Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München

herausgegeben von

Dr. E. Weinland
Professor der Physiologie in Erlangen

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

40. Band **Januar 1920** **Nr. 1**

ausgegeben am 10. Februar 1920

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. E. Weinland, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

Inhalt: V. Franz, Einige Hauptpunkte in der Organisation der Mormyriden. S. 1.
G. Tischler, Über die sogenannten „Erbsubstanzen" und ihre Lokalisation in der Pflanzenzelle. S. 15.
F. Levy, Über die sogenannten Ureier im Froschboden. S. 29.
Referate: H. van Trigt, A. Contribution to the Physiology of the fresh-water Sponges (Spongillidae). S. 37.
O. Steche, Grundriß der Zoologie. S. 44.

Einige Hauptpunkte in der Organisation der Mormyriden.

Von Prof. **Victor Franz**, Jena.

Hierzu vier Abbildungen.

Daß die Mormyriden, tropisch-afrikanische Süßwasserfische, viele sehr eigenartige Spezialisierungen besitzen, ist seit langer Zeit bekannt. Das Merkwürdigste an ihnen ist bekanntlich das überaus mächtig entwickelte und namentlich im Cerebellum, ganz besonders in den Lobi laterales der Valvula cerebelli stark hypertrophierte Gehirn, welches zum ersten Male von Erdl 1846 beschrieben wurde. Demnächst wären etwa die im Schwanz an Stelle von Muskelsegmenten gelegenen und, wie auch die histologische Untersuchung gelehrt hat, offenbar aus solchen hervorgegangenen elektrischen Organe zu nennen, die zwar nur schwach elektrisch, dafür aber, wie schon 1864 Marcusen in seiner großen Mono-

graphie der Mormyriden[1]) hervorhob, allen Vertretern dieser etwa 11 Gattungen und über 100 Arten umfassenden Fischfamilie eigen sind, während sonst elektrische Organe nur bei einzelnen Arten großer Fischgruppen vorkommen: so innerhalb der *Gymnotidae* nur beim Zitteraal, *Gymnotus electricus* L., innerhalb der *Siluridae* nur beim Zitterwels, *Malapterurus electricus* Gm., und bei den *Batoidei* zwar in etwas größerer Verbreitung, aber doch keineswegs bei allen Arten, sondern als schwach elektrische Organe bei einigen *Rajidae* und als stark elektrische, wie bei *Gymnotus* und *Malapterurus* sehr kräftige Organe bei den *Torpedinidae*. Außer dem kolossalen elektrischen Nerven der Mormyriden fand jüngst, 1915, der im Felde gefallene Stendell[2]) noch einige ihm ähnliche, gleichfalls vom oralen Teil des Rückenmarks ventral ausgehende „Kolossalfasern" von leider noch unaufgeklärter Endigungsweise und Funktion. Es sind ferner, von Marcusen und anderen, am Gehörorgan anatomische Besonderheiten beschrieben worden. Einige davon, wie die erhebliche Stärke des Nervus acusticus sive Nervus staticus, sind sicher von hoher funktioneller Bedeutung im Zusammenhang mit der eigentümlichen und lebhaften Motilität der Mormyriden, während andere sich dereinst vielleicht aus Umlagerungen erklären könnten, die durch die Größe des Gehirns notwendig wurden. Die sogenannten Gemminger'schen Knochen der Mormyriden, rechts und links je ein dorsaler und ventraler langgestreckter, neben dem elektrischen Organ horizontal zwischen Sehnenscheiden verlaufender und den Schwanzflossenmuskeln zum Ansatz dienender Knochen, sind vielleicht nur durch das Auftreten der elektrischen Organe notwendig geworden, um statt ausfallender Muskelwirkungen andere zu ermöglichen, aber auch sie stellen jedenfalls einen Sonderbesitz der Mormyriden dar. Von unmittelbarerer hoher funktioneller Bedeutung sind wiederum gewiß die von Hyrtl[3]) und Marcusen beschriebenen Divertikel am Bulbus der Kiemenarterie; sie könnten im Zusammenhang mit den Eigentümlichkeiten der Motilität der Mormyriden entstanden sein, da der Bulbus arteriosus bei den Teleostiern die Aufgabe haben soll, den Stoß der Blutdruckwelle zu dämpfen, bevor er in die zarten Kiemen gelangt. Schwer ist zu sagen, warum bei den Mormyriden das Ovarium unpaar ausgebildet sein mag, indem nämlich nur der linke Eierstock zu nennenswerter Entwicklung gelangt; auch hierin zeichnen sich die Mormyriden vor allen anderen

1) Johann Marcusen: Die Familie der Mormyriden. Eine anatomisch-zoologische Abhandlung. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, VIIe Série, Tome VII, 1864.

2) W. Stendell: Der Nervus electricus von *Mormyrus*. Zool. Anz., Bd. 45, 1915.

3) Joseph Hyrtl: Anatomische Mitteilungen über *Mormyrus* und *Gymnarchus*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Band 12, Wien 1856.

Teleostiern aus, wie überhaupt vor fast allen Wirbeltieren mit Ausnahme der Vögel. Eine eigentümliche Weichheit der Haut ist am Kopf der Mormyriden festzustellen; sie wurde gelegentlich mit der Weichheit der Haut anderer elektrischer Fische verglichen. Es ist jedoch die Haut, und zwar die sehr dicke Epidermis, bei den Mormyriden am ganzen Körper, zumal am Kopf, von vielen „kleinen Löchelchen“ durchbohrt. Auf diese Poren komme ich noch genauer zurück. Die äußere Gestalt der Mormyriden ist im ganzen einfach, durchaus physostomenartig, sonderbare Umbildungen aber hat bei vielen Arten die Schnauzenpartie erfahren, während sie bei anderen kaum bemerkenswerte Form hat und dies sogar innerhalb einer und derselben Gattung wechseln kann: der Schnauzenteil ist bei manchen Gattungen und Arten etwas, bei anderen sogar sehr stark rüsselartig verlängert, bei endständigem Maul, und dabei oft stark herabgebogen, worauf Artnamen wie *ovis*, *caballus*, *tapirus*, *elephas*, *tamandua*, *numenius* und *ibis* hindeuten, bei wieder anderen ist stattdessen am Kinn ein kurzer oder langer, nach vorn-unten gerichteter Fortsatz ausgebildet. Er sowie die rüsselförmige Schnauze kann am Ende noch einen Bartfaden tragen oder auch nicht.

Soviel bisher feststeht, ist das stets sehr große Gehirn bei langschnauzigen Formen wiederum noch erheblich größer als bei „kurzschnauzigen“, die der abnormen äußeren Kopfgestalt entbehren.

Da ich bei Gehirnuntersuchungen 1911[4]) auch sehr merkwürdige und wiederum ganz einzig dastehende Differenzierungen in der histologischen Architektonik des „Mormyrocerebellums“, wie ich die am stärksten hypertrophierten Teile nannte, gefunden hatte, während die neurohistologische Untersuchung infolge ungeeignet konservierten Materials hinter dem an anderen Teleostiern Erreichten zurückbleiben mußte, habe ich lange Zeit nach lebenden Mormyriden gefahndet, um sie selber in verschiedener Weise zu fixieren und das Gehirn neurologisch sowie andere Teile allgemeinhistologisch zu untersuchen. Auch an Beobachtungen am lebenden Tier hatte ich gedacht, daraus wurde jedoch so gut wie garnichts, da ich die wenigen dank der freundlichen Teilnahme der Herren Christian Brüning in Hamburg und Dr. W. Wolterstorff in Magdeburg aus dem Aquarienfischhandel erhaltenen Stücke, wärmebedürftige Tiere, wie ich bald sah, nicht lange am Leben erhalten konnte, also lieber schnell zur rechtzeitigen Fixierung schritt, und bei kurzfristiger Lebendbeobachtung ihnen kaum anderes abzugewinnen war als schon Bekanntes.

Von den Ergebnissen der histologischen Untersuchungen an diesen Tieren und daran sich knüpfenden Betrachtungen will ich im folgenden dasjenige kurz mitteilen, was für jeden Biologen wissenswert sein dürfte, während eine genauere Darstellung der

4) V. Franz: Das Kleinhirn der Teleostier. — Das Mormyridenhirn. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anatomie, Bd. 32, 1911.

histologischen und der zum Teil noch strittigen faseranatomischen Verhältnisse, welche letzteren ich hier nur kurz zu berühren gedenke, an anderer Stelle gebracht werden soll (Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anatomie).

Einen sehr merkwürdigen, wiederum ganz einzig dastehenden Aufbau besitzt bei *Marcusenius longianalis* Blgr., der von mir untersuchten Art, die Epidermis (Fig. 1). Unter ihren vier Schichten, den auffallend scharf sich abhebenden basalen Zylinderzellen, den darüber in drei bis vier Lagen befindlichen polygonalen Zellen, den dann

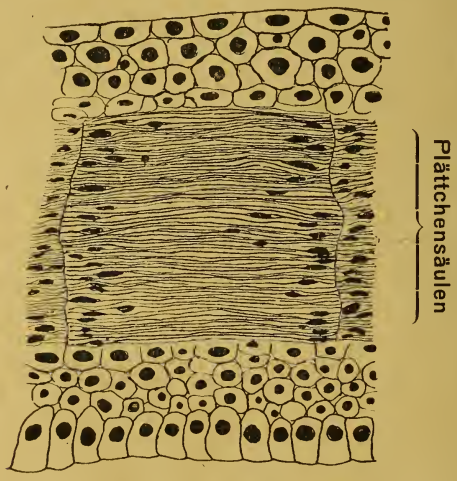

Fig. 1. Epidermis von *Marcusenius*.

folgenden „Plättchensäulen“ und schließlich den obersten wiederum mehrreihig liegenden polygonalen Zellen, sind das Merkwürdigste die Plättchensäulen. Diese in der Epidermis liegenden prismatischen Säulen stoßen dicht aneinander, so daß die Epidermis im Flächenschnitt durch diese Schicht polygonal gefeldert erscheint, und bestehen aus je etwa 40 oder mehr übereinanderliegenden, äußerst dünnen plättchenförmigen Zellen mit randständigem Kern.

An epidermalen Organen wurden drei Arten gefunden:

1. Sinnesknospen oder „Endhügel“, „Nervenendhügel“, in der Terminologie Maurer's. Sie sind ringsum von eigenartigen Deckzellen umgeben (Fig. 2). Letztere haben durch ihre Schmalheit, die, wie Flächenschnitte lehren, auf konzentrischer Abplattung beruht, eine Ähnlichkeit mit den erwähnten Plättchenzellen, und es sitzt denn auch ihr basales Ende nicht, wie sonst bei langgestreckten Stützzellen in einem Epithel, auf der basalen Epithelfläche, sondern, offenbar von dort abgesprungen, jeweils auf der benachbarten Plättchensäulenwand; sie entsprechen mithin auch in ihrer Lage den Plättchenzellen so gut wie möglich und erlauben daher die Schlußfolgerung, daß auch die Plättchenzellen ursprünglich quer zu ihrer jetzigen Lage orientiert waren, also sämtlich um 90 Grad

„invertiert“ sind, zumal für eine polare Differenzierung auch dieser Zellen die stets randständige Lage ihrer Kerne spricht.

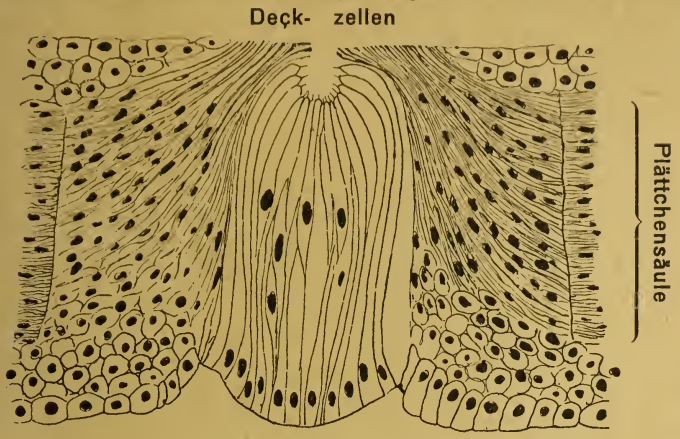

Fig. 2. Sinnesknospe.

2. Die zahlreichen Poren der Haut rühren von tubulösen Drüsen her (Fig. 3), die bei anderen Mormyriden, wo ihr Bau in

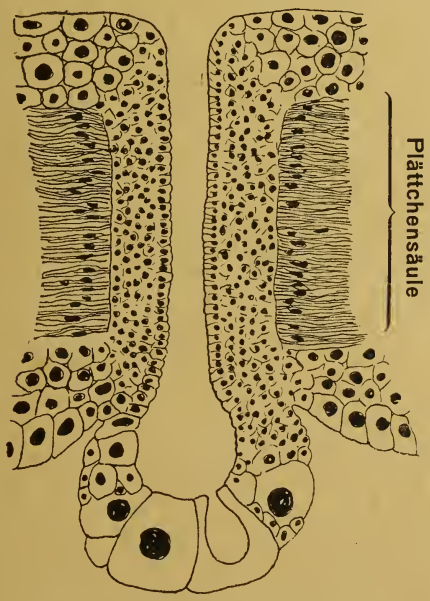

Fig. 3. Drüsig-sensibler Tubulus.

Nebendingen von dem bei *Marcusenius* abweicht, schon von Stendell beschrieben worden sind [5]). Außer der offenbar drüsigen Funk-

5) W. Stendell: Morphologische Studien an Mormyriden. Verhandl. der Deutsch. Zool. Gesellschaft, 24. Jahresversammlung, Berlin 1914.

Derselbe: Die Schnauzenorgane der Mormyriden. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 115, 1916.

tion kommt diesen Organen auch eine sensorische Funktion irgendwelcher Art zu, sie sind zugleich Hautsinnesorgane, eine sehr merkwürdige Tatsache, die sich nicht nur aus den von Stendell an ihnen beschriebenen Nervenendigungen und — wie Stendell meint, während ich die Deutung nicht für sicher halte — Sinneszellen ergibt, sondern vor allem aus ihrer Innervierung durch einen, ihrer großen Zahl an Kopf und Körper entsprechend, gewaltig starken Nerven, den Stendell als Nervus lateralis anspricht[6]), unter anderem weil in ihm auch, aber nur als sein kleinster Teil, Fäserchen zur Laterallinie zu verlaufen scheinen, während ich ihn nach seiner zentralen Endigungsweise viel eher mit dem sensiblen Nervus facialis anderer Fische oder mit dem, was man an deren Oblongata bisher als solchen beschreibt, homologisiere, und der wenigstens ganz gewiß ein sensibler Nerv ist, da er in einen dorsalen Endkern in der Oblongata einströmt, wo ebenso wie im Rückenmark dorsal die sensiblen, ventral die motorischen Kerne und Nervenwurzeln liegen. Unzweifelhaft ist, nach Ausweis der Faseranatomie, durch diesen Nerven und mithin durch die sensible Funktion der Tubuli in der Haut die Hypertrophie des Gehirns hauptsächlich veranlaßt, und offenbar haben diese Tubuli auch, am Kopfe und zumal um das Maul ein für allemal besonders dicht stehend, zur Ausbildung der Schnauzenverlängerungen gewissermaßen die Anregung gegeben, da sie hierdurch in noch größerer Zahl zur Ausbildung gelangen konnten;

3. fanden sich in der Epidermis „Knollenorgane“, wie ich sie nenne (Fig. 4), die unter anderem riesige, scheinbar abgestorbene oder wenigstens stark umgewandelte Zellen (*r*) enthalten, und in deren Bau sich im übrigen Motive aus den Sinnesknospen und den tubulösen Drüsen vereinigen. Ihre Funktion ist unbekannt. Sie finden sich an bestimmten Stellen, streng paarig am Kopf, kleinere außerdem am Körper.

Schleimzellen oder Becherzellen, wie sie sonst bei Fischen so häufig sind, finden sich in der ganzen Epidermis von *Marcusenius* nicht, außer in den drüsigen Tubuli.

Auf den Flossen finden sich übrigens Organe der beschriebenen drei Arten nicht, hier verdünnt sich vielmehr die Epidermis fast überall bis auf wenige Zellenreihen und hat gewöhnliche Epithelstruktur, nur daß die basale Zylinderzellenschicht sich immer noch durch geringe Färbbarkeit als anscheinend irgendwie besonders beschaffen abhebt, wobei aber ihre Zellen stark abgeplattet werden.

Auch das Epithel der Mundhöhle zeigt, abgesehen von dieser letzteren Zellenlage, keine abnorme Beschaffenheit, es enthält viel-

6) W. Stendell: Die Faseranatomie des Mormyridengehirns. Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. 36, Heft 1, 1914.

mehr Sinnesknospen gewöhnlicher Art, wie sie schon Leydig für die Teleostier beschrieb.

Ebensowenig fand sich — um die von der Epidermis sich ableitenden in den Körper eingesenkten Sinnesorgane noch zu behandeln — am Epithel der Nasengrube etwas Besonderes noch an der Seitenlinie noch am Sinnesepithel des Gehörorgans. Auch als Hornhautepithel verliert die Epidermis ihre Mormyridenbesonderheiten, Linse und Retina zeigen nichts wesentlich Abweichendes, dagegen tritt am Pigmentepithel der Retina und zugleich,

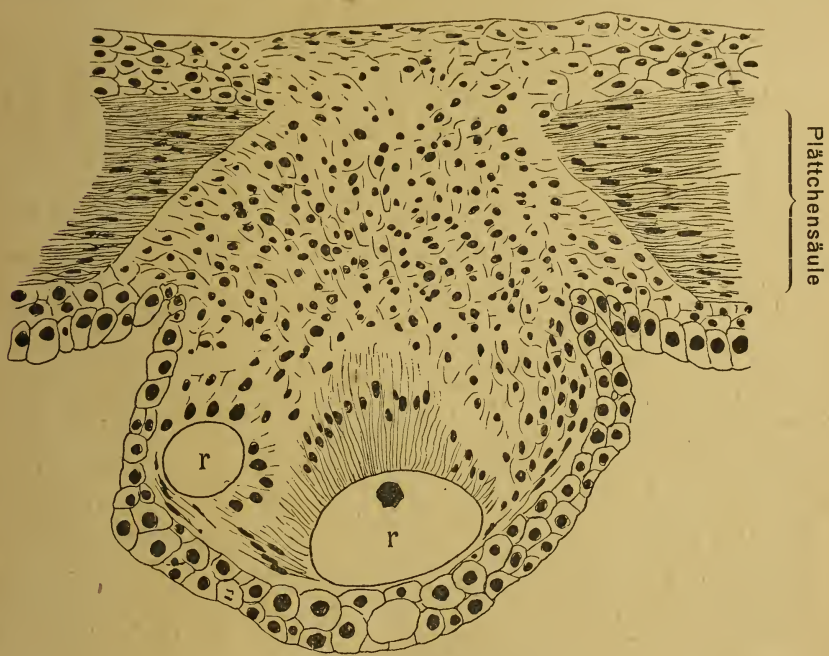

Fig. 4. „Knollenorgane".

durch dieses veranlaßt, an der Stäbchen- und Zapfenschicht wiederum eine merkwürdige Sonderbildung auf; das Pigmentepithel sendet nämlich seine pigmenterfüllten Fortsätze nicht einzeln zwischen die Stäbchen und wenigen Zapfen, sondern die Pigmentfortsätze weichen, ganze Stäbchenbündel umfassend, auseinander und legen sich dabei in gewisse Flächen, die somit die Bündel von Sehzellen umgrenzen. Es tritt daher in Flächenschnitten durch diese Schicht eine polygonale Felderung in die Erscheinung — wie bei der Schicht der Plättchensäulen in der Epidermis, was denn aber doch nur eine zufällige Ähnlichkeit sein mag. Vielleicht dient jene Gruppierung der Pigmentepithelfortsätze dazu, um das offenbar vorhandene Tapetum lucidum retinale — denn am lebenden Tier sah ich den Augengrund bläulich leuchten, und im Mikrotomschnitt erweisen sich die Pigmentepithel-Zelleiber als von einer undurchsichtigen

Masse erfüllt — besser zur Wirksamkeit kommen zu lassen. — Ein Konjunktivalsack ist nicht ausgebildet.

Indem ich noch erwähne, daß ich in ganz rudimentärer Ausbildung auch das bisher vermißte rechte Ovar der Mormyriden, 20 bis 30 normale Eierchen enthaltend, gefunden habe, die verwickelten Gehirnverhältnisse aber, in denen ich, auch Stendell's Angaben verwendend, das Alte von den Neubildungen zu scheiden versucht habe, hier übergehe, will ich im folgenden versuchen, die Eigentümlichkeiten der Mormyriden, soweit das bisher möglich ist, zunächst biologisch zu verstehen.

Nicht alles fällt hierbei ganz unter einen und denselben Gesichtspunkt, wie denn zum Beispiel die Eigentümlichkeit des Pigmentepithels schon für sich betrachtet werden konnte, die Sinnesknospen aber, die übrigens nicht sehr zahlreich sind, zu biologischen Betrachtungen einstweilen nicht anregen und noch weniger dies die „Knollenorgane" tun können, da über ihre Funktion nichts feststeht, wennschon man sich der Vermutung nicht erwehren kann, daß auch sie irgendeiner Sinnesfunktion vorstehen werden.

Auch die Unpaarigkeit des Ovars entbehrt noch einer biologischen Erklärung im einzelnen.

Im Vordergrunde biologischer Betrachtungen muß dagegen das so riesig vergrößerte Gehirn stehen.

Wie schon gesagt, ist seine Hypertrophie in erster Linie durch eine starke sensible Tätigkeit bedingt, die auf den zugleich drüsigen Tubuli am Kopf und ganzen Körper und dem aus ihnen in zwei Hauptästen, einem oralen und einem kaudalen, sich sammelnden starken sensiblen Oblongatanerven beruht. Dazu kommt die offenbar starke Tätigkeit des Gehör- oder vielmehr des statischen Organs, auf die der starke Nervus acusticus hinweist. Aber auch am effektorischen Nervensystem notieren wir Besonderheiten, nämlich die elektrischen Organe, von denen zwar keine Beziehungen zu den hypertrophierten Gehirnteilen bekannt sind, die aber unter der Einwirkung eines kolossalen Rückenmarksnerven stehen, ferner die diesen Nerven ähnlichen, gleichfalls dem Rückenmark entspringenden kolossalen Fasern, die Stendell beschrieb. Bemerkenswerte Beobachtungen an lebenden Tieren liegen, obwohl man meines Wissens in Kairo Mormyriden in Aquarien hält, immer noch in geringer Zahl vor: es sind Nachttiere, Schlammbewohner, nach der Ernährungsweise Friedfische, wichtiger dürfte für uns sein, daß die Fische unter häufiger undulierender Bewegung der Flossen ebensogut vorwärts wie rückwärts schwimmen können, womit wohl die Eigentümlichkeiten am Bulbus arteriosus und die erhebliche Stärke des Nervus acusticus sive staticus zusammenhängen; vielleicht auch, daß die Lokomotionsweise im einzelnen, nach Schlesinger, von Gattung zu Gattung Verschiedenheiten auf-

weist[7]), ferner daß, nach P. Arnold[8]), *Marcusenius* durch elektrische Schläge andere Fische aus der Ferne bereits zu verjagen scheint. Die elektrische Tätigkeit der Mormyriden scheint hiernach von wesentlich anderer Art zu sein als bei anderen elektrischen Fischen, nämlich genau dosiert statt elementar, was denn auch ungefähr der eingangs erwähnten Auftretensweise ihrer schwachen elektrischen Organe entsprechen dürfte.

Soviel dürfte nun nach den bisherigen morphologischen und biologischen Beobachtungen feststehen, daß die Mormyriden über eine besonders reiche sensible und eine besonders differenzierte effektorische Tätigkeit verfügen. Und diese sozusagen stark nervöse Veranlagung dürfte von dem vergrößerten Cerebellum abhängen, ja sie genügt schon, um uns dessen Hypertrophie im Grunde erklärt erscheinen zu lassen, wenn wir auch noch in manchem Punkte im Ungewissen sind über die Art der sicher vorhandenen starken nervösen Tätigkeit, wie insbesondere über die Art der durch die Tubuli-Organe vermittelten Sinnestätigkeit. Eine sich aufdrängende Vermutung ist übrigens, daß die Mormyriden, wie es kaum anders sein kann, auch selber die schwachen elektrischen Schläge ihrer Artgenossen empfinden und danach ihr eigenes Verhalten in manchem einrichten — und daran würde sich ferner die Frage knüpfen, ob die höchst eigenartige Plättchensäulenschicht in der Epidermis einen Schutz der inneren Organe vor elektrischen Schlägen bewirke? Sicher ist nur, daß ganz besonders die vom Facialiskern dem Kleinhirn zuströmenden Bahnen stark hypertrophiert sind, demnächst der Tractus spino-cerebellaris aus der sensiblen Rückenmarkskernsäule und der Tractus acusticocerebellaris aus dem Acusticuskern, zwei Faserzüge, die beide dem Kleinhirn Sinneseindrücke melden, welche bei der eigenen Bewegung entstehen.

In meiner oben erwähnten Arbeit sowie im Biologischen Zentralblatt Bd. 31, Nr. 14, S. 434—445 habe ich eine allgemeine Auffassung vom Kleinhirn der Teleostier, das übrigens der Größenverhältnisse wegen auch bei normaler Ausbildung im Bereich der Fische den Namen „Kleinhirn“ keineswegs verdiente, entwickelt, eine Auffassung, die durch die Studien am Mormyridengehirn sich aufs neue festigt, daß nämlich das Kleinhirn bei den Fischen — ich habe in erster Linie Teleostier im Sinne, da ich nur diese untersuchte — mehr als wesentlich statisches Regulationsorgan ist, daß es vielmehr mit seinem Eigenapparat Reize aus sehr verschiedenen, vielleicht allen Sinnesgebieten verarbeitet und mithin nach Maßgabe dieser so vielseitigen Reize seine Impulse erteilt.

---

7) G. Schlesinger: Zur Ethologie der Mormyriden. Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums, Wien 1909.

8) P. Arnold: *Morcusenius longianalis* Blgr. Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde, Jahrg. 6, 1909, Nr. 39.

Hiermit und ferner insofern, als es gewissermaßen ein Gehirn des Gehirns ist, wie ich 1911 genauer darlegte, indem nämlich keine sensiblen Bahnen aus der Körperperipherie direkt bis zu ihm vordringen, außer — in funktioneller Hinsicht ganz nebensächlich — einer bei einigen Arten gefundenen kleinen Wurzel des Nervus lateralis, ebenso keine effektorischen Wege aus dem Kleinhirn bis zur Körperperipherie führen, sondern das Kleinhirn direkte Impulse nur dem verlängerten Rückenmark und seiner Fortsetzung nach vorn, der Mittelhirnhaube, erteilt, welche Bestandteile erst ihrerseits mit der Körperperipherie teils direkt durch motorische Nerven, teils indirekt über zuvor eingeschaltete Zwischenstationen verbunden sind, steht das Fischkleinhirn als ein übergeordneter Zentralapparat ähnlich da wie, nach Edinger, das Pallium oder Großhirn der Säugetiere und Vögel. Auch mag es in ähnlicher Weise den pilzhutförmigen Körpern am Insektengehirn zu vergleichen sein. Diesem wohl sehr klaren Gedanken widerspricht nichts aus der Phylogenie, wenn wir uns nur nicht geradezu „Fische“ oder gar Teleostier als Vorfahren der Warmblüter denken, sondern als gemeinsame Vorfahren aller bekannten Wirbeltiere Tiere mit noch wenig differenziertem Vorder- und Kleinhirn, welcher Zustand heute noch bei den Amphibien besteht. Für jenen Gedankengang spricht aber außer dem 1911 beigebrachten faseranatomischen Tatsachenmaterial und den damals versuchten Zuweisungen der einzelnen afferenten Kleinhirnbahnen zu den einzelnen Sinnesgebieten, wovon neulich Reisinger Wesentliches auf physiologischem Wege bestätigte[9]), auch der in sich geschlossene Bau, den das Kleinhirn darstellt und der es zu einem einheitlichen Organ stempelt, weit verschieden vom „Vorderhirn“, „Zwischenhirn“, „Mittelhirn“ und „Nachhirn“, die sämtlich in der Embryologie zwar gleichfalls als Einheiten behandelt werden, es aber weder histologisch noch physiologisch sind und entsprechend ihrer vielheitlichen Zusammensetzung nur hier und da in bestimmten Teilen von sich eine histologische Architektonik, wie sie am Kleinhirn so ausgesprochen ist, zustande bringen[10]).

Für diese Auffassung des Teleostierkleinhirns muß natürlich auch das Mormyridenkleinhirn ein neuer Prüfstein sein, und schon die Tatsache, daß ein sensibler Hautnerv, der mit der statischen Funktion nichts zu tun hat, mag man ihn mit Stendell Nervus lateralis oder mit mir Nervus facialis nennen, die Hypertrophie hauptsächlich veranlaßt hat, beweist, daß auch dieses Kleinhirn mehr als statisches Organ ist, und läßt sich sehr gut aus der wohl mit besten Gründen vermuteten universellen Funktion des Teleostierkleinhirns verstehen.

9) L. Reisinger: Beitrag zur Physiologie des Kleinhirns der Teleostier. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Bd. 34 (N. F. Bd. 18), 1919, H. 2.

10) V. Franz: Beiträge zur Kenntnis des Mittelhirns und Zwischenhirns der Knochenfische. Folia neurobiologica, Bd. 6, 1912.

Mit größter Vorsicht aber ist bei alledem die Vorstellung zu verwenden, die sich an das auch für die pilzhutförmigen Körper der Insekten gebrauchte, aber nur beim Großhirn von Homo sapiens unbedingt berechtigte Wort „Intelligenzorgan“ knüpfen könnte! Allerdings legt die biologische Vergleichung dieser drei Arten von übergeordneten Zentralapparaten — inwieweit der Vergleich übrigens auf die Körper des Insektengehirns genau paßt, dürfte noch gar nicht ganz feststehen — zunächst vielleicht den Gedanken nahe, das Kleinhirn der Fische sei das hauptsächlichste Organ des Assoziationsvermögens oder vorhandener verstandesmäßiger Fähigkeiten dank innerer Verbindungen zwischen den einströmenden Faserzügen sowie zwischen diesen und den ausströmenden. In der Tat haben ja die Fische an Lernvermögen, Gedächtnis, Ortskenntnis und Umstimmbarkeit ihrer Reaktionsweise so viel, daß sie sich darin durchaus mit der Mehrzahl der Säugetiere messen können. Immerhin ist starke Entwicklung eines derartigen Zentralapparates nicht unbedingt nur von verstandesmäßigen Leistungen abhängig, sondern kann es ebensogut von etwaiger starker Entwicklung reflektorischer Tätigkeiten sein; so faßt man es doch in erster Linie bei den Insekten auf, im Hinblick auf die man das Wort „Intelligenzorgane“ meist in Anführungsstriche setzt.

Es mag nun bei den Teleostiern die verstandesmäßige Tätigkeit, also das infolge überaus zahlreicher und vielseitiger innerer Neuronenverbindungen nicht so stereotype, obschon vom rein Reflektorischen grundsätzlich nur graduell verschiedene Reagieren auf Reize, immerhin zu einem gewissen Teil auf dem Cerebellum beruhen, was sich übrigens physiologisch prüfen lassen dürfte und dann erst gegebenenfalls feststünde. Mag aber vorläufig selbst die Auffassung nicht ganz unstatthaft erscheinen, die etwas ungewöhnliche Größe des Cerebellums bei Cypriniden könnte vielleicht der Verschlagenheit, die jeder Fischer gerade dem Karpfen nachrühmt, entsprechen — wir wollen ja nicht „mit Scheuklappen“ Zoologie treiben —, so entspricht doch der enormen Cerebellumvergrößerung bei den Mormyriden ganz gewiß nicht ein besonderes Mehr an Assoziationsvermögen, sondern sie hat, wie wir sahen, vor allem periphere Ursachen. Die Mehrfunktion des Mormyridenkleinhirns besteht also in erster Linie darin, sehr Vieles zu verarbeiten, nicht darin, mit Wenigem das Verschiedenartigste zu leisten. Das war es, was ich oben schon mit dem Ausdruck „die sozusagen stark nervöse Veranlagung“ andeuten wollte, wobei natürlich „nervös“ ebensowenig wie „hypertrophiert“ in diesem Zusammenhange im Sinne des Pathologischen oder Unzweckmäßigen gemeint ist, sondern diese Organisation sicher den Mormyriden irgendwie zugute kommt und ein Lebenserfordernis für sie ist.

Hieran knüpfen sich weitere, ins Gebiet der Phylogenie einschlagende Betrachtungen.

Warum nämlich die Mormyriden dieser Spezialisierung nebst jenen anderen, die teils mit der des Gehirns zusammenhängen, teils mehr für sich dastehen, bedürfen, darauf läßt sich nur eine sehr allgemein gehaltene hypothetische Antwort geben, die aber sich aufdrängt und erst eine vollständigere Erfassung der Bedeutung der Spezialorganisierungen der Mormyriden erlaubt. Alle diese Spezialisierungen dürften insgesamt einen Ausgleich darstellen für die in den phylogenetisch wichtigen Grundzügen sehr einfache, generalisierte und ursprüngliche Teleostierorganisation der Mormyriden.

Denn, was zwar zunächst an den Mormyriden viel weniger ins Auge fällt, aber nicht weniger wichtig ist als ihre in gewissem Sinne einseitigen Spezialisierungen: diese Fische stehen verwandtschaftlich unmittelbar bei den allerursprünglichsten Teleostiern und klingen in manchen Eigentümlichkeiten ihrer Organisation auch an andere verhältnismäßig einfache Wirbeltiere, wie Selachier und selbst Amphibien, an. Nach Abzug der Spezialisierungen bliebe der denkbar generalisierteste Teleostiertypus übrig oder gar bis zu gewissem Grade ein Kollektivtypus, der noch zwischen verschiedenen Wirbeltierordnungen und selbst -klassen vermittelt.

Leider sind mir zurzeit, wo der Bücherversand zwischen den Bibliotheken stillsteht, nicht G. A. Boulenger's „Poissons du Bassin du Congo", Brüssel 1901, erreichbar, und ich kann somit nicht ersehen, in welchen anatomischen Tatsachen Boulenger damals, laut Schlesinger, eine Verwandtschaft zwischen Mormyriden einerseits und Cypriniden und Characiniden andererseits erkannte. Jedenfalls spricht für diese Verwandtschaft zunächst die allgemeine Gestalt namentlich der kurzschnauzigen unter den Mormyriden und ihre mit dem Gehörorgan, doch nicht durch Weber'sche Knöchelchen, in Verbindung stehende Schwimmblase, ferner die Tatsache, daß ich 1911 das hyertrophierte Gehirn der Mormyriden *Mormyrus*, *Gnathonemus* und *Petrocephalus* — und ganz dasselbe gilt für *Marcusenius* — auf kein anderes Gehirn besser zurückführen konnte als auf das Cyprinidengehirn.

Außer mit Cypriniden sind die Mormyriden zweifellos mit sehr ursprünglichen *Clupeiformes* verwandt, nämlich mit den *Elopidae*, unter denen *Elops saurus* L. noch eine Kehlplatte besitzt wie *Amia calva* L. unter den Ganoiden, und mit den *Albulidae*, wofür Skeletteigentümlichkeiten, namentlich am Schädel und seiner Bezahnung sowie an den Rippen, sprechen[11]).

Ferner erinnern die sehr bemerkenswerten Larvenstadien, welche bei der zu anguilliformer Körperform umgebildeten Mormyridengattung *Gymnarchus* den Eiern entschlüpfen, durch ihren

11) G. A. Boulenger: Teleostei (Systematic part). In: The Cambridge natural history, vol. VII 1904.

riesigen herabhängenden Dottersack an Selachierjungfische, an diese sowie an Larven von Dipnoern, Ganoiden und Amphibien erinnern sie zugleich durch den Besitz äußerer Kiemenbüschel, die auch noch bei *Heterotis* unter den ursprünglicheren *Clupeiformes* wiederkehren. Kittdrüsen, die den *Gymnarchus*-Larven zur Anheftung dienen, haben sie wiederum mit den Larven von Dipnoern gemein, und in ähnlicher oder vielleicht derselben Weise vermögen auch Amphibienkaulquappen mit ihrem Haftapparat sich festzuheften.

Ob dies phylogenetisch wichtige Übereinstimmungen sind oder Konvergenzen, darüber könnte man zwar verschiedener Meinung sein, mir scheint aber das erstere wahrscheinlicher, weil ich auch auf histologischem Gebiete eine Eigentümlichkeit fand, die durchaus an Entsprechendes bei Selachiern und demnächst bei Amphibien anklingt, das ist die Anordnung der oben erwähnten Deckzellen, welche die Sinnesknospen umgeben und sie von oben her bis auf eine kleine freibleibende Öffnung bedecken. Soweit nämlich bisher an Sinnesknospen anderer Teleostier Deckzellen überhaupt bekannt sind, lassen sie, nach den von Maurer[12]) gegebenen Abbildungen, weder die seitliche Verlagerung ihrer basalen Enden noch ein Überragen der Sinnesknospe mit ihren freien Enden in irgend erheblichem Grade erkennen. Sie kehren aber, wie aus den unlängst von G. Ruud[13]) gegebenen Abbildungen sehr gut ersichtlich, bei *Chimaera* unter den Holocephalen in sehr ähnlicher Weise wieder, nämlich gleichfalls unter Abspringen ihres basalen Endes von der Epithelbasis auf eine das Epithel quer durchsetzende, die Sinnesknospen umgebende Art Wand. Ferner kommen Deckzellen, welche mit ihren freien Enden die Sinnesknospen von oben her stark überragen, bei Selachiern, wie *Acanthias*, und Amphibien, wie *Triton*, vor, worüber die bekannten Maurer'schen Abbildungen Auskunft geben[14]). Wie könnte man verfehlen, diesen Eigentümlichkeiten der Deckzellen eine hohe phylogenetische Bedeutung beizumessen, wo doch ihren bei Amphibien aufgefundenen zwei Schichten, der Henle'schen und der Huxley'schen Schicht, wegen ihrer Wiederkehr bei der Haaranlage der Säugetiere mit Maurer hohe phylogenetische Bedeutung für die Ableitung des Säugetierhaares beigemessen wird? Solche Deckzellen um Sinneszellen sind offenbar ein sehr alter Wirbeltierbesitz, der bei den Teleostiern seine Eigentümlichkeiten zu verlieren scheint und bei den Mormyriden zwar etwas weiter spezialisiert ist, aber gerade mit diesen

12) F. Maurer: Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.

13) G. Ruud: Sinneslinien und freie Nervenhügel bei *Chimaera monstrosa*. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Anat. Bd. 40, 1917.

14) F. Maurer: Hautsinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen, ein Beitrag zur Phylogenie des Säugetierhaares. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 18, 1892.

Spezialisierungen an wahrscheinlich ursprüngliche Zustände anknüpft.

Endlich mag wohl auch in den zahlreichen über die Haut und besonders dicht am Kopf verteilten drüsigen und zugleich sensiblen Tubuli der Mormyriden eine Homologie vorliegen mit den reichlichen, ähnlich verteilten Gallertröhren der Selachier oder Lorenzinischen Ampullen, die ja, obzwar viel tiefer in die Cutis eingesenkt, gleichfalls sensibel und zum Teil gleichfalls vom Facialis innerviert sind, zugleich aber wohl eine drüsige Funktion haben müssen, der sie ihre gallertige Füllung verdanken. Sie werden auch wohl mit den wiederum ähnlich verteilten Hautsinnesorganen der Amphibienlarven homologisiert, und ich lasse dahingestellt, inwieweit das mit Recht geschieht; mit der Seitenlinie der Knochenfische und den ihr gleichenden Seitenkanälen am Kopfe mancher Teleostier sind sie indessen nicht völlig zu homologisieren, sondern falls auch diese Kanäle sich von jenen Gallertporen ableiten sollten, so liegt doch zwischen beiden, da die Seitenkanäle nichts Drüsiges an sich haben, schon ein weiter entwicklungsgeschichtlicher Abstand — wenn nicht gar die Seitenlinien als mit echten Sinnesknospen oder sehr ähnlichen Gebilden besetzte Kanäle überhaupt eine Bildung für sich sind. Jedenfalls bei Mormyriden findet man Seitenlinie und Porenorgane nebeneinander wie bei kaum einem zweiten Fisch außer Selachiern und *Chimaera*.

Alles in allem erweisen sich also die Mormyriden als durchaus an der Wurzel des Teleostierstammes stehend oder doch nur an ihr mit anderen Knochenfischen zusammenhängend. Da dürfte nun bemerkenswert sein, daß alle als noch ursprünglicher geltenden „Knochenfische“ im allgemeineren Sinne, nämlich *Osteichthyes* in Goodrich's, wie es scheint, sehr gut phylogenetisch begründetem System, ihre Blütezeit bereits hinter sich haben: die *Dipnoi, Polypterini, Chondrostei, Amioidei* und *Lepidosteoidei*, lauter heute nur durch wenige oder ganz vereinzelte, in der Vorzeit aber durch viel zahlreichere Arten vertretene Ordnungen. Ebenso unter den *Teleostei* und zwar *Clupeiformes* die als noch ursprünglicher als die Mormyriden betrachteten Familien der *Elopidae* und *Albulidae*, die gleichfalls heute, und, was namentlich für die *Elopidae* nach Fossilfunden feststeht, anders als früher, artenarm dastehen und außerdem ganz ins Meer übergegangen sind, während das Süßwasser das ursprüngliche Knochenfischmilieu darstellt, wie ich aus verschiedenen Gründen mit Dietz[15]) annehme. Alle diese Ordnungen und Familien erscheinen uns heute wie kümmerliche Reste aus der Vorzeit. Wenn hiergegen die Mormyriden mit zurzeit bereits über hundert bekannten Arten, deren Zahl sich gewiß noch vermehren wird,

---

15) P. A. Dietz: Über die Herkunft der Teleostier. Zool. Anzeiger, Bd. 49, H. 3/4, 1918.

in etwa elf Gattungen offenbar in der Gegenwart in hoher Blüte stehen, so verdanken sie die Möglichkeit dazu aller Wahrscheinlichkeit nach ihren eigenartigen Spezialisierungen, vermöge deren sie den Kampf ums Dasein mit den im ganzen weiter fortgeschrittenen Physostomen- und den anderen, noch komplizierter gewordenen Teleostierfamilien immer noch siegreich bestehen.

Sie sind damit ein lehrreiches Beispiel für die Bedeutung, die im einzelnen Falle hochgradige Spezialisierungen erlangen können, und zugleich ein Beweis für die hohe Bedeutung, die im allgemeinen dem phylogenetischen Fortschreiten zu höherer Ausbildung des Ganzen zukommt.

Über die sogenannten „Erbsubstanzen“ und ihre Lokalisation in der Pflanzenzelle.

Von G. Tischler.

Bei der Vorarbeit für meine „Allgemeine Pflanzenkaryologie“, die als besonderer Teil des Linsbauer'schen Handbuches der Pflanzenanatomie erscheinen soll, stieß ich wiederholt auf eine sehr verschiedenartige Beurteilung der morphologischen und physiologischen Phänomene, die wir um jene Fragen gruppieren, welche mit den sogen. „Erbsubstanzen“ zusammenhängen. Ich möchte in den nachfolgenden Zeilen einige Sätze von prinzipieller Tragweite erneut zur eventuellen Diskussion der Fachgenossen stellen. Denn die vorliegenden Angaben scheinen mir jetzt schon zu einer schärferen Präzision der Probleme zu genügen, als das im allgemeinen üblich ist. Habe ich doch zu finden geglaubt, daß einem vielleicht übertriebenen Optimismus der Morphologen ein vielfach zu weit gehender Pessimismus mancher Physiologen gegenüber steht.

Die landläufige Ansicht der Morphologen pflegt dabei dahin zu gehen, daß man in dem Chromatin des Kernes die Erbsubstanzen *κατ' ἐξοχὴν*, etwa das Nägeli'sche Idioplasma (1884) zu sehen hätte. Wollte der geniale Münchner Forscher noch die ganze Zelle an dessen Lokalisation beteiligt sein lassen, so schien die karyologische Erfahrung der letzten Jahrzehnte einen Schritt weiter gekommen zu sein: nur ein Teil der lebenden Substanz, nämlich der Zellkern, wurde noch damit betraut. Abgesehen von den Anhängern der Plastosomentheorie wie Meves (1918) etwa, welcher auch die zahlreichen unter bestimmten Umständen färbbaren „Mitochondrien“, „Chondriokonten“ etc. als „Träger“ des Idioplasmas bezeichnet, einer Theorie, die wohl in botanischen Kreisen jetzt als ganz und gar gefallen angesehen wird, setzte sich immer mehr die Überzeugung fest, daß das Chromatin, oder wie kritische Betrachter sagten, das Chromatin zusammen mit dem Linin, das „Karyotin“ Lundegårdh's (1910b) die „Erbsubstanz“ bedeute. Wie wir noch in der schönen Zusammen-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 40

Autor(en)/Author(s): Franz Viktor

Artikel/Article: Einige Hauptpunkte in der Organisation der Mormyriden. 1-15