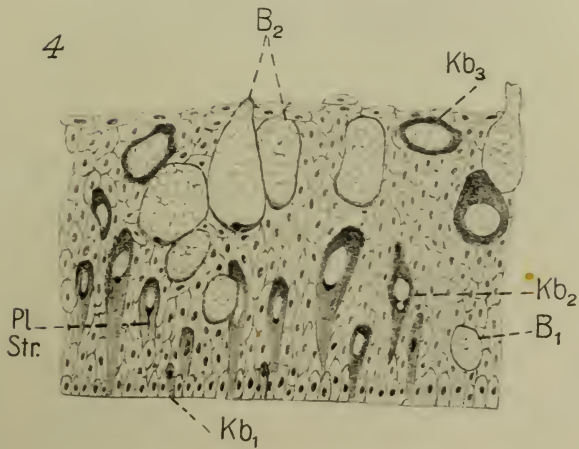
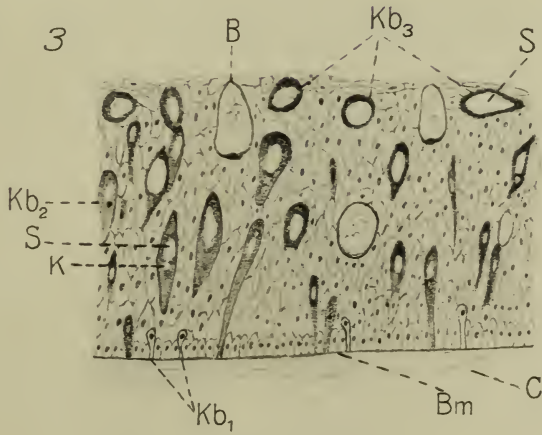
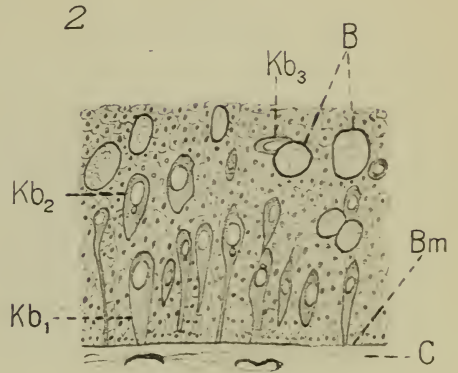
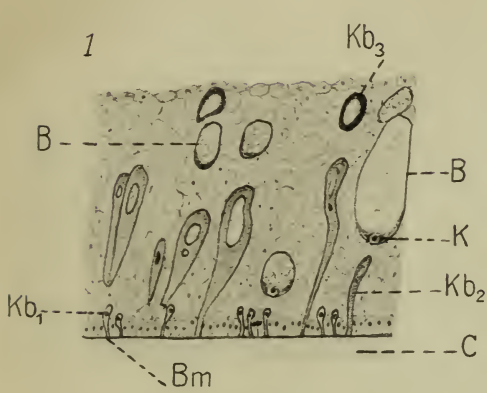
- Fig. 3. Transversalschnitt durch die Epidermis der Körpermitte von *Petromyzon fluviatilis* L. Kb_1 junger Kolben; Kb Kolben auf der Basalmembran festsitzend mit Plasmastrang (*Pl. Str.*); Kb_3 ein dicht unter der Epidermis liegender Kolben. Pikrin, Sublimat, Eisessig. Cajal umgekehrt. Vergr. 1:3300.
- Fig. 4. Kolben auf einem Transversalschnitt durch die laterale Haut der Körpermitte von *Petromyzon fluviatilis* L. *S* Sekret, *K* die beiden Kerne. Pikrinsäure, Sublimat, Eisessig. Cajal umgekehrt. Vergr. 1:3000.
- Fig. 5. Transversalschnitt durch die dorsale Kopfhaut von *Petromyzon fluviatilis* L. Kb_1 junger Kolben mit Sekretstrang; Kb größerer Kolben ebenfalls mit Sekret (*S*). Pikrinsäure, Sublimat-Eisessig. Cajal umgekehrt. Vergr. 1:3000.

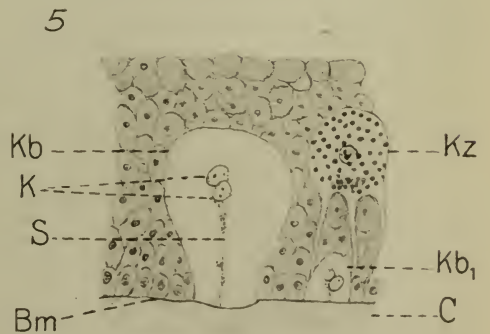
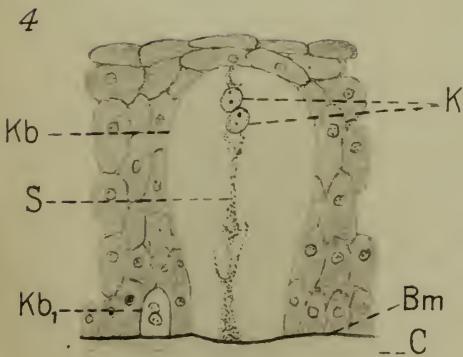
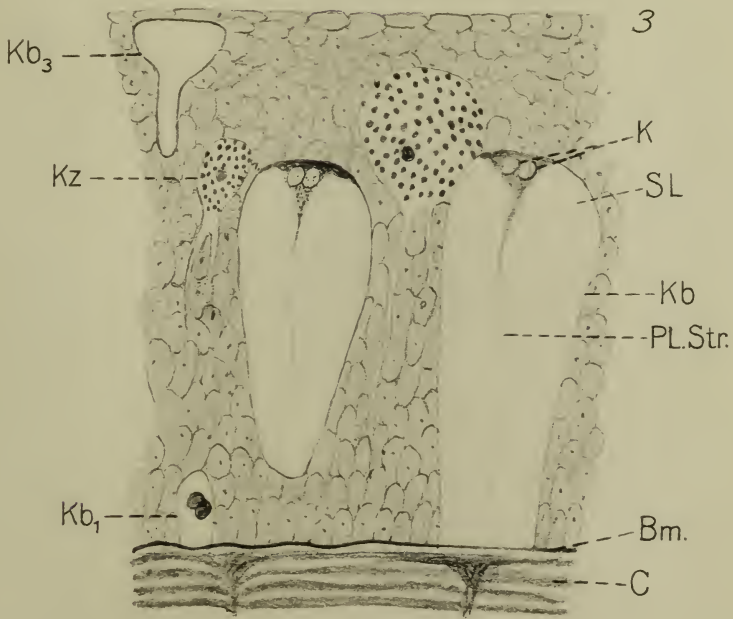
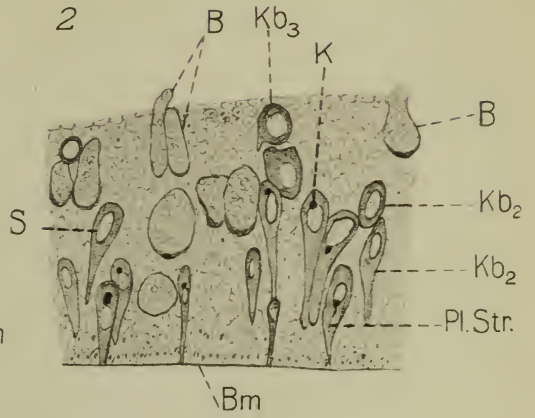
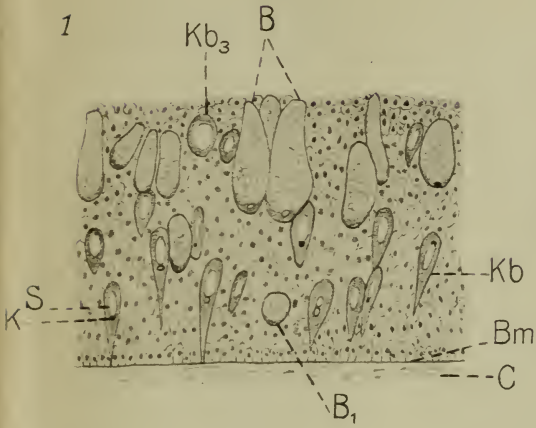
Zweite wissenschaftliche Sitzung am 18. November 1913.

- H. v. LENGERKEN:** Über die Kolbenzellen bei *Anguilla* und *Petromyzon*.
- R. STOBBE:** Über Mallophagen.
- ED. JAHN:** Über *Enteridium maeandrinum* EHRENB.
- P. MATSCHIE:** Über die Gnus.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913](#)

Autor(en)/Author(s): Lengerken Hanns von

Artikel/Article: [Die Kolbenzellen von Anguilla und Petvomyzon. 391-441](#)