

## Die Entwicklung und Bedeutung des Glaskörpers.

Ein in der Sitzung der Anatomischen Gesellschaft vom 31. Mai 1903  
in Heidelberg gehaltener Vortrag

von

**A. Kölliker.**

---

Mit Tafel I—IV.

---

Die vielbesprochene Frage der Entwicklung und Bedeutung des Corpus vitreum hat in den letzten Jahren eine eigentümliche Wendung genommen, indem zu den früheren Auffassungen, denen zufolge der Glaskörper entweder eine mesodermatische Bildung sei (die meisten Autoren), oder als ein Transsudat bezeichnet werden müsse (KESSLER), zwei ganz neue Hypothesen sich gesellt haben, die das betreffende Organ als eine ektodermale Bildung bezeichnen und dieselbe entweder von der Retina ableiten (TORNATOLA) oder von der Linse (v. LENHOSSÉK).

Eine nähere Darlegung dieser neuen Auffassungen ergibt folgendes:

### I. Retinaler Ursprung des Corpus vitreum.

S. TORNATOLA behauptet in seiner ausführlichen Abhandlung: »Ricerche embriologiche sull' Occhio dei vertebrati Messina 1898, Tipografia d'Amico, p. 50, Tav. VII«, daß der Glaskörper ohne dazwischen liegende Membran in direkter Verbindung mit der Retina stehe und belegt dies beim Hühnchen, Menschen und mehreren Säugern durch eine Anzahl von Figuren, die beweisen sollen, daß die Zellen der embryonalen Retina zuerst in Kegel und dann in Fäserchen auslaufen, die, indem sie vielfach anastomosieren, das Gewebe des Corpus vitreum bilden. Anfangs läßt sich nach TORNATOLA der Ursprung dieser Fäserchen bis zur sechsten Reihe der Retinazellen nach außen verfolgen, später sollen dieselben dagegen nur von den innersten

Zellen abstammen. TORNATOLA erklärt demzufolge, daß der Glaskörper kein mesodermatisches Gewebe sei, sondern als eine Absonderung gewisser Zellen der Retina aufgefaßt werden müsse. Demnach sei der Glaskörper kein Gewebe in gewöhnlichem Sinne, da derselbe keine Zellen enthalte, die ihm angehören.

Als Stütze seiner Auffassung zieht TORNATOLA besonders auch die Resultate herbei, zu denen die feinere Anatomie der Augen bei den Wirbellosen gelangt ist und verweist vor allem auf die Beobachtungen von CARRIÈRE bei den Gasteropoden, der im Auge dieser Tiere neben den Nervenzellen der Retina besondere absondernde Zellen beschreibt, welche »Sekretzellen« mit der Ausscheidung des Augeninhaltes, sei dieser nun Glaskörper mit Linse oder ohne eine solche, betraut seien. TORNATOLA erwähnt außerdem besonders auch GRENACHER, der in seiner Arbeit über das Auge der Heteropoden die Sekretzellen von CARRIÈRE »Emplemzellen« nennt und Emplem alle von solchen Zellen im Inneren des Auges gelieferten Produkte, mögen dieselben flüssig, gallertig oder fest, geformt oder ungeformt sich darstellen.

War es durch diesen Hinweis auf vergleichend-anatomische Tatsachen unzweifelhaft TORNATOLA gelungen, seine Annahmen über die Entwicklung des Glaskörpers aus der Netzhaut zu stützen, so ist doch auf der andern Seite zu bemerken, daß seine direkten Beweise für seine Hypothese nicht so bestimmt als wünschbar sind, was namentlich von den Abbildungen gilt, die meist als zu blaß und undeutlich bezeichnet werden müssen. Immerhin ist nicht zu bezweifeln, daß TORNATOLA in der Tat den Ursprung von Glaskörperfasern aus der Retina als erster wahrgenommen hat.

Diese neuen Angaben von TORNATOLA fanden bald Unterstützung in Beobachtungen von C. RABL, FISCHEL, ADDARIO und VAN PÉE von denen die Erstgenannten nur kurze, mehr gelegentlich gemachte Beobachtungen mitteilen.

C. RABL kommt in seiner großen Linsenarbeit (III. Teil S. 28 dieser Zeitschr. Bd. LVII 1899) mit folgenden Worten auf die Frage der Entwicklung des Glaskörpers zu sprechen: »In Beziehung auf die histologische Bedeutung der Zonulafasern schließe ich mich an SCHÖN an, wenigstens insofern, als er einen Teil der Fasern von den Zellen der Pars ciliaris retinae ausgehen läßt. Vom genetischen Standpunkte aus . . . müssen wir die Zonulafasern als basale Ausläufer dieser Zellen auffassen. Sie sind also der Retina im weiteren Sinne des Wortes zuzurechnen. Aber nicht bloß die Zonula, sondern

auch den Glaskörper sehe ich für eine Bildung an, welche genetisch mit der Retina zusammengehört. Man sehe sich nur einmal die Stelle an, wo beim Embryo der Glaskörper zur Entwicklung kommt. Überall entspricht diese dem Übergang der Pars optica retinae in die Pars coeca. Hier tritt der Glaskörper zuerst in die Erscheinung und von hier aus breitet er sich weiter aus. In diesem Raume sind aber bei allen niederen Wirbeltieren bis zu den Säugetieren hinauf gar keine Mesodermzellen gelegen, welche den Glaskörper bilden könnten. Nur bei den Säugetieren könnte man durch die zahlreichen, vielleicht von etwas Bindegewebe begleiteten Gefäße, welche sich zwischen Linse und Augenblase eindringen, in Versuchung geführt werden, an einen mesodermalen Ursprung des Glaskörpers zu denken; aber die Verhältnisse, die hier vorliegen, sind rein sekundärer Natur, sie finden ihre Erklärung lediglich in dem außerordentlichen Wachstum der Säugetierlinse, aber sie haben nichts mit der Bildung des Glaskörpers zu tun. Retina, Zonula und Glaskörper sind rein ektodermale Bildungen und gehören genetisch innig zusammen. Mit dieser Auffassung stimmt auch das interessante Bild zusammen, das RETZIUS von der Faserung des Glaskörpers des Frosches gegeben hat. — Ich setze mich durch meine histogenetische Auffassung des Glaskörpers in Widerspruch mit der bisherigen Lehrmeinung. Nur TORNATOLA hat kürzlich eine ähnliche Auffassung geäußert.«

Wie man aus diesem Zitate ersieht, erfährt man von C. RABL über die Art und Weise der Entwicklung des Glaskörpers nichts Näheres. Dagegen verweist RABL in seiner letzten Mitteilung vom 20. Januar 1903 im Anatomischen Anzeiger Nr. 25 nicht nur auf die mittlerweile erschienenen Arbeiten von ADDARIO und VAN PÉE, sondern gibt auch eine kurze Darstellung seiner eignen übereinstimmenden Beobachtungen beim Schweine, Schafe und dem Menschen (S. 578) und bei Selachiern und Amphibien, wogegen es ihm beim Huhne nicht gelang Ähnliches zu finden (S. 579).

Gleichzeitig mit RABL hat auch FISCHEL in seiner schönen Arbeit »Die Regeneration der Linse« in den Anatomischen Heften Bd. XIV 1900, S. 28 über die Glaskörperfrage Beobachtungen angestellt. Bei seinen Untersuchungen über die Regeneration der Linse bei Salamanderembryonen sah FISCHEL, daß in der Grenzzone zwischen der Pars optica und coeca retinae die Netzhautzellen (welche?) nach dem Augeninnern in feinste Fäserchen sich verlängern, die zunächst zu einem Netzwerk sich verflechten. Aus diesem gehen wieder feine Fasern aus, die die vordere Grenzschicht des Glaskörpers bilden.

Das erwähnte Netzwerk hängt nach hinten direkt mit der Limitans zusammen, welche Haut FISCHER als das Resultat einer Verfilzung der Glaskörperfibrillen auffaßt und findet, daß dieselbe mit den kegelförmigen Enden der Stützfasern verbunden sei. Man könne deshalb auf Grund des histologischen Zusammenhanges der Limitans interna die vordere Grenzschicht des Glaskörpers selbst und das zwischen diesen beiden ausgespannte, den Glaskörper darstellende Netz von Fasern als ein zusammenhängendes Ganzes und als Produkt der Retina sich vorstellen.

C. ADDARIO<sup>1</sup> gibt S. 53 über seine den Glaskörper betreffenden Erfahrungen folgende Zusammenstellung:

a) Der feste oder faserige Teil des Glaskörpers entwickelt sich aus dem hinteren Teil des Orbiculus ciliaris, d. h. zwischen der Ora serrata und dem Anfange der Zonula Zinnii.

b) Die Fasern der Grundlage (impalcatura) des Glaskörpers sind nichts als protoplasmatische Ausläufer des Epithels der genannten Stelle des Orbiculus ciliaris.

c) Der Glaskörper grenzt vorn an die Zonula mit einem Stratum limitans anterius, mit einem weniger dichten und homogenen Stratum limitans posterius an die Limitans interna der Retina.

d) Diese Limitans interna retinae endet an der Ora serrata.

e) Eine Membrana hyaloidea existiert nicht.

Was die Zonula Zinnii anlangt, so faßt ADDARIO seine Beobachtungen über diesen Teil folgendermaßen zusammen (S. 67):

a) Die Zonula besteht ausschließlich aus Fasern und beginnt 1—1,5 mm vor der Ora serrata unmittelbar vor dem Ursprunge des Stratum limitans anterius des Glaskörpers.

b) Die Zonulafasern entstehen ausschließlich als Protoplasmafortsätze des nicht pigmentierten Epithels der Pars ciliaris retinae.

c) Ein Canalis Petiti existiert nicht, sondern nur Räume in der Zonula.

Die Beobachtungen ADDARIOS sind durch sehr deutliche und belehrende Zeichnungen versinnlicht und geben die besten bisher vorliegenden Abbildungen über den Ursprung der Zonula und der Glaskörperfasern der Pars ciliaris retinae.

Weiter hat VAN PÉE (Recherches sur l'origine du corps vitré, Arch. de Biologie LXIX 1902, p. 367—385, 2 Planches) über die

<sup>1</sup> Sulla struttura del vitreo embrionale e dei neonati, sulla matrice del vitreo e sull' origine della Zonula. Pavia 1902. p. 75. Tav. IX.

Bildung des Glaskörpers sich geäußert und seine Grundansicht dahin ausgesprochen, daß das Corpus vitreum bei den von ihm untersuchten Geschöpfen aus zwei Teilen sich aufbaue, einmal einem mesodermatischen und zweitens einem epithelialen. Der epitheliale Anteil entstammt einmal der Retina und zweitens der Linse. Letzterer besteht aus kurzen Fäserchen, die an der Glaskörperfläche der Linse sich entwickeln, jedoch nur kurzen Bestand haben und bald ganz schwinden, während zugleich die Linsenkapsel erscheint. Der Retina-Anteil des Glaskörpers dagegen besteht aus langen radiären Fortsätzen der Retina, die anfänglich den Glaskörper allein darstellen und mit Anastomosen ein zierliches Flechtwerk bilden, später jedoch, wenn die Glaskörpergefäße sich entwickeln, immer mehr zurücktreten vor dem Anteil des Glaskörpers, der im Zusammenhang mit dem Mesoderm sich entwickelt. Dieser mesodermatische Teil besteht aus einem lockeren Bindegewebe mit sternförmigen anastomosierenden Zellen und zahlreichen, konzentrisch angeordneten Fibrillen.

Beachtung verdient noch die Angabe von VAN PÉE (S. 374), daß auch das vordere Epithel der Linse protoplasmatische Fortsätze abgibt, ebenso wie solche an der hinteren Linsenfläche sich finden, ja daß selbst die angrenzenden Teile des Ektoderms an ihrer tiefen Fläche solche Ausläufer besitzen.

## II. Lentikulärer Ursprung des Corpus vitreum.

Den Schluß der neuen Angaben über die Entwicklung des Glaskörpers macht die große Arbeit von v. LENHOSSÉK (Die Entwicklung des Glaskörpers, der ungarischen Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 20. Oktober 1902, Leipzig, F. C. W. Vogel 1903), in welcher der Versuch unternommen wird, dieses Organ einzig und allein von der Linse abzuleiten, indem der Autor zugleich nachweist, daß, wie schon VAN PÉE angegeben hat, nicht nur die hinteren Enden der Linsenfasern, sondern auch die vorderen Epithelzellen dieses Organs an ihrer basalen Fläche in Fasern auswachsen und eine Anlage eines vorderen Glaskörpers erzeugen. Die hinteren Ausläufer der Linsenfasern läßt v. LENHOSSÉK durch seitliche Ausläufer sich verbinden und nach und nach zu einem Anhang der Linse von verwickeltem Bau sich gestalten. Nach v. LENHOSSÉK wachsen nun in das Fibrillengitter der hinteren Linsenwand allmählich auch mesodermatische Teile, Gefäße und Zellen, hinein und dann soll sich dasselbe, obschon noch wenig entwickelt, von der Linse, an der zugleich die Linsen-

kapsel sich zeige und die anfänglichen kegelförmigen Auswüchse der Linsenfasern verschwinden, ganz ablösen, und in seinem weiteren Wachstum ganz auf sich selbst angewiesen sein (l. c. S. 59)! Wie dieses Wachstum sich macht, erfährt man freilich von v. LENHOSSÉK nicht, denn seine Äußerung, daß das abgelöste Glaskörperfasersystem einem netzförmigen kernlosen Syncytium zu vergleichen sei, das nun mit der Fähigkeit der Assimilation von Stoffen ausgestattet, sich selbst zu ernähren und weiter zu entwickeln vermöge, gibt doch keine Erklärung.

In einer Kritik der v. LENHOSSÉKschen Hypothese bemerkt RABL (Anatom. Anzeiger 1903 Nr. 25):

1) Daß bei allen Wirbeltieren von den Vögeln an abwärts die Linse sehr scharf begrenzt sei und nirgends Linsenfasernfortsätze sich finden.

2) Ganz anders verhalten sich die Säugetiere. Hier findet auch RABL das v. LENHOSSÉKsche Fasersystem und bestätigte er die spätere Trennung desselben von der Linse. Was aus demselben wird, darüber meldet nun freilich RABL nichts; doch erklärt derselbe ganz kurz, daß er eine Beteiligung der Linse an dem Aufbau des Glaskörpers nicht anzunehmen imstande sei und erklärt am Schlusse seiner Mitteilung, der perilentikuläre Faserfilz von v. LENHOSSÉK dürfte seine Aufgabe darin finden, das Rete vasculosum lentis an der Linse festzuhalten. Auf der andern Seite schließt sich RABL, wie schon oben angeführt wurde, ganz bestimmt der Lehre von TORNATOLA und VAN PÉE über die Beteiligung der Retina an der Bildung des Glaskörpers an! Den Widerspruch, der in diesen Darstellungen C. RABLS liegt, vermag ich nicht zu lösen. Auf der einen Seite bestätigt er v. LENHOSSÉKs Schilderung des lentikulären Fasernetzes, während er auf der andern die Bildung des Glaskörpers von der Retina aus behauptet!

---

Nach dieser Darlegung der neuesten Untersuchungen über die Entwicklung des Glaskörpers komme ich nun zu einer kritischen Beleuchtung der Hauptaufstellungen und will ich von vornherein bemerken, daß ich nur zwei Entstehungsweisen des Glaskörpers annehme und zwar erstens eine ektodermatische von der Retina ausgehende und zweitens eine mesodermatische.

### A. Retinaler Glaskörper.

In erster Linie hebe ich hervor, daß ich eine doppelte Beziehung des Corpus vitreum zur Retina annehme, indem ein Teil

desselben von der Pars optica der Netzhaut entspringt, den ich den retinalen Glaskörper im engeren Sinne oder den primitiven Glaskörper nenne, während ein zweiter Teil von der Pars coeca oder ciliaris ausgeht, den ich als »ciliaren Glaskörper« bezeichnen will. Von diesen beiden Teilen ist der letztere bei weitem der wichtigere. Während der retinale Glaskörper nur bei ganz jungen Embryonen und bei der ersten Entstehung des Glaskörpers eine Rolle spielt und bald vergeht, wenigstens nicht mehr als solcher nachweisbar ist, entwickelt sich der ciliare Glaskörper von dem Augenblicke an, in welchem die Pars ciliaris aufgetreten ist.

1) Der retinale Glaskörper im engeren Sinne tritt meinen Beobachtungen zufolge sehr früh in die erste Erscheinung, indem schon die primitive Augenblase an ihrer distalen oder oberflächlichen Wand die ersten Spuren der retinalen Glaskörperfäserchen zeigt (Figg. 1, 2). Sobald dann die sekundäre Augenblase sich entwickelt, werden die Auswüchse an ihrer distalen Wand je länger um so stärker und bilden dann in ihrer Totalität eine zwischen der Netzhaut und der Linse gelegene helle streifige Zone, die im Grunde des Auges ihre größte Dicke besitzt, gegen den Rand der Augenblase sich verschmälert und endlich ganz ausläuft (Figg. 3, 4, 7, 10). Wo diese Lage, die auch als primitiver Glaskörper bezeichnet werden kann, am entwickeltsten ist, kommt dieselbe ungefähr der Retina an Dicke gleich, bleibt jedoch häufig etwas darunter; auch ist zu bemerken, daß dieselbe nur kurze Zeit, wenn man so sagen darf, rein sich erhält, indem sehr bald Gefäße und Bindezellen in sie eindringen und ihren Zusammenhang, ihre Gleichartigkeit verändern.

Was nun den genaueren Bau dieses retinalen Glaskörpers betrifft, so besteht derselbe wesentlich aus ungemein vielen radiären Fasern, die alle verbreitert wie mit kurzen Kegeln an der innern Begrenzung der Netzhaut beginnen und geradeswegs in der Richtung auf die Linse zu verlaufen (Fig. 11). Bei dem jüngsten Auge, das mir vorkam, eines 10 mm langen Schafembryo, bei dem der primitive Glaskörper sehr schmal (von  $11 \mu$ ) war (Fig. 3), standen die Glaskörperfäserchen alle schief distalwärts gegen den Rand der sekundären Blase gerichtet, von welchen Biegungen auch der  $30 \mu$  dicke Glaskörper eines 11 mm langen Schweinsembryo Andeutungen zeigte (Fig. 5). Am schönsten und entwickeltsten fand ich die Glaskörperfasern bei einem Rinde von 15 mm (Fig. 11), bei welchem dieselben nicht nur im Grunde des Auges zu beiden Seiten

des Gefäßtrichters, sondern auch am Umschlagsrande der sekundären Blase sehr schön zu sehen waren (Fig. 12) und einen Glaskörper von 53—102  $\mu$  Dicke erzeugten. Bei starken Vergrößerungen sah man von den Fasern feinste Nebenästchen ausgehen, die deutliche enge Netze bildeten, in denen an manchen Orten auch meridionale Faserzüge, wie v. LENHOSSÉK sie beschreibt, zu erkennen waren (Fig. 4). Die Retina hatte in allen diesen Gegenden einen stark gezackten Rand und ließ keine Spur einer *Limitans interna* erkennen.

Wie verändert sich nun dieser primitive Glaskörper bei der weiteren Entwicklung des Auges, eine Frage, die noch niemand besprochen hat? Meinen Erfahrungen zufolge verliert sich nach und nach die Fähigkeit der *Pars optica retinae* Glaskörperfäserchen zu bilden und zwar zuerst im Grunde des Auges um die Eintrittsstelle des *Nervus opticus* und der *Arteria hyaloidea* herum. Hier schwindet das zackige Aussehen der Begrenzung der Retina (Fig. 8) und tritt zugleich eine zarte *Limitans interna* auf, die auch oft genug abgehoben dem Glaskörper anliegend wahrzunehmen ist (Fig. 18 vom Menschen). Nach und nach vergehen dann im ganzen Umkreise der *Pars optica* die Zacken der Glaskörperfasern und ist beim Rinde von 4 cm (Fig. 15) einzig und allein an dem dünnsten, letzten Abschnitte des Umschlagrandes, der gewissermaßen eine *Pars ciliaris* in der ersten Anlage ist, noch eine bestimmte Andeutung der radiären Fasern zu erkennen.

Mit Bezug auf die Glaskörperfasern, die von der *Pars optica* der Netzhaut entspringen, ist noch manches nicht so klar, als wünschbar wäre. Unzweifelhaft ist, daß dieselben von langgestreckten Zellen mit längsovalen Kernen entspringen, wie solche in der Netzhaut junger Embryonen in so großer Menge sich finden, daß eigentlich keine andern Elemente da zu sein scheinen. Von diesen Elementen sieht man sich verschmälernde Fortsätze nach innen abgehen, die dann an der innern Oberfläche der Netzhaut die beschriebenen Kegel bilden und in radiäre Fasern auslaufen. Nun ist die Menge der radiären Fasern, die *Retinae* von 10 und 11 mm langen Säugetierembryonen abgeben, so groß, daß nicht daran zu denken ist, daß die Zellen, die dieselben entsenden, welche unzweifelhaft den Stützzellen, die die MÜLLERSchen Fasern abgeben, entsprechen, nur eine einfache Lage bilden, vielmehr deutet alles darauf hin, daß diese Elemente in jungen Netzhäuten in vielen Lagen hintereinander vorkommen. Auch sieht man alle Schichten der Netzhaut, auch die äußern, von feinen radiären Fasern durchzogen, die nichts andres



sein können als Protoplasmafortsätze von Zellen. Später, wenn die histologische Differenzierung der Netzhaut beginnt und die ursprünglich gleichartigen Elemente derselben zu Nervenzellen verschiedener Art, zu Stäbchen- und Zapfenzellen u. a. m., sich umbilden, wird die Zahl der Stützzellen immer geringer und nehmen dieselben endlich ihre spätere Zahl und Stellung ein, und diejenigen, die übrig bleiben, bilden dann mit ihren Protoplasmafortsätzen die Plättchen, deren Verschmelzung die *Limitans interna* bildet. Hier kann auch auf eine Abbildung von DOGIEL verwiesen werden, der bei Ganoiden die Stützzellen und Fasern in großen dicken Bündeln antraf, die viele Kerne besaßen (Archiv für mikr. Anat., Bd. XXII, S. 460, Fig. 1).

2) Während der retinale Glaskörper immer mehr auf die Gegend des Umschlagsrandes der sekundären Augenblase sich zurückzieht, machen sich die ersten Andeutungen der *Pars ciliaris Corporis vitrei* immer mehr geltend, bis dieselben endlich nicht zu verkennen sind. Sowie die *Ora serrata* ganz ausgebildet ist (Fig. 14), ist es dann leicht zu sehen, daß während die *Pars optica retinae* gegen den Glaskörper durch eine sehr deutliche *Limitans interna* ohne Spur von Zacken abgegrenzt ist, die *Pars ciliaris* ganz andre Verhältnisse zeigt. Hier geht die einfache Zellenlage, die — wie ich vor Jahren schon gezeigt habe (Gewebelehre, 5. Aufl., S. 685) — als Fortsetzung der MÜLLERSchen Stützfasern aufzufassen ist, mit allen ihren Elementen in ein Faserwerk über, das nichts als der vorderste Teil des Glaskörpers ist und ganz und gar aus Protoplasmafortsätzen der betreffenden Zellen sich aufbaut, und fehlt, wie ADDARIO mit Recht hervorhob, eine *Limitans interna* ganz und gar. So deutlich nun auch die Verhältnisse in Fällen, wie die Fig. 14 sie zeigt, sich darstellen, so schwer ist es die Übergangsstufen nachzuweisen. Bei einem Rinde von 4 cm (Fig. 15), in welchem das vordere dünne Ende des distalen Blattes der sekundären Augenblase den Anfang der *Pars ciliaris* derselben darzustellen scheint, ist noch keine sichere Andeutung des ciliaren Glaskörpers zu entdecken, wogegen in dem Auge eines *Lori* (*Stenops gracilis*) von 3,2 cm die Grenze äußerst deutlich war. Vergleicht man meine Fig. 7 vom Schweine von 16 mm mit den Figg. 10 und 12 vom Rinde von 15 mm, so kommt man zur Überzeugung, daß die Bildung der Glaskörperfasern dieser Gegend beginnt, bevor eine *Ora serrata* ausgeprägt ist, und daß das Glaskörperbündel, das bereits RETZIUS vom Frosch so schön dargestellt hat (Biologische Untersuchungen, Neue Folge, VI, 1894, Taf. XXXII, Fig. 10), und das v. LENHOSSÉK das Isthmusbündel heißt, und das derselbe ebenfalls

sehr genau zeichnete, schon von Zellen ausgeht, die später als Zellen der Pars ciliaris auftreten. Am bestimmtesten sah ich diese Verhältnisse bei dem schon vorhin erwähnten Rindsembryo von 4 cm. Hier war scheinbar die Pars ciliaris retinae in voller Anlage begriffen, indem die Netzhaut an vielen Schnitten, namentlich auf der lateralen Seite ein deutlich verdünntes Ende zeigte. Dieser Teil konnte jedoch noch nicht als Pars ciliaris angesprochen werden, denn es zeigte derselbe noch ganz den Bau der Pars optica der Netzhaut und bestand nirgends aus einer einzigen Zellenlage. Und doch ermangelte derselbe einer deutlichen Limitans und zeigte entschieden Radiärfäserchen (Fig. 16), wie sie bei jüngeren Embryonen hier vorkommen (s. Figg. 9 und 12), in welchen beiden Fällen diese Fasern von einer ganz bestimmt als Pars optica zu deutenden Stelle der Netzhaut entspringen. Es geht hieraus hervor, daß bei der Umwandlung der Pars optica in die Pars ciliaris retinae die Bildung von Glaskörperfasern nie erlischt, sondern fort dauert, bis die Pars ciliaris ganz ausgebildet ist und die Faserbildung dann allein übernimmt. Bei einem Schweinsembryo von 8 cm fanden sich dann Verhältnisse, die mit denen von *Stenops* fast ganz übereinstimmen, nur war die Grenze zwischen der Pars optica und coeca retinae noch nicht so scharf ausgeprägt und die Ora serrata nicht ganz ausgebildet (Fig. 20).

Wenn einmal Glaskörperfasern aus der Pars ciliaris retinae sich entwickeln, so geschieht dies, wie ADDARIO mit Recht behauptet, nur in einer Zone von etwa 1,0 mm Breite, an welche dann vorn die Gegend anstößt, die Zonulafasern liefert. Von hier aus würde somit die Hauptmasse des Glaskörpers sich bilden und die Glasfeuchtigkeit ihren Hauptursprung nehmen, bei welchen Vorgängen den Gefäßen des Corpus ciliare die Hauptrolle zugeschrieben werden muß.

Die Fasern des ciliaren Glaskörpers laufen teils meridional mehr oberflächlich gegen den Hintergrund des Auges, teils kleiden dieselben die tellerförmige Grube aus, die die Linse aufnimmt. In beiden Gegenden finden sich oberflächliche Stellen, die nicht als Membranae hyaloideae zu betrachten sind, sondern nur als äußere Begrenzungsschichten, die als Limitantes s. Lamina hyaloidea anterior und posterior bezeichnet werden können. So lange als eine Arteria hyaloidea gut entwickelt ist, findet sich auch, wie RETZIUS mit Recht betont, als Begrenzung derselben und des von ihr eingenommenen Trichters eine dichtere Zone von Glaskörpergewebe, die Limitans hyaloidea media genannt werden kann.

An diese Schilderung des ciliaren Glaskörpers reihe ich nun noch einige Bemerkungen über die Zonulafasern an. Diese Fasern entspringen, wie zuerst SCHÖN (Der Übergangssaum der Netzhaut oder die sogenannte Ora serrata, Archiv für Anatomie und Physiol., Anat. Abt. 1895) und später ADDARIO nachgewiesen haben, ebenfalls von Zellen der Pars ciliaris retinae, doch läßt SCHÖN auch die an die Ora serrata anstoßenden Elemente Zonulafasern bilden, während nach ADDARIOS Erfahrungen diese Zellen anfangs Glaskörperfasern erzeugen und erst in einer gewissen Entfernung von der Ora serrata Zonulafasern bilden. Meine Fig. 14 zeigt von *Stenops* den Ursprung der beiderlei Elemente an derselben Stelle und eine Vermischung der Glaskörper- und Zonulafasern, wie eine solche vielleicht nur bei Embryonen statt hat. Zugleich lehrt dieselbe, daß Zonula und Glaskörper anfänglich aufs innigste zusammenhängen und die spätere Trennung einer nachträglich eintretenden Veränderung ihre Entstehung verdankt, welche Scheidung wohl auch nicht in allen Fällen so scharf durchgeführt ist, wie manche Autoren annehmen, wie namentlich die Beobachtung an Zonulafasern belegt, die in den Glaskörper auslaufen (SALZMANN). Soviel über die Zonula, die nicht den speziellen Gegenstand meiner Untersuchungen bildete, und nur mehr beiläufig erwähnt wird.

Ich möchte nun noch einige Bemerkungen über den Bau des Glaskörpers beifügen. Von dem primitiven retinalen Glaskörper und seinem eigentümlichen Bau, seinen radiären Fasern, den Verbindungen derselben in meridionaler Richtung und dem ungemein feinen Netzgeflecht, das dieselben auszeichnet, war schon die Rede, in welcher Beziehung besonders auf das äußerst zierliche Netz im Isthmus eines Schweinsembryo von 16 mm aufmerksam gemacht wird, das ich nirgends sonst so schön fand (Fig. 12). Doch muß noch einmal betont werden, daß an demselben auch stärkere meridional verlaufende Züge vorkommen, die teils von dem Umschlagsrande der sekundären Augenblase ausgehen, wie das Isthmusbündel v. LENHOSSÉK, teils als Begrenzung des Trichters der Arteria capsularis vorkommen. Von zelligen Elementen, die diesem Glaskörper als eigentümlich zugeschrieben werden könnten, ist mir nichts bekannt.

Ganz anders verhält sich der ciliare Glaskörper nach dem Verschwinden der Blutgefäße des Augeninnern. Hier finde ich, wie H. VIRCHOW und RETZIUS, teils dichtere, mehr faserige Stellen, teils Gegenden, die das feinste Netzwerk darbieten. Eine solche

Gegend stellt die Fig. 6 vom Glaskörper eines *Stenops* von 3,2 cm dar und glaube ich sagen zu dürfen, daß das Innere des reifen Glaskörpers stets annähernd einen solchen Bau besitzt. Fast rein faserige Stellen finden sich dagegen an der ganzen Oberfläche des Corpus vitreum und in der Begrenzung des Trichters.

In diesem gefäßlosen Glaskörper finden sich dann auch zellige Elemente in verschiedener Entwicklung und Menge, über welche viele Beobachtungen vorliegen, mit Bezug auf welche ich auf VIRCHOWS Referat (MERKEL und BONNET, Ergebnisse, X, 1900 und Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Auges, Berlin 1882) und auf RETZIUS (l. c.) verweise. Bei älteren Embryonen sind solche Elemente häufig und oft in ziemlicher Zahl (Figg. 6 und 13 von *Stenops*) vorhanden, die ich zum Teil für besondere Elemente, zum Teil für Überreste der Binde-substanzzellen und Gefäßwandzellen des gefäßhaltigen Mesoderms halte, letzteres in dem Falle, wo dieselben bei Glaskörpern mit Vasa hyaloidea propria sich finden (Rind, Schwein, Mensch). Bei den Geschöpfen dagegen, bei denen nur eine Art. capsularis und ein Rete vasculosum lentis vorhanden ist, wie bei *Stenops* und *Macroglossus minimus*, müssen dagegen diese Elemente eine andre Bedeutung haben und scheinen dieselben hier in der Tat lymphoide Zellen zu sein.

Von den Glaskörperfasern ist noch zu erwähnen, daß dieselben, vor allem in den netzförmigen Geflechtern oft eine feine Körnelung zeigen, die ich wie RETZIUS für den Fäserchen angehörend halte, ohne behaupten zu wollen, daß dieselbe typisch oder bedeutungsvoll sei, um so mehr als Faserniederschläge in den Flüssigkeiten der Hirnhöhlen auch oft gekörnt aussehen.

### B. Mesodermaler Teil des Corpus vitreum.

Ich halte es für ganz sicher, daß bei allen Geschöpfen, die Glaskörpergefäße besitzen, ein größerer oder geringerer Teil des Glaskörpers von Embryonen vom Mesoderm abstammt; doch ist nicht daran zu denken, daß, wie CIRINCIONE annimmt, der gesamte Glaskörper vom Mesoderm gebildet werde.

Der wesentlichste Teil des mesodermalen Abschnittes des Corpus vitreum wuchert mit der Arteria hyaloidea in das Auge ein und betrachte ich das ganze Gefäßbündel, das an diesem Stamme sich entwickelt, als mesodermales Gewebe, ganz unabhängig davon, ob neben den Gefäßen auch selbständige Binde-substanzzellen vorhanden sind oder nicht. Solche Elemente in Gestalt spindel- und sternförmiger

Zellen finden sich nun in der Tat oft in großer Zahl neben und um die Gefäße herum, wie schon eine Reihe von neueren Autoren, vor allem CIRINCIONE und VAN PÉE dies beschrieben, und wie ich für den Menschen (Figg. 16, 17), das Rind (Figg. 10, 12, 15), das Schwein (Figg. 7, 8, 9, 16), das Schaf, Kaninchen und Meerschweinchen bestätigen kann. Neben diesen Bidesubstanzzellen, die durch Ausläufer untereinander und nicht selten auch mit den die Gefäße umgebenden Zellen der Gefäßcheiden anastomosieren, findet sich im Gefäßbaum der Arteria hyaloidea auch eine faserige Zwischensubstanz, die offenbar die Bedeutung einer Grundsubstanz besitzt.

Je nachdem die Gefäße des Glaskörpers eine größere oder geringere Entwicklung darbieten, ist ihr Anteil an der Bildung des Glaskörpers ein verschiedener. Wo nur eine Arteria capsularis sich findet, die wenig verästelt zur hinteren Wand der Linse verläuft, findet sich eine ziemlich scharfe Trennung zwischen dem mesodermalen Teile des Glaskörpers und dem ektodermalen, von der Retina stammenden Abschnitte, wie eine solche in den schönen Figuren von RETZIUS (l. c. Taf. XXIX, Fig. 1 vom Menschen, Taf. XXXII, Fig. 1 vom Kaninchen) dargestellt ist. Verbreiten sich dagegen Äste der Arteria capsularis über den größten Teil des Binnenraums des Auges, finden sich mit andern Worten echte Vasa hyaloidea, so vermengt sich der mesodermale Abschnitt des Glaskörpers mit dem retinalen und entsteht so ein Mischgewebe, das neben Blutgefäßen, Hüllen derselben, selbständigen Bidesubstanzzellen und Fasergewebe der Bidesubstanz wesentlich echte Glaskörperfasern führt (Fig. 15). In einem solchen Gewebe finden sich denn auch später sowohl sternförmige Zellen (RETZIUS, H. VIRCHOW) mehr oder weniger zahlreich und auch runde Zellen mit schönen Kernen, deren Deutung eine schwierige ist, indem deren lymphoide Natur nicht über jeden Zweifel sichergestellt ist. Da solche Zellen übrigens, wie wir schon betonten, auch in Glaskörpern vorkommen, die gar keine echten Vasa hyaloidea führen, wie z. B. bei *Stenops* (Fig. 6) und bei *Macroglossus minimus*, so ist es sicher, daß wenigstens viele derselben nicht von der eingedrungenen Bidesubstanz abstammen.

Ich erwähne hier noch eigentümliche Gefäßverhältnisse, die ich bei einem Schweinsembryo von 8 cm fand. Während bei jüngeren Embryonen von 2 cm die Vasa hyaloidea propria sich über den ganzen Glaskörper ausbreiteten, fand sich bei dem 8 cm langen Embryo das Eigentümliche, daß diese Gefäße vor allem die oberflächliche Zone des Glaskörpers einnahmen. Dieses Verhalten wurde dadurch

noch auffallender, daß dicht unter der Limitans interna der Retina ein besonderes Gefäßsystem in erster Entwicklung sich vorfand, und zwar dasjenige der Retinalgefäße. Sehr leicht ließ sich an Schnitten von Augen mit der Eintrittsstelle des Opticus nachweisen, daß die Retinalgefäße vom ganzen Umkreise des Opticus ausgehen, während die Vasa hyaloidea propria mehr aus dem Innern des Opticus stammten. An meinem Objekte waren die Retinalgefäße noch ohne Lumen und blutleer, in erster Entwicklung als Zellenstränge zu sehen. Auch ließ sich leicht nachweisen, daß dieselben nur etwa bis zum Äquator des Auges angelegt waren, während alle Vasa hyaloidea propria Lumina und Blutzellen enthielten. An meinen Präparaten stellten sich übrigens die Retinalgefäße in sonderbarer Weise dar, indem dieselben infolge des Schrumpfens des Glaskörpers mit der Limitans interna von der Retina sich gelöst hatten und so an der Oberfläche des Glaskörpers, wie in besonderen Ausbuchtungen der Limitans ihre Lage hatten, während oft nahe an denselben an der Außenseite der Limitans die weiteren Vasa hyaloidea gelegen waren. So entstanden sonderbare, oft nicht leicht zu erklärende Bilder, die, wie ich bemerken kann, von O. SCHULTZE, dem ich dieselben zeigte, ebenso gedeutet wurden, wie von mir (s. Fig. 20). Hier kann wohl auch die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die Bedeutung der oberflächlichen Vasa hyaloidea darin zu suchen ist, daß dieselben die Bildung der Netzhautgefäße durch reichliche Blutzufuhr unterstützen.

Außer den mit den Vasa hyaloidea in den Glaskörper eindringenden Teilen des Mesoderms kann zweitens in Frage kommen, ob nicht auch bei der Abschnürung der Linse eine Mesodermlage zwischen Linse und Retina sich einschiebt.

Daß bei den Säugetieren vor der Linsenbildung eine dünne Mesodermschicht an der angegebenen Stelle sich findet, ist unzweifelhaft (Fig. 1, 2) und kommt nur in Frage, ob dieselbe an der proximalen Seite der Linse sich erhält, während diese sich voll entwickelt. Ich war früher mit ARNOLD', LIEBERKÜHN u. a. dieser Annahme zugehörig, bin aber neuerdings zweifelhaft geworden, indem ich an Serienschnitten primitiver Augenblasen auf Gegenden stieß, die an der fraglichen Stelle keine Zellen enthielten. Immerhin beweisen solche Fälle nicht, daß nicht vielleicht ein zartes mesodermales Häutchen die Lücke erfüllte, wie dies neulich VAN PÉE behauptete, der eine »Mittelplatte« in allen Fällen hinter der Linse annimmt und dieselbe als Grenzschicht zwischen den von der Retina gebildeten Glaskörperfasern und

den kurzen unentwickelten von der Linse ausgehenden Zacken betrachtet, da wo v. LENHOSSÉK seine erste meridionale Lamelle statuiert.

Ist hier ein Eindringen von Mesoderm in das Innere des Auges noch nicht außer jeden Zweifel gestellt, so ist dagegen der Zusammenhang des im Glaskörper befindlichen gefäßhaltigen Mesoderms mit demjenigen, welches bei jungen Embryonen im Isthmus des Bulbus, d. h. zwischen dem Rande der sekundären Augenblase und der Linse, sich befindet, leicht nachzuweisen (Fig. 9, 12) und findet sich somit auch hier eine Stelle, an welcher Mesoderm in das Innere des Auges einzudringen im stande ist.

Als Hauptergebnis betrachte ich dem Erwähnten zufolge, daß bei den Geschöpfen, die Glaskörpergefäße besitzen, zur Zeit, wo diese Gefäße in Funktion sind, mithin bei Embryonen, das Mesoderm an der Bildung des Glaskörpers sich beteiligt. Eine andre Frage ist jedoch die, ob die Mesodermzellen, die leicht nachweisbar in dieser Zeit in Menge vorhanden sind, auch später sich erhalten und einen gewissen Anteil an der Bildung des Glaskörpers haben. In dieser Beziehung kann man nach allem, was in dieser Beziehung vorliegt, meiner Meinung nach nur mit nein antworten; denn es sind die Fälle, in denen im Corpus vitreum der Erwachsenen sternförmige, Bindsesubstanzzellen ähnliche Gebilde gefunden wurden (RETZIUS, H. VIRCHOW), doch nur Ausnahmen und andre Zellen, die bei älteren Embryonen gefunden werden, lassen sich entweder als Reste von Elementen der Blutgefäße oder als lymphoide Zellen deuten. Ich möchte demnach die Behauptung aufstellen, daß der ausgebildete Glaskörper erwachsener Geschöpfe keine mit Sicherheit nachgewiesenen mesodermalen Teile enthält und hauptsächlich als ektodermale, m. a. W. retinale Bildung anzusehen ist.

Frägt man, wie die neuesten Autoren zur Frage einer mesodermalen Abstammung des Glaskörpers sich stellen, so ergibt sich folgendes: Zu denen, die dem Mesoderm keinen Anteil an der Bildung des Glaskörpers zuschreiben, gehört TORNATOLA (l. c. S. 40), ferner ADDARIO (l. c. S. 27) und C. RABL (l. c. S. 579), der auch jetzt, wie schon früher gegen die Annahme einer Beteiligung des Mesoderms an der Bildung des Glaskörpers sich ausspricht. Auf der entgegengesetzten Seite stehen VAN PÉE, der dem Mesoderm einen größeren Anteil zumißt, als der Retina, und CIRINCIONE, der in allen seinen schönen Arbeiten von einer Beteiligung des Ektoderms nichts wissen will und die Glaskörperbildung einzig und allein vom mittleren Keimblatt

ableitet. Da jedoch diese beiden Autoren nur vom embryonalen Glaskörper handeln und die späteren Verhältnisse gar nicht in Betracht gezogen haben, so glaube ich, daß ihr Votum in dieser Frage nicht ausschlaggebend ist.

### C. Lentikulärer Ursprung des Glaskörpers.

Zum Schlusse ist noch die Hypothese von v. LENHOSSÉK zu besprechen. Meiner Meinung nach ist dieselbe aus dem Grunde ganz verfehlt, weil sie den von der Retina entspringenden Fasern, die VAN PÉE bestimmter als TORNATOLA nachgewiesen hat, und für die ich ebenfalls eintreten kann, ebenso wie C. RABL, der neulich beim Anatomenkongresse in Heidelberg gleichzeitig mit VAN PÉE und mir seine übereinstimmenden Präparate vorgelegt hat, keine Rechnung trägt. Diese retinalen Glaskörperfasern bilden schon von Anfang an die überwiegende Masse des primitiven Glaskörpers und stellen bald denselben allein dar, da, wie VAN PÉE gezeigt hat, die Linsenfortsätze, die v. LENHOSSÉK als Ausgangspunkt des ganzen Gerüstes ansieht, stets ganz klein sind und sehr bald spurlos vergehen. Was nun diese Ausläufer der Linsenfasern anlangt, so bezweifle ich ihr Vorkommen bei einigen Säugetieren nicht, vermisse sie dagegen als nennenswerte Bildungen beim Schweine und Rinde und halte sie für alle Fälle als zufällige, und nicht wichtige Bildungen, ebenso wie die von VAN PÉE an der basalen Seite der Oberhautzellen vor der Linse wahrgenommenen Fortsätze. Es ist recht bedauerlich, daß v. LENHOSSÉK, dessen Arbeit so fleißig und sorgfältig ausgeführt ist und manche gute Beobachtung enthält, durch das Übersehen der retinalen Glaskörperfasern auf einen solchen falschen Weg kam, aus dem seine Hypothese von dem kernlosen Fasersyncytium, das selbständig wächst, auch keine Rettung bot.

### Zusammenfassung meiner Ergebnisse und Anschauungen über den Glaskörper.

#### A. Glaskörper.

Der Glaskörper ist wesentlich eine ektodermale Bildung, enthält jedoch während seiner Entwicklung auch mesodermale Bestandteile und zerfällt in zwei Abschnitte:

#### I. Ektodermaler oder retinaler Glaskörper.

Dieser Glaskörper stammt einzig und allein von der Retina und zerfällt in zwei Abschnitte:



1) den retinalen Glaskörper im engeren Sinne oder den primitiven Glaskörper.

a) Derselbe entsteht von der gesamten äußern Oberfläche der äußern Lamelle der primitiven Augenblase und dem distalen Blatte der sekundären Blase, füllt den ganzen Raum zwischen Retina (Pars optica) und Linse und besteht aus Protoplasmafortsätzen vieler Zellen der embryonalen Netzhaut, die mit zarten Ausläufern ein dichtes Netz bilden.

b) Nach und nach schwinden diese Zellenausläufer im Grunde des Auges, erhalten sich dagegen lange an der Umbiegungsstelle der sekundären Blase. Wo dieselben geschwunden sind, entwickelt sich durch Verschmelzung der verbreiterten Enden der Bildungszellen der Glaskörperfasern die Limitans interna und tritt zugleich nach und nach die histologische Differenzierung der Netzhaut auf.

2) Den ciliaren oder bleibenden Glaskörper.

a) Mit der Entstehung der Pars coeca s. ciliaris retinae entwickeln sich von den Zellen derselben Glaskörperfasern, die teils in meridionalem Verlaufe der Pars optica der Retina folgen und mit den retinalen Glaskörperfasern sich vermengen, teils die tellerförmige Grube auskleiden. Die Entstehung dieser Fasern beginnt dicht an der Ora serrata und endet da, wo die Zonulafasern beginnen, etwa 1,0 mm vor der Ora.

b) Je älter das Auge wird, um so mehr nehmen diese ciliaren Glaskörperfasern an Menge zu und bilden schließlich den reifen Glaskörper, bei welchem Wachstum, sowie auch bei der Bildung der Glasfeuchtigkeit die Gefäße des Corpus ciliare die Hauptrolle spielen.

c) Alle retinalen und ciliaren Glaskörperfasern sind als Protoplasmaausläufer der Stützzellen oder MÜLLERschen Zellen der Retina zu betrachten und lassen sich am besten vergleichen mit den Neurogliaetzen der oberflächlichen Seite des zentralen Nervensystems.

d) Eine Membrana hyaloidea findet sich nicht, wohl aber zeigt der ciliare Glaskörper an gewissen Stellen dichtere Lagen, so längs der Pars optica retinae die Lamina posterior, in der tellerförmigen Grube die Lamina anterior

und als Auskleidung des Gefäßtrichters der Art. capsularis die Lamina medialis.

## II. Mesodermaler Glaskörper.

a) Ein solcher findet sich bei allen Geschöpfen, bei denen im Embryo Gefäße in das Auge eindringen und wird von dem Gefäßbaume der Arteria hyaloidea und den ihn begleitenden sternförmigen Bindesubstanzzellen gebildet.

b) Ist nur eine Arteria capsularis da, so ist eine gute Abgrenzung zwischen dem mesodermalen Glaskörper und dem retinalen vorhanden. Finden sich dagegen Vasa hyaloidea propria, so erscheint der Glaskörper in seiner Totalität gemischt aus mesodermalen und retinalen Bestandteilen.

c) Ob auch bei der Linsenbildung Mesoderm in das Auge eintritt, ist noch nicht ganz ausgemacht, ganz sicher dagegen, daß im Isthmus der Augenkapsel zwischen dem Rande der sekundären Blase und der Linse das äußere Mesoderm mit dem innern verbunden ist.

d) Da die Glaskörper- und Linsengefäße später schwinden, so kann beim ausgebildeten Auge nicht mehr von einem mesodermalen Glaskörper gesprochen werden und ist der reife Glaskörper als wesentlich ektodermale, d. h. retinale Bildung anzusehen.

III. Ein lentikulärer Glaskörper (v. LENHOSSÉK) existiert nicht.

### B. Zonula.

a) Die Zonulafasern entwickeln sich genau so, wie die Fasern des ciliaren Glaskörpers als Protoplasmafortsätze von Zellen der Pars ciliaris retinae.

b) Zwischen den Zonulafasern und den ziliaren Glaskörperfasern findet sich keine scharfe Abgrenzung und vermischen sich dieselben an der Übergangsstelle, ja es laufen selbst Zonulafasern in den Glaskörper hinein.

c) Somit gehören Zonula und Glaskörper als gleichwertige Bildungen zusammen, wenn auch die beiderlei Fasern in chemischer Beziehung Verschiedenheiten zeigen.

Würzburg, im Juli 1903.

## Erklärung der Abbildungen auf den Tafeln I—IV.

Folgende Bezeichnungen gelten für alle Figuren:

<i>Ah</i> , Arteria hyaloidea;	<i>Lf</i> , Linsenfaser;
<i>AM</i> , äußeres Mesoderm;	<i>Li</i> , Limitans interna;
<i>AL</i> , äußere Lamelle der primitiven Augenblase;	<i>Lk</i> , Linsenkapsel;
<i>Cp</i> , Capsula perilenticularis;	<i>M</i> , Mesoderm;
<i>CGld</i> , Abschnitt des ciliaren Glaskörpers zur tellerförmigen Grube;	<i>MF</i> , MÜLLERSche Fasern;
<i>CGlp</i> , hinterer Abschnitt des ciliaren Glaskörpers;	<i>MGL</i> , mesodermaler Glaskörper;
<i>CGlv</i> , vorderer Abschnitt des ciliaren Glaskörpers;	<i>Mp</i> , Pupillarhaut;
<i>Cc</i> , Corpus ciliare;	<i>O</i> , Opticus;
<i>E</i> , Epidermis;	<i>Os</i> , Ora serrata;
<i>Glf</i> , Glaskörperfasern;	<i>P</i> , Pigmentlage der sekundären Augen- blase;
<i>GU</i> , Glandula lacrymalis;	<i>PA</i> , primitive Augenblase;
<i>gMGL</i> , gemischter mesodermaler Glas- körper;	<i>Pe</i> , Pars ciliaris retinae;
<i>I</i> , Iris;	<i>Pe</i> , Plica semilunaris;
<i>Ib</i> , Isthmusbündel (v. LENHOSSÉK);	<i>R</i> , Retina;
<i>L</i> , Linse;	<i>rGL</i> , retinaler Glaskörper;
<i>LA</i> , Linsenanlage;	<i>UR</i> , Umschlagsrand der sekundären Augenblase;
	<i>Vhp</i> , Vasa hyaloidea propria;
	<i>vr</i> , Vasa retinae;
	<i>Z</i> , Zonulafasern.

Die große Mehrzahl der abgebildeten Objekte stammt von frisch mit Zenker behandelten Embryonen, die mit Karmin durchgefärbt und in Paraffin eingebettet wurden. Die einzelnen Schnitte kamen dann in Hämatoxylin und Eosin zur Nachfärbung.

Die Embryonen von *Stenops gracilis* (Lori) und *Macroglossus minimus*, die ich der Güte der Herren DDr SARASIN verdanke, waren in MÜLLERScher Flüssigkeit gehärtet und wurden in derselben Weise gefärbt, wie die andern Embryonen.

Der menschliche Embryo wurde mit KLEINENBERGS Pikrinschwefelsäure gehärtet und nachher wie die andern gerärbt.

Alle Schnitte maßen 10  $\mu$ .

Meinem lieben früheren Kustos PETER HOFMANN bin ich auch in diesem Falle, wie so oft schon, für die sorgfältige Behandlung der Objekte und Schnitte zu großem Danke verpflichtet.

Ebenso habe ich auch wiederum das große Talent des Künstlers Herrn W. FREYTAG anzuerkennen, dessen sachkundige Hilfe mir ungemein wertvoll war.

Fig. 1. Primitive Augenblase eines Schafembryo von 6 mm.  
Vergr. 170/1.

Fig. 2. Ein Teil der lateralen Wand der Augenblase von Fig. 1.  
Vergr. 650/1.

Die äußere Lamelle der Augenblase (*AL*) zeigt an ihrer distalen Seite eine bedeutende Anzahl kleiner, von breiter Basis entspringender Zacken (*Glf*), die die ersten Anlagen der retinalen Glaskörperfasern sind. An der proximalen Seite dieser Wand finden sich zwei Kerne in mitotischer Teilung. Die Anlage der Linse (*LA*) ist noch sehr dünn, zeigt auch oberflächlich zwei Mitosen. Zwischen ihr und der Augenblase findet sich eine Mesodermlage (*M*), deren Zellen zum Teil durch Zacken mit der tiefen Lage der Epidermiszellen der Linsenanlage sich verbinden, ein Verhalten, das v. LENHOSSÉK veranlaßt hat, von Glaskörperfasern der Linsenanlage zu reden (l. c. Fig. 1 und 2).

Größenverhältnisse in mm: Höhe der Augenblase 0,353 mm, Höhe der Höhle derselben 0,21 mm, Dicke der lateralen Wand 0,064 mm, Dicke der Linsenanlage 0,019 mm.

Fig. 3. Ein Teil der Augenanlage eines Schafembryo von 10 mm Länge. Vergr. 450.

Die Retina (*R*) zeigt an ihrer distalen Seite eine dünne Lage des retinalen Glaskörpers (*rGl*) gebildet, welcher wesentlich aus vielen, mit kegelförmigen Basen entspringenden Fäserchen besteht, die von den Zellen der Retina herkommen, die alle gleichartig sind und keine Unterschiede erkennen lassen. Die Glaskörperfäserchen stehen mehr oder weniger schief gegen den Isthmus gerichtet in eine Substanz eingelagert, an der ein bestimmter Bau nicht zu erkennen war. Die Elemente der Linse *L* zeigen keine Fortsätze, außer da, wo das äußere Mesoderm an sie grenzt, in welcher Gegend zarte Fortsätze Mesodermzellen und Linse miteinander verbinden. Ähnliche Fortsätze finden sich auch an der Linsen-seite des Ektoderms (*E*). Am Umschlagsrande *UR* der sekundären Augenblase findet sich eine zarte Limitans.

Retina dick 0,091 mm, Linsenwand dick 0,057 mm, Oberhaut dick 0,022 mm, Glaskörper dick 0,011 mm.

Fig. 4. Horizontalschnitt durch das Auge eines Schweinsembryo von 10 mm. Vergr. 170.

Linse hohl, mit etwas dickerer hinterer Wand. Sekundäre Augenblase gut entwickelt. Zwischen Retina und Linse eine in erster Entwicklung begriffene Glaskörperanlage (*rGl*), die besonders im Grunde des Auges, wo dieselbe am dicksten ist, viele kegelförmige aus der Netzhaut sich erhebende Fäserchen zeigt. An der Linse keine Kegel. Zwischen derselben und dem Glaskörper, wie ein freier Raum, in dem ganz hinten drei Zellen ihre Lage haben, während eine vierte im Glaskörper gelegen ist. Gegen besagten Raum ziehen auch vom Isthmus jederseits Zellen herunter und darf derselbe vielleicht als von einer dünnen, im ganzen zellenlosen Mesodermlage ausgekleidet gedacht werden (Mittelplatte, VAN PÉÉ?). An der distalen Wand der Linse liegt in der Mitte, welche das Ektoderm berührt, kein Mesoderm, wohl aber seitlich (Anlage der Cornea und Iris) mit einem Gefäß jederseits. Die Retina besteht noch aus ganz gleichartigen Zellen und zeigt eine innere kernlose Lage.

Dicke der Retina 0,133 mm, Dicke des Glaskörpers 0,030—0,038 mm, Linse, Diameter antero-posterior 0,266 mm, Linse, Diameter transversus 0,216 mm, Linse, Dicke der hinteren Wand 0,068 mm, Linse, Dicke der vorderen Wand 0,030 mm, Epidermis, Dicke 7,6—11,4  $\mu$ .

Fig. 5. Ein Teil der Glaskörperanlage aus dem Auge eines Schweinsembryo von 11 mm. Vergr. 650.

Dieses Auge war ebenso beschaffen wie dasjenige der Fig. 4. Die Linse *L* zeigte keine Fortsätze der Zellen ihrer proximalen Wand, wohl aber waren

die retinalen Glaskörperfasern sehr schön, zum Teil gerade, zum Teil leicht gebogen, mit Andeutungen eines feinen, dieselben umgebenden Faserwerkes und bis zu einer problematischen Mesoderm lamelle reichend, wie in Fig. 4, nur daß dieselbe keine Zellen enthielt. In der Netzhaut erkennt man viele sich zuspitzende Protoplasmaausläufer der ganz gleichartigen Zellen.

Glaskörper dick 0,030 mm, Linsenwand dick 0,053—0,057 mm, Zwischenraum zwischen Glaskörper und Linse 0,0076 mm.

Fig. 6. Ein Teil des innern Glaskörpergewebes eines Embryo von *Stenops gracilis* (LOR) von 3,2 cm Länge. Vergr. 450.

Die Glaskörperfäserchen bilden ein unzweifelhaftes Netz mit zum Teil sehr engen, stellenweise weiteren Maschen und enthalten drei rundliche kernhaltige Zellen (0,019—0,022 mm), von denen zwei Vakuolen besitzen.

Fig. 7. Auge eines Schweinsembryo von 16 mm. Vergr. 75.

Der horizontale Schnitt zeigt die Eintrittsstelle des Sehnerven und der Arteria hyaloidea mit dem ihre Ausbreitung umgebenden trichterförmigen Raum. Die Linse ist ganz gebildet mit guter Anlage der Linsenfasern. Glaskörperanlage nur in den Seitenteilen des Augenhintergrundes vorhanden. Hohlraum der sekundären Augenblase verschwunden und Pigmentanlage der Netzhaut dicht anliegend. Cornea gut angelegt, Irisanlage, Pupillarhaut von der Linse und Cornea zufällig abgehoben.

Fig. 8. Hintergrund desselben Auges. 340mal vergr.

Fig. 9. Vorderer Teil desselben Auges. 340mal vergr.

Die Fig. 8 zeigt einen gut entwickelten mesodermalen Glaskörper (*MGl*) mit vielen spindelförmigen Zellen und Gefäßen, die bis an die Linse heranreichen und dort die gefäßreiche Linsenkapsel bilden. Das diese Teile durchziehende Fasergerüst scheint wesentlich aus Zellenausläufern zu bestehen. Nach der Retina zu wird dieses mesodermale Gewebe begrenzt von meridionalen zellenlosen Faserzügen, die dem Glaskörper angehören, der jedoch hier nicht mehr mit der Retina zusammenhängt und keine radiären Fasern zeigt. Im Zusammenhang damit besitzt die Retina hier eine zarte *Limitans interna* und entbehrt des zackigen Randes jüngerer Stadien (Figg. 4 und 5). Die innerste zellenlose Lage der Netzhaut zeigt Opticusfasern, und auswärts davon zahllose MÜLLERSche Fasern. Nach dem Isthmus zu ändert sich das Bild wesentlich. Die Retina besitzt hier eine zackige Oberfläche und entsendet radiäre Fasern, die jedoch nicht weit in den gut entwickelten retinalen Glaskörper eindringen und bald meridionalen Zügen Platz machen. Diese nehmen ihren Ursprung vom Umschlagsrande der sekundären Augenblase und bilden hier das von RETZIUS und v. LENHOSSÉK zuerst gesehene Bündel (*IB*), das letzterer Isthmusbündel nennt. Dieses Bündel wird meiner Meinung nach von den äußersten Radialfasern gebildet, die sich hier in einem engen Raum zusammendrängen. Dieses Isthmusbündel bekleidet nun mehr oder weniger scharf den retinalen Glaskörper gegen den Grund des Auges zu und läuft da in die schon erwähnten meridionalen Fasern aus. Vor diesem Isthmusbündel besitzt die Umschlagsstelle eine zarte Begrenzungslinie (*Elastica*), die auf die Außenfläche der Pigmentschicht sich fortsetzt. Am Isthmus hängt auch das äußere Mesoderm (*AM*), welches als der Pupillarhaut und Irisanlage angehörend betrachtet werden kann, mit dem innern Mesoderm oder dem mesodermalen Glaskörper (*MGl*) zusammen. — An der Linse beachte man die Zusammensetzung des Epithels der Linsenkapsel aus mehreren Zellenlagen oder wenigstens Kernreihen, wie ein solches bei jungen Embryonen (Figg. 4 und 5) an der gesamten Wandung der noch hohlen Linse sich findet.

Größenverhältnisse der Figg. 7, 8, 9.

Retina am Isthmus dick 0,076 mm, Retina dickster Teil 0,140 mm, Corpus vitreum rechts dick 0,076 mm, Corpus vitreum links dick 0,057—0,060 mm, Linsenepithel im Äquator der Linse 0,034 mm, Linsenepithel vorn in der Mitte 0,009 mm, Linsendurchmesser in der Achse 0,432 mm, Linsendurchmesser im Äquator 0,480 mm, Dicke der Pigmentlage der sekundären Augenblase 0,019 mm, Breite des Isthmus rechts 0,019 mm, Breite des Isthmus links 0,034 mm.

Fig. 10. Horizontaler Schnitt des linken Auges eines Rindsembryo von 15 mm. 85mal vergr.

Fig. 11. Schnitt durch den lateralen Teil des primitiven Glaskörpers desselben Embryo. 560mal vergr. *M*, sternförmige Mesodermzelle.

Fig. 12. Schnitt durch den Isthmus des Auges desselben Embryo. 560mal vergr.

Diese drei zusammengehörenden Figuren stellen ein etwas früheres Stadium vom Rinde als die Figg. 7, 8 und 9 vom Schweine dar und sind daher recht lehrreich. Die Höhle der sekundären Augenblase ist noch nicht ganz verschwunden, das Pigment im proximalen Blatte derselben weniger entwickelt. Die Eintrittsstelle der Arteria capsularis und des Stieles der sekundären Augenblase liegt stark exzentrisch. Die Linsenanlage ist noch hohl, doch ist die eigentliche Linse in voller Bildung begriffen und springt stark vor; ihre epitheliale Wand besitzt noch mehr Kernreihen als beim Schwein und die Kapsel ist deutlich. Was den Glaskörper anlangt, so ist der mesodermale Glaskörper weniger entwickelt als beim Schwein, und auch die gefäßhaltige Linsenkapsel weniger ausgebildet. Der retinale Glaskörper ist dagegen besonders gut ausgeprägt und zeigt die Fig. 10 seine Mächtigkeit besonders an der lateralen Seite des Auges und die Fig. 11 die schöne Entwicklung seiner Radialfasern mit zahlreichen meridionalen Verbindungen und feinen Netzen; auch ist hier der Übergang von Protoplasmafortsätzen der ganz gleichartigen Zellen der Netzhaut in die Radiärfasern an manchen Stellen zu sehen, wobei es oft den Anschein hat, als ob dieselben die Achse derselben bildeten und die innerste Begrenzung der Netzhaut einen Überzug, wie VAN PÉE dies annimmt. Von Opticusfasern zeigt die Netzhaut des Rindsembryo noch nichts.

Ein sehr eigentümliches Bild gewährt die Fig. 12. Hier finden sich einmal sehr schöne Radiärfasern am ganzen Umschlagsrande der sekundären Augenblase (*UR*), die nahezu bis zu der in ihrem vordersten Teile nicht gefärbten proximalen Lamelle gehen. Ferner ist besonders auffallend das dichte feine Netz, in welches diese retinalen Radiärfasern auslaufen, welches retinale Glaskörpergewebe mit dem äußeren Mesoderm zusammenfließt, welches den Isthmus auf der Seite der Linse erfüllt, in welchem zahlreiche anastomosierende Binde substanzzellen und fertige und in der Entwicklung begriffene Gefäße sich finden, die zum Teil in das Glaskörpergewebe hineinragen. Dieses Mesodermgewebe geht, wie Fig. 10 lehrt, in das hier einschichtige Hornhautgewebe über und zeigt noch kaum eine Andeutung der Pupillarhaut und der Iris, wie solche beim Schweinsembryo von 16 mm vorkommen.

Vergleicht man die Fig. 12 mit der Fig. 9, so gelangt man zur Annahme, daß die Glaskörperverhältnisse der Fig. 12 später in die der Fig. 9 sich umbilden, mit andern Worten, daß das Isthmusbündel und die angrenzenden Glaskörper teile des Schweines von 16 mm aus Verhältnissen sich entwickelten, wie sie das Rind von 15 mm darbietet, und daß somit die Isthmusbündel älterer Embryonen alle eine ähnliche Entwicklung durchmachen.

Figg. 10, 11 und 12.

Retina dickster Teil 0,126 mm, Glaskörper links 0,102 mm, Glaskörper rechts 0,053—0,060 mm, Pigmentlage 0,026—30 mm, Linsenanlage, Achse, 0,247 mm, Linsenepithel 0,038—0,057 mm.

Fig. 13. Horizontalschnitt des Auges eines 3,2 cm langen Embryo des Lori (*Stenops gracilis*), den ich der Güte der Herren SARASIN verdanke. Vergr. 12/1.

Fig. 14. Die Gegend der Ora serrata und der Pars ciliaris eines solchen Auges. 240mal vergr.

Die Fig. 13 zeigt die Eintrittsstelle des Nervus opticus und eine durch Schrumpfung des Glaskörpers und Faltung der Netzhaut ungemein große Lücke zwischen beiden Blättern der sekundären Augenblase. Der Glaskörper ist samt der Limitans interna am größten Teile des Auges von der Netzhaut abgehoben und sitzt an der medialen Seite des Auges nur in der Gegend der Ora serrata fest. Das Corpus ciliare (*Ce*) und die Iris sind angelegt, Pupillarhaut und Cornea liegen der Linse dicht an, eine vordere Augenkammer ist nicht sichtbar. Augenlider in der Gegend der Plica semilunaris (*Ps*) verwachsen. Im Glaskörper erkennt man hinten den Querschnitt der Arteria capsularis, und vorn dicht an der Linse zwei Äste derselben, während die Gefäße der Linsenkapsel oder die Capsula periliticulis in Fig. 14 bei *Cp* sehr schön zu sehen sind.

Die Fig. 14 gibt die feineren Einzelheiten aus der Gegend der Ora serrata (*Os*). Unmittelbar vor derselben erscheinen die Zellen der Pars ciliaris zum Teil in einfacher, zum Teil infolge des Schrägschnittes scheinbar in mehrfacher Lage, alle mit Protoplasmafortsätze, die zum Teil in Glaskörperfasern, zum Teil in Fasern der Zonula sich fortsetzen. Die Zonulafasern, die die Figur zeigt, gehen rückwärts bis zu dem Teile der Linse, an dem die Entwicklung der Linsenfaser beginnt und sind auch die vordersten schief nach hinten geneigt. Die ciliaren Glaskörperfasern entspringen die einen dicht an der Ora serrata und verlaufen längs des optischen Teils der Retina rückwärts (*CGlp*), und zu diesen gesellen sich dann noch vordere Glaskörperfasern (*CGla*), die allem Anschein nach untermengt mit Zonulafasern weiter vorn entspringen und wesentlich in die Fasern übergehen, die die tellerförmige Grube auskleiden (*CGll*). Die dichteren Stellen der ciliaren Glaskörperfasern, die Limitantes posterior und anterior sind in diesem Fötus noch nicht gut ausgebildet. Noch bemerke ich, daß auf die Zellen der Pars ciliaris, die Protoplasmafortsätze entsenden, in meinem Präparate eine Stelle folgt, wo diese Zellen einfach zylindrisch sind und keine Fortsätze haben, die vielleicht schon den hintersten Teil der Irisanlage bezeichnet. In der Gegend der Pars ciliaris fanden sich unter den vordersten Glaskörper- und Zonulafasern die runden, schon früher beschriebenen Zellen (Fig. 6), deren Vorkommen bei *Stenops* doch beweisen dürfte, daß dieselben nicht mit zugrunde gegangenen Gefäßen zusammenhängen, da *Stenops* keine Vasa hyaloidea propria besitzt, und die Gefäße der Linsenkapsel in diesem Stadium noch vollkommen gut entwickelt sind.

Die Pars optica retinae hat eine gut entwickelte Limitans interna, die gerade bis zur Ora serrata geht und dann aufhört.

Figg. 13 und 14.

Dicke der Retina an der Ora serrata 0,152 mm, Dicke der Retina am Übergang in die Pars ciliaris 0,057 mm, Länge der Pars ciliaris 0,54 mm, Epithel der Linse 0,034—0,038 mm.

Fig. 15. Horizontalschnitt des Auges eines Rindsembryo von 4 cm. 30mal vergr.

Dieses Auge zeigt in dem Trichter hinter der Linse einen mesodermalen Glaskörper mit der Ausbreitung der Arteria capsularis und den übrigen größeren Teil des Glaskörpers als aus einer Vermischung mesodermaler und retinaler Bestandteile zusammengesetzt. Die Cornea ist sehr dick und ohne sichtbare vordere Augenkammer der Membrana pupillaris und der Linse anliegend. Die Lücke zwischen Linse und ihrem Epithel und diejenige der sekundären Augenblase sind durch Schrumpfung entstanden. Augenlider in der Anlage begriffen, ebenso wie die Tränendrüse (*Gll*) und das dritte Augenlid (*Ps*). Pars ciliaris in der ersten Ausbildung begriffen, ohne deutliche Ora serrata. In der Retina die Opticuslage deutlich. Hintere Seite der Linse mit den Gefäßen der Capsula perilenticularis besetzt. Vorn an der Seite des Umschlagsrandes der sekundären Augenblase die Anlage der Iris mit je einer weiten Vene.

Fig. 16. Der Umschlagsrand der sekundären Augenblase der vorigen Figur. Vergr. 300.

Diese Figur stellt die Glaskörperfasern dar, die bei stärkerer Vergrößerung von dem vordersten Teile des distalen Blattes der sekundären Augenblase ausgehen, in der Gegend, die durch ihre Verdünnung schon als Anlage der Pars ciliaris erscheint.

Länge des vorderen dünnen Teils des retinalen Blattes der sekundären Augenblase m. a. W. der in Bildung begriffenen Pars ciliaris 0,21—0,23 mm, Dicke dieses Abschnitts von vorn nach hinten 0,037—0,064—0,070 mm, Dicke der eigentlichen Pars optica retinae vorn 0,081—0,108 mm, Dicke der eigentlichen Pars optica retinae hinten im Augengrunde 0,24 mm, Dicke der Pigmentlage vorn 0,043—0,048 mm, Dicke des Linsenepithels am dicksten Teile 0,048 mm.

Fig. 17. Horizontalschnitt des Auges eines 13 mm langen menschlichen Embryo. 88mal vergr.

Fig. 18. Ein Teil eines andern solchen Schnittes. 380mal vergr.

Fig. 17 ist in der Netzhaut stark geschrumpft und zeigt in der Mitte und seitlich einen gut entwickelten mesodermalen Glaskörper, der in Fig. 18 mit zahlreichen Blutgefäßen und sternförmigen Binde-substanzzellen sehr deutlich zur Anschauung kommt (*MGl*) und am Isthmus mit dem äußeren Mesoderm zusammenhängt. Der retinale Glaskörper (*rGl*) ist in derselben Figur längs der Seitenwand der Retina als feinstreifige Masse zu erkennen, die namentlich gegen den nicht mehr dargestellten Umschlagsrand der sekundären Augenblase zu einem deutlichen Isthmusbündel (*IB*) sich verdichtet und der abgehobenen Limitans interna (*Li*) dicht anliegt. Von retinalen Glaskörperfortsätzen ist nichts zu sehen, dagegen sind MÜLLERSche Fasern (*MP*) im seitlichen Teile der Netzhaut sehr deutlich. Die Linse ist an dem Schnitte der Fig. 18 ganz normal beschaffen, in der Fig. 17 dagegen ist die Linsenkapsel von der hinteren Fläche der Linse weit abgehoben und der Zwischenraum beider Teile von einer teils faserigen, teils blasigen Masse erfüllt, die von den veränderten Teilen der Linsenfaser herrührt und an v. LENHOSSÉKsche Fortsätze erinnert.

Linsendurchmesser im Äquator 0,360 mm, Retina seitlich dick 0,073 mm.

Fig. 19. Teil eines Horizontalschnittes des Auges eines 8 cm langen Schweinsembryo. Vergr. 70.

Die Eintrittsstelle des Sehnerven trägt in der Mitte ein geräßhaltiges Gewebe, aus welchem seitlich die Gefäßanlagen der Retina (*Vr*) hervorgehen, welche infolge Schrumpfung des Glaskörpers samt der Limitans interna retinae von der



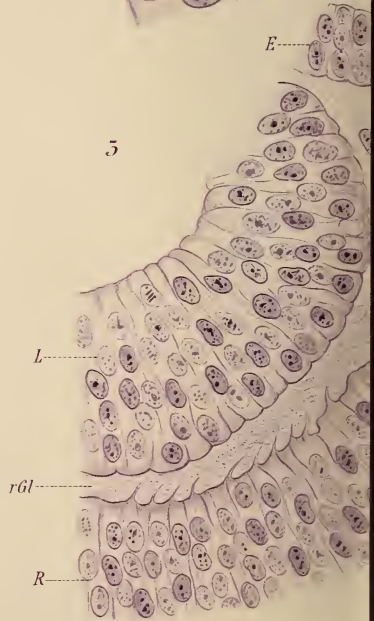
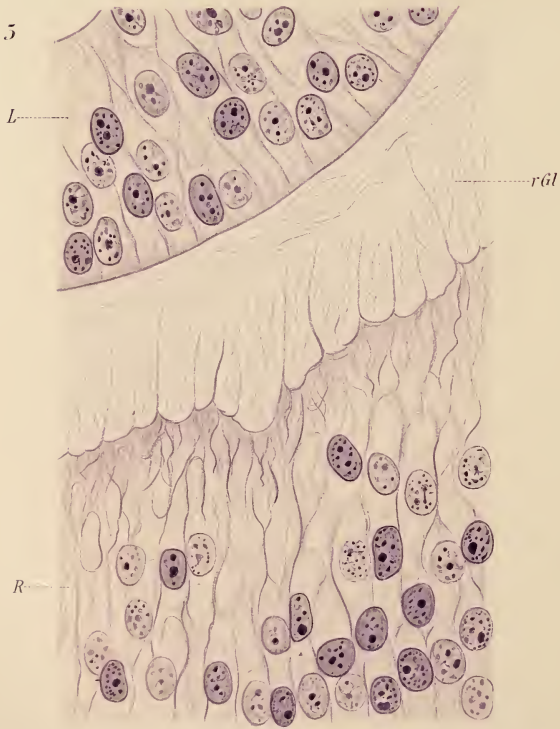
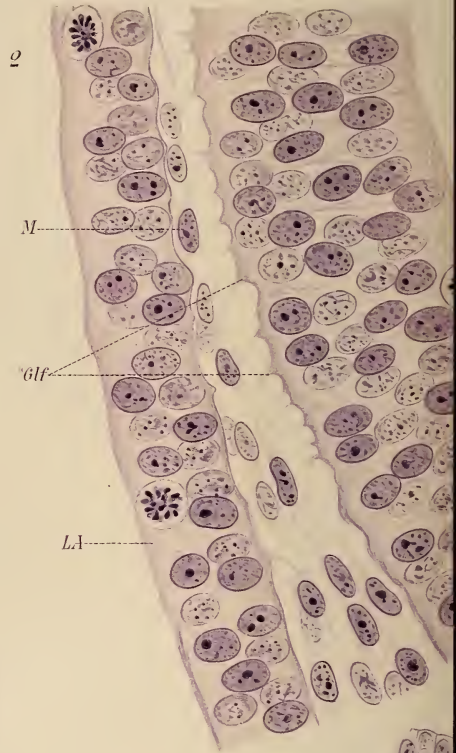
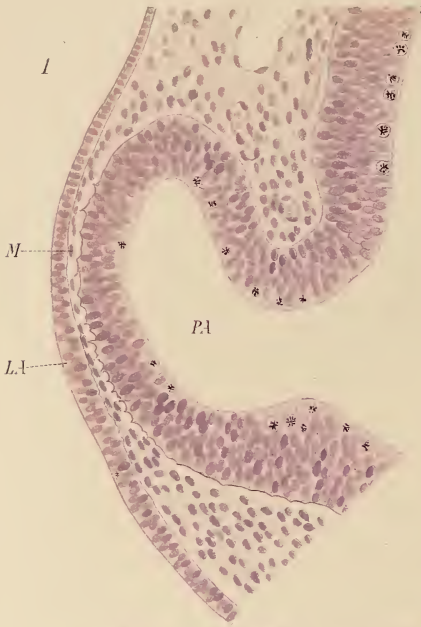
Netzhaut sich abgelöst haben und nun als äußerste Begrenzung des Corpus vitreum erscheinen. Im Glaskörper selbst kommen die Vasa hyaloidea propria zum Vorschein, die alle mit Höhlungen und Blutzellen erfüllt sind und aus dem mittleren Teile des Sehnerveneintrittes ihren Ursprung nehmen. Im Glaskörper liegen viele Vasa hyaloidea propria ganz oberflächlich nahe an der Limitans und den Retinagefäßen, von denen keines ein Lumen besitzt. Diese Retinagefäße enden am Äquator des Auges.

Fig. 20. Von einem andern Auge desselben Schweinsembryo, die Gegend der Pars ciliaris und Irisanlage. Vergr. 140.

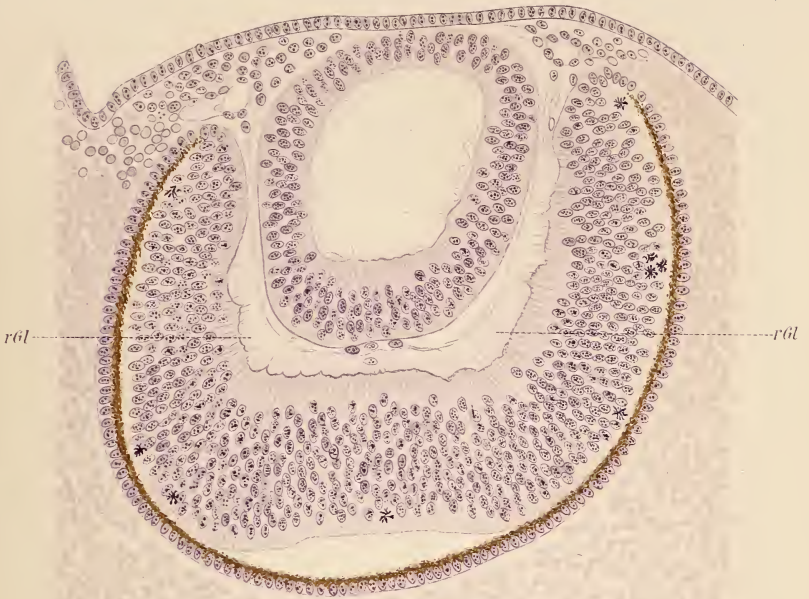
Die Entwicklung der Glaskörperfasern von dem hinteren Ende der Pars ciliaris retinae deutlich. Von der Ora serrata an nach hinten zu hat sich der Glaskörper samt der Limitans interna retinae von der Pars optica der Netzhaut abgehoben. Zonulafasern sind nicht zu sehen. Die Membrana pupillaris hat sich von der Linse abgehoben und ist so eine große unnatürliche Lücke entstanden.

An der Ora serrata Dicke der Retina 0,108 mm, Dicke der Retina im Grunde des Auges 0,27 mm, Länge der Pars ciliaris und Iris 0,6 mm, Dicke des Linsenepithels an der Übergangsstelle 0,016 mm.

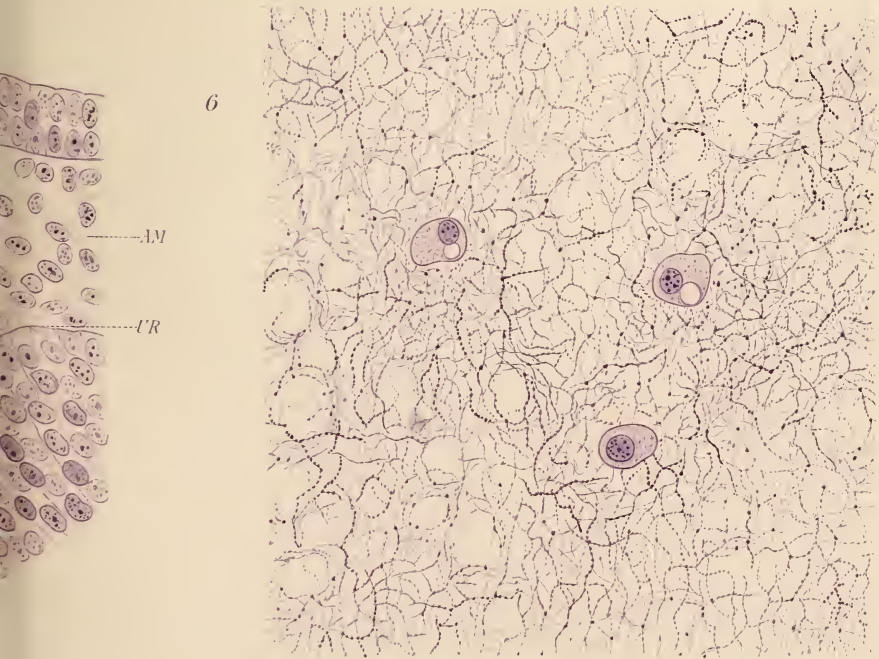
---

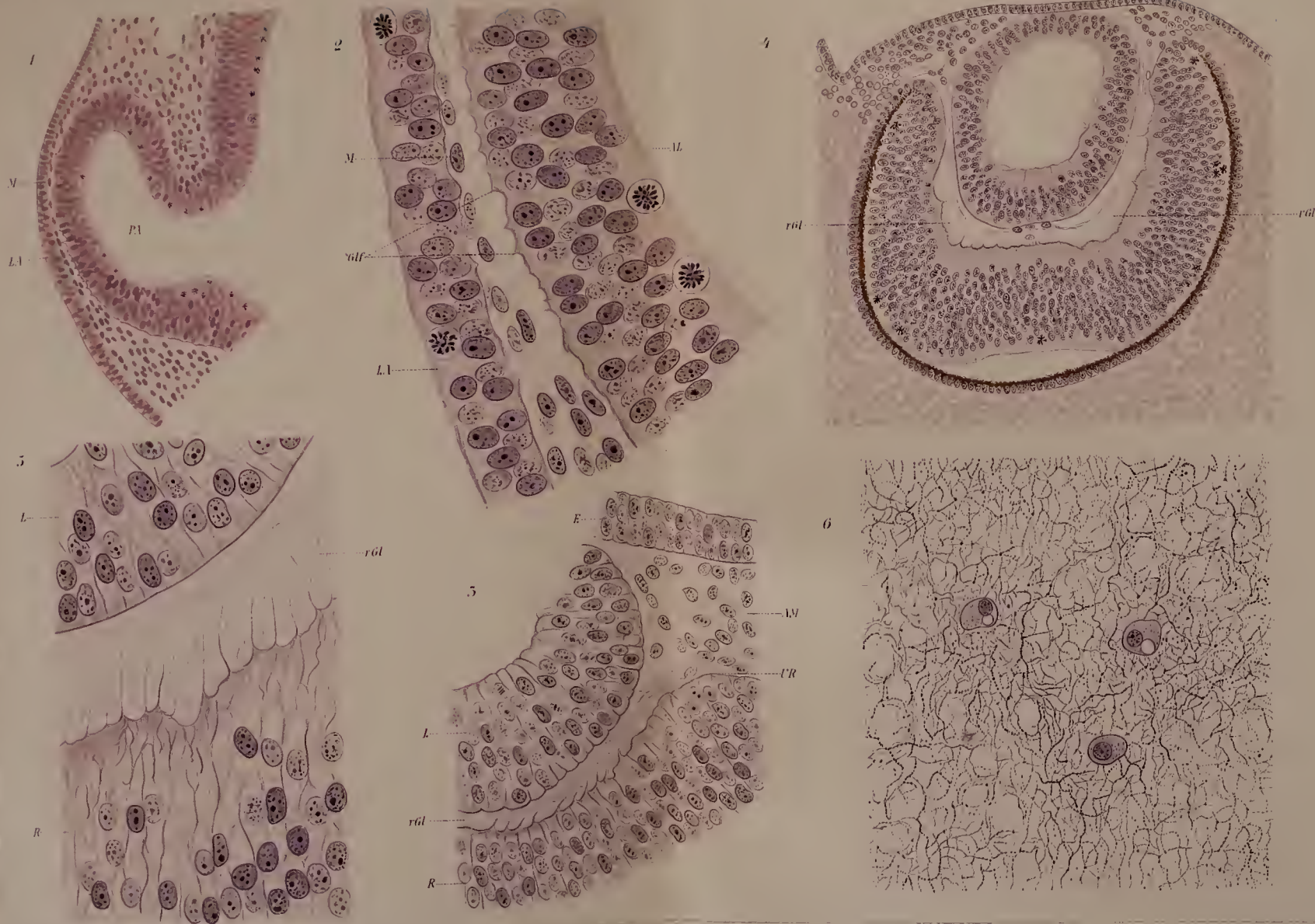


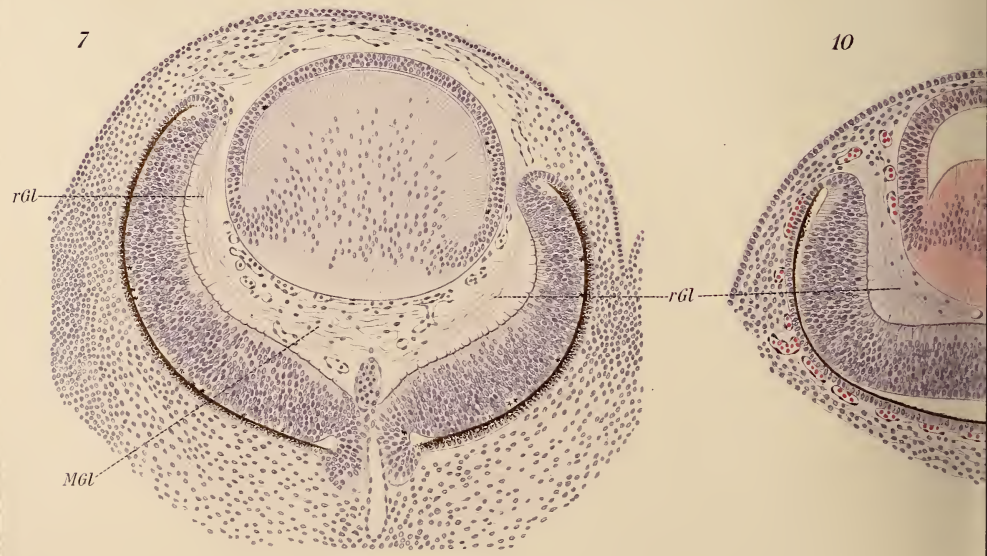
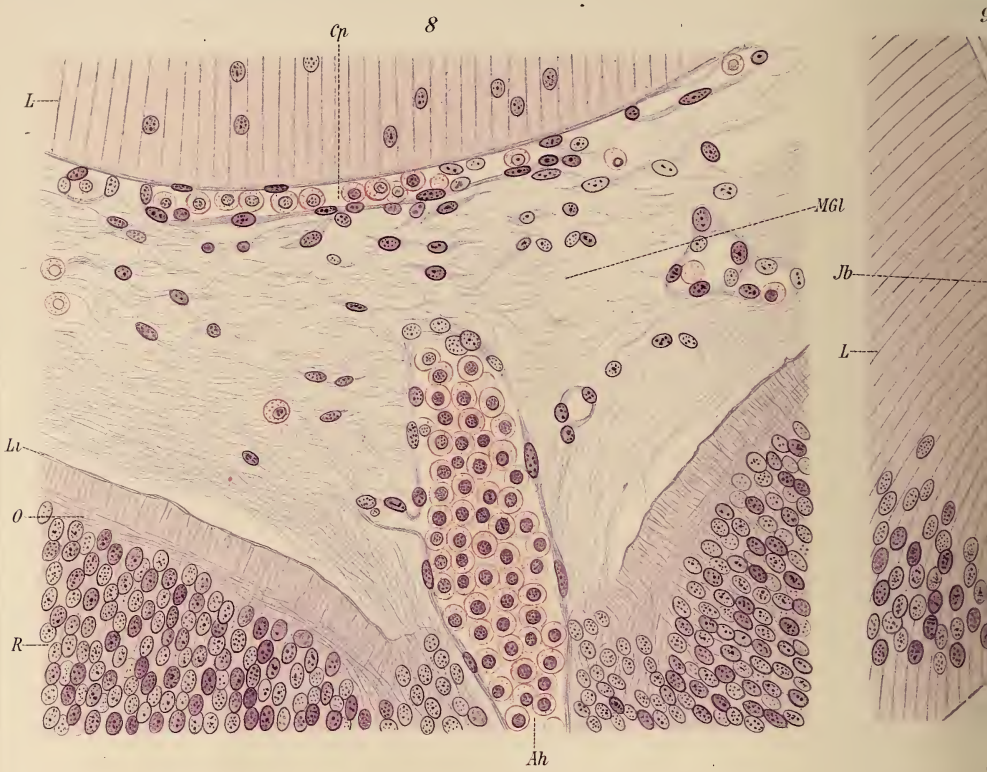
4

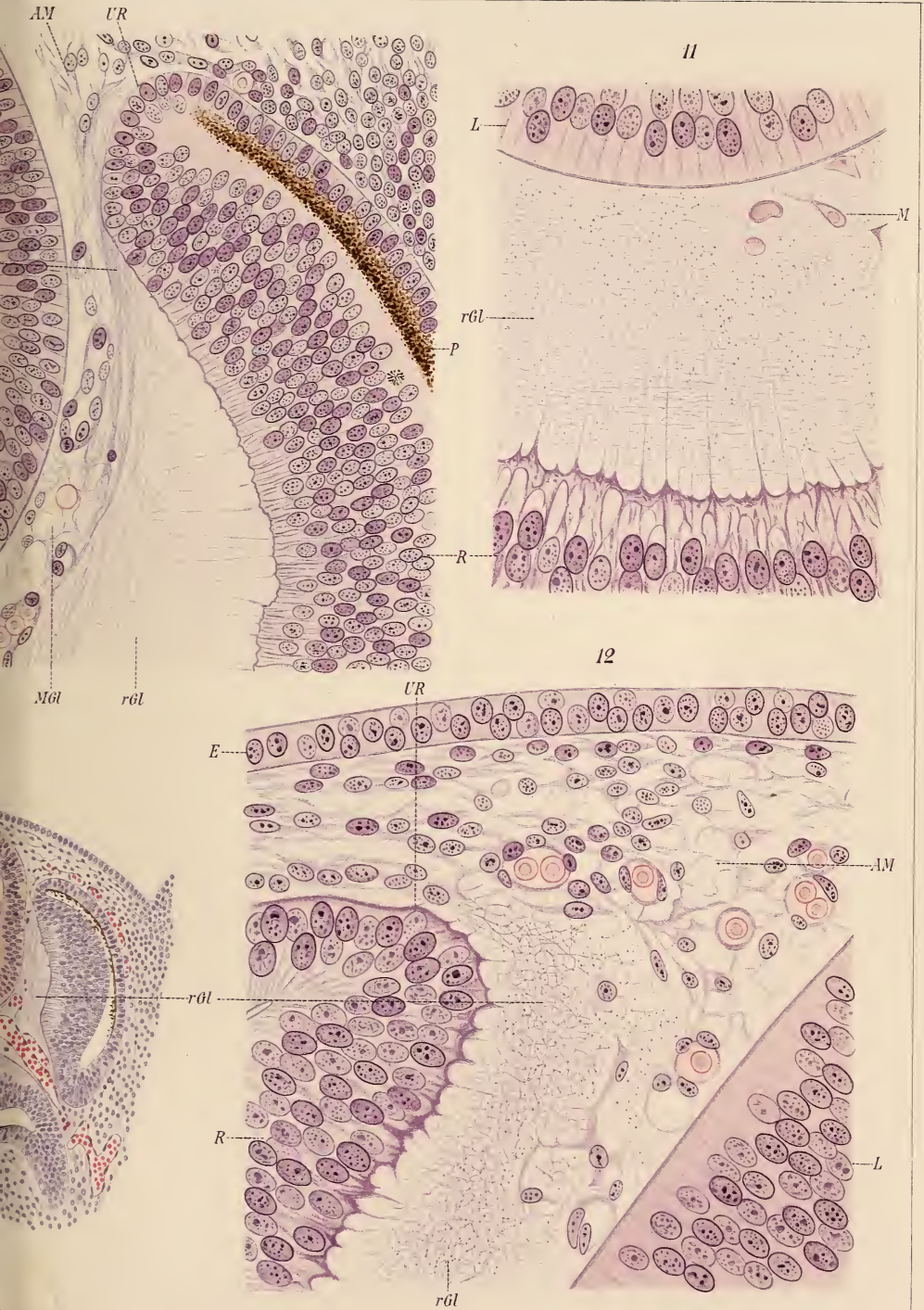


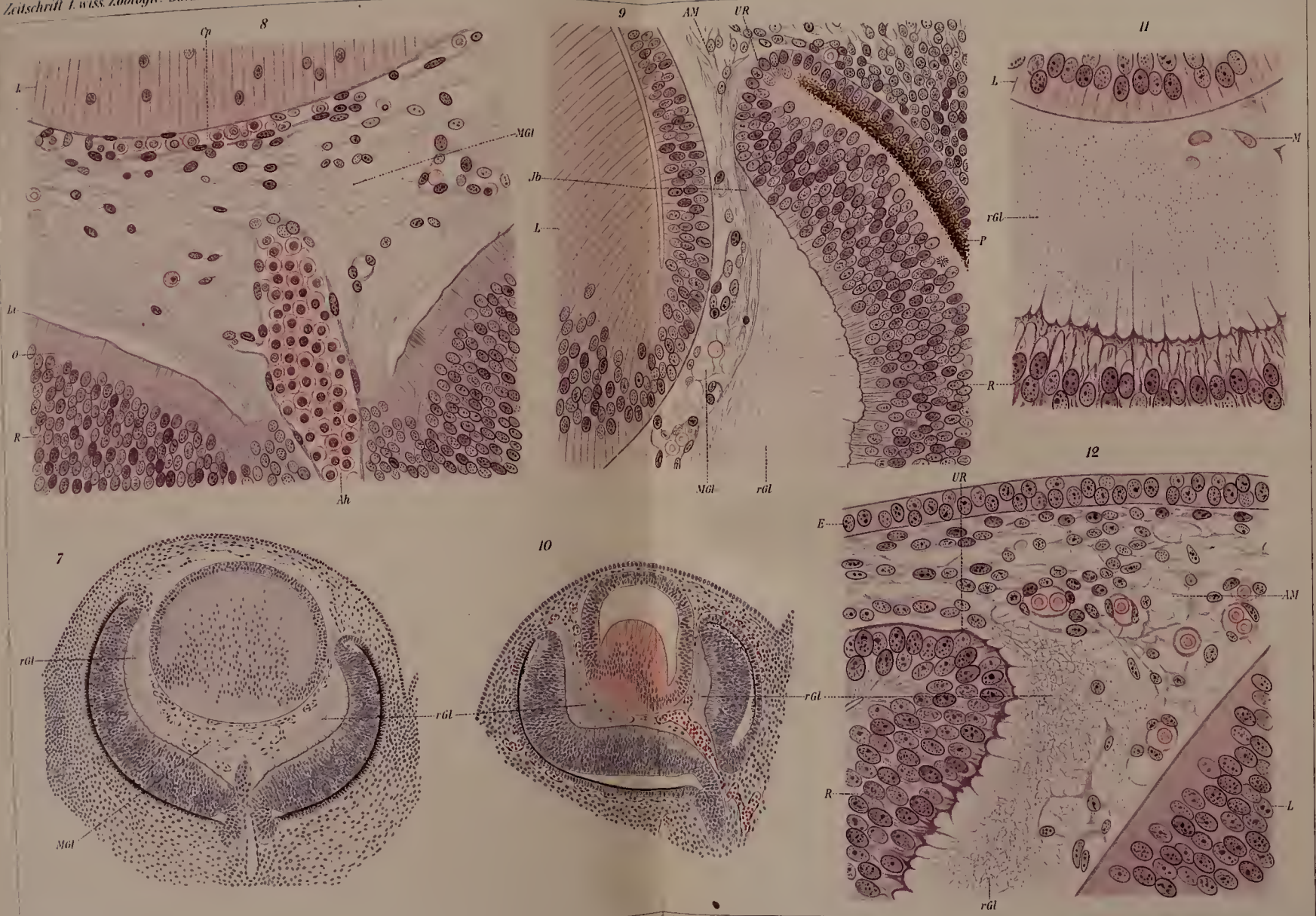
6





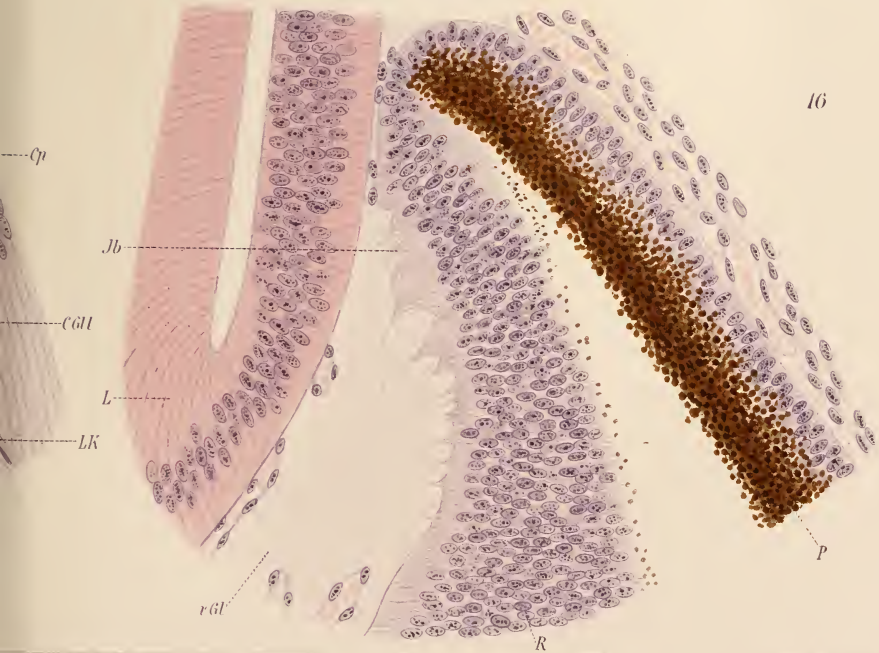
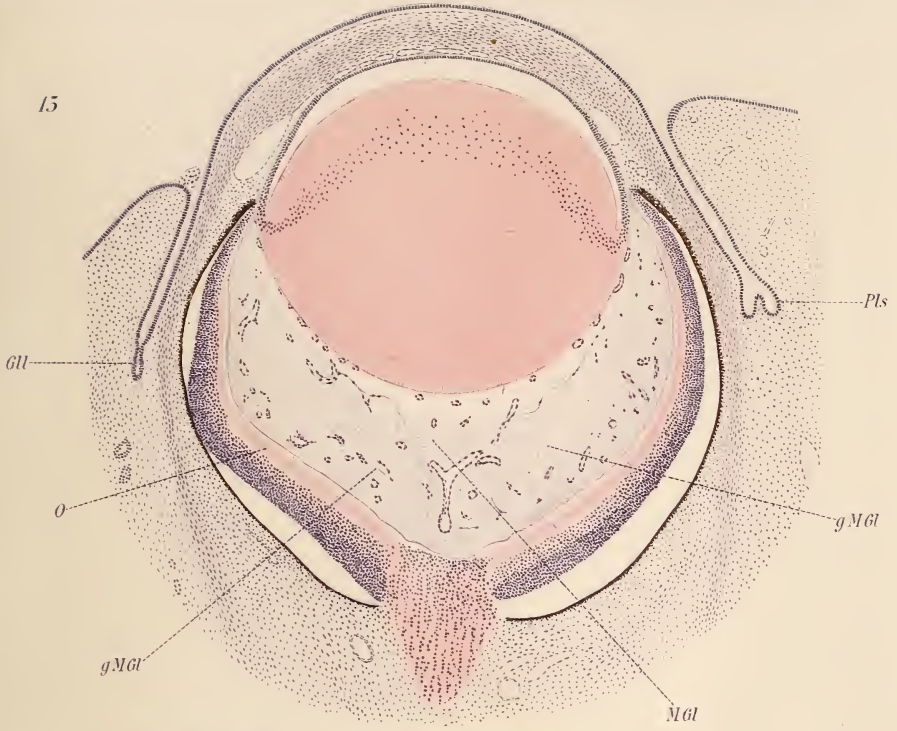


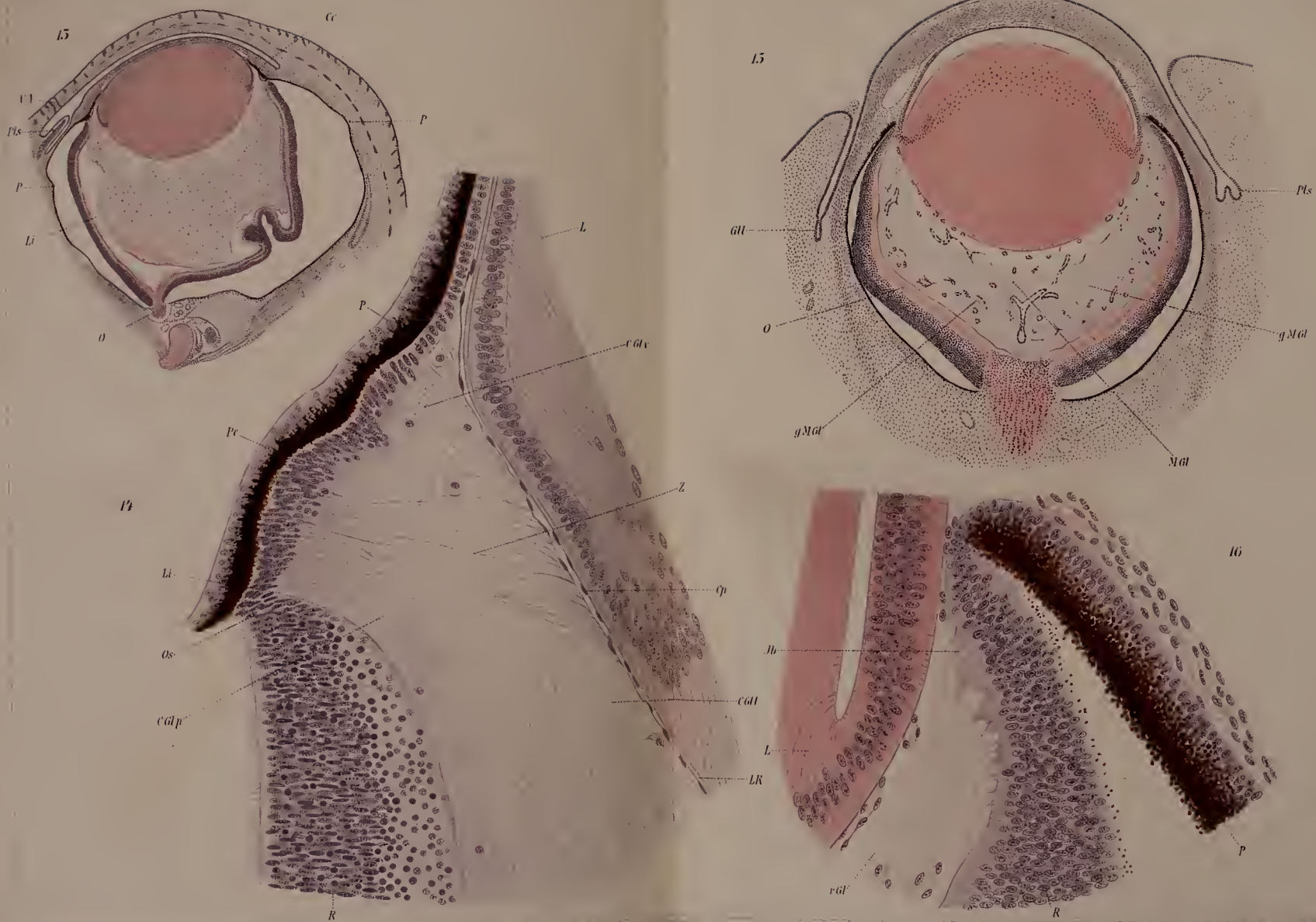


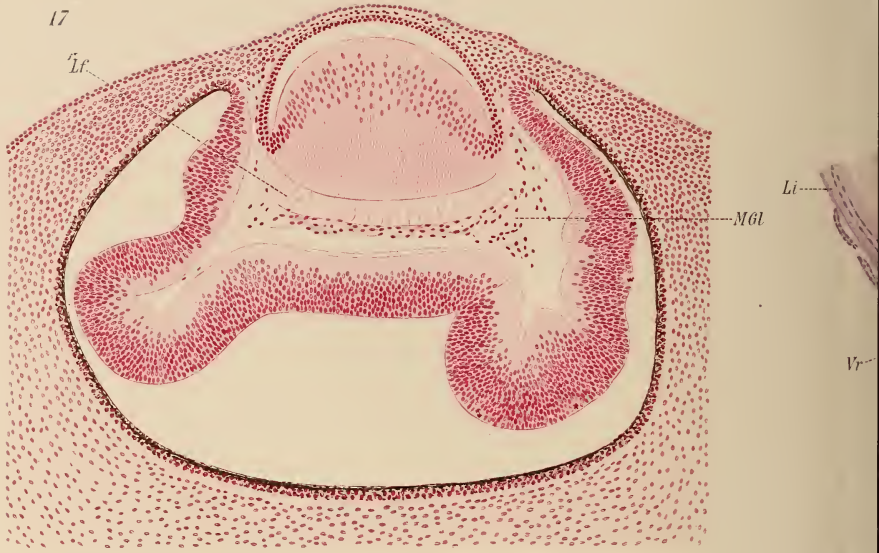


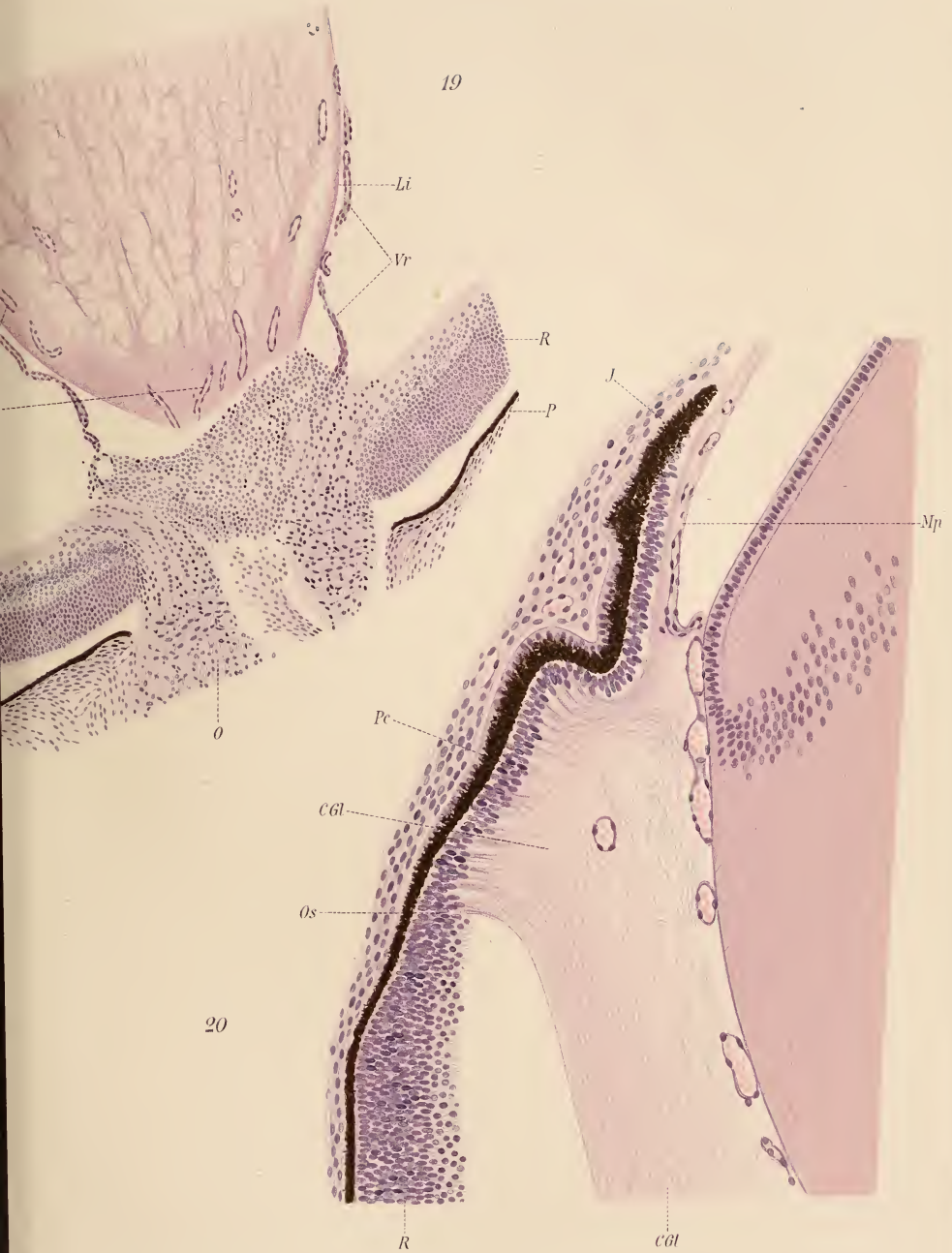


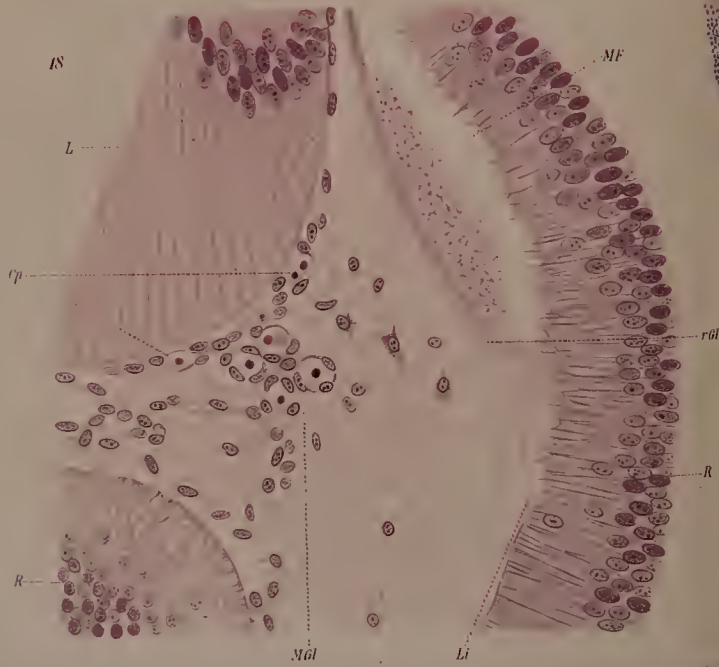
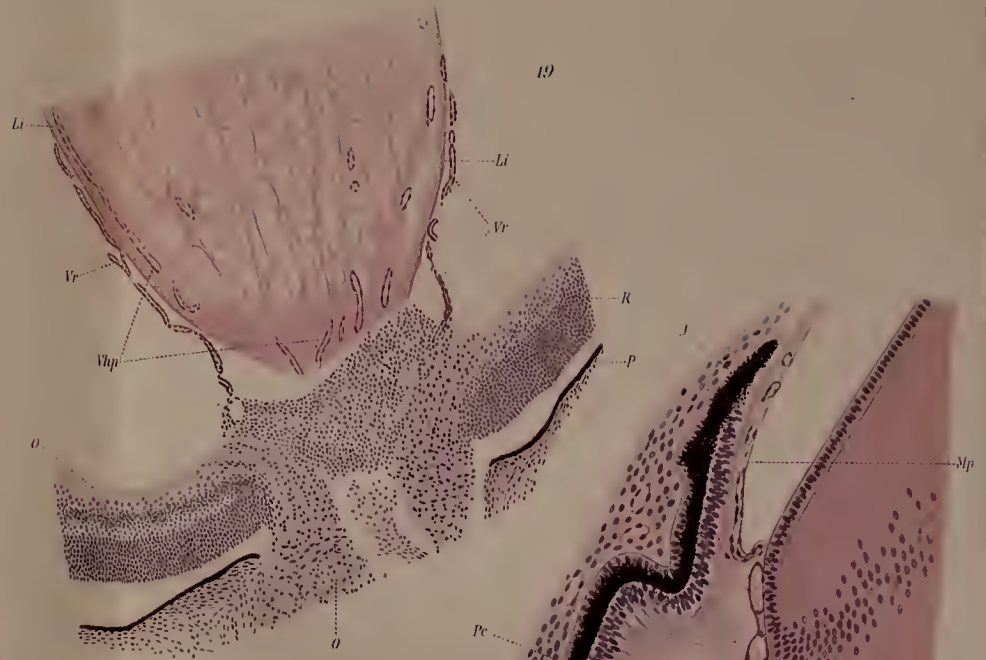
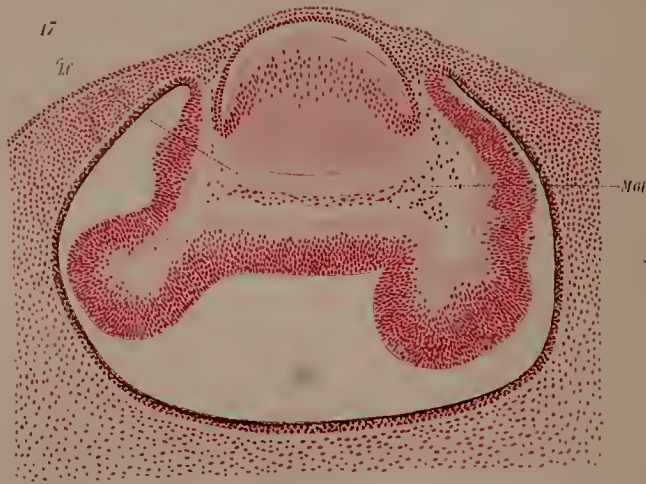












# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Kölliker Albert von

Artikel/Article: [Die Entwicklung und Bedeutung des Glaskörpers 1-25](#)