

in einer Fortsetzung des Referates grade diesem Abschnitt noch eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Haben doch grade daran Physiologie und Pathologie ein ganz hervorragendes Interesse, und grade Nägeli ist einer jener scharfsinnigen Geister, welche die verwickeltesten Vorgänge mit lichtvollen Gedanken zu durchdringen imstande sind. Er besitzt die Kunst des Schließens, und man weiß, dass diese wie keine andere abhängig ist von wissenschaftlichen Kenntnissen.

J. Kollmann (Basel).

Das Gehirn der Knochenfische.

Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für Heilkunde zu Berlin am 20. Juni 1884.

Von **H. Rabl-Rückhard**.

Die vergleichende Hirnanatomie liegt zwar scheinbar fern ab von den brennenden Tagesfragen der praktischen Heilkunde, allein die Probleme, deren Lösung sie verfolgt, gehören zu den wichtigsten der Biologie. Die wunderbar verwickelten Bahnen der Nerven, ihre Verknüpfungen untereinander und mit den Nervenkerne setzen der Forschung an dem Zentralnervensystem der höheren Wirbeltiere oft unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, denen selbst die außerordentlich verfeinerte Technik der lückenlosen Schnittserien nicht gewachsen ist. — Man muss nach anderen Wegen der Forschung suchen, und unter diesen steht obenan die vergleichend-anatomische Betrachtung und die Entwicklungsgeschichte.

Wenn wir in der Tierreihe hinabsteigen, stoßen wir auf immer einfachere Formen des Zentralnervensystems. Immer mehr nähert sich der Bau desselben gewissen Bildungen, wie sie das embryonale Gehirn der höheren Wirbeltiere auf irgend einer Entwicklungsstufe darbietet, die Gliederung in die 3 bzw. 5 Hirnbläschen tritt immer durchsichtiger zu tage, und damit vereinfachen sich die Beziehungen der einzelnen Teile und erleichtern ein Verständnis derselben.

Dabei findet man aber nicht etwa, je niedere Gesamtformen man vor sich hat, alle Abschnitte des Organs in gleicher Weise reduziert und vereinfacht. — Im Gegenteil! Bestimmte Gebiete des Gehirns erreichen bei niederen Wirbeltieren eine relativ und absolut bedeutendere Entwicklung, als derselbe Teil bei höher organisierten Wesen. — So sehen wir z. B. das Kleinhirn bei Amphibien und Reptilien im allgemeinen sehr, und bei einzelnen im besondern so reduziert, dass es nur eine einfache dünne Lamelle oder Leiste bildet, die über dem Eingang in den vierten Ventrikel gelegen ist. So z. B. beim Frosch, der Eidechse, dem Chamäleon. Im Gegensatz dazu finden wir bei den Fischen, in Sonderheit bei den Knorpelfischen, eine viel mächtigere Entwicklung dieses Hirnteils. Bei letzteren kann es zu einem ahnähnlichen Organ mit faltiger Oberfläche sich entwickeln,

das die benachbarten Hirngebiete teilweise bedeckt und überragt. Ja einzelne Teile desselben können wiederum eine ganz enorme Entwicklung nehmen, so dass sie den Eindruck selbständiger Hirnabschnitte machen. Dahin gehört z. B. die *Valvula cerebelli anterior*: Dieses Gebilde, beim Menschen eine dünne Markplatte von nur 0,2—0,4 mm Mächtigkeit, bildet bei den Knochenfischen eine mehrfach gefaltete Duplikatur, und schiebt sich tief unter den zunächst davor gelegenen Abschnitt, die *Zweihügelgegend*, deren Hohlraum zum Teil ausfüllend.

Ich könnte diesem Beispiel noch andere hinzufügen, wenn dasselbe nicht schon für den Beweis des Satzes genüge, dass die relative Entwicklung einzelner Hirnteile unabhängig von der Stellung der betreffenden Tierart in der Stufenreihe der Lebewesen ist.

Da wir nun aber mit Fug und Recht aus der stärkeren Ausbildung eines Hirnabschnittes im allgemeinen auf die Größe der Aufgabe schließen dürfen, die ihm in der Gesamtleistung des Organs zukommt, so gewinnen wir in der vergleichenden Betrachtung und unter Berücksichtigung des Gesamtkörperbaues des Tieres ein Mittel, um uns über die Funktion dieses Hirnabschnittes selbst Sicherheit zu verschaffen. Andererseits aber eröffnet uns die feinere Untersuchung der so vereinfachten Verhältnisse am Hirn niederer Wirbeltiere, wo ganze Gebiete gewissermaßen eliminiert erscheinen, neue Einblicke in seine Zusammensetzung, in die Art, wie hier die Bahnen verknüpft und verschlungen sind.

Darin also liegt die Bedeutung dieses Forschungsweges, der erst von wenigen betreten ist, aber bestimmt scheint, Licht auf manche dunkeln Beziehungen im Bau des Gehirns der höchsten Lebewesen und damit auch des Menschen, zu werfen. Von diesem Gesichtspunkte aus muss man die Arbeit des vergleichenden Anatomen beurteilen. Hat schon die Ergründung jeder wissenschaftlichen Thatsache an sich ihren Wert, weil sie ein Schritt weiter ist zur Erkenntnis der Wahrheit, ohne Rücksicht auf den augenblicklichen praktischen Nutzen, so lässt sich hier der Erfolg für spätere Zeit noch gar nicht absehen. Eine scheinbar unvermittelt dastehende unbedeutende Thatsache kann, sobald nur erst das benachbarte Gebiet gewissermaßen topographisch abgesteckt und aufgenommen ist, plötzlich eine ungeahnte Bedeutung gewinnen. Und wie der vereinzelte Fund eines römischen Meilensteins im tiefsten Waldesdunkel uns mit einem male den verlorenen Zug der alten Römerstraße erschließt, so kann eine einzige Beobachtung der vergleichenden Hirnanatomie uns Ausblicke eröffnen, deren ferne Grenzen sich nicht ahnen lassen.

Zum Aufbau dieses Forschungsbaues der Zukunft ist indess der Baugrund kaum geebnet. Noch ragen aus demselben die Trümmer veralteter, durch Jahrzehnte lange Duldung gewissermaßen geheiligter Anschauungen. Schon die vergleichend anatomische Deutung der

hauptsächlichsten Hirnabschnitte bei den verschiedenen Wirbeltierklassen erweist sich als schwankend und streitig. Nirgends aber treten diese Gegensätze stärker zu Tage, als am Gehirn der Fische, wo man doch grade erwarten sollte, dass die Verhältnisse am einfachsten sind und somit leicht verständlich sein müssen. Was hier dem einen als Riechlappen erscheint, ist für den andern Großhirn, die Vierhügelregion, das Gebiet des embryonalen Mittelhirns, wird teilweise als Zwischenhirn gedeutet, das Kleinhirn des einen heißt bei dem andern Mittelhirn; kurz, die Verwirrung und Subjektivität in der Auffassung und Deutung der einzelnen Hirnabschnitte ist eine grenzenlose und beim ersten Anblick gradezu entmutigende.

Und dabei kann man nicht einmal behaupten, dass dieses Gebiet, das noch Haller als einen *Ager parum cultus* bezeichnen konnte, in den letzten Jahrzehnten ein besonders vernachlässigtes war. Im Gegenteil! Grade hier arbeitete der später als Reisender bekannt gewordene *Miclucho Maclay* unter den Augen eines unserer größten deutschen vergleichenden Anatomen; grade hier wurde zuerst von einem sorgfältigen Forscher, *Fritsch*, die exakte Methode der lückenlosen Schnittserien herangezogen, um ganz zu schweigen von älteren Arbeiten, die den Namen eines *Camper*, *Haller*, *Arsaky*, *Carus*, *Treviranus*, *Tiedemann*, *Cuvier*, *Gottsche*, *Joh. Müller*, *v. Bär*, *Stieda* u. a. tragen. — Diese Namen, unter denen die ersten Anatomen der letzten hundert Jahre glänzen, beweisen aber schon an sich, welchen außerordentlichen Reiz der Bau des rätselhaften Fischgehirns von jeher auf die Forscher ausübte. *Haller* leiht diesem Anteil Ausdruck in folgenden Worten: *Est tamen etiam huic cerebro sua elegantia suaque peculiaris fabrica, neque unquam credo nos partium corporis animalis utilitatem reete perspecturos, nisi plenam habuerimus peculiaris in quaque specie fabricae enumerationem. Tunc enim, quae in ea fabrica per plurimas species communia erunt, eadem erunt instrumenta functionis, quae iisdem speciebus animalium communis fuerit; et quae fabrica cuique speciei peculiaris erit, eam probabile fuerit, ad peculiare ejus speciei functiones pertinere.*

Ich habe mir daher zur Aufgabe gesetzt, Ihnen heute ein Bild vom Bau dieses Gehirns der Fische, insonderheit der Knochenfische, zu entwerfen, gewissermaßen ein Beispiel für die Art der Forschung auf diesem Gebiete und für die Ziele, die dabei verfolgt werden. — Denn die Methode ist es, die auch da unsern Anteil erregt, wo der Gegenstand der Forschung selbst uns fern liegt. — Andererseits hoffe ich aber, durch eine kurze, gewissermaßen populäre, d. h. auch dem Nichtanatomen verständliche Darstellung, weitere, namentlich experimentell physiologische Forschungen auf diesem Gebiete zu erleichtern, die vielleicht nicht minder wichtige Erfolge liefern werden, als die rein anatomische Untersuchung.

Bevor ich indess auf meine eigentliche Aufgabe eingehe, gestatten

Sie mir eine kurze Darstellung der Genese des Wirbeltiergehirns im allgemeinen, weil dieselbe für das Verständnis des heutigen Organs und der Beziehungen seiner einzelnen Abschnitte unerlässlich ist.

Der so wunderbar zusammengesetzte und scheinbar verwickelte Bau des höchst stehenden Säugetiergehirns lässt sich auf ein äußerst einfaches Schema reduzieren, das uns in seiner embryonalen Anlage gegeben ist. Dieses Schema ist aber gleichzeitig der Grundplan sämtlicher, noch so sehr von einander abweichender Wirbeltierhirne bis zu den Fischen abwärts. Man kann im allgemeinen sagen, die verschiedenen Formen des ausgebildeten Gehirns in den niederen Abteilungen der Wirbeltiere stellen dauernd gewordene niedere embryonale Stadien des Gehirns der höheren Wirbeltiere dar. Die Aufgabe der vergleichenden Hirnanatomie ist es nun, die Homologien der einzelnen Teile des Organs in den verschiedenen Tierklassen festzustellen und genetisch zu erklären, d. h. auf die typische embryonale Grundlage zurückzuführen.

Diese Grundlage ist bekanntlich folgende:

Aus der ursprünglich flächenartig ausgebreiteten Medullarplatte, die eine Verdickung des medialen Teils der äußern Keimschicht, des Ektoderms oder Epiblasts darstellt, entsteht, indem die Ränder der Platte sich erheben, einander entgegenwachsen und schließlich verschmelzen, erst eine offene Halbrinne, dann ein geschlossenes Rohr, das sogenannte Gehirnrohr. An seinem Kopfteil gliedert sich dasselbe durch seichte Einschnürungen, zwischen denen das Rohr entsprechend erweitert erscheint, in zunächst drei hinter einander liegende Abschnitte, deren Hohlräume kontinuierlich in einander übergehen. Es sind dies die drei primären Hirnbläschen oder Stammbläschen. Das vorderste ist das sogenannte Vorderhirnbläschen (Protencephalon), das zweite das Mittelhirnbläschen (Mesencephalon), das dritte das Hinterhirnbläschen (Epencephalon). — Letzteres verschmälert sich allmählich nach hinten und geht so in das Rückenmarkrohr über.

Zunächst entstehen nun am Vorderhirnbläschen zwei laterale Ausbuchtungen, die sogenannten primären Augenblasen. Dieselben schnüren sich allmählich vom Bläschen ab, bis sie schließlich als zwei rundliche Bildungen nur noch durch einen schmalen, röhrenförmigen Stiel mit ihm zusammenhängen. Aus diesem ursprünglich hohlen Stiel wird der spätere Sehnerv. — Auch am Hinterhirnbläschen entwickelt sich durch eine weitere Einschnürung eine Zweiteilung, die zur Bildung des sogenannten Nachhirns (Metencephalon) führt. Viel wichtiger ist indess eine Veränderung am Vorderhirnbläschen, welche die Bildung der Großhirnhemisphäre einleitet. — Es entsteht nämlich an der vordern Wand desselben eine knospenartige Ausbuchtung, zunächst unpaar, und kontinuierlich in das Vorderhirn übergehend. Es ist dies das sogenannte sekundäre Vorderhirn (Protencephalon sec.), während man jetzt das erste Stammbläschen, aus dem es hervorging,

als primäres Vorderhirn oder auch als Zwischenhirn bezeichnet. Durch eine seichte faltenförmige Vertiefung grenzt sich das erstere vom letzteren dorsal- und lateralwärts ab, während an der Basis der Uebergang ohne Grenzen stattfindet. Somit haben wir nunmehr 5 Hirnbläschen, nebst den vom Zwischenhirn aus hervorgegangenen beiden Augenblasen.

Aus dieser einfachsten embryonalen Anlage entsteht nun das so verwickelte Organ durch Vorgänge, die sich sämtlich auf ganz elementare Wachstumserscheinungen zurückführen lassen: örtliche Verdickungen und Verdünnungen der Wandungen der Hohlräume, Faltungen und Einstülpungen, Knickungen und Biegungen der ursprünglich graden Längsachse des Rohrs, sekundäre Verwachsungen sich berührender Binnenflächen. Immer aber bleibt der ursprüngliche Hohlraum des Organs allseitig geschlossen. Die Auffassung des Organs, welche von einem offenen 4. oder 3. Ventrikel spricht, wo der Verschluss nur durch die Pia mater bewirkt wird, ist eine irrthümliche und in den neueren Darstellungen allgemein verlassene. Eine genetische Betrachtung ergibt nämlich, dass das Epithel, das die dem Ventrikelinnenraum zugekehrte Oberfläche der bindegewebigen Pia mater überzieht, und als Ependym bezeichnet wird, durch Reduktion aus den ursprünglich markig, d. h. in Nervensubstanz angelegten Wandungen des Medullarrohrs hervorgeht. Ependymepithel und markige Wandung sind also homologe Bildungen, aus gleicher Anlage hervorgegangen und demgemäß auch am fertigen Organ unmittelbar ineinander übergehend. Dieser Uebergang findet in der Weise statt, dass der Saum, mit welchem sich die Epithelschicht an die markige Wandung anschließt, vielfach noch das Gepräge einer dünnen markigen, also aus Nervensubstanz bestehenden, Platte trägt. So entstehen jene lamellosen Umsäumungen, die man am 4. Ventrikel als Obex und Alae pontis (Ligula, Ponticulus) bezeichnet, während man am Eingang in den dritten Ventrikel die vom Conarium ausgehenden Markleisten der Taenia thalami optici vorfindet. — Der weitere Abschluss des Hohlraums wird aber durch eine einfache Lage meist flimmernden Zylinder- oder Pflasterepithels bewirkt, welches unmittelbar in die epitheliale Auskleidung der markigen Wandungen, das sogenannte Ependym im engern Sinne übergeht. Die Pia mater, die sich nach außen daran schließt, gehört nicht der ursprünglichen Hirnanlage an, sie ist bindegewebiger Natur und entstammt der mittlern Keimschicht, dem Mesoderm der sogenannten Kopfplatten. — Denken wir uns nun jene einfachste epitheliale Ependymschicht, die also eigentlich reduzierte Hirnwandung ist, durch Wucherungen, welche von der Pia mater ausgehen, ins Innere der Binnenräume des Gehirns eingestülpt, so entstehen die sogenannten Telae chorioideae, d. h. vom Epithel bekleidete Pialamellen. — Tragen dieselben noch gelappte Fortsätze oder Zotten, in deren bindegewebigem Stock kapilläre Ge-

fäßschlingen verlaufen, so haben wir die Adergeflechte, Plexus chorioidei, vor uns. — Auf diese Weise finden wir im Innern der Hirnhöhlungen komplizierte Bildungen, die von außen in dieselben eingewuchert sind und nicht der ursprünglichen Hirnanlage, sondern dem umgebenden Bindegewebe angehören, aber dabei überall die verdünnte Hirnwandung vor sich einstülpen. Die Schicht ist das Epithel der Adergeflechte. — Wir sehen also im Bau des Gehirns überall ein eigentümliches Substitutionsverhältnis zwischen medullaren und epithelialen Teilen obwalten, welches uns nur die embryologische Tatsache ins Gedächtnis zurückruft, dass die epitheliale Oberhaut und das Zentralnervensystem einer gemeinsamen Anlage entstammen, dem Ektoderm. Denselben Vorgang, die Umwandlung medullärer Hirnwandung in eine Epithelialschicht, finden wir ja auch am Auge vor, wo das Pigmentepithel dem nicht eingestülpten proximalen Teil der primären Augenblase entspricht.

Diese gegenseitige Beziehung anscheinend so weit von einander verschiedener Gewebe müssen wir nun stets im Auge behalten, wenn wir uns an die vergleichend anatomische Betrachtung des Gehirns der Wirbeltiere begeben. Ihrer Vernachlässigung und Unkenntnis seitens der Forscher ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass namentlich das Verständnis des Fischgehirns bisher unmöglich war, weil grade hier, wie wir sehen werden, jene Substitution medullärer Wandungen durch einfache Epithellagen, wie sie bei den höheren Wirbeltieren besonders im Dach des 3. und 4. Ventrikels gegeben ist, in viel umfangreichem Maße platzgreift.

Anderseits eröffnet aber dieses Verhältnis die weitgehendsten Ausblicke auf die Möglichkeit einer Entwicklung des Organs, selbst in seiner höchsten bisher erreichten Gestaltung beim Menschen, wie wir sie bei keinem andern Körperteil kennen. — Wenn wir, im Sinne der Evolutionstheorie, eine allmähliche Entwicklung der Organismen aus niederen Stufen zu der höchsten bisher erreichten, dem Menschen, für die Vergangenheit in Anspruch nehmen, so dürfen wir eine solche auch für die Zukunft nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Wir können uns, wie dies ja auch thatsächlich durch Haeckel in seiner Anthropogenie geschieht, vorstellen, dass auch der Mensch in seiner jetzigen Entwicklungsform nicht Endpunkt, sondern nur Durchgangsstadium des ewig fortwirkenden Evolutionsgesetzes ist, dass aus ihm sich in ungemessenen Zeitläuften auf Erden ein Wesen entwickelt, so viel höher an Intelligenz und Begabung über dem jetzigen Durchschnittsmenschen stehend, wie dieser über dem Affen. — Mag man der monistischen oder dualistischen Naturanschauung huldigen; selbst diejenigen, welche im Gehirn nur ein Werkzeug der Seele sehen, müssen mit der Vervollkommnung dieses Werkzeuges auch einen Fortschritt in seinen Bethätigungen zugestehen. Es ist nun jedenfalls von Bedeutung, dass im menschlichen Gehirn, gleichsam

zur Zeit noch zusammengefaltet und auf den engsten Raum beschränkt, wie die Blätter der Pflanzenknospe, in den häutigen Einstülpungen der Plexus chorioidei Gebilde sich vorfinden, welche unter einem veränderten Entwicklungsgang sich zu medullaren Wandungen, die der Gehirnrinde gleichwertig sind, umzubilden im Stande wären. Diese Plexus sind gewissermaßen eingestülpte epithelial und embryonal gebliebene Hirnmantelwindungen, und der folgerichtig denkende Evolutionist kann mit Recht in ihnen Zukunftsorgane sehen, dazu bestimmt, in der phylogenetischen Weiterentwicklung des Menschengehirns eine vorerst gar nicht abzusehende Rolle zu spielen. — Wenn ich aber, auf einen Augenblick den Boden der nüchternen Thatsachen verlassend, diesen vielleicht gewagten Ausblick in die Zukunft der menschlichen Entwicklung versuche, so ziehe ich diese Konsequenz nur aus der Existenzberechtigung der Evolutionslehre überhaupt. Diese Lehre hat einen Januskopf, und ich sehe nicht ein, weshalb bloß das in die Vergangenheit schauende Antlitz die Augen aufhaben soll, wo das in die Zukunft schauende gewisse rätselhafte Befunde der Gegenwart verständlich machen kann. — In diesem Sinne handelt es sich beim vorliegenden Fall nicht um ein müßiges Spiel der Phantasie, sondern um einen Erklärungsversuch thatsächlicher Erscheinungsformen. — Wir kennen eine Anzahl sogenannter rudimentärer Organe, gewisse Körperteile, die, um mit Häckel zu reden, im Laufe der Jahrtausende allmählich außer Dienst getreten sind, welche bei unseren tierischen Vorfahren bestimmte Funktionen verrichteten, welche aber für uns selbst ihre physiologische Bedeutung verloren haben. Ich erinnere nur an den Wurmfortsatz des menschlichen Blinddarms. — Neben diese Kategorie kann man als gleichberechtigt, wenn auch nicht gleich gut begründet, weil die Vergleichsobjekte fehlen, die Zukunftsorgane stellen, als deren Urbild ich die Plexus chorioidei des Gehirns ansehen möchte.

Gehen wir nach dieser orientierenden Einleitung nun an die vergleichende Betrachtung selbst, so finden wir folgendes:

Unter den Kennzeichen, welche das Gehirn der übrigen Wirbeltiere von dem der Säugetiere auf den ersten Blick unterscheiden lassen, nimmt die auffallende relative Entwicklung des Mittelhirns den ersten Platz ein. Schon bei den Vögeln finden wir ein stark entwickeltes Zweihügelpaar, freilich hier in einer Lage, die einigermaßen die Homologie zu ziehen erschwert. — Die Vierteilung dieser Region, die bei den Säugern besteht und ihr den Namen der Corpora quadrigemina verschafft hat, ist nämlich durch Wegfall der Quersfurche zu einer Zweiteilung geworden. — In diesem Zustand verharrt nur der Zweihügel, jetzt meist als Lobi bigemini bezeichnet, bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen. Nur bei gewissen Schlangen, mit Sicherheit, wie ich bestätigen kann, bei der Riesenschlange (*Python tigris*) finden sich wieder vier deutlich unterscheidbare Hügel, doch

bedarf es erst eingehenderer Untersuchungen, ob diese Verteilung der Vierhügelteilung des Säugetierhirns gleichzuachten ist.

Mit der stärkern Entwicklung des äußern Umfanges geht eine Vergrößerung des Hohlraums dieses Hirnteils, des *Aquaeductus Sylvii*, Hand in Hand. Während derselbe beim erwachsenen Menschen einen engen, nur spaltförmigen Verbindungskanal von wechselndem Querschnitt zwischen 3. und 4. Ventrikel darstellt, überall umgeben von dicken Markmassen (Fig. 1, $\frac{1}{2}$ nat. Gr.), finden wir bei den niederen Wirbeltieren eine geräumige Höhle.

Der Querschnitt derselben ist zum größeren Teil ein T- oder anker-

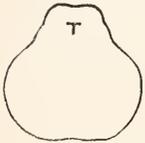


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

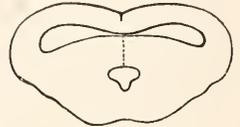


Fig. 4.

förmiger: ein senkrechter medianer Spalt läuft beiderseits dorsal in zwei Seitenarme aus. Somit gleicht die Figur dem Querschnitt des menschlichen *Aquaeductus* im Beginn und am Ende seines Verlaufs. Bei manchen Reptilien, z. B. den Krokodilen, springen noch zwei eigentümliche Körper mit konvexer Oberfläche ins Innere hervor, indem sich die beiden Seitenwandungen hügelartig gegen die Medianebene hervorwölben (Fig. 3, Alligator, schwach vergr.). Ähnliches zeigt der Zweihügel der Amphibien, z. B. des Frosches, nur sind hier, worauf bisher noch nicht genügend Gewicht gelegt wurde, die beiden Hügel in der Medianebene verwachsen. Dadurch entstehen im Querschnitt (Fig. 4, Vergr.: 6 lin.) zwei Hohlräume, die aber vor und hinter der Verwachsungsstelle zusammenfließen. Ueberall entsteht so eine dünne dorsale Decke dieses Hirnteils, welche durch eine Längsfurche in zwei symmetrische Hälften zerfällt. Entsprechend dieser buchtet sich das mediane Verbindungsstück der beiden Dachhälften ins Innere der Zweihügelhöhle ein. Bei den Vögeln (Fig. 2 Taube, Vergr. e. 2 lin.) tritt insofern ein etwas anderes Verhalten ein, als hier der mediane Teil der Decke außerordentlich dünn ist, während erst die seitlichen Teile eine bedeutende Verdickung und die charakteristische Schichtenbildung des mikroskopischen Baus erkennen lassen. — Ueberall aber ist die Grenze dieser Zweihügelregion durch zwei Gebilde gegeben, die aus dorsalen Einfaltungen der Hirnwände hervorgehen: durch die *Commissura posterior* vorn und die *Valvula cerebelli anterior* hinten.

Gehen wir nach diesem kurzen vergleichend anatomischen Ueberblick der Zweihügelgegend an die Betrachtung des Knochenfischgehirns, so überrascht uns hier die außerordentliche Größe derjenigen Hirnpartie, welche unmittelbar nach vorn an das Kleinhirn sich an-

schließt, also auf den ersten unbefangenen Blick als Zweihügel erscheint. — Bei fast allen Fischen, vielleicht mit Ausnahme der Mormyren, ist es der ansehnlichste Abschnitt des Gehirns überhaupt, so bedeutend überragt er die vor und hinter ihm gelegenen Teile, und die charakteristische Gestalt des Knochenfischgehirns wird wesentlich durch ihn bedingt. Daher hat auch diese Gegend von je her die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Sie wurde, weil man den Ursprung der Sehnerven daselbst erkannte, meist als *Lobi optici* bezeichnet. Dieselben stellen ein durch eine tiefe Längsfurche getrenntes Hügelpaar dar, deren dorsale Wölbungen stark konvex hervortreten. Entfernt man die dünne markige Decke, die von den Autoren als *Tectum loborum opticorum* bezeichnet zu werden pflegt, und

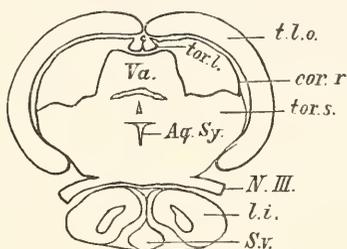


Fig. 5.

Fig. 5 stellt einen $4,7 \times$ lin: vergrößerten Querschnitt durch die *Lobi optici* (Mittelhirn) der Forelle an der Austrittsstelle der *Nervi oculomotorii* dar. Die *Lobi inferiores* und der *Saccus vasculosus* sind ebenfalls vom Schnitt getroffen, gehören aber selbstverständlich dem *Protencephalon* an.

welche dorsal den Binnenraum abschließt (Fig. 5. t. l. o.) und blickt nun von oben in letzteren, so findet man denselben ausgefüllt bzw. begrenzt von Gebilden, deren Deutung lange Zeit zweifelhaft war, und die noch bis zuletzt Gegenstand des Zwiespalts blieben. Zunächst schiebt sich eine zungenförmige Markmasse, die mit dem Kleinhirn in direkter Verbindung steht, von hinten her in den Hohlraum (Va. vergl. Fig. 6.). Die dorsale Oberfläche dieser Masse kann 2, 4, ja vielleicht 6 hügelartige Erhabenheiten zeigen, indem sie von entsprechenden sich senkrecht kreuzenden Längs- und Querfurchen durchsetzt wird. So entsteht bei erster Betrachtung ein Bild, wie an der Oberfläche der Vierhügel der Säugetiere, eine Aehnlichkeit, welche die älteren Anatomen thatsächlich verführte, in diesem Gebilde, das sie als *Eminentia quadrigemina* bezeichneten, ein Seitenstück der Vierhügel zu sehen.

Vermeidbar wird dieser grobe Irrtum und verständlich der Bau des Gebildes erst, wenn man sagittale, d. h. dorsoventrale Längsschnitte durch die Medianebene des Gehirns anfertigt. Dann erkennt man, dass jenes Gebilde nichts weiter ist, als eine mächtige Faltenbildung, die an der vordern Grenze des Kleinhirns stattfindet, und deren nach

vorn gerichtete Umbiegung, der Scheitel, sich tief unter das Dach der Zweihügelregion schiebt, indem sie den hintern Teil ihres Binnenraums fast ganz ausgefüllt. — Unter ihr verläuft ein enger, spaltförmiger Verbindungsgang zwischen 3. und 4. Ventrikel, der eigentliche *Aquaeductus Sylvii*. — Die dorsale Verbindung zwischen der *Valvula*

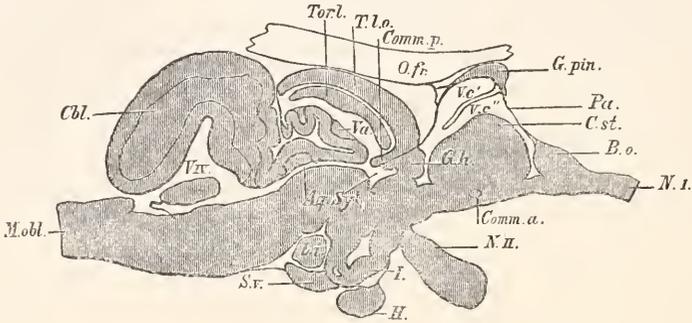


Fig. 6.

Fig. 6: Forellengehirn, (5 \times lin.) dorsoventraler Längsschnitt nahe der Medianebene.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| B. o. Bulbus olfactor. | T. l. o. Tectum loborum opticorum. |
| N. I. Nervus olfact. | Tor. l. Torus longitudinalis |
| C. st. Corpus striatum. | V. c' u. c'' Ventriculus communis |
| Comm. a. Commissura anter. | V. IV. „ „ quartus |
| Comm. p. Commissura poster. | Aq. Sy. Aquaeductus Sylvii |
| Pa. Pallium | M. obl. Medulla oblongata |
| G. pin. Glandula pinealis | O. fr. Os frontale |
| N. II. Nerv. opticus | Va. Valvula cerebelli |
| I. Infundibulum mit Ventric. III. | Cbl. Cerebellum |
| L. i. Lobus inferior | G. h. Ganglion habenulae |
| S. v. Sacculus vasculosus | H. Hypophysis |

und dem *Tectum loborum opticorum* wird durch die einfache Ependymzellenschicht dargestellt, welche hier die in den Spalt zwischen Kleinhirn und Zweihügel eindringende Piafalte überzieht (Vergl. Fig. 6.) Ueber die Deutung dieses Hirnteils als *Valvula* gibt am besten die Entwicklungsgeschichte Aufschluss:

Schon frühzeitig entsteht nämlich bei Knochenfischembryonen im Bereich der Gegend des Hinterhirns, also dicht vor der Stelle, wo sich später die verdünnte Decke des 4. Ventrikels findet, eine tiefe Querfalte der dorsalen Hirnwand, die sich auch lateral fortsetzt, so dass nunmehr eine scharfe Grenze zwischen dem vordersten und dem übrigen Teil des embryonalen Medullarrohrs gegeben ist. — Im Sagittalschnitt können wir zwei Blätter, ein vorderes und ein hinteres, dieser Falte unterscheiden, die vorn in dem Scheitel der letzteren in einander umbiegen. Dieser Scheitel legt sich rechtwinklig gegen die Richtung der Falte selbst nach vorn um. Die hintere Lamelle der letzteren erfährt alsbald eine Verdickung in ihrer ganzen Ausdehnung

bis zu ihrer Umbiegungsstelle in die Dorsaldecke des Hirnrohrs, ebenso die Wandungen des umgebogenen Scheitels. Aus ersterer geht das Cerebellum hervor, welches von oben gesehen als ein median ausgeschweiffter leistenartiger Saum an der vordern Grenze des 4. Ventrikels erscheint. Hinter der Kleinhirnleiste verdünnt sich nämlich die dorsale Hirnwandung entsprechend, und zwar im Bereich einer Zone, die einem hohen gleichschenkligen Dreieck mit nach hinten gekehrter Spitze entspricht. Durch diese durchsichtige Decke blickt man von oben in den durch Erweiterung des dritten Hirnbläscheninnenraums entstandenen 4. Ventrikel. — Der vordere, aufsteigende Faltenschenkel verdünnt sich ebenfalls, am stärksten da, wo er in das dorsale Dach des Mittelhirns übergeht, bis schließlich die ursprünglich markig angelegte Verbindung nur noch auf eine einfache Zylinderepithellage reduziert erscheint, die sich eng an das umgebende Bindegewebe der Pia mater anlegt.

Aus dieser einfachsten Falte entsteht allmählich durch weitere einfache Wachstumsvorgänge (lokale Verdickung, sekundäre Faltenbildung im Bereich des umgebogenen Scheitels u. s. w.) jenes scheinbar so zusammengesetzte Gebilde, welches wir am fertigen Knochenfischgehirn als *Valvula cerebelli* bezeichnen.

Es fragt sich, ob dieselbe lediglich Teile enthält, die auch der *Valvula* des Säugetiergehirns zukommen. Wahrscheinlich sind auch Teile der beiden benachbarten Hirnabschnitte in die Faltenbildung hineingezogen, und es wird wesentlich bei der Beantwortung dieser Frage darauf ankommen, wo man die konventionelle hintere Grenze des Mittelhirns beim Säugetier annimmt. Wird dieselbe durch die Kreuzung der *Nervi trochleares* in der *Valvula* gegeben, so würde der vor dieser gelegene vordere Abschnitt der ventralen Falte und die ganze dorsale dem Mittelhirn zuzurechnen sein. — Während in betreff der Deutung dieses Binnengebildes des Mittelhirns eine vollständige Uebereinstimmung unter den jetzt lebenden Forschern herrscht, bestehen um so mehr Zweifel, wie man ein anderes Gebilde zu deuten habe, welches sich am Dach, dem *Tectum loborum opticorum* der Autoren, vorfindet. — Es ist dies ein doppelter, symmetrischer Längswulst, der in der Medianebene des *Tectum*, da, wo dessen beide Hälften sich zu einem First vereinigen, unter diesem, entsprechend der mittlern Längsfurehe, die außen sichtbar ist, von der später zu besprechenden *Commissura posterior* aus nach hinten zieht, um, sich allmählich verdünnend und auseinanderweichend, vor dem Kleinhirn zu enden (Fig. 5 und 6 tor. 1.). — Im einzelnen finden sich freilich bei den verschiedenen Fischen mancherlei Abweichungen von der eben gegebenen, der Forelle entnommenen Schilderung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. Man hat dieses Gebilde als *Torus longitudinalis* bezeichnet, ein Name, der, weil er keine Deutung vorwegnimmt, beibehalten werden kann.

Die älteren Autoren, Carus, der ihn zuerst am Hering auffand, dann namentlich Gottsche, der ihn bei den verschiedensten Knochenfischen näher untersuchte, bezeichnen und deuten diesen Wulst als Fornix, eine Deutung, der sich in neuester Zeit auf Fritsch anschloss. Die mediane Verbindung der beiden Seitenhälften des Tectum, die über ihm liegt, homologisieren sie folgerichtig dem Corpus callosum der Säugetiere.

Ich habe an anderer Stelle gezeigt, dass eine solche Deutung völlig unzutreffend und unstatthaft ist. — Wir haben es lediglich mit einem besonders entwickelten Teil des Mittelhirns zu thun, der dem Gehirn der Knochenfische eigentümlich ist. Entwicklungsgeschichtlich lässt sich die relativ späte Bildung des Torus longitudinalis nachweisen, so dass er beim ausgeschlüpften Lachsembryo noch nicht erkennbar ist. Hier findet sich, im Gegensatz zu dem spätem bleibenden Zustand, grade in der Medianfurche die dünnste Stelle des Tectum, während die beiden Seitenhälften des letzteren relativ sehr viel dicker sind, als später. Der Querschnitt zeigt hier einen breiten Spalt mit senkrechten lateralen Wänden, während die dünne Verbindungsbrücke des Daches winklig eingefaltet ist, derart, dass die Gestalt eines M entsteht. Die senkrechten Wände sind mit langen Ependymepithelzellen bekleidet. — Nach allem, was ich selbst beobachtete, scheint der Torus an der Binnenfläche des Dachfirstes als eine Dependenz dieses Ependymepithels zu entstehen, doch bin ich mit meinen Untersuchungen noch nicht zum Abschluss gekommen.

Den Amphibien und Reptilien fehlt dieses Gebilde durchaus, allein es ist auffallend, dass sich bei einer Anzahl derselben hinter der Commissura posterior ebenfalls eine außerordentliche Entwicklung des Ependymepithels im Bereich des dorsalen Teils des Aquaeductus Sylvii findet. Namentlich beim Alligator sieht man dies sehr schön. Es wird weiterer Prüfung bedürfen, ob diese Ependymwucherung mit der Entwicklung des Torus longitudinalis der Knochenfische einen homologisierenden Vergleich gestattet.

(Schluss folgt.)

Adolf Cieslar, Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung der Samen.

Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik, herausg. v. E. Wollny. VI. S. 270—295.

Ob das Licht Einfluss habe auf die Keimung der Samen oder nicht, und welchen Einfluss es habe, darüber sind seit Ingenhouß, dem Vater der Pflanzenphysiologie, die verschiedensten Ansichten ausgesprochen worden. Noch aus jüngster Zeit liegen in bezug darauf zwei diametral entgegenstehende Aeußerungen vor, indem Stebler (Vierteljahrsschr. d. Züricher naturf. Ges. 1880 S. 102) auf grund von ihm ausgeführter Versuche behauptete, dass das Licht auf die Keimung der Samen günstig einwirke, während Nobbe (Land-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Rabl-Rückhard Hermann

Artikel/Article: [Das Gehirn der Knochenfische. 499-510](#)