

Ein doppelseitiger Anophthalmus. Weitgehende Selbstdifferenzierung.

Von

Hermann Triepel.

(Aus der entwicklungsmechanischen Abteilung des anatomischen Instituts
in Breslau.)

Mit Tafel V und 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 21. November 1919.)

In der Sammlung der mir unterstellten Abteilung befindet sich seit 1904 ein neugeborenes Kind mit einem doppelseitigen Anophthalmus. Herr Sanitätsrat Dr. Friedmann hat das Kind der Abteilung freundlichst überwiesen, wofür ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Schon mein Vorgänger, A. Schaper, hatte die Absicht, die Mißbildung zu bearbeiten, wie ich aus den von ihm getroffenen Vorbereitungen entnehme, aber er wurde an der Ausführung des Planes 1905 durch seinen Tod gehindert. Ich entschloß mich die Arbeit aufzunehmen, wurde jedoch vielfach in ihr unterbrochen und konnte sie erst nach langer Zeit zum Abschluß bringen. Die Mitteilungen, die ich auf den folgenden Seiten veröffentliche, sollen einmal einen kasuistischen Beitrag zur Frage des Anophthalmus bilden, andererseits sollen sie zeigen, daß bei einzelnen Teilen des Sehapparates in weitem Maße Selbstdifferenzierung erfolgen kann.

Bei den bisher beschriebenen Fällen von Anophthalmus wurde nach E. von Hippel¹⁾ gefunden:

»1. Ein sehr kleiner Mikrophthalmus, 2. gänzliches Fehlen einer Augenanlage, 3. Vorhandensein von mesodermalen, der Chorioidea und Sklera entsprechenden Rudimenten bei gänzlichem Fehlen von Bestandteilen der Augenblase, 4. Rudimente der Augenblase (Pigmentepithel) und einige mesodermale Bestandteile, 5. an Stelle der Bulbi je ein kugliges aus Glia und einzelnen Ganglienzellen zusammengesetztes Gebilde (Encephalocoele), das durch einen ziemlich sicher das Foramen opticum durchsetzenden Stiel mit dem Gehirn in Verbindung stand.«

¹⁾ von Hippel, E., Die Mißbildungen des Auges. Schwalbe, Die Morphologie der Mißbildungen. III. T., 2. Abt., S. 24f. 1909.

Mein Fall entspricht dem unter 4 angegebenen Verhalten.

von Hippel berichtet weiterhin:

»Die Augenmuskulatur sowie die Tränendrüse waren auch bei Fehlen eines Bulbus normal, der Sehnerv fehlte gänzlich oder stellte einen Bindegewebfaden dar, Chiasma und Tractus fehlten gleichfalls häufig. Das Corpus geniculatum externum war sehr klein oder fehlte, das Pulvinar war verkleinert und in der Occipitalrinde fehlte die sog. Streifenschicht mit zerstreuten Neuroblasten, welche sich nach Leonowa nur bei Vorhandensein des Sehorgans entwickelt.

Das Foramen opticum ist verkleinert oder fehlt, in seltenen Fällen auch Lider und Orbita...

Bemerkenswert ist es, daß die Befunde beim Anophthalmus die Unabhängigkeit der Entwicklung von Muskulatur und Augenhöhle von der Entwicklung des Bulbus beweisen, ferner daß es zur rudimentären Entwicklung von Aderhaut und Sklera bei gänzlichem Mangel der Augenblase kommen kann.«

Ungefähr zur gleichen Zeit wie von Hippel hat Durlacher¹⁾ kurz zusammengefaßte Angaben aus der Literatur über Anophthalmus gemacht. In dem eigenen Falle dieses Autors ließen sich neben dem Fehlen der Bulbi und der Einziehung der geschlossenen Augenlider keine weiteren Mißbildungen nachweisen.

Das Kind, das die im folgenden beschriebene Abnormität zeigt, ist, wenn man von einer leichten Einziehung der geschlossenen Augenlider absieht, äußerlich wohlgestaltet. Es ist männlichen Geschlechts und mißt (nach vieljähriger Aufbewahrung in Spiritus) 48 cm, ist also ausgetragen. Seine inneren Organe zeigen einige erwähnenswerte Veränderungen. Das Colon hat seine normale Wanderung nicht vollendet, sodaß das Caecum in der Höhe des rechten Nierenhilus liegt. Das Colon ascendens findet sich vor dem absteigenden Teil des Duodenum und ist mit ihm durch lockeres Bindegewebe verbunden. Das Colon transversum hängt an einem normal gestalteten Mesocolon, aber auch das Colon descendens besitzt ein etwa 1 cm langes Mesenterium. Der rechte Hoden ist in der Bauchhöhle zurückgeblieben. Es besteht eine Hypoplasie der Lungen, die besonders auffallend bei der linken Lunge ist. Der Thymus ist ungewöhnlich groß. Die anderen Organe scheinen normal zu sein. Die aufgezählten Veränderungen deuten zwar nicht auf eine sehr schwere Schädigung des Keimes hin, doch erlauben sie den Schluß, daß seine Entwicklung immerhin in einem gewissen Grade gehemmt war.

Der Kopf ist wohl etwas kleiner, als der Norm entsprechen würde (die frischen Maße fehlen mir), aber normal gestaltet, wenn man von

¹⁾ Durlacher, Über kongenitalen doppelseitigen Anophthalmus. Deutsche med. Wochenschr. Jahrg. 35, S. 1659, 1909.

der oben erwähnten Einziehung der Augenlider absieht. Die Schädelbasis zeigt nichts Außergewöhnliches, insbesondere gilt das von den Austrittsstellen der Gehirnnerven wie auch vom Foramen opticum.

Ich hatte meine Untersuchung schon abgeschlossen, als ich durch die Güte des Herrn Sanitätsrat Friedmann einige anamnestische Daten zu dem Falle erfuhr. Die Eltern des Kindes waren blutsverwandt (»Cousin und Cousine«), desgleichen die Großeltern. Die Eltern hatten vor diesem Kinde schon ein anderes, das als vollständiger Idiot im 8. Lebensjahre starb.

Im einzelnen sind von der Mißbildung näher zu beschreiben: 1. der Orbitalinhalt (mit Lidern), 2. Nervus opticus, Chiasma opticum, Tractus opticus, 3. verschiedene Gehirnabschnitte, woran sich 4. eine Würdigung der Befunde anschließen wird.

I. Orbitalinhalt.

Der Inhalt der linken Orbita war schon von Schaper herausgenommen, in Formol-Müller fixiert, mit Hämatoxylin durchgefärbt und in Zelloidin eingebettet worden. Er wurde später in eine lückenlose Serie von Frontalschnitten zerlegt. Nachfärbung mit Eosin.

Den rechten Orbitalinhalt habe ich makroskopisch untersucht, wobei ich die folgenden Befunde erheben konnte:

Die Lider sind mit ihrem freien Rande nach innen gezogen, so daß ihre Außenseiten in großer Ausdehnung, nämlich bis zu einer Breite von 9 mm aufeinander liegen. Durch Abziehen dieser Flächen bekommt man die Lidspalte zu Gesicht, die 12 mm breit ist und keinen deutlichen Unterschied zwischen Pars bulbosa und Pars lacrimalis erkennen läßt. Nur am unteren Lide erhebt sich mäßig eine Papilla lacrimalis. Die Lidränder sind stumpf. Der Bindehautsack ist klein, der Fornix inferior fast ganz verstrichen, der Fornix superior nur ungefähr 3 mm hoch. Die vordere Seite des Bulbus oculi, d. h. die hier anzunehmende Cornea ist von einem dünnen Häutchen überzogen, das in der Mitte einen 6 mm langen querlaufenden Spalt mit aufgebogenen Rändern zeigt.

Die Orbita besitzt diejenige Ausdehnung, die man bei einem mittelgroßen Neugeborenen erwarten kann. Ihre Form ist normal. Die Tränendrüse ist gut ausgebildet.

Die äußeren Augenmuskeln sind sämtlich vorhanden, der *M. levator palpebrae superioris*, die vier *Mm. recti* und die beiden *Mm. obliqui*, und sind in annähernd normaler Stärke entwickelt. Nur das läßt sich an ihnen als besonderer Befund notieren, daß die Sehnen des *M. rectus superior* und des *M. obliquus superior* sich miteinander verbinden und eine gemeinsame Sehnenplatte bilden. Diese Platte so-

wie die anderen Recti und der Obliquus inferior setzen sich an dem Bulbusrudiment (s. u.) an.

Auch die Nerven der Orbita ließen sich ohne große Mühe darstellen, nämlich der N. trochlearis, der erste Trigeminasast mit seinen Teilen (Nn. frontalis, supraorbitalis, supratrochlearis, lacrimalis, nasociliaris), der N. oculomotorius mit beiden Ästen, und der N. abducens. Von einem Ganglion ciliare und von Nervuli ciliares vermochte ich nichts nachzuweisen. Ich kann natürlich auf Grund der makroskopischen Präparation nicht mit Sicherheit behaupten, daß Ganglion und Ciliarnerven vollkommen gefehlt hätten, daß sie auch nicht in Form kleinster Reste vorhanden gewesen wären. Auf diesen Punkt mußte bei der mikroskopischen Untersuchung der linksseitigen Orbita besonderes Gewicht gelegt werden (s. u.).

Der N. opticus innerhalb der Orbita hatte die Stärke einer dicken Stricknadel.

Auf die Präparation der Gefäße glaubte ich keinen Wert legen zu müssen, es genügte festzustellen, daß die größeren Arterien und Venen vorhanden waren.

Der Bulbus oculi hat die Form einer kleinen Kugel mit unregelmäßiger Oberfläche und von 8,5 mm Durchmesser. Er wurde nach der Präparation der Orbita durch einen Schnitt in eine mediale und laterale Hälfte zerlegt. Dabei zeigte sich (bei makroskopischer Untersuchung), daß von den typischen Bestandteilen eines Augapfels fast nichts zur Ausbildung gelangt ist. Nur die Cornea ist als solche erkennbar, aber auch nur in ihrer oberen Hälfte. Sie zeichnet sich durch glatte Schnittfläche aus und besitzt eine Dicke von 1 mm. Dahinter liegt ein kleiner der Cornea paralleler Spalt. Im übrigen besteht der Bulbus aus einer ziemlich gleichmäßigen Masse, die von dickfädigen Gebilden durchsetzt ist. In der Nähe des hinteren Poles des Auges findet sich ein schrotkorngroßer Hohlraum mit einem schwärzlichen gallertigen Inhalt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des linken Orbitalinhaltes konnte ich zunächst feststellen, daß die Augenlider trotz der Veränderung ihrer äußeren Form normal gebaut sind. Das gilt von der äußeren Haut, der Muskulatur, dem Tarsus, den Meibomischen Drüsen, den Tränenröhrchen. Hier ist auch zu erwähnen, daß die an und in das obere Lid sich erstreckende Tränendrüse den gewöhnlichen Bau zeigt. Die hintere Seite der Lider ist von dem typischen Zylinderepithel mit den bekannten Einbuchtungen überzogen.

Hinter den Lidern liegt der enge, unregelmäßig begrenzte Bindehautsack. Er ist zum großen Teil von Zylinderepithel ausgekleidet, da dieses von der hinteren Seite des oberen Augenlides auf die vordere Seite des Bulbusrudimentes übertritt. Nur medial findet sich

in geringer Ausdehnung in Zusammenhang mit dem Tränenapparat geschichtetes Plattenepithel.

Das Bulbusrudiment ist ein nur sehr angenähert kugelförmiges, mit unregelmäßigen Auswüchsen versehenes Gebilde. Man kann in ihm als Rest der ursprünglichen Augenblase das Pigmentepithel erkennen, von einem inneren Blatt des Augenbechers ist kaum eine Spur zu finden. Nur an 16 Schnitten (Schnitt 89—104) finde ich an einer kleinen, lateral gelegenen Stelle nach innen von dem Pigmentblatt einen bandförmig ausgezogenen Haufen von gefärbten Kernen. Dieser kleine Streifen läßt eine deutliche Schichtung erkennen (Taf. V, Abb. 2). Die Pigmentschicht erscheint als eine flach ausgebreitete und entsprechend den Auswüchsen des Bulbusrudimentes vielfach gebogene oder geknickte Lage Pigments, die zahlreiche dichtstehende kleine Lücken aufweist, wahrscheinlich als Ausdruck dort liegender Kerne (s. Abb. 1). Sie ist in dem vorderen Teile des Rudimentes besser ausgebildet als in dem hinteren. Hier gehen Teile von ihr verloren, und ihre Dicke reduziert sich mehr und mehr.

In dem vorderen Abschnitt wird die Pigmentschicht von einer von unten her (in einigen Schnitten auch medial) eindringenden, fast homogenen (s. u.) Masse durchbrochen, wobei die Pigmentschicht nach innen gedrängt wird, und sich von ihr zottenartige Fortsätze erheben. Ein im Inneren liegender angenähert kugelig, scharf begrenzter Teil der Masse hat zum größten Teil einen dunkelgelben Farbenton, nur außen liegt auf diesem Kern eine dünne hellere Schicht auf, die von jenem durch eine ziemlich unregelmäßige, wellenförmig gebogene Fläche abgegrenzt wird.

Der zuletzt beschriebene Teil der ins Innere des Bulbusrudimentes verlagerten Masse hat große Ähnlichkeit mit einer Linse und sei daher als Phakoid¹⁾ bezeichnet.

Das Phakoid ist, wie erwähnt, nicht genau kugelförmig, es ist vielmehr unten, wo es ziemlich in der Fläche der Augenbecherwand liegt, abgeplattet und wölbt sich nach oben in das Innere des Bulbus vor. Wenn man die untere Einbruchsstelle des Füllgewebes einer Pupille gleichsetzt, so würde nach Lage und Form das Phakoid einer Linse entsprechen. Auch die Andeutung einer Schichtung erinnert an die Verhältnisse der wahren Linse.

Das Phakoid füllt nur knapp die Hälfte des Binnenraumes des Augenbechers aus, seine Höhe beträgt 2,2 mm. Es ist 3 mm breit und findet sich auf 29 Schnitten (Schnitt 81—109), hat also bei einer Schnittdicke von 60 μ in der Richtung der Orbitalaxe eine Länge von ca. 1,8 mm.

¹⁾ Dieser Name (von δ φακός, die Linse) ist sprachlich besser als die hybride Bezeichnung Lentoid.

Wie oben ausgeführt, ist an dem Präparat vor dem Bulbusrudiment kein Cornealepithel nachweisbar, somit auch kein Epithel, von dem eine normale Linsenbildung hätte ausgehen können. Daß die Pupillenöffnung des Augenbecherrudimentes nicht nach vorn, sondern nach unten sieht, sei in diesem Zusammenhang noch einmal erwähnt. Sehr bemerkenswert ist es, daß das Phakoid gerade in der Höhe des unbedeutenden Restes vom Innenblatte des Augenbechers liegt (Schnitt 81—109 und Schnitt 89—104); es berührt diesen Rest zwar nicht, kommt ihm aber sehr nahe und ist von ihm nur durch ein paar Gefäße getrennt (s. Abb. 2), die wahrscheinlich später eingewachsen sind. Über die Würdigung des Befundes vgl. unten 4.

Bei der gegebenen Deutung liegt es nahe, in den erwähnten zottenartigen Erhebungen der Pigmentschicht Rudimente von Ciliarfortsätzen zu sehen.

Das geschilderte Pigmentblatt ist umgeben von einer Schicht dicht gelagerter Gefäße (Chorioides, Abb. 1). An diese schließt sich an eine nicht ganz gleichmäßige, aber im allgemeinen doch ziemlich mächtige Lage von Bindegewebe (Sclera), die teils aus dicht gelagerten Fibroblasten besteht, wie in der Abb. 1 zu sehen ist, teils aus Bindegewebsfasern.

Im Innern des Bulbusrudimentes liegt außer dem Phakoid eine Masse, die aber den Raum zwischen Pigmentblatt und Phakoid nicht vollkommen ausfüllt, sondern kleine und größere Lücken freiläßt. Diese Masse ist teils homogen, teils feinfädig, teils feinkrümelig, enthält einige spärliche Gefäße, sonst aber keine Zellen, steht durch die Pupillaröffnung mit dem umgebenden Gewebe in Zusammenhang und entspricht jedenfalls einer rudimentären Anlage des Glaskörpers.

Nach hinten schließt sich an das Bulbusrudiment der Nerv. opticus an. Er besitzt eine sehr starke Duralscheide. Nach innen von dieser liegt ein feiner Spalt, in dessen Wand ab und zu kleine Pigmentstreifen auftreten. Den Inhalt bildet eine Substanz, die um so stärker krümelig wird, je weiter hinten man untersucht. Darin treten zahlreiche, über den ganzen Querschnitt verstreute Kerne auf, sowie in größerer Anzahl kleine Gefäße.

Das in der Umgebung des Bulbusrudimentes liegende, sich bis zum Periost der Orbita erstreckende Gewebe ist ein lockeres, mit Fettzellen erfülltes Bindegewebe. In ihm sind Muskeln, Gefäße und Nerven eingebettet.

Von den Muskeln setzen sich der Obliquus inf., die Recti sup., inf. und lat. in der gewöhnlichen Weise an die Sclera an, der Rectus med. gewinnt den Anschluß an den Bulbus nicht, sondern strahlt in das Periost aus. Der Obliquus sup. zieht von der Trochlea aus muskulös zwischen Levator palpebrae sup. und Rectus sup. hindurch,

bildet hier eine spindelförmige Anschwellung, umfaßt sodann den Rectus lat. von außen und tritt erst jetzt an den Bulbus heran. Weiter hinten ziehen Fasern des Obliquus sup. lateral und medial an dem Rectus lat. vorbei, vereinigen sich wieder und bilden so eine vollkommene Schlinge um den geraden Muskel.

Die in der Orbita liegenden Gefäße sind sehr zahlreich, sie wurden in der Serie nicht im einzelnen verfolgt.

Den größeren in der Orbita liegenden Nerven konnte ohne Schwierigkeit in der Serie nachgegangen werden. Ich erwähne die Nervi frontalis, nasociliaris, oculomotorius, abducens. Dagegen war es mir nicht möglich, eine Spur von dem Ganglion ciliare zu entdecken, ich glaube nicht, daß mir die Zellen eines Ganglions entgangen sein würden, wenn sie in Wirklichkeit vorhanden waren. An der lateralen Seite des Opticus konnte ich eine Strecke weit zwei kleine Nervchen verfolgen, die ihrer Lage nach an Nervuli ciliares erinnerten. Es sind vielleicht motorische Fäserchen des Oculomotorius, die, ohne ein Ganglion zu passieren, einem Ziele zustrebten, das sie freilich nicht erreichen konnten.

II. Nervus opticus, Chiasma opticum, Tractus opticus.

Den Nerv. opticus untersuchte ich noch einmal genau in der Gegend seines Durchtrittes durch das Foramen opticum. Der Nerv ist sehr dünn, er mißt in der Breite kaum 2 mm gegenüber 3 mm beim normalen Neugeborenen. Nach Fixierung in Formol-Müller wurden Schnitte durch ihn nach verschiedenen Methoden gefärbt. Eine spezifische Faserfärbung war nicht möglich, es zeigte sich bald, daß im Opticus überhaupt keine Fasern zur Ausbildung gekommen waren.

Bei einem normalen Neugeborenen kann man schon mit einer gewöhnlichen Hämatoxylin-Eosin-Färbung die Faserung sehr schön zur Darstellung bringen: auf Querschnitten sind die Markscheiden ringförmig von Gliazellen umgeben, auf Längsschnitten zeigen reihenförmig gestellte Gliazellen den Verlauf der Fasern an. Von alledem ist bei meinem Anophthalmus nichts zu sehen. Hier erhält man auf Querschnitten den Eindruck eines Syncytiums (Abb. 3). Zellgrenzen sind nicht erkennbar. Die Kerne sind anscheinend regellos verteilt. Das Protoplasma hat eine faserige Beschaffenheit angenommen, wenig gröbere und viele feine und feinste Fäserchen bilden ein dichtes Netzwerk, das eine große Menge kleiner Lücken oder Maschen einschließt. Das Bild erinnert etwas an gewisse Formen des vesikulösen Stützgewebes, wie man sie z. B. bei menschlichen Chordaresten antrifft¹⁾.

¹⁾ Vgl. Triepel, H., Chorda dorsalis und Keimblätter. Anat. Hefte. Bd. 50. 1914. S. 523.

Die erwähnten Lücken sind entsprechend der Richtung der umgebenden Protoplasmafasern etwas in die Länge gezogen. In der Umgebung von Kapillaren, die sich in größerer Menge im Opticus finden, werden die Lücken größer und nehmen bisweilen eine angenähert radiäre Stellung ein.

Der Querschnitt des Opticus ist nicht vollkommen kreisrund, der eine Durchmesser erscheint ein wenig verkürzt. An einer breiten Seite des Querschnittes findet sich ein dellenförmiger Eindruck, von dem aus sich ein Spalt in die Tiefe senkt, bis er etwa ein Drittel des Durchmessers erreicht. Delle und Spalt variieren sehr in den einzelnen Querschnitten. Sie sind von lockerem Bindegewebe erfüllt, das in der Nähe des Foramen opticum, wo eine Duralscheide nicht vorhanden ist, auch den ganzen Opticus umgibt.

Die Deutung des Befundes ist sehr leicht. Wir haben es offenbar mit dem Reste des Augenblasenstieles zu tun, der sich nicht zu einem nervenähnlichen »Nervus opticus« umbilden konnte, da in ihn keine Nervenfasern einwuchsen, keine zentripetalen, aber auch keine zentrifugalen. Die Zellen des Augenblasenstieles haben ihre Grenzen verloren und haben sich zu einem Syncytium — besser würde man hier wohl von einem Symplasma reden — zusammengelegt. Die faserige Zerklüftung des Zellprotoplasmas deutet auf regressive Vorgänge hin.

Die erwähnte Delle und der Spalt sind Reste der normalen Rinne an der unteren Seite des Augenblasenstieles, die sich noch nicht vollkommen geschlossen haben. Von dem zentralen Hohlraum des Augenblasenstieles ist gar nichts mehr zu erkennen.

Ein Längsschnitt des Opticus, für dessen Herstellung das Material fehlte, müßte dieselben Eigentümlichkeiten wie das Chiasma erkennen lassen.

Das Chiasma opticum des Anophthalmus zeigt einen Bau, der vollkommen dem des Nerv. opticus entspricht. Bei dem zur Kontrolle geschnittenen Chiasma eines normalen Neugeborenen konnte ich wieder sehr schön unter Berücksichtigung der Anordnung der Gliazellen den Faserverlauf verfolgen; die Kreuzung der Fasern und der Übertritt der seitlichen Tractusfasern auf den gleichseitigen Opticus sind deutlich. Demgegenüber ist bei dem Chiasma des Anophthalmus nichts von Fasern zu sehen. Es ist wie der Opticus ein Syncytium (Symplasma) ohne Zellgrenzen mit regellos verstreuten Kernen und netzförmig angeordneten Protoplasmafasern. Bisweilen, z. B. in der Mitte des Chiasmas, sind die von den Protoplasmafasern gebildeten Maschen etwas in die Länge gezogen (Abb. 4), und zwar in der Richtung, die die Opticusfasern eingenommen haben würden, wenn sie in das Chiasma eingewachsen wären.

Das erlaubt wohl nur eine Deutung. Das Syncytium (Symplasma) ist aus den Zellen des Augenblasenstieles entstanden. Wenn nun die

Maschen des symplasmatischen Netzwerkes in bestimmter Richtung verlängert sind, so liegt der Schluß nahe, daß die Zellen, die dem Netzwerk zugrunde lagen, in derselben Richtung ein bevorzugtes Wachstum besaßen, das ihre Anordnung bestimmte. Daraus ergibt sich, daß der Augenblasenstiel einen Bau besaß, durch den die Bahnen vorgezeichnet waren, auf denen die in ihm einwachsenden Nervenfasern sich bewegen mußten.

Kapillaren fanden sich in nicht geringer Anzahl im Chiasma, sie schlugen ebenfalls die bezeichneten Richtungen ein.

Die beiden Tractus optici des Anophthalmus ließen sich schon makroskopisch nur eine kleine Strecke weit verfolgen. Mikroskopisch war auf Frontalschnitten durch den Thalamus jenes für den Tractus typische runde Feld lateral unterhalb des Thalamus nicht nachzuweisen. Dafür sieht man an der lateralen Seite des Pedunculus cerebri ziemlich dicht unter dem Thalamus einen die Hirnstielfaserung umgreifenden, ca. 70–100 μ tiefen und ca. 3 mm breiten kernreichen Streifen, der zwischen den Kernen ein lockeres gliähnliches Netzwerk zeigt. Ich möchte den Streifen mangels einer anderen Deutung für ein Äquivalent des Tractus opticus halten.

III. Einzelne Gehirnabschnitte.

Das Gehirn des Anophthalmus ist auffallend klein, seine Größe beträgt schätzungsweise $\frac{3}{8}$ von derjenigen des zum Vergleich herangezogenen Gehirns eines normalen Neugeborenen. Äußerlich erscheint

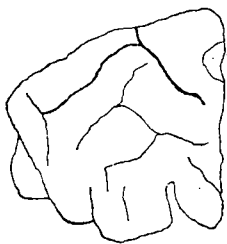


Abb. 1. Linker Occipitallappen, mediale Fläche.

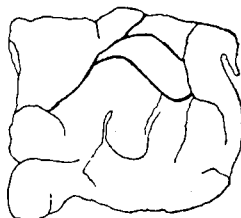


Abb. 2. Rechter Occipitallappen, mediale Fläche.

das Anophthalmusgehirn vollkommen normal. Die Furchen und Windungen sind in typischer Weise angeordnet. Nur an der medialen Seite des rechten Occipitallappens zeigt sich eine Variation, die Fissura calcarina ist verdoppelt (s. Textabb. 2). Die Variation ist offenbar bedeutungslos, da sie auch im normalen Fall vorkommen kann. Die Gehirnnerven (der 3. bis 12.) finden sich an gewohnter Stelle, sie sind merklich dünner als bei anderen Neugeborenen, ihr Bau — der N.

oculomotorius wurde mikroskopisch untersucht — zeigt aber keine Besonderheiten, Scheiden der Fasern und Hüllen sind normal.

Nach Anlegung einiger Hauptschnitte durch das Gehirn ergibt sich, daß auch sein innerer Bau der gewöhnliche ist. Besonders erwähnt zu werden verdient es, daß das Pulvinar thalami beiderseits sehr gut modelliert ist. Dasselbe gilt von dem oberen Vierhügel. Dagegen hebt sich das Geniculum laterale (Corpus geniculatum laterale) nur sehr schwach von der Umgebung ab. Das ist übrigens nicht wunderbar, denn derselbe Höcker ist auch beim normalen Neugeborenen nur wenig ausgeprägt.

Zum Zwecke der histologischen Untersuchung das ganze Gehirn in toto einzubetten und in eine Schnittserie zu zerlegen war nicht ratsam, denn es interessierten in dem vorliegenden Falle nur einzelne wenige Stellen des Gehirns besonders, und diese konnten, wenn man sie isolierte, dünner geschnitten und leichter nach verschiedenen Methoden behandelt werden. In der Wahl der möglichen Methoden war ich durch die vorgängige Fixierung des Objektes in Formol-Müller und seine lange Aufbewahrung in Alkohol beschränkt. Als brauchbar erwiesen sich mir u. a. eine protrahierte Färbung in Karmalaun sowie die Färbung nach Nißl¹⁾.

Genauer untersucht habe ich als Zwischenstation der Sehbahn das Pulvinar thalami — leider entzog sich seiner Kleinheit wegen das Geniculum laterale einer Berücksichtigung seines feineren Baues — und als Endstation der Sehstrahlung die Hirnrinde in der Umgebung der Fissura calcarina.

Im Pulvinar sah ich unterhalb eines schmalen Stratum zonale in einem feinen Faserfilz zwei scharf voneinander zu scheidende Zellformen über das Gesichtsfeld verstreut (Abb. 5). Die Zellen der einen Art fallen vor allem durch ihren dunkeln körnchenreichen Zelleib auf. Sie sind sehr vielgestaltig, bald drei- oder vier- oder mehrckig, bald nach einer Richtung in die Länge gezogen, wobei man den Abgang dicker Fortsätze (Dendriten) feststellen kann. Ich fand an ihnen Durchmesser von 13—19—22, ja 32 μ . Sie enthalten einen großen runden Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Die Zellen der andern Art sind etwas kleiner und variieren in ihrer Größe weniger, die sich nicht weit von 10 μ entfernt. Ihr Zelleib ist rund, auffallend hell und enthält einen kleinen, meist runden, bisweilen nicht ganz regelmäßig begrenzten Kern.

Die beiden Zellformen, neben denen in dem Faserfilz sich nur noch die Kapillaren herausheben, lassen in ihrer Verteilung keine be-

¹⁾ Die Vorschrift Nißls verlangt Fixierung in Alkohol und Weglassen der Einbettung. Immerhin brauchbare Präparate erhält man nach Fixierung in Chromsalzen und Einbettung in Celloidin.

stimmten gegenseitigen Beziehungen erkennen. Die Zellen der ersten Art liegen bisweilen in quergestellten Reihen zu vier, fünf oder mehr nebeneinander. Die beschriebenen Zellen sind aber nicht nur auf das Pulvinar beschränkt, sondern sind über den ganzen lateralen Kern des Thalamus verbreitet.

Sehr bemerkenswert scheint es mir zu sein, daß ich genau dieselben Zellformen mit ihren charakteristischen Größenverhältnissen und ihrem charakteristischen Zellinhalt in dem zur Kontrolle geschnittenen Thalamus und Pulvinar thalami eines normalen Neugeborenen gesehen habe.

Die geschilderten Zellen sind bekannt. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß sie mit denjenigen Zellen identisch sind, die Koelliker im Thalamus (und Pulvinar thalami) bei Kaninchen, Katze und Mensch gefunden und als Strahlencellen und Buszczellen beschrieben hat. Koelliker¹⁾ stützt sich auf Golgi-Präparate und gibt an, daß die Strahlencellen »durch ihre langen, mit kürzeren Ästen versehenen Dendriten und durch ihre mehr gestreckte Gesamtform bemerkenswert« sind; an einer anderen Stelle nennt er ihre Zellkörper spindelförmig, drei- und vieleckig. Die Buszczellen zeichnen sich nach ihm »durch ihre kurzen, aber ungemein reich und pinselförmig ausstrahlenden Protoplasmafortsätze und ihre kreisrunde Gesamtgestalt« aus. Die Zellkörper der Strahlencellen messen beim Menschen 15—57 μ , die der Buszczellen 30—40—45 μ .

Es ist zwar mißlich, Zellen zu identifizieren, die nach verschiedenen Methoden dargestellt wurden. Aber hier ist zu berücksichtigen, daß Koelliker aus dem Thalamus (und Pulvinar) nur zwei Formen von Zellen anführt, und daß auch ich hier nur zwei charakteristische zellige Elemente gefunden habe. Ferner ermöglichen Koellikers Abbildungen seiner Golgi-Präparate und meine Nißl-Präparate sehr wohl einen Vergleich der Zellkörperform. Danach würden die von mir zuerst beschriebenen vielgestaltigen Zellen den Strahlencellen, die an zweiter Stelle genannten runden Zellen den Buszczellen entsprechen.

Die Hirnrinde in der Umgebung der Fissura calcarina des Anophthalmus zeigt einen sehr auffallenden Bau, man kann an ihr schon bei Anwendung von Kernfärbemitteln eine ausgeprägte Schichtung erkennen (Abb. 6). Zwischen Pia und Mark liegen mindestens acht Schichten, die sich zunächst durch eine größere oder geringere Menge und Dichtigkeit der Kerne (und Zellen) und daher auch bei schwacher Vergrößerung durch eine verschiedene Helligkeit unterscheiden. Dicht unter der Pia findet sich eine mittelbreite sehr kernarme Zone, und darauf folgen dreimal wechselnd, je eine dichte und

¹⁾ Koelliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 2. Bd. 1896. S. 532, 534, 558f.

eine lockere Schicht, von denen jede ihre Besonderheiten aufweist; die erste dichte Schicht ist die breiteste, sie zeigt nach ihrer äußeren wie nach ihrer inneren Seite hin eine geringe Zunahme der Dichtigkeit, so daß man sie in zwei Abteilungen zerlegen kann. Daraus ergeben sich folgende Schichten:

(Pia),

1. mittelbreite sehr zellarme Schicht,
2. breite dichte Schicht, ohne scharfe Grenze übergehend in
3. breite dichte Schicht,
4. schmale lockere helle Schicht,
5. schmale sehr dichte und dunkle Schicht,
6. schmale lockere helle Schicht,
7. schmale mäßig dichte Schicht,
8. schmale lockere helle Schicht,

(Mark).

Der Vergleich mit Nißl-Präparaten ergibt, daß in den lockeren Schichten 4 und 6 auffallend große, in den dichten Schichten, vor allem in 5, sehr kleine Zellen liegen.

Auf der rechten Seite des Anophthalmusgehirns ist, wie erwähnt (S. 33), die Fissura calcarina verdoppelt. Hier findet sich die beschriebene Struktur in der Umgebung beider Fissuren.

Die Schrinde eines normalen Neugeborenen wurde mit denselben Methoden untersucht, hier fand ich genau den gleichen Bau wie beim Anophthalmus, dieselbe Schichtung, dieselbe Anordnung der Zellen.

Die Schichtung der Rinde des Sehzentrums ist bekannt. Die vor allem in Frage kommenden Darstellungen und Abbildungen von Ramon y Cajal und Brodmann stimmen jedoch nicht vollständig überein. Am nächsten kommt meinem Befunde die von Ramon y Cajal angenommene Einteilung, die im Lehrbuch von Rauber-Kopsch (7. Aufl.) wiedergegebene schematische Abbildung nach Cajal erinnert lebhaft an meine Präparate. Ich gebe im folgenden die Cajalsche Aufstellung wieder, wobei ich den einzelnen Schichten diejenigen Zahlen gebe, die sie oben nach meinen Präparaten erhalten haben.

(Pia),

1. plexiforme Schicht,
2. kleine Pyramidenzellen,
3. mittelgroße Pyramidenzellen,
4. große Sternzellen,
5. kleine Sternzellen,
kleine Pyramidenzellen,
6. Riesenpyramidenzellen,
7. Pyramidenzellen mit aufsteigenden Neuriten,
8. spindelförmige Zellen.

Nur für die kleinen Pyramidenzellen zwischen 5 und 6, die übrigens offenbar eine sehr schmale Zone einnehmen, habe ich in meinen Präparaten kein Analogon.

IV. Würdigung der Befunde.

Die Ursache der beschriebenen Mißbildung ist nicht bekannt. Man könnte daran denken, für sie die Blutsverwandtschaft der Eltern und Großeltern (S. 27) verantwortlich zu machen, es würde aber zu weit führen, diese Frage hier eingehend zu erörtern. Es handelt sich jedenfalls darum, daß den Keim in früher Zeit eine Schädigung getroffen hat, die seine Entwicklung in verschiedenen Teilen gehemmt hat, wie aus den in der Einleitung gemachten Angaben hervorgeht. Die Noxe hat in besonders starkem Maße die beiden Augenanlagen beeinflusst. Es kam zur Ausbildung der Augenblasenstiele und der Augenblasen, wahrscheinlich auch zu einer Einstülpung dieser letzteren. Das innere Blatt des Augenbechers bildete sich aber, wie auf der linken Seite festzustellen war, bis auf minimale Reste zurück, und nur das äußere, das Pigmentblatt erhielt sich, wenn auch in ihm sich einige Defekte einstellten. Im Laufe der Entwicklung traten am Sehapparat verschiedene Erscheinungen auf, die noch eine besondere Beleuchtung erfahren müssen. Sie tragen zum größten Teil den Charakter der Selbstdifferenzierung von Organen und Organteilen. Im folgenden sollen noch einmal herangezogen werden das Bulbusrudiment, der Nerv. opticus und das Chiasma opticum, die Stationen der Leitungsbahn im Gehirn.

1. Bulbusrudiment.

Von dem Schicksal des Augenbechers war soeben die Rede. Chorioides und Sclera wurden angelegt. Es ist fraglich, ob es sich hier um eine abhängige, von dem erhaltenen Teile des Augenbechers ausgelöste oder um eine von diesem unabhängige Differenzierung also um Selbstdifferenzierung des Bulbusrudimentes handelt, wie sie in anderen Fällen beobachtet wurde (vgl. S. 26). Die Chorioides erfuhr (links) keine weitere Differenzierung, in der Sclera wucherten nicht nur Fibroblasten, es entstanden stellenweise auch derbe Bindegewebsfasern. Rechts erhielt die fibröse Hülle des Bulbusrudimentes vorn, hinter dem Conjunctivalsack, in einer Ausdehnung von mehreren Millimetern eine an die Substantia propria der Cornea erinnernde Beschaffenheit (abhängige Differenzierung?).

Links entstand weiterhin an der nach unten (und nur wenig nach innen) gerichteten Seite des Augenbechers ein Einbruch, durch den der Glaskörper ins Innere des Bulbus gelangte. Man hat sich jedenfalls vorzustellen, daß hier der Pupillarrand liegt, also die Stelle des

Übergangs von innerem in äußeres Blatt des Augenbeckers. Von dieser Stelle hat jener Wachstumsprozeß seinen Ausgang genommen, den man gewöhnlich als Einstülpung des Augenbeckers beschreibt. Der Prozeß war nicht, wie im normalen Fall, von vorn nach hinten, sondern von unten nach oben gerichtet. Da der Augenblasenstiel nicht verdreht war, mußte der Ausgangspunkt des Prozesses aus unbekannten Gründen an der Augenblase verlagert worden sein. Die Bildung des Augenbeckers erweist sich also — und das muß auch für den normalen Fall gelten — als unabhängig von der Lagerung der Augenblase, sie stellt sich somit als ein Vorgang dar, der nicht von der Umgebung veranlaßt wird, der auf von ihr unabhängiger Differenzierung beruht.

Die Verlagerung der Pupillaröffnung könnte als atavistische Erscheinung gedeutet werden. Denn möglicherweise ist ursprünglich die Einstülpung der Augenblase zum Augenbecher nicht von vorn her, sondern von unten her erfolgt¹⁾.

Wie ich oben (S. 29) beschrieben habe, zeigt das Pigmentblatt in der Nähe der Pupillaröffnung zottenförmige Erhebungen. Man könnte daran denken, daß es sich hier um die unabhängig differenzierte Pars ciliaris des Pigmentblattes, also um einen Überzug von Ciliarfortsätzen handelt. Um den Gedanken weiter zu verfolgen, wäre es nötig, das Pigmentblatt zu modellieren, was ich bisher noch nicht getan habe. Im Zusammenhang mit dem Gefäßblatt (Chorioides) habe ich keine Bildungen gesehen, die an Ciliarfortsätze erinnern.

Sehr interessant ist das Auftreten eines Phakoids in dem linken Bulbusrudiment, das zwar nicht in unmittelbarer Nachbarschaft, aber doch in großer Nähe des kleinen Restes vom Innenblatte des Augenbeckers liegt. Man wird hier im Hinblick auf die Untersuchungen von G. Wolff, Fischel u. a.²⁾ über die Regeneration der Tritonlinsen vom oberen Augenbecherrand (Irisrand) auf den Gedanken gebracht, daß auch das Phakoid von dem Innenblatte des Augenbeckers abzuleiten ist. Die von mir als Phakoid beschriebene Masse zeigt zwar

¹⁾ Vgl. Schimkewitsch, W., Über den atavistischen Charakter der Linsenregeneration bei Amphibien. Anat. Anz. Bd. 21. 1902. S. 48.

²⁾ Wolff, G., Entwicklungsphysiologische Studien. I. Die Regeneration der Urodelenlinse. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 1. 1894—1895. S. 380. — Derselbe, II. Weitere Mitteilungen zur Regeneration der Urodelenlinse. Ebenda Bd. 12. 1901. S. 307. — Derselbe, Zur Analyse der Entwicklungspotenzen des Irisepithels bei Triton. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 63. 1903. S. 1. — Fischel, A., Über die Regeneration der Linse. Anat. Anz. Bd. 14. 1898. S. 373. — Derselbe, Über die Regeneration der Linse. Anat. Hefte Bd. 14. 1900. S. 1. — Derselbe, Weitere Mitteilungen über die Regeneration der Linse. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 15. 1902. S. 1. — Ausführliche Literaturangaben über den Gegenstand finden sich bei Przibram, H., Experimentalzoologie. 2. Regeneration. Leipzig u. Wien 1909.

nichts, was einen epithelialen Ursprung verraten würde. Wenn ich trotzdem sie in der angegebenen Weise gedeutet habe, so geschah es vor allem ihrer Form und Lage, aber auch ihrer im Schnitt leicht erkennbaren festeren Konsistenz wegen, zu der sich noch die Andeutung einer Schichtung gesellte. Der in der Nähe liegende Rest des inneren Augenbecherblattes entspricht nicht dem oberen Irisrand, auch nicht dem Margo ciliaris, sondern der lateralen Becherwand, was nicht mit den zuerst veröffentlichten Regenerationsbefunden im Einklang steht. Doch hat Fischel später angegeben, daß die Linsenbildung von verschiedenen Teilen des inneren Augenbecherblattes ausgehen kann. Die Ableitung des Phakoids von einem typischen Oberflächenepithel würde dadurch erschwert sein, daß solches Epithel nur in beträchtlicher Entfernung von dem Bulbusrudiment vorkommt.

Ist meine Vermutung richtig, so würde es sich darum handeln, daß die Augenblasenwand, im besonderen das innere Blatt des Bechers, trotz der Mißbildung die Fähigkeit bewahrt hat, eine Linse zu bilden. Diese Fähigkeit wurde in der Nähe der Pupillaröffnung ausgelöst oder, wie man vielleicht besser sagt, ihre Aktivierung wurde infolge des Mangels einer normalen epithelialen Linse nicht gehemmt. Ich will hier die bestechende Ansicht Schimkewitschs (s. S. 32 Anm. 1), nach der das Bestehen einer inneren, aus der Augenblasenwand stammenden Linse einen uralten Zustand darstellt, referierend erwähnen. Daß im Falle des Anophthalmus die linsenbildende Tätigkeit kein in allen wichtigen Punkten einer wahren Linse gleichendes Gebilde hervorbringen konnte, erklärt sich aus den Umständen zur Genüge.

Im Anschluß an die Betrachtung des Bulbusrudimentes sei darauf hingewiesen, daß die den Bulbus bewegenden Muskeln im wesentlichen normal gebildet, also unabhängig differenziert waren, wie es auch in anderen Fällen von Anophthalmus beschrieben worden ist (s. oben S. 26).

2. Nervus opticus und Chiasma opticum.

Bei der Beschreibung des Opticus und des Chiasma der linken Seite (S. 32 f.), wies ich darauf hin, daß die Gestalt des hier gefundenen symplasmatischen Maschenwerkes einen Schluß auf die Anordnung und die Wachstumsrichtung der Zellen des Augenblasenstieles erlaubt, aus denen jenes Maschenwerk hervorgegangen ist. Beide stimmen überein mit der Richtung, die die in den Stiel einwachsenden Nervenfasern hätten nehmen sollen. Die Zellen des Augenblasenstieles besitzen also die Fähigkeit, auf Grund eines ihnen innewohnenden vererbten Gestaltungsvermögens ohne eine von außen kommende Einwirkung die Formen des Opticus und des Chiasma hervorzubringen.

Aus diesen Zellen gehen die Gliazellen des Nerv. opticus und des

Chiasma (und wahrscheinlich auch des Tractus opticus) hervor. Die Gliazellen sind also vor den Nervenfasern vorhanden, und der Gedanke liegt nahe, daß das Einwachsen der Fasern sich als ein durch jene Zellen beeinflusster Vorgang abhängiger Differenzierung darstellt. Die Abhängigkeit könnte man in zwei verschiedenen Formen annehmen. Es wäre denkbar, daß die Fasern auf Grund der ihnen oder ihren Ursprungszellen eigenen Wachstumstendenz in Bahnen einwachsen, die von den Gliazellen vorgebildet sind. Andererseits wäre es möglich, daß die Gliazellen durch irgendein Agens unbekannter Natur einen richtenden Einfluß auf die wachsenden Fasern ausüben. Vielleicht spielen beide genannten Momente eine Rolle.

Opticus und Chiasma sind Teile des Gehirns, das Chiasma ist ja bei einzelnen niederen Formen tief in die Gehirnssubstanz eingebettet. Wenn wir nun sehen, daß die Opticusbahn durch die Anordnung von Gliazellen vorgezeichnet ist, so liegt der Gedanke nicht fern, daß bei anderen (oder allen) Leitungsbahnen des zentralen Nervensystems Gliazellen die gleiche Bedeutung besitzen. Die zentralen Nervenbahnen sind vielfach so kompliziert, daß es befriedigen muß, wenn wir ihre mechanische Entstehung dem Verständnis etwas näher bringen können. Ihre morphologische Erklärung steht hiermit in keiner Weise in Zusammenhang.

3. Stationen der Leitungsbahn im Gehirn.

Von den ersten Stationen der Leitungsbahn habe ich beim Anophthalmus näher untersucht das Pulvinar thalami. Hier zeigte sich, daß die zelligen Elemente sich vollkommen normal entwickelt hatten, ohne daß ein Reiz von der Peripherie eingetroffen wäre, der ihre Ausbildung hätte veranlassen können. Es liegt also ein Fall von Selbstdifferenzierung vor. Auch die Endstation der Leitungsbahn, das Sehzentrum, zeigte den gewöhnlichen normalen Bau, auch dieser muß auf Grund von Selbstdifferenzierung entstanden sein, da an dieser Stelle ebensowenig wie am Pulvinar peripherische Reize wirksam gewesen sein können.

Ob die sog. primäre und sekundäre Sehstrahlung, also die Verbindung von Pulvinar und Geniculum laterale mit der Sehrinde, ausgebildet war, habe ich nicht feststellen können. Es ist also die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß die Zentren des Hirnstammes und die Sehrinde sich bei der Entwicklung gegenseitig beeinflussten. Aber auch wenn das der Fall gewesen sein sollte, so würde sich doch der Komplex Pulvinar mit Geniculum laterale — Sehstrahlung — Sehrinde selbständig, d. h. unbeeinflusst durch peripherische Reize differenziert haben.

Man könnte nun sagen, es sei gar nicht so auffallend, daß beim

Anophthalmus die Zentren im Gehirn sich selbständig differenziert haben, da dieselben sich auch beim normalen Neugeborenen ausgebildet finden, obwohl sie auch hier vor der Geburt von keinen funktionellen Reizen getroffen wurden. Es würde also zur Feststellung der Selbstdifferenzierung der genannten Zentren genügen, wenn man die Verhältnisse bei einem normalen Neugeborenen prüft. Indessen wurde durch die Untersuchung des Anophthalmus festgestellt, daß nicht nur funktionelle Reize, sondern korrelative Beziehungen jedweder Art zwischen den verschiedenen Teilen des Sehapparates und den Abkömmlingen des inneren Blattes des Augenbechers, d. h. retinalen Elementen, für die Entwicklung bedeutungslos sind. Über das Wesen korrelativer Differenzierungen sind wir nur in seltenen Fällen unterrichtet, es sind denkbar chemische, elektrische, magnetische, vielleicht auch andere Einwirkungen. Sie alle kommen bei der Bildung des Sehapparates — sofern man von der Bildung einzelner Unterteile absieht — nicht in Frage. Denn die Schlüsse allgemeiner Natur, die sich aus den beim Anophthalmus erhobenen Befunden ziehen lassen, behalten sicher auch für den normalen Fall ihre Geltung. Wenn in anderen Fällen von Anophthalmus scheinbar keine so weitgehende unabhängige Entwicklung beobachtet wurde, so deutet das darauf hin, daß dann die primäre Entwicklungsstörung sich nicht auf die Augenblase beschränkte, sondern auch andere Teile ergriff.

In der vorstehenden Arbeit ist viel von Selbstdifferenzierung die Rede. Durch die sorgfältigen Begriffsbestimmungen Rouxs¹⁾ wissen wir, daß es eine absolute Selbstdifferenzierung nicht gibt, denn nichts kann von sich selbst aus den Anstoß zu einer eigenen Veränderung geben. Das gilt auch für die einzelnen Teile des Sehapparates. Die Faktoren, welche die Entwicklung dieser Teile determinieren, liegen in den Substanzen, aus denen sie sich entwickeln; wo die besonderen realisierenden Faktoren zu suchen sind, ist nicht bekannt. Man könnte sie in dem ältesten und funktionell wichtigsten Teile des Apparates, der Augenblase, besonders dem retinalen Blatte des Augenbechers vermuten. Daß eine solche Annahme irrig ist, glaube ich gezeigt zu haben. Ob die äußeren Hüllen des Bulbus (Chorioides, Sclera, Cornea) eine Ausnahmestellung einnehmen, ist fraglich; auszunehmen ist dagegen sicher, wie bekannt, die normale Linse. Die Bildung eines Phakoids aus dem inneren Blatte des Augenbechers ist Aktivierung einer den Becherzellen innewohnenden Potenz (also Selbstdifferenzierung) durch Eingreifen realisierender Faktoren, deren Natur und Wirkungsweise vorläufig nicht durchsichtig erscheint.

¹⁾ Roux, W., Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. Leipzig 1912.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V.

- Abb. 1. Inhalt der linken Orbita des Anophthalmus. Teil des 55. Schnittes der Serie. *a* Glaskörper. *b* Pigmentblatt. *c* Chorioides. *d* Sclera. — Leitz Obj. 3, Ok. 1.
- Abb. 2. Inhalt der linken Orbita des Anophthalmus. Teil des 99. Schnittes der Serie. *a* zerrissenes Pigmentblatt. *b* Rest des Innenblattes des Augenebeckers. *c* Phakoid. — Leitz Obj. 3, Ok. 1.
- Abb. 3. Nervus opticus des Anophthalmus. Teil eines Querschnittes in der Nähe des Foramen opticum. Färbung mit Hämotoxylin-Eosin. *c* Kapillare. — Leitz Obj. 6, Ok. 3.
- Abb. 4. Chiasma opticum des Anophthalmus. Teil des 20. Schnittes der Serie. Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. — Leitz Obj. 6, Ok. 3.
- Abb. 5. Aus einem Schnitt durch das rechte Pulvinar thalami. Färbung nach Nißl. Größere »Strahlencellen«, kleinere »Buschzellen« (s. S. 35). — Leitz Obj. 6, Ok. 3.
- Abb. 6. Schnitt durch die Sehrinde in der Nachbarschaft der linken Fissura calcarina des Anophthalmus. Färbung mit Karmalaun. Erklärung der Schichten S. 36. — Leitz Obj. 3, Ok. 1.
-

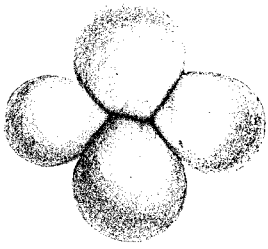


Abb. 1

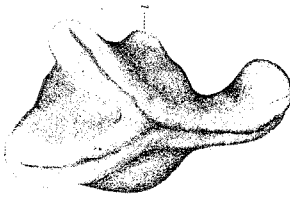


Abb. 2



Abb. 2

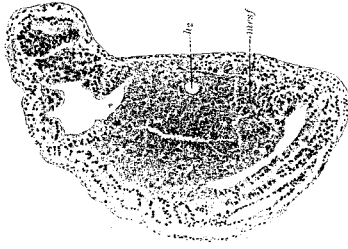


Abb. 4



Abb. 5

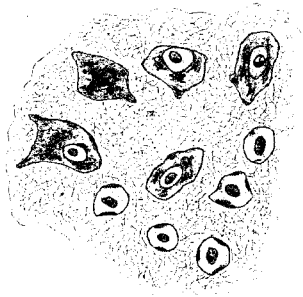


Abb. 5

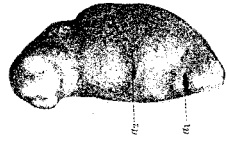


Abb. 6

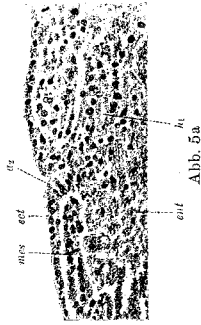


Abb. 5a

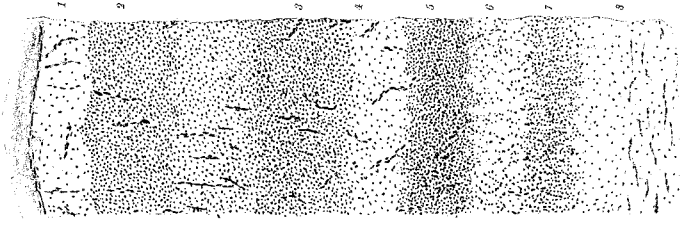


Abb. 6