



DIE
MARKSTREIFEN IN DER NETZHAUT
DES
KANINCHENS UND DES HASEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT MARBURG

VON

WILHELM GROSSKOPFF,

PRAKT. ARZT.

MARBURG 1892.



WÜRZBURG.

KÖNIGL. UNIVERSITÄTSDRUCKEREI VON H. STÜRTZ.

1892.



1

2

3

In der Sitzung der Marburger Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften vom 8. Februar 1892 teilte Professor Strahl die Ergebnisse von Untersuchungen mit, welche derselbe mit mir über den Bau der Retina des Kaninchens und des Hasen angestellt hat.

In Folgendem gebe ich eine etwas eingehendere Darstellung des gleichen Gegenstandes.

Es ist seit langem bekannt, dass im Auge des Kaninchens und des Hasen zwei breite, horizontal verlaufende Streifen markhaltiger Nervenfasern vorkommen. Nach Angabe von Heinrich Müller sind die Streifen zuerst von Bowman beschrieben; Paccini führte die Erscheinung auf eine plexusartige Anordnung der Nervenfasern zurück. H. Müller stellte dies richtig und zeigte im Anschluss an Bowman, dass es sich um markhaltige Nervenfasern handelt, die er auch bei anderen niederen Wirbeltieren beobachtet hat, ebenso Leydig. W. Krause hat die Streifen in seiner Anatomie des Kaninchens abgebildet, auch einiges über den Bau derselben mitgeteilt.

Die beiden Markstreifen sind konstant vorhanden und so deutlich, dass die Ophthalmologen dieselben für ophthalmoskopische Untersuchung verwenden. Schleich (in Nagel's

Mitteilungen aus der ophthalmiatischen Klinik zu Tübingen 1885) empfiehlt sie für den genannten Zweck besonders und hat Abbildungen des Augenhintergrundes vom Kaninchen geliefert, welche diese Verhältnisse wiedergeben.

Eingehendere Untersuchungen des feineren Baues des Markstreifen mit den Hilfsmitteln der neueren histologischen Technik sind uns nicht bekannt geworden; von Abbildungen des Markstreifens auf Durchschnitten haben wir eigentlich nur eine von His (Arch. f. Anat. 1880) gezeichnete Figur gefunden.

Die folgenden Mitteilungen werden aber ergeben, dass einige Besonderheiten im Baue des Markstreifens vorhanden sind.

Ebenso vermissen wir bislang genauere Angaben über Zeit und Art und Weise, in welcher der Markstreifen sich ausbildet. Wir haben unsere Untersuchungen auch nach dieser Richtung hin ausgedehnt und konnten an unserem Material die Entwicklung der Markstreifen von dem ersten Auftreten der markhaltigen Fasern bis zur endgültigen Ausbreitung des Streifens verfolgen.

Auch beim Menschen sind markhaltige Nervenfasern in der Retina mehrfach beim Lebenden im ophthalmoskopischen Bilde gefunden und beschrieben. Wir verweisen in dieser Beziehung auf die Darstellung Schmidt-Rimpler's und möchten weiterhin einen von Eversbusch (Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde 1885) beobachteten Fall erwähnen, der mit Missbildung der Papille verbunden war und besonders bemerkenswert ist, weil die Entwicklung der Markscheiden in den Optikusfasern eine ganz ausserordentlich hochgradige war.

Im übrigen brauchen wir kaum hervorzuheben, dass es sich beim Menschen selbstverständlich nur um einzelne, und nicht normale Netzhäute handelt, während wir bei unserem Objekt eine durchaus normale Bildung vor uns haben.

Der Markstreifen des ausgewachsenen Kaninchens und Hasen.

Eröffnet man das frische Auge eines ausgewachsenen Kaninchens oder Hasen derart, dass man Faltungen der Augenhäute thunlichst verhindert, durch einen im Äquator des Auges geführten Schnitt und betrachtet die hintere Augenhälfte, so nimmt man in der sonst durchsichtigen Retina zwei breite, weisse, atlasglänzende Streifen wahr, welche von der oberhalb der Medianebene liegenden Eintrittsstelle des Nervus opticus aus nach beiden Seiten in die Netzhaut ausstrahlen. Als temporales und nasales Bündel hat W. Krause dieselben unterschieden.

Auch nach oben und unten gehen Bündelchen markhaltiger Fasern von der Papille aus, doch treten diese nach oben und unten ziehenden Fasern an Länge derart gegen die horizontalen Abschnitte zurück, dass sie den Eindruck eines nach den beiden Seiten verlaufenden Streifens nicht stören. Sie sind auch, wie Schleich bemerkt, häufig unterbrochen, während die Seitenbündel stets eine dicke kontinuierliche Lage darstellen.

Nach den Enden, auch nach oben und unten, lösen sich die in der Mitte gegen den Glaskörper vorspringenden Wülste in büschelförmig auseinander gehende Bündel auf. Bei ihrem glänzenden Weiss lassen sich auch hierbei die Fasern, so weit sie markhaltig sind, ausserordentlich leicht erkennen. Die Vasa hyaloidea liegen, wie schon His l. s. e. vor langer Zeit beschrieben hat, dem Markstreifen auf. Sie senden ihre Äste von da aus in den anliegenden Teil der Retina hinein, während diese sonst gefässlos ist.

Einen Einblick in den feineren Bau der Retina im Bereiche des Markstreifens gewähren selbstverständlich lediglich Durchschnitte, welche an der erhärteten Retina durch denselben hindurch gelegt werden. Am instruktivsten sind die Durchschnitte senkrecht zur Längsachse des Streifens, also Quer-

schnitte; mancherlei Aufschluss gewähren aber auch Längsschnitte; für einige Verhältnisse sind Flächenschnitte unerlässlich.

Für die Herstellung der Präparate haben wir mit Vorliebe die Erhärtung der uneröffneten Augen in 10% Salpetersäure mit Nachbehandlung in Müller'scher Flüssigkeit angewendet, wie dieselbe von Benda empfohlen ist. Bei sorgfältiger Benutzung der Methode liefert sie sehr brauchbare Resultate.

Man bekommt die Netzhaut an fötalen Augen, ebenso wie an ausgewachsenen vollständig glatt und ohne Faltung zu sehen, was für einen Teil unserer Objekte von besonderer Wichtigkeit war. Wir können demgemäss in dieser Beziehung auch die Angaben von Koganeï (Untersuchungen über die Histogenese der Retina. Arch. f. mikr. Anatom. Band XXIII) bestätigen, der sich ebenfalls der Salpetersäurehärtung bediente und ihr den Vorzug, namentlich vor der von den früheren Autoren mit Vorliebe angewendeten Müller'schen Flüssigkeit giebt. Die Falten der fötalen Netzhaut, wie sie von Würzburg (Zur Entwicklungsgeschichte des Säugetierauges. Diss. Berlin 1876) und weiterhin von Bergmeister (Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Säugetierauges. Mitteilungen aus dem embryologischen Institut in Wien 1877) als mehr oder minder ausgiebig regelmässig vorkommend beschrieben worden sind, halten wir mit Koganeï als durch das angewendete Reagens bewirkt. Auch Chiewitz hat neuerdings bei seinen ausgedehnten schönen Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Netzhaut die Salpetersäure-Behandlung angewendet und giebt ihr vor anderen den Vorzug.

Im übrigen haben wir zur Kontrolle noch verschiedene andere fixierende Flüssigkeiten verwandt. Die erhärteten Ob-

Anm. Zur Terminologie bemerken wir, dass wir in Folgendem unter der Bezeichnung Netzhaut lediglich das innere Blatt der pars. optica retinae verstanden wissen wollen.

jekte wurden meist im ganzen mit Karmin oder Hämatoxylin gefärbt, vorwiegend in Paraffin, zum geringeren Teile in Celloidin eingebettet und in Schnittreihen zerlegt. Teilweise wurden dann späterhin die Schnitte auf dem Objektträger mit Anilinfarben nachbehandelt.

Wir gehen in unserer Darstellung aus von einem Bilde, wie man es vom Querschnitte etwa von der Mitte des Markstreifens eines ausgewachsenen Kaninchens bekommt. Wir schicken dabei der folgenden Beschreibung unserer Präparate voraus, dass die auffälligste Eigenart der betreffenden Netzhautpartie zunächst selbstverständlich in der ungemein starken Anhäufung von Nervenfasern auf einem relativ schmalen Bezirk besteht; die Fasern wölben sich, wie man bereits bei Betrachtung der Schnitte mit blossen Auge, noch besser bei Besichtigung mit der Lupe erkennt, gegen den Glaskörper weit über das Niveau der angrenzenden Netzhautabschnitte vor.

Es handelt sich also in dieser Beziehung hier um sehr grobe Verhältnisse. Was den feineren Bau anlangt, so haben wir in unseren Mitteilungen in der Marburger naturforschenden Gesellschaft schon hervorgehoben, dass einen wesentlichen Anteil an der Eigentümlichkeit desselben die Stützsubstanz besitzt und dass anderes durch das Verhalten eben der Stützsubstanz bedingt ist. In den wesentlichen Zügen finden wir, soweit unsere Präparate bis jetzt reichen, beim Kaninchen und dem Hasen die gleichen Verhältnisse.

Schon bei schwacher Vergrößerung erkennt man an einem Querschnitte, den man durch die Mitte oder besser noch etwas vor der Mitte durch den Markstreifen gelegt hat (Fig. 1), wie derselbe auf dem Querschnitte in unregelmässige Felder geteilt erscheint. Die Nervenfasern liegen wie in Fächern, welche in der Mitte etwas höher sind, gegen die Seitenwände zu sich allmählich abflachen.

Die Fächer sind bedingt durch die Anordnung der Stütz-

substanz innerhalb des Streifens. Es erscheinen im Bereich desselben, wie die stärkere Vergrößerung lehrt, die Müller'schen Stützfasern an einer Stelle, wie oben beschrieben, ganz ausserordentlich stark, namentlich zwischen den Nervenfasern (Fig. 4). Die Fasern sind auch bis zur Glaskörperfläche kernhaltig; die Kerne sind unregelmässig verteilt. Nach oben gegen die innere retikuläre Schicht gehen die Fasern büschelförmig auseinander (Fig. 4 gegenüber a').

Wenn man näher dem Optikus-Eintritt den Marksteifen untersucht, ändert sich das Bild etwas. Die senkrechten Fasern sind dann vielfach ersetzt durch ein Flechtwerk kernhaltiger Stützsubstanz, welches aus gröberen und feineren Bündeln besteht, die einander nach allen Richtungen hin kreuzen (Fig. 2 u. 3), bisweilen auf dem Schnitt von einem stärkeren Strang aus nach allen Seiten ausstrahlen.

Rundliche und ovale Kerne sind in alle Teile des Netzwerkes eingelagert.

Stärkere Bündel durchsetzen aber auch hier von Zeit zu Zeit den Streifen senkrecht, besonders an der Glaskörperseite; und namentlich an den Rändern findet man dann auch hier die gleichen Fächer und Fasern wie oben beschrieben.

Legt man Flächenschnitte durch den Streifen hindurch, so erkennt man, dass die Müller'schen Stützfasern im Bereiche des Streifens, da wo die Fächer sind, in ganz regelmässige Längsreihen gestellt erscheinen. Man bekommt auf dem Flächenschnitt die Nervenfasern als parallele Bündel feinsten Streifen zu sehen und zwischen denselben die Durchschnitte der Stützfasern als wohlgeordnete Reihe hintereinandergelegener Punkte (Fig. 5).

Vielfach sind die Fasern auch nicht rundlich, sondern erscheinen auf dem Flächenschnitt stäbchenförmig, auf den Längsschnitten als breite Ränder, so dass man an solchen Stellen statt von Stützfasern, füglich von Stützplatten reden kann (Fig. 5

bei a¹). (Vergl. auch W. Krause, die Retina. Internat. Monatsh. f. Anat. I. pag. 242).

An den oberen Enden der Nervenfaserschicht lösen sich die Fasern, wie oben gesagt (Fig. 4), teilweise in ein Reiserwerk auf, das nach oben in die Netzhaut ausstrahlt. Die tiefsten Abschnitte der Reiser können fast horizontal verlaufen und helfen dann die Fächer für die Nervenfasern nach oben abschliessen.

Auch nach unten gegen den Glaskörper sind die Fächer durch Stützsubstanz mit Kernen begrenzt.

Wie bekannt, nehmen viele der Autoren eine besondere Limitans interna der Retina gegen den Glaskörper nicht mehr an, sondern bezeichnen als Margo limitans den Saum, welcher durch die aneinander gelagerten verbreiterten Fussenden der Müller'schen Stützfasern bedingt ist; er soll die Membrana limitans interna der Autoren vortäuschen. Im Bereiche des Markstreifens müssen wir aber bei unserem Objekt doch eine besondere, sogar kernhaltige Membrana limitans interna annehmen.

Bei starker Vergrösserung hebt sich unter dem Markstreifen die gefässhaltige Membrana hyaloidea deutlich ab. Über dieser findet man dann einen feinen, aber an vielen Stellen besonders deutlichen Grenzkontour, den wir als Membrana limitans interna bezeichnen müssen. Derselbe hängt wohl mit den Fussenden der Müller'schen Stützfasern zusammen, stellt sogar eine seitliche Fortsetzung derselben dar, kann jedoch nicht direkt als durch dieselben bedingt oder gar vorgetäuscht angesehen werden, weil die Fasern bis an ihr unteres Ende eine derartige nennenswerte Verbreitung, wie an anderen Stellen, überhaupt nicht zeigen; es ist auch, wie Flächenschnitte uns lehrten, keine geschlossene Membran oder eine Platte, um die es sich hier handelt, sondern wir nehmen mehr eine Art Reiserwerk an, da man im Flächenbilde eine Felderung von gefärbten Fäserchen zu sehen bekommt, in ähnlicher Weise, wie es an anderer Stelle auch die Fussenden der Stützfasern zeigen. Löwe hat übrigens

in seiner Abhandlung „Beiträge zur Anatomie des Auges“ (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV) ebenfalls Beobachtungen über die Begrenzungsschicht von Glaskörper und Netzhaut am Kaninchenauge mitgeteilt. Er will im Bereiche des grösseren Teiles der Netzhaut den Margo limitans durch die Radialfaserkegel gebildet wissen, an dessen Glaskörperseite er allerdings noch die Achsen-cylinderfortsätze der Retina-Ganglien liegen lässt; in letzterer Anschauung vermögen wir ihm nicht zu folgen.

In der Nähe der Sehnervenpapille nimmt er dann eine eigene bindegewebige Limitans interna an; von dieser berichtet er jedoch, dass dieselbe entstehe durch Abtrennung der äussersten Glaskörperlamelle und Einbeziehung derselben in die Retina; und dieser Vorgang soll wieder bedingt sein durch das Verhalten der vasa hyaloidea.

Wir können uns auch dieser Ansicht nicht anschliessen, sondern nehmen die Zugehörigkeit der Membrana limitans an genannter Stelle zur Stützsubstanz der Retina auf Grund ihres Baues und zugleich deshalb an, weil wir auf derselben die gesonderte gefässhaltige hyaloidea unterscheiden können.

Das eigentümliche Verhalten der Müller'schen Stützfasern in dem Bereiche des Markstreifens bewog uns auch zu einer näheren Untersuchung der Müller'schen Stützfasern an anderen Stellen der Netzhaut, um festzustellen, in wie weit sich hier die Anordnung und der Bau der Fasern von denen des Markstreifens unterscheidet. Dabei konnten wir zugleich noch untersuchen, ob und in wie weit das Verhalten der Müller'schen Stützfasern des Kaninchens mit dem übereinstimmt, was Kuhnt (Histologische Studien an der menschlichen Netzhaut. Jenaische Zeitschrift Bd. XXIV) neuerdings von der menschlichen Retina beschrieben hat.

Kuhnt hat an Präparaten menschlicher Netzhaut versucht, die von Pal angegebene Färbung der Fasern des Centralnerven-

systemes in Anwendung zu bringen und ist damit zu einer isolierten Färbung der Müller'schen Stützfasern gekommen.

Er beschreibt, wie dieselben durch die tieferen Teile der Retina als isolierte Fasern hindurch ziehen, wie sie dagegen von der inneren Körnerschicht an sich auszubreiten anfangen und weiterhin zwischen den äusseren Körnern ein vollständiges, gleichmässiges Netzwerk derart bilden, dass die Körner ganz von ihnen eingeschlossen erscheinen. Wir haben nun ein ähnliches Resultat für die Netzhaut des Kaninchens erhalten, indem wir die mit Salpetersäure erhärtete Netzhaut einer Hämatoxylinfärbung unterzogen, welche sich an eine von Schaffer im anatomischen Anzeiger mitgeteilte Methode anlehnt.

Man erhält mit dieser Färbung an Schnittpräparaten ein Bild, welches durchaus mit dem von Kuhnt angegebenen übereinstimmt.

Die Müller'schen Stützfasern sind bei dieser Behandlung fast schwarz gefärbt, und man erkennt, dass dieselben im Bereiche der inneren retikulären Schicht aus etwas zackigen, aber isolierten Stäben bestehen; in der inneren Körnerschicht fangen um die Kerne herum die Fasern an, stärkere Ausläufer zu treiben, die vielfach unter einander anastomosieren und die Körner einhüllen. Am oberen Rande der inneren Körner und an der äusseren retikulären Schicht kommt ein engeres Flechtwerk der Fasern zu stande, und von hier aus steigt dann ein feines Netzwerk von schwarzen Fäden zwischen den äusseren Körnern in die Höhe, um bis an den Boden der Stäbchen und Zapfen herauf zu reichen. Die äusseren Körner sind von einem ganz gleichmässigen Gitterwerk schwarz gefärbter Fasern umhüllt (Fig. 10). Das Ende der Fasern nach oben ist schwer zu verfolgen, da auch die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen bei dieser Behandlung einen sehr dunklen Farbenton annehmen. Nach der Basis zu findet man dann das bekannte, verbreiterte Fussende der Fasern. Dasselbe erscheint im senkrechten Durch-

schnitt längs gestreift; im Flächenschnitt findet man zahlreiche, kleine Felder mit dunklen Grenzkontouren, und zwar viel mehr Felder, als weiter oben solide Fasern. Man muss hiernach wohl annehmen, dass die Faser sich nach unten in eine Anzahl kleiner Kegel auflöst (Vergl. Fig. 6 bei f, h).

Wir verfehlen übrigens nicht, beizufügen, dass wir hiernach an unserm Objekt selbstverständlich die eigenartige Auffassung nicht bestätigen können, welche vor einiger Zeit Borysikiewicz über das Verhalten der Müller'schen Fasern geäußert hat. Borysikiewicz (Untersuchungen über den feineren Bau der Retina, Wien 1887) hat die Netzhäute des Menschen und einiger Tiere, vornehmlich Raubtiere, untersucht und glaubt, feststellen zu können, dass die Müller'schen Fasern ohne Anastomosen durch die Schichten der Netzhaut hindurch gehen und dass ihnen die Stäbchen und Zapfen zugehören; die von den Autoren als Kerne der Fasern angesehenen Gebilde will er als solche nicht gelten lassen. Entsprechend dieser eigentümlichen anatomischen Auffassung ist auch der physiologische Standpunkt von Borysikiewicz, auf den wir aber an dieser Stelle nicht des genauern eingehen können. Die Art und Weise der Anordnung der Müller'schen Stützfasern in den Markstreifen ist im gewissen Sinne als eine sekundäre Erscheinung zu betrachten, die sich erst allmählich Hand in Hand mit der stärkeren Entwicklung der Nervenfaserbündel anlegt.

Bei unseren Flächenpräparaten aus früher Zeit nach der Geburt bilden die Müller'schen Stützfasern in der Ganglienzellschicht und unter dieser ein gleichmässiges feines Netz- und Faserwerk. Zwischen dessen Reiserchen hindurch schieben sich dann noch sehr schmale Bündel der Nervenfasern. Eine Reihenstellung, etwa auch der Ganglienzellen (s. u.) wird in dieser Zeit durch die Anordnung der Nervenfasern noch nicht bedingt. Sie wird erst deutlich mit der stärkeren Entwicklung der Nervenfasern.

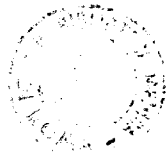
Von den übrigen Schichten der Netzhaut im Bereiche des Markstreifens bemerken wir, dass sich die auffälligsten Veränderungen in der Ganglienzellenschicht nachweisen lassen. Auf dem Querschnitt durch den Streifen erscheint die gesamte Ganglienzellenschicht ausserordentlich reduziert. Über der Mitte der Nervenfaserbündel fehlen die Ganglienzellen ganz und fast nur an denjenigen Stellen, an welchen die Müller'schen Stützfaser sich auszubreiten beginnen, sieht man die Zellen liegen (vergl. z. B. Fig. 4 gegenüber b_1). Nimmt man aber den Längsschnitt oder noch besser den Flächenschnitt des Streifens zu Hilfe, so findet man, dass die Ganglienzellen doch in erheblicherer Zahl vorhanden sind, als man nach dem Querschnitt annehmen durfte. Dieselben erscheinen nämlich in gleicher Weise in Reihen angeordnet, wie dies oben von den Müller'schen Stützfaser beschrieben ist, ja die Reihen der Ganglienzellen schliessen sich unmittelbar an die der Stützfaser an; die Reihenstellung ist durch die letzteren bedingt (vergl. Fig. 5 gegenüber a_1).

Die Zellen liegen vielfach in ihrer Reihe eine an die andere anschliessend, so dass man demgemäss auf dem Längsschnitt an geeigneter Stelle eine vollständig geschlossene Ganglienzellenreihe zu sehen bekommen kann.

Von den inneren Körnern wäre zu bemerken, dass ihre Lage ebenfalls häufig nicht unerheblich verdünnt erscheint. Namentlich fehlen oft auf Strecken in denselben die Kerne der Stützsubstanz, was am Ende nicht zu verwundern ist, wenn man bedenkt, dass dieselbe in den tieferen Schichten ja bereits überreich mit Kernen ausgestattet ist.

Am meisten Schwierigkeit macht die Feststellung von dem Verhalten der Stäbchen und Zapfen, und zwar aus leicht erklärlichen Gründen.

Es ist bekannt, dass ebenso, wie für eine Anzahl anderer, namentlich nächtlich lebender Tiere, auch für das Kaninchen



von Max Schultze (vergl. den Artikel Retina in Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben p. 1009 und 1010) angegeben war, dass dasselbe überhaupt keine Zapfen-, sondern nur Stäbchensenzellen besitzen soll.

Dem ist dann von W. Krause lebhaft widersprochen, und es hat derselbe unzweifelhaft für einzelne der von Max Schultze als zapfenfrei angegebenen Tiere den Nachweis von dem Vorhandensein der Zapfen erbracht. (Vergl. W. Krause über die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat. 1881.)

Für eine Anzahl der genannten Tiere sind von späteren Autoren Angaben über das Vorkommen von Zapfen gemacht, welche aber dann teilweise auch neuen Widerspruch erfahren haben.

So ist z. B. für das Auge des Maulwurfes das Fehlen der Zapfen angegeben, während neuerdings von Kohl (Zool. Anzeig. Nr. 312 und 313) behauptet wird, dass dieselben immer nachzuweisen seien, häufig sogar in grosser Zahl. W. Krause (Arch. f. Ophth. Bd. XXXV) bestätigt für Talpa ebenfalls das Vorkommen der Zapfen.

Man sieht aus dieser Diskussion bereits, dass die Entscheidung keine ganz einfache sein wird; es sind unzweifelhaft auch da, wo dieselben neben einander vorkommen, bei einer Reihe von Tieren die Stäbchen und Zapfen in ihren Grössenverhältnissen so wenig verschieden, zudem so dicht gelagert, dass ihre Unterscheidung mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Wenn man vom Glück begünstigt ist, kann freilich auch die Erkennung der Zapfen sehr leicht sein. So gelang uns in einigen wenigen Fällen beim Meerschweinchen, das nach Max Schultze ebenfalls keine Zapfen besitzen soll, zufällig eine isolierte Färbung derselben, die aber bei späterer Wiederholung nicht wiederkommen wollte.

In einigen unserer Präparate auch von der Netzhaut des Kaninchens färbten sich die Zapfen mit Hämatoxylin blass blau

oder mit Karmin schwach rötlich, während in der Mehrzahl der Fälle beide Schzellenformen gleichmässig gefärbt waren.

In den gefärbten Präparaten konnten wir dann feststellen, dass die Form der Zapfen doch von derjenigen etwas abweicht, welche Krause zeichnet. Wir finden die Zapfen durchweg in ihrem Innenglied länger und mehr keulenförmig gestaltet. Die Basis des Zapfens ist vielfach nicht breiter, als die des Stäbchens, das Innenglied aber länger, so dass zwischen dem basalen Teil der Aussenglieder der Stäbchen die keulenförmigen Innenglieder der Zapfen erscheinen können.

Wenn andere Darstellungsmethoden uns im Stich liessen — die Unterscheidung z. B. von Stäbchen- und Zapfenkörnern macht bei den Netzhäuten vieler Tiere grosse Schwierigkeit — gab öfters noch die Herstellung von Serien von Flächenschnitten, die auch Krause empfiehlt, ein Ergebnis. Allein auf diesem Wege konnten wir z. B. beim Igel das Vorhandensein von Zapfen nachweisen. An Flächenpräparaten finden wir zwischen den Stäbchen ganz regelmässig angeordnet kleine helle Felder mit einem gefärbten Centalfaden, welche wir nicht anders als Zapfenquerschnitte deuten können. Da dieselben hier noch weniger Farbe annehmen, wie die Stäbchen, so liessen senkrechte Durchschnitte, auch wenn dieselben sehr fein waren, uns gänzlich ohne Erfolg.

Von einer Anzahl anderer Tiere, welche wir in den Kreis unserer Untersuchung einbezogen, seien an dieser Stelle noch zwei genannt. Das eine — ein exquisit nächtlich lebendes — der Dachs, liess zuerst ebenfalls auf senkrechten Durchschnitten die Zapfen gänzlich vermissen. Auch hier fanden sich dieselben an den Flächenpräparaten vor; das andere, das Eichhörnchen, sei erwähnt, weil es von allen untersuchten Formen am reichlichsten mit Zapfen ausgestattet ist. Schon die senkrechten Schnitte zeigen bei demselben die sehr zahlreichen Zapfen; Flächenschnitte aus den mittleren Teilen der Netzhaut belehr-

ten uns über die relativen Verhältnisse von Stäbchen und Zapfen, welche wir an keiner anderen Säugetier-Netzhaut so günstig für die Zapfen fanden.

Wenn wir nach dieser Abschweifung wieder zur Besprechung der Kaninchenretina zurückkehren, so können wir für dieselbe mit Sicherheit das Vorkommen von Zapfen über dem Markstreifen feststellen. Ob ihre Zahl aber eine andere ist, als an seitlich belegenen Abschnitten der Netzhaut, müssen wir für jetzt dahin gestellt sein lassen.

Endlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass unmittelbar zu den beiden Seiten der Eintrittsstelle des Nervus opticus die Schichten der Retina oberhalb des Markstreifens unterbrochen sind, wie wir besonders deutlich beim Hasen sahen; man bekommt dann seitlich neben der Papille auf dem Querschnitt den Markstreifen zu sehen, wie er die ganze Netzhaut durchsetzt (Fig. 3). Und da die Schichten nicht gleichmässig gegen den Markstreifen abschliessen, sondern je weiter nach aussen sie liegen, um so weiter über den Streifen herüberreichen, so bekommt man auf hintereinandergelegenen Schnitten etwas wechselnde Bilder. Je nach der Stärke der Netzhautschichten und des Markstreifens lässt sich die Entfernung eines Schnittes von der Papille beurteilen.

Wenn uns z. B. ein Schnitt vorliegt (Fig. 2), an dem ein stark gegen die Glaskörperseite vorspringender Markstreifen, keine Ganglienzellschicht, eine dünnere innere und ebensolche äussere Körnerschicht, sowie ganz niedrige Stäbchen und Zapfen vorhanden sind, dann können wir einen solchen als der Nähe der Papille entnommen bezeichnen.

Je weiter nach der Spitze des Streifens, um so mehr verbreiten und verflachen sich die Nervenfaserbündel, um dann allmählich ganz in der Netzhaut sich zu verlieren, und um so stärker und den Seitenteilen ähnlicher werden die übrigen Netzhautschichten.

Prinzipielle erhebliche Unterschiede zwischen der Netzhaut vom Kaninchen und Hasen haben wir bis dahin nicht mit wünschenswerter Sicherheit nachweisen können; doch lassen wir vorläufig die Möglichkeit offen, dass Verschiedenheiten in Bezug auf Bau und Anordnung der Zapfen dennoch vorhanden sind.

Das Auftreten des Markstreifen im Kaninchenauge.

Eröffnet man das frische Auge eines neugeborenen Kaninchens mit der nötigen Vorsicht, so erkennt man sofort, dass in demselben von markhaltigen Nervenfasern noch keine Spur vorhanden ist. Die weisse, atlasglänzende Farbe setzt dieselben so deutlich gegen die umgebenden Teile ab, dass ihr erstes Auftreten mit aller Sicherheit zu verfolgen ist.

Bei dem Auge eines vier Wochen alten Kaninchens finden wir dagegen den gesamten markhaltigen Abschnitt in der gleichen Weise angelegt, wie wir denselben bei dem erwachsenen sehen, nur in entsprechend verkleinertem Massstabe. Innerhalb dieser Zeit spielen sich demgemäss die Entwicklungsvorgänge ab und waren in derselben Zeit zu verfolgen.

Es handelt sich also um die Entwicklung der Retina des Kaninchens post partum, welche die Autoren bislang nur wenig beschäftigt hat. Es hat sich ja eine Reihe von Arbeitern mit Untersuchungen über die Entwicklung der Netzhaut des Kaninchens befasst, doch brechen die Mitteilungen zumeist nach Erledigung der eigentlich embryonalen Vorgänge ab.

Löwe und dessen Schüler Würzburg haben eingehende Studien über die Entwicklung der Schichten der Kaninchenretina gemacht. (Löwe, die Histogenese der Retina. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV und Würzburg l. s. c.)

Besondere Mitteilungen über die Entwicklung der Markstreifen finden wir aber in beiden Arbeiten nicht und bemerken ausserdem, dass manche der Angaben von Löwe später nicht

ohne Widerspruch geblieben sind; es ist namentlich Koganeï, der für eine Reihe von Fragen zu sehr wesentlich anderen Resultaten gekommen ist und auch W. Krause, der gelegentlich seiner ausgedehnten vergleichend-anatomischen Untersuchungen über die Netzhaut auch auf die Entwicklungsgeschichte eingeht, schliesst sich dabei vielmehr an Koganeï als an Löwe und Würzburg an.

Über die Angaben von Würzburg, dass die Retina beim Fötus eine Anzahl regelmässig vorkommender und mit der Anlage derselben in Beziehung stehender Falten zeige, haben wir oben bereits gesprochen.

Wir erwähnen hier nur noch, dass wir bei Würzburg (l. c. p. 29) die Angaben finden, dass die Optikusfasern nicht wie beim Menschen im ganzen Umfange der Papille büschelförmig ausstrahlen, sondern nur in zwei mächtigen Fasermassen, welche horizontal von vorne nach hinten in die Retina hineinstreichen. Wir können dies natürlich nicht bestätigen.

Angaben über die Entwicklung der Markstreifen finden wir weder in der Arbeit von Koganeï (l. s. c.), der die Netzhaut des Kaninchens zwei Wochen nach der Geburt fertig sein lässt, noch in den Untersuchungen von W. Krause (Zur Entwicklungsgeschichte der Retina. Internat. Monatsschrift für Anat. I, p. 243).

Das erste Auftreten der markhaltigen Fasern haben wir an 11—12 Tage alten Kaninchen beobachtet, bei denen man einzelne feine weisse Fäden radiär um die querovale Papille herumziehen sieht; noch beim 10 Tage alten Kaninchen fehlen dieselben. Im Verlauf des 13. und 14. Tages wird das Nervenmark in den Fasern deutlicher, so dass nunmehr ein gleichmässiger, weisser Markring um die Papille erscheint; während zuerst das Mark etwas stärker in den nach oben und unten gehenden Partien abgelagert zu sein scheint, beginnt am 14. Tage ein allmähliches deutlicheres Vordringen des Markes an den

nach den Seiten gehenden Partien der Nervenfasern kenntlich zu werden, und damit würde dann der Übergang zu dem oben beschriebenen und bekannten Bilde gegeben sein, indem nunmehr die nach oben und unten verlaufenden Nervenfasern nicht mehr weiter markhaltig werden, während die Markscheidenbildung in den horizontal verlaufenden allmählich fortschreitet.

Ebenso wie bei den Netzhautpräparaten aus älterer Zeit, die wir oben beschrieben haben, geben auch hier die Durchschnittspräparate uns Aufklärung über die Vorgänge, welche sich im Innern der Netzhaut während der Entwicklung der Markstreifen abspielen. Wir geben in dem Folgenden die Darstellung einer Anzahl unserer Präparate, die wir von Netzhäuten junger Kaninchen aus den ersten Lebenswochen genommen haben. Wir glauben, dass es ausreichen wird, wenn wir aus der Reihe unserer Objekte je ein Präparat aus der ersten, zweiten und dritten Woche schildern.

Da, wie oben beschrieben, vor dem zehnten Tage post partum an dem eröffneten frischen Auge von den Markstreifen makroskopisch noch nichts wahrnehmbar ist, so war zunächst die Frage zu erledigen, in wie weit die Anlage desselben sich mit dem Mikroskop würde ermitteln lassen. Um dies festzustellen, haben wir durch die Netzhäute vom Kaninchen in den ersten Tagen nach der Geburt senkrechte Durchschnitte neben der Eintrittsstelle des Sehnerven hindurch gelegt.

Wir finden dabei dann allerdings bereits sehr früh eine stärkere Ansammlung von marklosen Nervenfasern an der Stelle, an welcher später die Markstreifen liegen. Ein solcher Durchschnitt eines Auges vom dritten oder vierten Tage nach der Geburt zeigt noch mannigfache Eigentümlichkeiten (Fig. 7).

Die Netzhaut besteht an ihrer Aussenseite aus zwei sehr starken Zellschichten, welche durch einen schmalen hellen Saum von einander geschieden sind. Es sind die beiden Körnerschicht

ten, welche jetzt noch erheblich viel stärker sind, als später. In der äussersten Schicht der Stäbchen- und Zapfenkörner finden wir noch Mitosen vor, dagegen vermissen wir an den Stäbchenkörnern die später sehr deutliche und bekannte Bänderung.

Die Anlagen der Stäbchen und Zapfen selbst mögen vorhanden sein; wenigstens erkennt man mit starker Vergrösserung einen ganz schmalen, ungefärbten Saum auf den Körnern, der sich wohl auf die früheste Bildung von Stäbchen und Zapfen beziehen lässt. Sehr deutlich ist die Form derselben eben nicht und es scheint zudem, als ob die Stäbchen und Zapfen individuell etwas verschieden auftreten; wir finden bei einzelnen unserer Präparate Differenzen in dieser Beziehung.

In der inneren Körnerschicht ist es noch nicht zur Sonderung der einzelnen Zellformen gekommen, welche wir später in derselben sehen, sondern die Zellen derselben erscheinen noch sehr gleichmässig gebaut. Eine innere retikuläre Schicht ist vorhanden und an diese schliesst sich eine im grossen und ganzen einreihige Ganglienzellenschicht, deren einzelne Zellen verschieden dicht aneinander schliessen.

In der Nervenfaserschicht, deren Fasern im allgemeinen noch sehr spärlich sind — sie erscheinen in eine homogene Zwischensubstanz eingelagert — erkennen wir an einer Stelle eine deutliche Ansammlung der Fasern in kleine Bündel. Wir haben in diesen, durch ziemlich weite Zwischenräume getrennten Bündeln, die Anlage für den späteren Markstreifen vor uns.

Die Veränderungen, welche nun in wenigen Tagen an der Netzhaut vor sich gehen, sind erheblich.

An einer Netzhaut, welche nur eine Woche älter ist, sind die Stäbchen und Zapfen, wenn auch nicht in endgültiger Länge, so doch vollkommen deutlich mit Aussen- und Innenglied angelegt.

An einem senkrechten Durchschnitt vom 12. Tage (Fig. 8) finden wir namentlich die äussere Körnerschicht noch dicker, als an der fertigen Netzhaut, immerhin aber gegen die eben beschriebene doch schon merklich verdünnt. Die innere Körnerschicht hat eine noch viel beträchtlichere Reduktion erfahren. Kernteilungsfiguren vermissen wir von jetzt ab an unseren Präparaten, ohne allerdings behaupten zu wollen, dass dieselben bereits jetzt gänzlich auszuschliessen seien.

Nach Falchi sollen die Kernteilungen bis zum 7. Tage nach der Geburt sich in der Kaninchenretina vorfinden.

Im Bereiche der äusseren Körner ist nunmehr auch die Bänderung der Körner festzustellen; die inneren Körner zeigen namentlich deutlich die Differenzierung der zu den Müller'schen Stützfasern gehörigen dunklen ovalen Kerne, also die Gliederung in die verschiedenen Zellformationen.

Der Markstreifen tritt jetzt auf dem Schnitt sehr auffällig hervor. Während an dem oben geschilderten jüngeren Präparate die einzelnen Bündel noch dünn sind und durch Zwischenräume von einander geschieden, stellt der Streifen jetzt auf dem Durchschnitte eine ganz kompakte Masse dar. Auch jetzt bilden die Ganglienzellen auf dem Querschnitte eine, wenn auch lockere, so doch im übrigen noch deutliche Lage.

Bei einem Präparate etwa von dem Ende der dritten Woche erinnern die Verhältnisse zwar in mancher Beziehung schon sehr an den fertigen Zustand, zeigen aber doch immer noch eine Reihe von Eigentümlichkeiten.

Auf einem Querschnitte durch den Markstreifen dicht neben der Papille (Fig. 9), springt derselbe jetzt gegen den Glaskörper in Gestalt einer breiten Leiste vor. Gegenüber dem fertigen Zustand wäre, abgesehen von der geringeren Grösse, namentlich noch das Verhalten der Stützsubstanz zu nennen. Dieselbe ist charakterisiert durch einen grossen Reichtum an Kernen; die

Fasern treten gegen später noch sehr zurück, wie es denn überhaupt ganz ausserordentliche Schwierigkeiten macht, das erste Auftreten der Fasern auf Schnitten festzustellen.

Da man also auf dem Durchschnitt des Markstreifens stärkere Faserbündel nicht sieht, so scheint derselbe fest und gleichmässig gefügt; zwischen den Nervenfasern liegen nun in dichten Haufen, vielfach auch in Reihen angeordnet die Kerne der Stützsubstanz. Die Ganglienzellen treten schon bei schwacher Vergrösserung nicht mehr als zusammenhängende Lage hervor. Die Betrachtung mit stärkeren Systemen lehrt, dass die Zellenreihen Lücken aufweist; es wird demgemäss hier der Anfang der oben beschriebenen Längsreihenstellung der Ganglienzellen anzunehmen sein.

In den äusseren Teilen der Netzhaut finden wir jetzt Verhältnisse vor, welche den endgültigen ziemlich nahe kommen. Die Körnerschichten sind erheblich dünner geworden und durch eine äussere retikuläre Substanz von einander geschieden. Innerhalb der Körner selbst finden wir völlig die Bilder, wie wir dieselben bei der ausgewachsenen Netzhaut sehen; ebenso sind die Stäbchen und Zapfen als fertig zu bezeichnen.

Damit an der eben beschriebenen Stelle sich die Netzhaut herausbilde, sind demgemäss, abgesehen von einer geringen Veränderung in der Dicke der Schichten, nur noch die Umwandlungen in dem Markstreifen, hauptsächlich die Ausbildung der Stützsubstanz, und eine allerdings beträchtliche Grössenzunahme in demselben nötig; im Laufe der vierten Woche post partum geht die erstere vor sich, die letztere braucht noch eine längere Zeit.

Wenn man den eben kurz dargestellten Entwicklungsgang im ganzen überblickt, so ist es unverkennbar, dass derselbe, abgesehen von den durch das eigenartige Verhalten der Nervenfasern bedingten Eigentümlichkeiten im wesentlichen in den-

selben Bahnen verläuft, wie wir sie für eine Reihe von Netzhäuten durch die Untersuchungen von Chiewitz kennen gelernt haben.

Es wird das Zellen- und Kernmaterial der Netzhaut bereits früh ziemlich vollständig angelegt. Da der Bulbus in dieser Zeit noch klein ist, so sind die Zellschichten verhältnismässig stark; mit dem weiteren Wachstum des Augapfels würde es nun zu einer Ausbreitung des Materials im Innern des vergrösserten Bulbus und somit zu einer Verdünnung der Schichten kommen, bis die endgiltige Grösse erreicht ist.

Auf eine Zusammenfassung der Ergebnisse unserer Untersuchungen glauben wir im Hinblick auf unsere frühere Mitteilung in den Sitzungsberichten der Marburger naturforschenden Gesellschaft an dieser Stelle verzichten zu dürfen.

Ann. Über das Verhalten der Stützfasern zu den Stäbchen- und Zapfenfasern bitten wir auch die Angaben von W. Krause in seiner während des Druckes dieser Mittheilungen erschienenen Arbeit „die Retina“ (Internat. Monatschrift f. Anat. u. Phys. Bd. IX, p. 185) zu vergleichen.

Lebenslauf.

Ich, Wilhelm Maria Grosskopff, kathol. Konfession, wurde geboren am 1. Juni 1867 zu Gradberg, Kreis Warburg, Provinz Westfalen, als Sohn des königl. Revierförsters a. D. Louis Grosskopff und dessen Ehefrau Louise, geb. Schlüter. Vom 9. Lebensjahre an besuchte ich das Gymnasium Carolinum zu Osnabrück, welches ich Ostern 1886 mit dem Zeugnis der Reife verliess.

Ich studierte Medizin in München, wo ich als Einj.-Freiw. bei der I. Komp. d. k. b. Inf.-Leibregiments meiner Militärpflicht mit der Waffe genügte, vom 1. April 1886 bis 1. Oktober 1886, dann in Göttingen und Marburg.

Das Tentamen physicum bestand ich in Marburg am 18. Februar 1888, das medizinische Staatsexamen ebenda am 16. Februar 1891, das Examen rigorosum ebenfalls in Marburg am 19. Dezember 1891.

Vom 1. April bis 1. Oktober 1891 diente ich als Einj.-Freiw.-Arzt in Göttingen beim hess. Inf.-Regiment Nr. 82; vom 1. November desselben Jahres bis 16. Dezember machte ich eine sechswöchentliche Übung als Unterarzt in Münster in Westf. beim 13. Inf.-Regiment; am 30. Januar 1892 wurde ich durch Allerhöchste Kabinetsordre zum Assistenzarzt II. Kl. d. R. befördert.

Seit dem 25. Dezember 1891 praktiziere ich in Papenburg a. d. Ems.

Als meine akademischen Lehrer verehere ich die H. II. Professoren und Dozenten:

in München: Rüdinger;

in Göttingen: Damsch, Ebstein, König, Orth, Rosenbach, Runge, Wagenmann;

in Marburg: Ahlfeld, Braun, Gasser, Greeff, Göbel, von Heusinger, Hüter, Kohl, Lieberkühn (†), Mannkopff, Marchand, Meyer, Melde, Rumpf, Schmidt-Rimpler, Tuezek, Rubner, Uhthoff, Wagener, Zinke, Zumstein, Külz, Küster und Strahl.

Allen diesen, meinen hochverehrten Lehrern, sage ich meinen aufrichtigen Dank.

Figurenerklärung.

In den gesamten Figuren sind, wenn überhaupt, die Schichten der Netzhaut wie folgt bezeichnet:

1. Stäbchen und Zapfen	= a
2. Memb. limitans externa	= b
3. Äussere Körner	= c
4. Äussere retikuläre Schicht	= d
5. Innere Körner	= e
6. Innere retikuläre Schicht	= f
7. Ganglienzellen	= g
8. Nervenfasern	= h

Fig. 1. Durchschnitt durch eine Netzhaut mit dem Markstreifen eines ausgewachsenen Kaninchens aus dem mittleren bis vorderen Abschnitt des Streifens. Schwache Vergrösserung.

Fig. 2. Querschnitt durch den Markstreifen eines ausgewachsenen Kaninchens. Aus dem Anfangsteil des Streifens.

Fig. 3. Querschnitt durch den Markstreifen des Hasen dicht neben dem Sehnerven Eintritt. Unterbrechung der Netzhautschichten über dem Markstreifen.

Fig. 4. Seitenwand des Markstreifens vom Hasen (wie Fig. 3 am Rande) bei stärkerer Vergrösserung. Auflösung der Stützfaser am oberen Rande der Nervenfaserschicht in ein Bündel gegenüber a, an entsprechender Stelle gegenüber b, eine Ganglienzelle.

Fig. 5. Schrägschnitt, dem Flächenschnitt nahe, durch den Markstreifen eines ausgewachsenen Kaninchens. Zwischen den feinen Längsstreifen der Nervenfaserbündel die Reihen der Müller'schen Stützfaser. Stützplatten gegenüber a, Ganglienzellenreihe gegenüber b.

Fig. 6. In gleicher Weise geführter Schnitt durch eine Stelle der Netzhaut des Kaninchens neben dem Markstreifen.

Anastomosen der Stützfaser in der inneren Körnerschicht. Fussende der Stützfaser gegenüber h.

Fig. 7. Querschnitt durch die Anlage des Markstreifens bei einem 3 Tage alten Kaninchen.

Fig. 8. Dasselbe vom 12 Tage alten Kaninchen.

Fig. 9. Dasselbe dicht neben der Papille vom Kaninchen gegen Ende der dritten Woche.

(Die Figuren 1, 2, 3, 7, 8, 9 sind bei gleicher Vergrößerung Leitz Ok. 1 Obj. 3 gezeichnet, nur 7 u. 8 mit 2 cm längerem Tubus als die anderen.)

Fig. 10. Darstellung von dem Verlaufe der Müller'schen Stützfasern beim Kaninchen; die Figur ist aus zwei einander ergänzenden Schnitten kombiniert, insoferne also auch etwas schematisiert.

Die Müller'schen Stützfasern sind schwarz gezeichnet; ihr Ende gegen die Stäbchen und Zapfen war durch Dunkelfärbung der Stäbchen und Zapfen verdeckt, wir können demgemäss auch für die Richtigkeit des oberen Randes keine Gewähr übernehmen. Auch die tangentialen Stützzellen sind nicht angegeben, da sie sich an unseren Präparaten nicht färbten. Zweck der Figur ist hauptsächlich, das Verhalten der Stützfasern im Bereiche der äusseren Körner zu zeigen.

11522

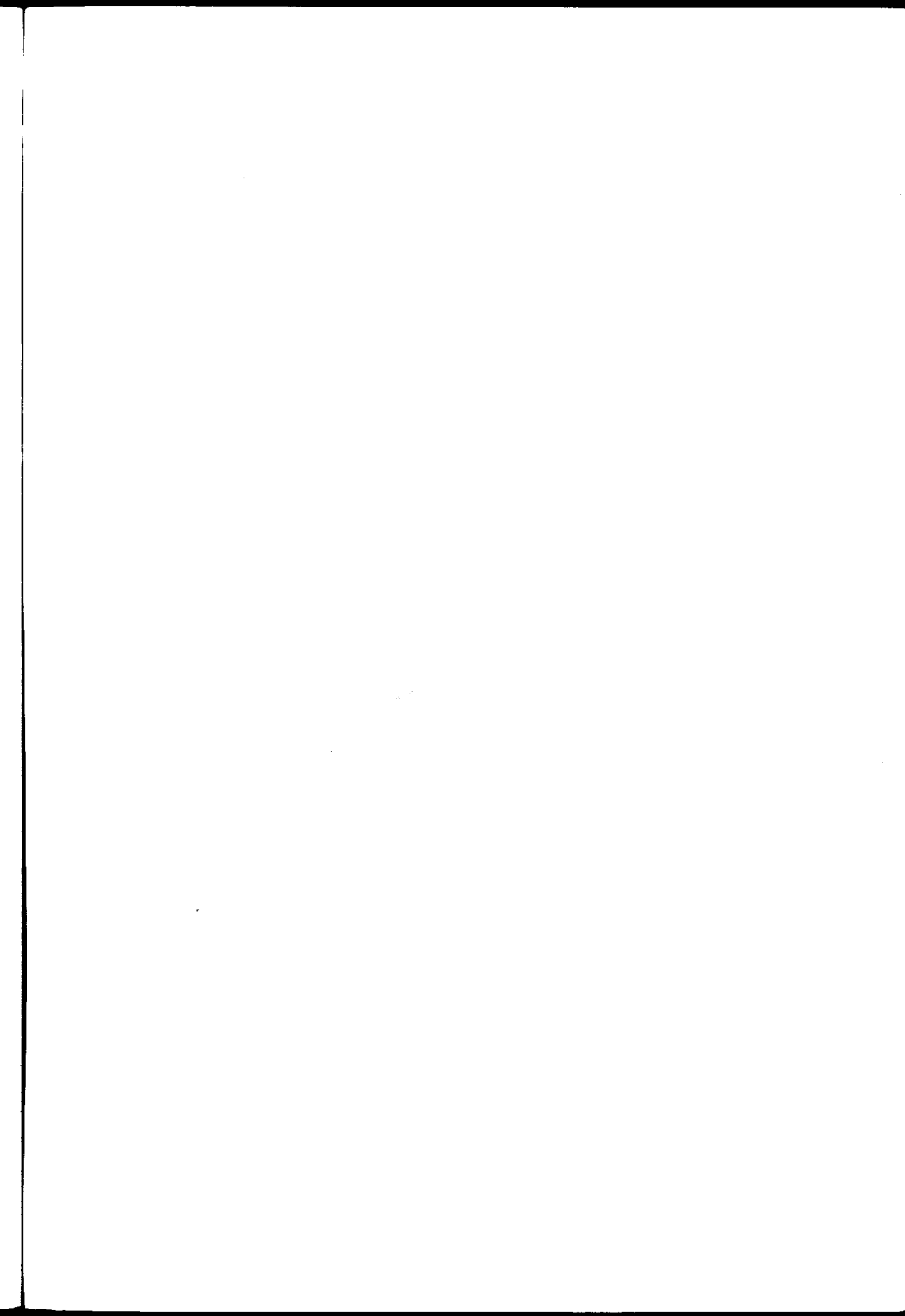


Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 6.

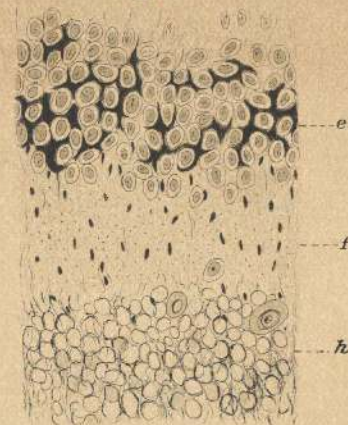


Fig. 10.

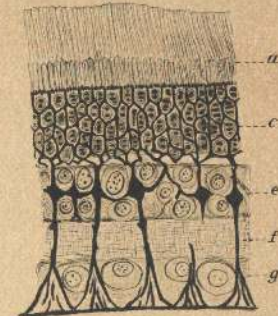


Fig. 2.



Fig. 4.

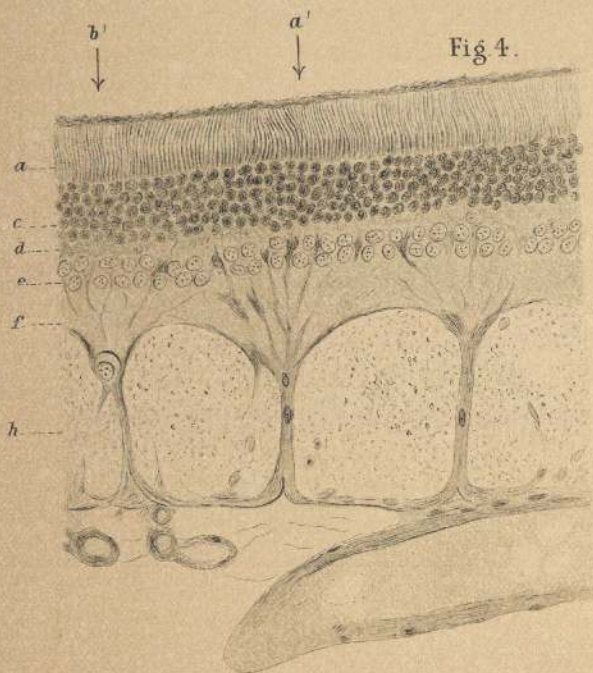


Fig. 7.

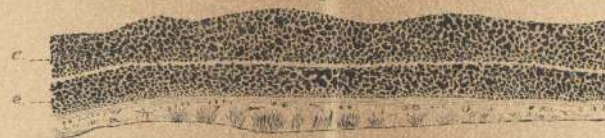


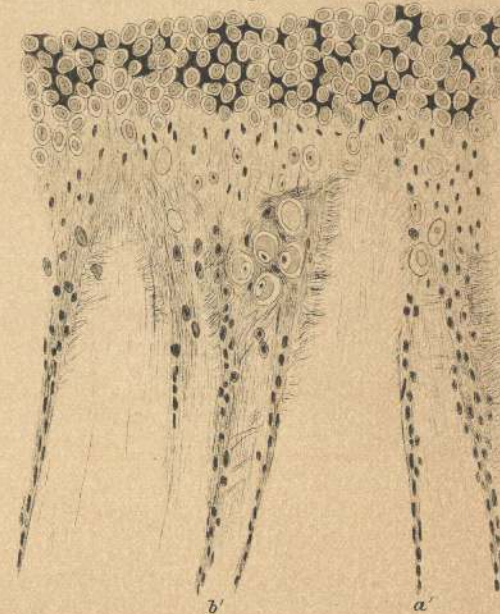
Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 5.



11523

