Eine Theromorphie im Auge eines Kindes.

Von

Dr. Rudolf Bergmeister,

Assistenten an der Augenklinik des Hofrat Fuchs in Wien.

Mit Taf. VII—IX, Fig. 1—11, und einer Figur im Text.

Bei der histologischen Untersuchung eines im Alter von 7 Monaten verstorbenen Kindes fand ich als zufälligen Befund eine Hypoplasie und Faltenbildung der Retina, wie sie bisher an einem menschlichen Auge noch nicht beschrieben wurde. Dieselbe bietet grosses Interesse in vergleichend anatomischer und embryologischer Hinsicht.

Das im übrigen normal entwickelte Kind Mathilde L. wurde am 2. III. 1898 mit der Diagnose Keratomalacie aufgenommen. Es bestanden ausgedehnte krupös diphtheritische Veränderungen der Conjunctiva tarsi und bulbi, ausserdem Hornhautvereiterung mit ausgedehntem Irisvorfall auf beiden Augen.

Zunächst kam der linke Bulbus zur histologischen Untersuchung. Der vordere Abschnitt des Auges zeigte die der Erkrankung entsprechenden Veränderungen: Die vorgefallene Iris in ein Granulationsgewebe umgewandelt, von der Cornea nur schmale Randteile vorhanden, auch diese zum Teil nekrotisch. Von der Linse war nur mehr die im Granulationsgewebe eingebettete Linsenkapsel zu sehen. Zu einer stärkeren Exsudation und Schwartenbildung in der Ciliarkörpergegend war es nicht gekommen. Es erwies sich die gesamte Netz- und Aderhaut vollständig entzündungsfrei, nur am Sehnerv waren Anzeichen einer leichten Neuritis wahrzunehmen. Auch im Glaskörper war keinerlei Exsudation bemerkbar.

Infolge der Veränderungen des vorderen Bulbusabschnittes war es nur möglich, den queren Durchmesser zu messen. Derselbe betrug 17,4 mm. Gleich hier sei bemerkt, dass eine Colobombildung im eigentlichen Sinn, also ein Fehlen des Pigmentepithels und der Aderhaut — eine Ektasie der Sklera nicht vorhanden ist.

Die Netzhaut zeichnet sich vor allem durch ihren Reichtum an eigenartigen Faltenbildungen aus. Es muss hier gleich hervorgehoben werden, dass nur die Pars optica retinae, mit Ausschluss des Pigmentblattes, an der Faltenbildung beteiligt ist. Solche Falten finden sich:

I. Am Übergang der Netzhaut in die Pars ciliaris retinae.

- II. An der unteren Hälfte des Bulbus sagittal verlaufend.
- III. Um die Papille herum in Form einer Halskrause.
- IV. Mehrere kleine, an verschiedenen Stellen des rückwärtigen Augapfelabschnittes.

Retinalfalten in der Ciliarkörpergegend (siehe Fig. 1).

Der im allgemeinen gut entwickelte Ciliarfortsatz¹⁾ weist vorwiegend radiär verlaufende Muskelfasern auf. In der Pars plana des Ciliarkörpers treten dann reihenweise grosse cirkulär verlaufende Gefässe auf, die knapp unter dem Pigmentepithel liegen. An dieser Stelle bildet die Pars optica retinae, bevor sie in die Pars ciliaris übergeht, grosse, bis in die Mittellinie des Bulbus reichende Falten, die sich hinter der Linse mit der von unten in der Sagittalebene aufsteigenden Falte zu einem förmlichen Konvolut vereinigen (Fig. 1). Diese Falten weisen zumeist das Vorhandensein einer inneren Körnerschicht mit ungefähr vier Zelllagen und einer Membrana limitans externa auf. Stäbchen und Zapfen sind nur stellenweise nachweisbar. Ganglienzellen kommen daselbst nur sehr vereinzelt vor. An Stelle der Nervenfaserschicht ist nur ein homogenes, aus spindelförmigen, längsgestellten Zellen bestehendes Gewebe vorhanden, in welchem vereinzelt Gefässe auftreten. Entwicklungsstörungen finden sich vorzugsweise in der äusseren Körnerschicht: Ganz unvermittelt hören die zellreichen Körnerschichten auf und setzen sich in eine homogen aussehende, protoplasmatische Zone fort, in welcher sich vereinzelte höher differenzierte Kerne, in grösseren Abständen, nie geschichtet vorfinden (Fig. 2, 2a).

Hervorzuheben ist, dass die Netzhaut in dieser Region nirgends die Veränderung der Ora serrata des Erwachsenen aufweist (Iwanoffsches Netzhautödem).

Die Falte der Ciliarkörpergegend, von der Pars plana entspringend, lässt nur einen ganz schmalen Streifen des Pigmentepithels frei. Die Retina kehrt nach Bildung des Faltenkonvoluts wieder zum Pigmentepithel zurück und geht ganz unvermittelt in die weiter unten zu beschreibenden Cylinderzellen der Pars ciliaris retinae über. Von dem schmalen Streifen des Pigmentepithels, den die Netzhaut frei lässt, erhebt sich ein mit der Aderhaut zusammenhängendes Gebilde, das anscheinend die Netzhaut vor sich herschiebt und auf verschiedenen Schnitten verschiedene Grösse zeigt.

Dieses Gebilde hat das Aussehen eines aus zelligen Elementen (vorwiegend mit ovalen Körnern versehenen) bestehenden, leicht gewundenen Stranges, der stellenweise ziemlich reichlich pigmentiert erscheint. Unter der Kuppe der Netzhautfalte wird der Strang zu einer kolbigen Verdickung (Fig. 3 u. 8).

Die Ausdehnung dieses Stranges ist sehr unregelmässig. Die grösste Entwicklung erreicht er in der unteren Hälfte des Bulbus, wo er fast bis zur Mittellinie des Auges vorspringt (Fig. 3).

¹⁾ Auffallend ist die Lage der Ciliarfortsätze, die mit ihren Firsten gerade nach rückwärts gerichtet sind. Da dieser Befund durch pathologische Veränderungen nicht erklärt werden kann, so ist die Annahme, dass dieses Verhalten kongenitalen Ursprungs ist, gerechtfertigt.

Oberhalb des horizontalen Meridians wird der Strang kürzer, so dass auf einzelnen Schnitten die kolbige Verdickung unmittelbar dem Pigmentepithel aufsitzt.

Letztere zeigt Querschnitte von drüsenartigen, mit Epithelzellen ausgekleideten Hohlräumen und ist mehr oder weniger pigmentiert. In dem gewundenen Strang findet sich ein oder das andere längsverlaufende, dünnwandige Blutgefäss (Fig. 3). Dieses zweigt dort von der Chorioidea ab, wo sich die zahlreichen Gefässquerschnitte unter dem Pigmentepithel finden.

Sagittale, von unten aufsteigende Netzhautfalte (Fig. 1).

Auch hier beteiligt sich nur die Pars optica retinae an der Faltenbildung. Die Falte beginnt unterhalb der Papille und reicht, nach vorn zu sich erhebend, zu den Falten der Ciliarkörpergegend, ohne den horizontalen Meridian zu überschreiten. In der Gegend des Ausgangspunktes der Falte findet sich in der Chorioidea ein grösserer Entzündungsherd (Abscess mit nekrotischen Stellen). Über diesem Abscess findet sich eine Lücke im Pigmentepithel (siehe Fig. 1). Von dieser Stelle reicht ein, zwischen Netzhaut und Pigmentepithel gelegener, zelliger Strang zum unteren Rand der Papille. Derselbe wird im allgemeinen nach oben zu schmaler und besteht aus länglichen Zellen, die schwach pigmentiert sind. Eine Verbindung mit den Netzhautkörnerschichten am Rand der Papille ist nur auf wenigen Schnitten nachweisbar (siehe Fig. 4). Trotzdem scheint auch dieser mesodermale Fortsatz zu den um die Papille gelegenen Falten in Beziehung zu stehen.

Zwischen die beiden Blätter der unteren Netzhautfalte lagert sich nun ein ganz ähnliches Gebilde ein, wie dies in der Ciliarkörpergegend der Fall ist. Ausgangspunkt desselben ist die Lücke im Pigmentepithel, wodurch ein Zusammenhang mit der Aderhaut hergestellt wird (siehe Fig. 1). Dieses Gebilde hat die Form eines mehr oder weniger gewundenen Stranges und ist deshalb auf den verschiedenen Schnitten nicht der ganzen Länge nach, sondern nur teilweise getroffen. Dieser Strang besteht aus längsovalen Zellen, die zum Teil Pigment führen, und echten, unpigmentierten Epithelzellen (nach Art des Retinalepithels). In diesem Strang verläuft ein Blutgefäss von Bindegewebe eingeschlossen. Schon aus dieser histologischen Struktur ist zu erkennen, dass dieses Gebilde aus dem Mesoderm (Chorioidea) stammt.

Die Netzhaut im Bereich dieser Falte gleicht vollkommen der normalen dort, wo sie dem Mesoderm nicht unmittelbar anliegt. Besonders an der Basis der Falte finden sich gut entwickelte Stäbchen und Zapfen. An andern Stellen erscheint die Netzhaut dem mesodermalen Fortsatz eng anliegend und zeigt daselbst verschiedene Entwicklungsstörungen. (Mangelhafte Ausbildung der Körnerschichten, besonders der äusseren, Hervortreten der Stützsubstanz.)

Von hervorragendem Interesse ist das Vorhandensein eines Blutgefässes, das von dem mesodermalen Fortsatz ausgeht, die äusseren Netzhautschichten anscheinend durchbricht, um in die Nervenfaserschicht zu gelangen. An der Durchbruchstelle vereinigt sich die äussere Körnerschicht mit der

inneren in eigenartiger Weise, während die Nervenfaserschicht darüber hinwegzieht (Fig. 5).

Kleinere Falten, und zwar drei an der Zahl, finden sich regelmässig in der unteren Hälfte des Bulbus nach vorn vom Äquator nahezu in gleichen Abständen. Dieselben haben das Aussehen von zipfelförmigen, niedrigen Erhebungen. Auch bei diesen findet sich ein pigmentierter Fortsatz, der vom Pigmentepithel ausgeht, und anscheinend die Netzhaut, bis auf die Nervenfaserschicht, die darüber hinwegzieht, durchbricht. Auch hier lässt sich ein Übergang der äusseren in die innere Körnerschicht konstatieren, wie dies oben bereits beschrieben wurde.

Histologische Struktur der nichtgefalteten Netzhautpartien.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass, trotzdem sämtliche Schnitte gesammelt wurden, nirgends eine Fovea centralis zu finden war. Die Netzhaut des hinteren Bulbusabschnittes wies auf Horizontalschnitten nahezu normale Beschaffenheit auf. Besonders in der Umgebung der Papille hat die Retina beinahe normale Dicke. Alle Schichten sind gut entwickelt mit Ausnahme der Stäbchenzapfen. In geringer Entfernung von der Papille beginnt eine merkbare Verdünnung der Netzhaut, die in der mangelhaften Ausbildung der äusseren Körnerschicht zu suchen ist. Die durchschnittliche Dicke derselben beträgt 0,02 mm gegen 0,05 der normalen.

Die Ganglienzellenschicht verschmälert sich ziemlich rasch und gleichmässig, so dass sie in der Gegend des Äquators nur durch vereinzelte, etwas protoplasmareichere Zellen angedeutet ist. Ihre Elemente zeichnen sich also durch Kleinheit und unvollkommene Formen aus.

Eine sehr interessante Struktur zeigt die Nervenfaserschicht. In derselben finden sich zahlreiche, längsgestellte Zellen, mit ovalem, schwach gefärbtem Kern (Fig. 6). Diese Zellen stimmen überein mit den Bildern, die Falchi (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., XXXIV. Bd.) von der embryonalen Netzhaut gibt. Auch Wehrli (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., LX. Bd.) fand dieselben Zellen in der Nervenfaserschicht einer „Mikroretina“. Dieselben sind gut zu unterscheiden von den rundlichen Gliakernen. Manche von diesen letzteren zeigen einen spitzigen Fortsatz, wie ihn Treacher Collins in der embryonalen Retina gesehen hat (siehe Parsons Lehrbuch, S. 646).

Die Gefässe der Netzhaut bieten bezüglich ihres Verhaltens, bis auf das oben erwähnte Eindringen eines aus der mesodermalen Falte stammenden Gefässes, keine Anomalien.

Verschiedenartige Entwicklungsstörungen weist die äussere Körnerschicht in der unteren Hälfte des Bulbus auf. So sitzen streckenweise die äusseren Körner dem Pigmentepithel unmittelbar auf, dass nicht einmal eine Membrana limitans externa zu finden ist. Dafür zeigt das Pigmentepithel an diesen Stellen eigenartige Verdickungen. Mitunter erleidet die äussere Körnerschicht eine so hochgradige Verdünnung, dass nur eine einzige Zelllage mit flachgedrückten Körnern zu erkennen ist. Trotzdem ist die Stützsubstanz der Retina (Müllersche Faser) überall gut entwickelt. Infolgedessen zeigen sich eigenartige Bilder, wenn die Hypoplasie auch die inneren Körnerschichten betrifft, was übrigens hier viel seltener der Fall ist

als bei der äusseren Körnerschicht. Die Bildung erinnert einigermaßen an das Iwanoffsche Netzhautödem.

Eine sonderbare Veränderung der äusseren Körnerschicht findet sich im unteren Abschnitt des Bulbus in der Äquatorgegend. Vollständig unvermittelt tritt an Stelle der sich rasch verdünnenden äusseren Körnerschichten eine Reihe von regelmässigen, hohen Epithelzellen mit grösseren Kernen (Fig. 7), die eine Schlinge mit der Konvexität gegen das Bulbusinnere bilden. Auch alle andern Schichten der Netzhaut sind hier unterbrochen, nur die Nervenfaserschicht zieht über diese Schlinge hinweg. Auch einzelne pigmentierte Zellen finden sich in dem Zwischenraum zwischen Pigmentepithel und dieser Zellschlinge. Die Zellen der letzteren haben vollständig den Charakter der embryonalen Epithelzellen des inneren Netzhautblattes.

Pars ciliaris retinae.

Unmittelbar an die, von ihrer Faltung (siehe oben) zum Pigmentepithel zurückkehrenden Pars optica retinae, schliessen sich Cylinderzellen an. Diese Zellen haben einen basal gelegenen, längsovalen, gut gefärbten Kern. Alle Zellen zeigen einen dünnen, nur schwach tingierten, palisadenartigen Fortsatz, der die Grösse der normalen Cylinderzellen um das drei- bis vierfache übertrifft. Stellenweise sind diesen Fortsätzen kleine, schwachgefärbte Kerne angelagert (Fig. 3*d*). Der Raum zwischen den Ciliarfortsätzen und dem Konvolut der Netzhautfalten wird ausgefüllt durch ein teilweise zellarmes und mehr homogenes, teilweise fibrilläres Gewebe (embryonaler Glaskörper) (Fig. 3*f*). Die Pars ciliaris retinae liegt nicht überall dem Pigmentepithel an, sondern treibt papillomartige Fortsätze in den Glaskörper. Manche dieser Sprossen behalten den Charakter der Epithelzellen (ohne palisadenartige Fortsätze) der Pars ciliaris retinae bei, und zeigen in ihrem Inneren einen, mit dem Pigmentepithel zusammenhängenden, dünnen, pigmentierten Faden (Fig. 8*d*). Andere Sprossen weisen grössere Zellen auf mit auffallend grossen, schwach tingierten Kernen.

Ganz besonders fällt auf der nasalen Seite hinter den Ciliarfortsätzen ein spindelartiges Gebilde auf, das gegen den Linsenäquator zieht. Schon die Struktur desselben ist sehr auffallend. In der Mitte axial, verläuft der Länge nach ein dünnes Gefäss mit längsovalen, sehr blassen Zellen (Fig. 8*b*). Senkrecht zu diesem axialen Teil ist in dem protoplasmatischen Mantel eine Streifung erkennbar. Die Zellkerne, die sich darin vorfinden, sind entweder längsoval und blass gefärbt, oder klein, rund und intensiv gefärbt, in einem kleinen Hohlraum liegend. Das ganze Gebilde scheint nur mit einem dünnen Stiel mit dem Ciliarepithel zusammenzuhängen.

Falten um die Papille herum (siehe Textfigur)¹⁾.

Das Pigmentepithel reicht sowohl auf der temporalen, wie auf der nasalen Seite bis knapp an den Sehnervstamm heran. Die Lamina vitrea chorioideae ist nach innen um den Rand des Pigmentepithels geschlagen

¹⁾ Die schraffierten Partien zeigen schematisch die Ausdehnung der Netzhautduplikatur um die Papille.

und leicht aufgerollt. Das Ende der Pars optica retinae kennzeichnet sich durch Ineinanderfliessen der Körnerschichten, indem die innere in die äussere aufgeht. Diese Zellreihe zieht nun nicht zum Rand der Pigmentschicht am Sehnervenloch, sondern biegt in eine, zwischen Netzhaut und Pigmentepithel gelegene Falte um. Dieselbe reicht um die Papille herum und zeigt ihre stärkste Entwicklung am temporalen und unteren Rand (0,8 mm Längenausdehnung). Viel schmaler ist sie auf der nasalen Seite, am geringsten nach oben hin zu. Auf Querschnitten hat die temporale Falte eine keulenförmige Gestalt mit einer leichten Einschnürung nahe der Stelle des Zusammenhanges mit der Netzhaut. Diese Einkerbung wird nach oben zu tiefer, so dass Schnitte gegen den oberen Rand der Papille die Falte vom Netzhautrand durch einen Zwischenraum getrennt zeigen (Fig. 10).

Die Zellen, aus denen diese Falte besteht, stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der äusseren Körnerschicht. Die Umbiegungsstelle derselben ist von der Nervenfaserschicht des Optikus durch ein deutlich spongiöses (intermediäres) Gewebe getrennt. Da zwischen Pigmentschicht und Netzhaut ein seröser Erguss eine seichte Abhebung bewirkt hat, liegt die Falte der äusseren Fläche der Netzhaut nicht vollständig an. Eine Fortsetzung der Limitans externa auf die Vorderfläche der Falte ist nicht nachweisbar. Die vordere Begrenzung der Falte wird von einer Zellreihe gebildet, deren Elemente denen der Umbiegungsstelle völlig gleichen. Es sind spindelförmige Zellen mit blassem

- a Abscess in der Chorioidea, gleichzeitig Stelle der Lücke im Pigmentepithel.
 b Partie unterhalb der Papille, innerhalb welcher auf den Vertikalschnitten teils die Netzhautduplikatur, teils der von der Lücke im Pigmentepithel zum Papillenrand ziehende mesodermale Strang zu finden ist.
 c stark pigmentierter Randteil der Netzhautfalte.

Kern und zierlicher Kernstruktur. An dem kolbenförmigen Ende der Falte werden diese Zellen allmählich höher und gewinnen den Charakter der Epithelzellen, den sie als äussere Begrenzung der Falte beibehalten. Gleichzeitig treten in dieser Epithelreihe vereinzelte Pigmentkörnchen auf. Schliesslich erhält die äussere Zellreihe der Falte ganz das Aussehen der Pigmentschicht der Retina und geht am Rande der Glashaut der Chorioidea in dieselbe über. Im Inneren der Falte finden sich zahlreiche teils runde, teils spindelförmige, zum Teil pigmentierte Zellen vor. Auch zeigen sich kleine, kreisrunde Hohlräume, die von regelmässigen Epithelzellen umgeben und von roten Blutkörperchen ausgefüllt sind (Fig. 9). Die Zellen der vorderen Begrenzungsschicht der Falte weisen an manchen Stellen interessante Veränderungen

auf. Die einzelnen Zellen erscheinen vergrössert, von plumper, eckiger Gestalt, sind durch Eosin dunkelrot gefärbt und der Zellkern erscheint gegen den Rand zu stark flachgedrückt. Diese auffällige Zelldegeneration gewinnt an Ausdehnung in dem oberen Abschnitt der temporalen Falte (Fig. 10).

Die nasale Seite der Falte ahmt im kleinen die Gestalt der temporalen nach. In der äusseren, unteren Circumferenz der Papille hat die Netzhautfalte annähernd dieselbe Ausdehnung wie in ihrem temporalen Abschnitt. Die Vertikalschnitte, die durch den Rand der Falte fallen, zeigen dieselbe

Struktur fast ausschliesslich aus pigmentierten Zellen, zum Teil epithelialen Charakters, bestehend. Auf Vertikalschnitten, die weiter vom Rand entfernt sind, sieht man, dass sich die Pigmentepithelzellen bis auf die Vorderfläche der Falte erstrecken.

Grosse Schwierigkeiten in der Erklärung bieten die Vertikalschnitte, die durch den Abscess und die Pigmentepithellücke unterhalb der Papille fallen. Es lässt sich nämlich hier der aus der Epithellücke zum Papillenrand ziehende mesodermale Strang (Fig. 11) teilweise bis zu diesem verfolgen. An manchen Stellen ist ein Zusammenhang der Körnerschichten mit diesem Fortsatz nachweisbar. Trotzdem haben die Zellen, die diesen Strang zusammensetzen, vorwiegend den Charakter von Spindelzellen und nicht das Aussehen der Epithelzellen (Fig. 4).

Der nasale Teil der Retinalfalte endet mit dem unteren Papillenrand. In der oberen Circumferenz der Papille ist nur eine Verdoppelung der Pigmentepithelzellen zu bemerken.

Zusammenfassung des histologischen Befundes.

I. Eindringen von Mesoderm in den Bulbus durch eine, unterhalb der Papille gelegene Lücke im Pigmentepithel.

II. Grosse, sagittalverlaufende Falte der Pars optica retinae in der unteren Bulbushälfte.

III. Falten der Pars optica retinae vor dem Übergang in die Pars ciliaris. Vereinigung mit der sagittalen Falte zu einem hinter der Linse befindlichen Konvolut.

IV. Eigenartige mesodermale Fortsätze in der Pars plana des Ciliarkörpers entspringend.

V. Retinalfalten um die Papille herum.

VI. Vollständiges Fehlen einer Macula oder Fovea.

VII. Mangelhafte und sporadische Ausbildung von Stäbchenzapfen.

VIII. Mangelhafte Ausbildung der äusseren sowie der inneren Körnerschicht und der Ganglienzellenschicht. Eindringen von Gefässen aus der mesodermalen Falte in die Körnerschichten.

IX. Auftreten von nicht höher differenzierten embryonalen Epithelzellen an Stelle der äusseren Körnerschicht.

X. Eigentümliche, palisadenartige Fortsätze der Ciliarepithelzellen.

XI. Tendenz des Auswachsens der Pars ciliaris retinae zu papillomartigen Gebilden.

XII. Höher differenzierte Ausstülpung der Pars ciliaris retinae mit einem im Inneren verlaufendem Blutgefäss.

Anhangsweise sei hier kurz der histologische Befund einer Netzhautfalte im rechten Auge dieses Kindes mitgeteilt (siehe Fig. 11). Diese fand sich in der Gegend der Pars plana des Ciliarkörpers der nasalen Seite. Die Distanz der Ora serrata von der Iriswurzel betrug etwa 3,575 mm. Die Pars plana des Ciliarkörpers ist bereits von Cylinderepithel bedeckt, doch ist dasselbe überlagert von einer ein- bis zweireihigen Schicht von flachgedrückten Zellen mit spindelförmigen Kernen, die vorwiegend parallel zur Fläche des Ciliarkörpers gestellt sind. Die Pars optica retinae endet nun nicht am Ursprung der Pars plana des Ciliarkörpers, sondern erstreckt sich noch ungefähr 1,25 mm weiter nach vorn. Sie ist nur durch einen schmalen Zwischenraum von der Pars ciliaris getrennt und überlagert dieselbe in der angegebenen Ausdehnung. Im Bereich der Falte weist die Pars optica retinae alle Schichten wohl erhalten auf, es sind sogar deutliche Stäbchen ausgebildet. Die Körnerschichten sind etwas verdünnt und fliessen am Ende der Falte ineinander. Gleichzeitig ändern die Zellen ihren Charakter und werden zu Spindelzellen mit langen Fasern, die sich mit der Pars ciliaris vereinigen und zwar mit den auf den Cylinderzellen liegenden Zellschichten. Die nach vorn zu sich anschliessende Grenzschicht des Glaskörpers hat embryonale Beschaffenheit mit vereinzelt Kernen und Fibrillen.

Die Pars ciliaris behält auch auf den Fortsätzen ihre eigenartige Struktur bei. Die Ciliarfortsätze scheinen zum Teil stark nach rückwärts gezogen, zum Teil gegen die Linsenkapsel hingezogen. Diese liegt den Ciliarfortsätzen fast ganz an und ist mit diesen durch ein sehr zellreiches Gewebe verbunden. Von der Kuppe mancher Ciliarfortsätze gehen Fasern mit zahlreichen angelagerten Kernen gegen den Linsenäquator zu. (Von der Linse ist nur mehr die Kapsel in dem Auge übrig geblieben, da erstere infolge der Perforation des Geschwürs abgegangen war.)

Epikrise.

Der anatomisch-histologische Befund des linken Auges erscheint um so bemerkenswerter, als die Masse des Augapfels (am eingebetteten Präparat bestimmt) bewiesen, dass es sich um keinen Mikrophthalmus handelt. Das Auge hatte vielmehr die normale Grösse des neugeborenen. Bemerkenswert ist ferner, dass eigentliche Colobombildungen nicht vorhanden waren, weder am Optikus, noch in der Chorioidea, auch keinerlei Ektasien der Sklera. Am meisten bekannt sind ja die Verdoppelungen der Netzhaut im Bereich von Colobomen, insbesondere der Chorioidea und des Optikus.

Bereits Bock (Monographie 1893) fand, dass durch das Vorhandensein von kammartigen Leisten im Colobomgebiet die Entwicklung der Ader- und Netzhaut beeinträchtigt wird. In diesen Leisten verlaufen Blutgefässe, auch kann man unter Umständen an dem Rand der Leiste die Umschlagstelle der sekundären Augenblase erkennen.

Bekannt ist die Beobachtung Lieberkühns¹⁾, der die Ciliarkörpercolobome gewisser Hühnerrassen beschrieb und als Ursache der Colobombildung eine daselbst stets vorhandene Gefässschlinge vorfand. Diese hinderte die Vereinigung der Augenblase an dieser Stelle. Die Netzhaut war hier verdoppelt und nach aussen umgeschlagen.

Noch häufiger beschrieben sind die Falten der Netzhaut im Mikrophthalmus. Diese springen gegen das Innere des Bulbus stark vor und geben die verschiedenartigsten Bilder, so dass manche Autoren von Faltungen und Knospungen der Retina sprechen. Vielfach sind in solchen Augen Zellringe beschrieben worden, die teils der äusseren Körnerschicht entstammen, teils in der Gegend des Ciliarkörpers lagernd den Charakter des Cylinderepithels der Pars ciliaris retinae tragen. Nach Pichler (Zeitschrift für Augenheilkunde, 1900) sind diese zwei Formen scharf zu trennen.

Zusammenfassende Untersuchungen auf Grund embryologischer Präparate stammen von v. Hippel (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., LV. Bd.).

Er kommt zu folgenden Resultaten bezüglich Colobom- und Mikrophthalmusbildung, sowie des Verhaltens der Netzhaut in diesen Augen:

Sobald im Laufe der Entwicklung ein Missverhältnis zwischen Wachstum der Augenblase und dem des Glaskörpers eintritt, derart, dass von letzterem zu wenig gebildet wird, so hört die Möglichkeit der faltenlosen Ausbreitung der Retina auf.

Sie sucht an der Stelle, wo sie vergeblich das Hindernis des Mesodermzapfens zu überwinden bestrebt ist, einen Ausweg und findet ihn, indem sie sich zunächst nach aussen umschlägt. [Salzmann (siehe unten) spricht deshalb in seinem Fall von Conus nach unten von einem Ectropium der Retina.] Es entsteht eine Duplikatur der Retina. Diese Erscheinung findet sich in diesem Stadium deutlich nur in der hinteren Hälfte der Augenblase und am ausgesprochensten in der Äquatorgegend.

Bleibt in der weiteren Entwicklung die Glaskörperbildung noch mehr im Rückstand, so tritt zu der Duplikatur der Retina noch ein Ausweichen derselben nach oben, d. h. ein Aufsteigen von Falten ins Innere des Auges.

So entstehen die Konvolute von Retinalgewebe hinter der Linse, insbesondere im Mikrophthalmus.

¹⁾ Siehe Van Duyse, Encyclopaedie française.

Der Grund, warum so wenig Glaskörper gebildet wurde, ist nach v. Hippel in dem Vorhandensein von reichlichem zelligen Mesoderm zu suchen, das um die Gefässe gelagert ist. Dieses abnorme derbe, zellige Gewebe verhindert die Sekretion der Glaskörperflüssigkeit, die mit grosser Wahrscheinlichkeit den intraokularen Gefässen zuzuschreiben ist. v. Hippels Untersuchungen bestätigen die von Manz, später von Hess und Bock vertretene Ansicht.

Die mechanische Behinderung des Schlusses der Fötalspalte ist der erste und entscheidende Vorgang. Manz (Graefe-Saemisch, 1. Aufl.) schrieb dabei den Blutgefässen die wichtigste Rolle zu, während Hess das atypische Verhalten des mit den Blutgefässen eindringenden Mesoderms hervorhob.

Elschnig (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., LI. Bd.) fand am Sehnerveneintritt taschenförmige Einlagerungen rudimentären Netzhautgewebes in die Chorioidea, ferner zwischen Sklera und Sehnerven, endlich im Sehnerven und seine Scheiden, speziell in die verdickte Pialscheide. Diese Ausstülpungen hingen stets mit den Körnerschichten der normalen Netzhaut zusammen.

Zur Erklärung dieser Fälle hat Elschnig das aktive Einsprossen des Gewebes der sekundären Augenblase in abnormer Richtung in das umgebende Mesoderm (Kopfplatte) angenommen. Elschnig verwertet diese Theorie teils zur Erklärung der Conusbildungen, teils glaubt er, dass aus solchen rudimentären Netzhautanlagen das zwischen Netzhaut und Sehnerv eingeschobene spongiöse Gewebe entsteht.

Auch Salzmann (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., XXXIX. Bd.) fand in einem Fall von Conus nach unten einen Defekt des Pigmentepithels und der Aderhaut, der von Netzhaut in doppelter Lage ausgefüllt war. Das äussere Blatt der Duplikatur zeigte eine umgekehrte Schichtfolge.

Die Faltungen der Retina in unserem Fall könnten also ihre Ursache in dem Persistieren mesodermaler Fortsätze haben. In einem gewissen Entwicklungsstadium hat die Retina eine stärkere Wachstumstendenz als die sie umgebenden Teile und wird deshalb solche Mesodermzapfen entweder zu umgehen oder zu durchbrechen trachten.

Ähnliche mannigfaltige mikroskopische Bilder konnte Bock an leistenartigen Vorsprüngen in Colobomen beobachten.

So beschreibt er allerdings als Unikum eine enorme Hyperplasie der pigmentlosen Zellen der Pars ciliaris bei Colobomen des Ciliarkörpers.

Ähnliche zum Teil wie Papillome aussehende Ausstülpungen der Pars ciliaris retinae sind auch in unserem Falle vorhanden. Jedenfalls sind sie von jenen zu unterscheiden, die in ihrem Inneren mesodermale Anteile (Gefässe) aufweisen.

Diese kurze Übersicht über die in der Literatur beschriebenen Netzhautfalten beweist, dass der vorliegende Befund nicht ohne weiteres dem bisher Bekannten angegliedert werden kann, aus Gründen, die bereits in der Einleitung der Epikrise bemerkt wurden. Ich habe die beste Erklärung in einem Rückschlag auf das Tierreich (Theromorphie) gefunden und konnte den Befund der vorliegenden Missbildung mit dem anatomisch-histologischen Verhalten des Fischauges am besten vergleichen.

Das Fischauge ist besonders ausgezeichnet durch eine sichelartige Bindegewebsfalte, die in der unteren Bulbushälfte von der Eintrittsstelle des Sehnerven bis dicht an die Iris hinzieht. Sie ragt in den Glaskörper durch einen Spalt in der Retina und führt Gefässe und Nerven. Das vordere Ende der Falte befestigt sich mittels einer grösseren oder kleineren knopf- oder trompetenartigen Auftreibung an den Äquator der Linsenkapsel. Letztere wird als *Campanula Halleri* bezeichnet. Die Bindegewebsfalte ist mit reichlichem Pigment überzogen und steht in direktem Zusammenhang mit der Chorioidea, die also eine Falte bildet.

Die *Campanula* entsteht dadurch, dass die beiden Blätter der embryonalen Retina durch einen gefässhaltigen Mesenchymstrang des Irisstromas kolbig in das Glaskörperinnere vorgetrieben werden. Aus dem äusseren Blatt der Retina, welches in das Innere des Kolbens hineinwuchert, sollen sich die glatten Muskelfasern bilden. (Nach Wiedersheims Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 1905.) Auch die Lage der *Campanula* ist hervorzuheben, sie gehört der nasalen Bulbushälfte an.

Nach Nussbaum (Archiv für mikroskopische Anatomie, 1901) entwickelt sich der Linsenmuskel aus Epithelzellen der Spaltränder des Ciliarteils der Augenbecherspalte.

Leidig war der Erste, der in der *Campanula* Muskelfasern beschreibt, die sich an der Linsenkapsel inserieren.

Beer (Archiv für die gesamte Physiologie, 1894) bewies experimentell, dass die Linse unter dem Einfluss dieses Muskels im Sinne eines Accommodationsapparats für die Ferne steht.

Processus falciformis und *Campanula* scheinen am besten bei den Teleostiern entwickelt. Nach einer Abbildung eines mikroskopi-

schen Schnittes¹⁾ erscheint der Processus falciformis von Netzhautgewebe nicht überzogen, sondern es besteht ein Spalt in der Augenblase.

Faltenbildungen der Retina beschreibt Bergmeister Otto in embryonalen Augen von Knorpelfischen (Bericht der k. Akademie der Wissenschaften in Wien, 3. Abteilung, 1875).

Beim Hereinwachsen des Sichelfortsatzes krümmen sich zu beiden Seiten desselben die Spaltränder des Coloboms, d. h. die Umschlagränder der sekundären Augenblase nach innen zu senkrecht auf und bilden so jederseits eine Falte, welche aus den beiden Lamellen der Augenblase besteht, von denen die äussere sich in das Stratum pigmenti umzuwandeln beginnt.

Bei älteren Embryonen fanden sich statt einer meist zwei oder mehrere Netzhautfalten zu jeder Seite des Sichelfortsatzes, wie sie ihr Analogon auch bei den Eidechsen finden.

Beim Thunfisch, Hai und Zeus Faber beschreibt Berger (siehe Wiedersheim, Lehrbuch) einen im unteren inneren Teil des Bulbus in der Gegend der Ciliarfortsätze beginnenden bindegewebigen Fortsatz, der mit den Zellen der Pars ciliaris retinae verwachsen ist. Er dient als Stützpfiler für den Processus falciformis, dem er sich enge anlegt und wohl auch mit ihm verwächst. Er enthält Gefässe und vielleicht glatte Muskelfasern. Dadurch ist dem Muskel der Campanula Halleri die Möglichkeit eröffnet, durch Verkürzung seiner Fasern seinen Insertionspunkt an der hinteren Linsenkapsel der Gegend der Ciliarfortsätze zu nähern und die Linse abzuplatten.

Überdies finden sich noch Angaben, dass bei manchen Fischen (so beim Meeraal) zwei gegenüberliegende Campanulae vorhanden sind, vorausgesetzt dass keine Verwechslung mit dem die Zonula Zinnii vertretenden Ligamentum suspensorium vorliegt (siehe Leuckart, Organologie des Auges, Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilk., 1. Aufl.).

Nach Virchow (Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. X) dringen beim Aal Fortsätze von den Hyaloidgefässen in die Netzhaut und bilden Netze in beiden Körnerschichten.

Endlich ist das Fehlen einer Fovea centralis dem Fischeuge eigentümlich.

Nach v. Hippel (v. Graefe's Arch. f. Ophthalmi., XLV. Bd).

¹⁾ Siehe van Duyse, Encyclopaedie française.

ist eine Fovea im Auge des Neugeborenen schon makroskopisch, ja selbst in den Augen sechs- bis siebenmonatlicher Föten wenigstens in Schnitten nachweisbar.

Die Analogien mit dem Fischeuge wären also im vorliegenden Fall nachstehende:

Eindringen von mesodermalem Gewebe durch eine Lücke im Pigmentepithel unterhalb der Papille.

Mesodermale Fortsätze in der Ciliargegend, die mit knopfartigen Anschwellungen in der Gegend des Linsenäquators enden.

Ausstülpung der Pars ciliaris retinae in der nasalen Bulbushälfte mit einem Gefäss im axialen Teil und eigenartiger histologischer Struktur (Analogie mit der Campanula?).

Fehlen einer Macularegion. Eindringen von einem aus dem mesodermalen Bindegewebsrest stammenden Blutgefäss in die Körnerschichten der Netzhaut.

Der Unterschied des vorliegenden Befundes von dem Fischeuge besteht darin, dass die Retina alle mesodermalen Fortsätze überwachsen hat, während im Fischeuge die Retina einfach durchbrochen wird. Nur von den mesodermalen Fortsätzen in der Ciliargegend hatte es auf einem Schnitte den Anschein, als ob eine Lücke in dem Faltenkonvolut der Retina bestände, durch welche der langgestreckte mesodermale Fortsatz die Äquatorgegend der Linse erreichte. Wegen des Fehlens der Linse konnte aber kein sicherer Schluss daraus gezogen werden.

Weitere Missbildungen der Pars optica retinae dieses Auges waren ausgebreitete Defekte im ersten Neuron: Fehlen der Stäbchenzapfenschicht auf grosse Strecken sowohl der gefalteten als auch ungefalteten Netzhaut, Verdünnung der äusseren Körnerschicht, mangelhafte Formenbildung innerhalb der Ganglienzellenschicht, Vorhandensein embryonaler Zellen in der Nervenfaserschicht.

Bis jetzt hat Wehrli (v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., LX. Bd.) eine ähnliche hypoplastische Retina beschrieben und empfiehlt hierfür den Namen „Mikroretina“.

Weitere Zeichen der Entwicklungshemmung innerhalb der Retina ist das Auftreten von cylindrischen Epithelzellen mitten in den Körnerschichten, diese substituierend. Sie charakterisieren sich durch ihre Tendenz zur Schlingenbildung, ihren Zusammenhang mit der äusseren Körnerschicht.

Im Sinne mancher Autoren müsste das Auftreten solcher Zellen als Heterotopie gedeutet werden (Verlagerung von Ciliarepithelien).

Ungezwungener scheint mir die Erklärung, dass es sich um Zellen handelt, die auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, sich weder zu Neuro- noch Spongioblasten differenzieren konnten.

Zum Vergleich sei an folgende entwicklungsgeschichtliche Notizen erinnert.

Die Augenspalte verstreicht beim Menschen bereits in der sechsten bis siebenten Woche, während die Fovea erst im achten bis neunten Monat angelegt wird.

Nach Kostenitsch und Naumanoff sind die äussersten Netzhautschichten beim Neugeborenen dünner als bei älteren Kindern.

v. Hippel (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., XLV. Bd.) fand im siebenten Monat in der Macula noch keine Spur von Zapfen¹⁾. Die äusseren Körner sassen direkt dem Pigmentepithel auf. Die Befunde unseres Falles bestätigen also die bereits mehrfache geäusserte Vermutung, dass in den äussersten Netzhautschichten am ehesten Entwicklungsstörungen zu erwarten sind.

Nach Kölliker (Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte) weist auch das embryonale Auge Falten der Netzhaut auf, die sich während dem späteren Wachstum wieder ausgleichen.

Trotzdem können weder die Falten um die Papille, noch die kleineren Falten im Augengrund als solche vergängliche Falten aufgefasst werden. Erstere stehen in Beziehung zu dem durch die Lücke im Pigmentepithel eintretenden Mesoderm, auch letztere zeigen in ihrem Inneren pigmentierte Fortsätze.

Eine ganz besondere Würdigung verdient die Duplikatur der Netzhaut im Bereich der Pars plana des Ciliarkörpers des rechten Auges. Dieselbe fand sich nur auf der nasalen Seite. Sie ist keineswegs identisch mit der sog. Langeschen Falte (siehe Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilk., 2. Aufl.), die als Kunstprodukt erkannt wurde.

Obwohl in den Präparaten von der Linse nur mehr die eingerollte Kapsel zu sehen war, konnte man doch konstatieren, dass eine normale Zonulabildung nicht vorhanden war. Der Linsenäquator lag fast unmittelbar den Ciliarfortsätzen an und war mit diesem durch ein sehr zellreiches Gewebe verbunden, in dem eine fibrilläre Struktur nicht zu erkennen war. Dieses Verhalten der Zonula

¹⁾ Bei Kaninchen und Katzen beginnt die Bildung der Stäbchen und Zapfen erst am vierten Tag nach der Geburt.

bzw. der Linse ist als Ursache der Faltenbildung der Retina im Bereich der Pars plana des Ciliarkörpers anzusehen.

Zu diesem Resultat gelangt man unter Berücksichtigung der Befunde Treacher Collins (On the development of the accommodative power of the human lens)¹⁾. Im fötalen Auge finden sich Stadien, in denen der Ciliarkörper sich bereits von der Linse getrennt hat. An Stelle der Zonula finden sich Fasern mit angelagerten Kernen oder verlängerte Zellen. Ähnlich ist der Zustand des Gewebes an Stelle der Zonula Zinnii im Mikrophthalmus. Es ist also möglich, nahezu mit Sicherheit zu zeigen, dass das Aufhängeband der Linse von Zellen abstammt, die in Fasern ausgewachsen und ihre Kerne verlieren. Es können nur zwei Arten von Zellen in Betracht kommen: Mesodermzellen oder die Cylinderzellen der Pars ciliaris retinae. Vieles spricht für letztere. (Vergleiche oben die eigenartigen Fortsätze der Ciliarepithelien des linken Auges mit den angelagerten Kernen, wie ich sie fand.)

Bei der Vergrößerung des Auges bleiben die Verbindungen mit der Linse so fest, dass es der Netzhaut an der Ora serrata nicht gelingt, sich von der Rückseite der Linse zurückzuziehen. Es tritt vielmehr eine Trennung der beiden Blätter der Augenblase auf und es bildet sich eine Falte der Retina in dieser Stellung aus.

Diese verschiedenen Stadien der Ciliarkörperentwicklung im menschlichen Auge sind nach Treacher Collins als bleibende Formen im Tierreich zu finden. So ist bei *Coluber natrix* das Retinale gut gekennzeichnet durch eine einfache Falte, welche nach innen und gegen die Ciliarkörpergegend vorspringt.

Für die Durchsicht der Präparate und die gütige Unterstützung meiner Arbeit bin ich meinem verehrten Chef, Herrn Hofrat Fuchs, zu grossem Dank verpflichtet.

Meiner lieben Braut, Fräulein Wilma Suida, sage ich herzlich Dank für die Ausführung der mikroskopischen Zeichnungen.

Wien, am 15. Juli 1906.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII—IX, Fig. 1—11

Fig. 1. Vertikalschnitt durch die untere Hälfte des linken Auges. 15fache Vergrößerung.

a Netzhautfalte der Ciliarkörpergegend.

¹⁾ Siehe den Bericht über den Kongress zu Luzern 1904.

- b* Mesodermaler, zum Teil pigmentierter Fortsatz mit kolbiger Verdickung.
 - c* Sagittale, von unten aufsteigende Netzhautfalte.
 - d* Mesodermaler Fortsatz.
 - e* Lücke im Pigmentepithel.
 - f* Abscess in der Chorioidea.
 - g* Mesodermaler Strang zum unteren Rande der Papille ziehend.
 - h* Blutgefäss, aus dem mesodermalen Fortsatz entspringend, die Körnerschichten durchbrechend, um in die Nervenfaserschicht zu gelangen.
- Fig. 2. Stück einer Netzhautfalte der Ciliargegend bei 200facher Vergrößerung.
- a* Die protoplasmatische Zone an Stelle der äusseren Körnerschicht.
- Fig. 2^a. Stück einer Netzhautfalte bei 390facher Vergrößerung.
- a* Protoplasmatische Zonen an Stelle der äusseren Körnerschicht.
 - b* Mangelhaft entwickelte Stäbchenzapfen.
 - c* Mangelhaft ausgebildete Ganglienzellenschicht.
- Fig. 3. Netzhautfalte in der Ciliarkörpergegend. Linkes Auge. 80fache Vergrößerung.
- a* Blutgefäss in dem mesodermalen, zum Teil pigmentierten Strang *b*.
 - c* Stellenweise erkennbare Stäbchen-Zapfenschicht.
 - d* Ciliarepithelzellen mit Fortsätzen, denen kleine, schwach gefärbte Kerne angelagert sind.
 - e* Embryonale Glaskörpergewebe.
 - f* Vereinzelte Fibrillen, mit den Fortsätzen der Ciliarepithelien in Zusammenhang stehend.
 - g* Kleines Retinalgefäss.
- Fig. 4. Vertikalschnitt durch die untere Hälfte des linken Auges. 85fache Vergrößerung.
- a* Pigmentierter zelliger Strang zum unteren Papillenrand ziehend, von der Lücke im Pigmentepithel (bei *a*) ausgehend.
(Vergleiche das Aussehen dieses Stranges aus Fig. 1 sowie die schematische Zeichnung im Text.)
Das Pigmentepithel ist in dieser Strecke nicht kontinuierlich, sondern unterbrochen bei *f*. Vergleiche die grosse Lücke in Fig. 1.
An der Retina fällt das vollständige Fehlen der Stäbchen-Zapfenschicht auf.
In der Nervenfaserschicht embryonale Zellen bei *c* und *d*.
 - b* Blutgefässquerschnitte.
 - e* Äussere Körnerschicht epithelialen Charakter annehmend.
- Fig. 5. Mesodermaler Fortsatz, der sich zwischen die sagittal verlaufende Netzhautfalte einlagert, bei stärkerer Vergrößerung (75fach). Vergleiche Fig. 1.
- a* Blutgefäss aus dem mesodermalen Fortsatz in die Retina eindringend.
 - b* Mesodermaler Strang mit Blutgefäss *d*.
 - c* Ineinanderfliessen der beiden Körnerschichten.
- Fig. 6. Stück einer nicht gefalteten Netzhautpartie in der Nähe der Papille. 400fache Vergrößerung.
- Fehlen der Stäbchen-Zapfenschicht. Mangelhaft ausgebildete äussere und innere Körnerschicht.
- In der Nervenfaserschicht *n* embryonale Zellen, einige davon mit spitzem Fortsatz, die andern mehr längsoval.
- Fig. 7. Stück einer nicht gefalteten Netzhaut im unteren Abschnitt des Bulbus in der Äquatorgegend. 150fache Vergrößerung.
- a* Kleine Ganglienzellen.
 - b* Epithelzellen an Stelle der äusseren Körnerschicht.
 - c* Äussere Körnerschicht, nur angedeutet durch eine Zellreihe.
 - d* Schlecht entwickelte Stäbchen-Zapfen; auf der rechten Seite des Präparates fehlt die Stäbchen-Zapfenschicht.
- Fig. 8. Horizontalschnitt durch die nasale Hälfte des linken Auges. 60fache Vergrößerung.
- a* Kolbiges Ende des mesodermalen Stranges, der hier nicht der Länge nach getroffen ist (vergleiche Fig. 1 und 3).

b Spindelartiges Gebilde (mit einem axial verlaufenden Gefässe *c*) gegen den Linsenäquator ziehend.

d Papillomartiger Fortsatz der Ciliarepithelien, mit pigmentiertem Faden im Innern.

Fig. 9. Horizontalschnitt. 150fache Vergrößerung.

a Temporaler Teil der die Papille umgebenden Falte mit einem Blutgefäss.

b Pigmentierte Zellen.

An der Übergangsstelle der Falte in die äussere Körnerschicht sind mehrfach regelmässige Epithelzellen erkennbar.

c Äussere Körnerschicht ohne aufsitzende Stäbchen-Zapfen.

d Embryonale Zellen in der Nervenfaserschicht.

Fig. 10. Stück der temporalen Falte ohne Zusammenhang mit den Körnerschichten. 150fache Vergrößerung.

a Die Zelldegenerationen.

Die äussere Körnerschicht gewinnt einen mehr epithelialen Charakter.

Fig. 11. Horizontalschnitt durch das rechte Auge. 100fache Vergrößerung.

Netzhautfalte in der Gegend der Pars plana der nasalen Seite.

a Cylinderepithel von spindelförmigen Zellen überlagert, die mit der Netzhautfalte zusammenhängen.

b Stäbchen.

c Kleine Ganglienzelle.

Die Figuren 1—10 sind nach Präparaten des linken Auges mit dem Abbéschen Zeichenapparat aufgenommen.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 2a.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 6.

Fig. 11.