

UEBER DEN BAU DES GLASKÖRPERS UND DER ZONULA ZINNII IN DEM AUGEN DES MENSCHEN UND EINIGER THIERE.

Tafel XXVIII—XXXII.

Die beiden histologischen Fragen, die ich in diesem Abschnitte besprechen werde, gehören innig zusammen, und zwar nicht nur wegen der localen anatomischen Nachbarschaft des Glaskörpers und der Zonula, sondern auch wegen der nahen Verwandtschaft derselben bei der foetalen Entwicklung.

Ausserdem ist die diese Fragen berührende ophthalmologisch-histologische Literatur grösstentheils beiden so gemeinsam, dass man die eine kaum ohne Zwang von der anderen trennen kann.

Gerade diese Literatur ist für das Fortschreiten des histologischen Wissens sehr bezeichnend und belehrend. Lange schon ist, in Folge der grossen Bedeutung einer genauen Kenntniss von der Zusammensetzung des Auges, die Forschung darauf gerichtet gewesen, den Bau des Glaskörpers und der Zonula endgültig zu eruiren. Hin und wieder glaubte man in der That den Schlüssel gefunden zu haben. Doch erwies sich der Befund nachher als ein trügerischer. Allmählig drängte indessen »die Zonula-Frage« »die Glaskörperfrage« in den Hintergrund. Durch vereintes Bemühen vieler Histologen und Ophthalmologen näherte man sich, obwohl nur Schritt für Schritt, der Lösung der Zonula-Frage. Hier, wie wohl überall, erwies es sich, dass die Fortschritte v. A. von der Einführung neuer geeigneter Untersuchungsmethoden abhingen. Erst durch die Celloidin-Einbettung wurde es ermöglicht, die Zonulafasern in ihrem Verlaufe und ihren Beziehungen zu anderen Theilen ohne alle Dislocation genauer zu studiren.

Was die »Glaskörper-Frage« betrifft, so ist sie gewiss von ihrer endgültigen Lösung viel weiter entfernt, obwohl nach vielem Schwanken hin und her auch diese Frage manche Lichtpunkte aufzuweisen hat. Unsere Kenntniss vom Bau des Glaskörpers ist in der That noch schwebend und unsicher. Schon ein Blick in unsere Lehrbücher beweist dies zur Genüge. Ein Jeder, der, wie ich, manche Jahre hindurch histologische Vorlesungen zu halten hatte, hat sicherlich erfahren, wie unangenehm es ist, den Schülern bei der Darstellung des Glaskörper-Baues kaum etwas Sicheres demonstrieren zu können. Was mich betrifft, so hatte ich zwar in der Glaskörper-Gallerte, die man nach RUDOLF VIRCHOW'S Vorgänge gerne als eine Art von mukösem Bindegewebe auffasste, hin und wieder die auch von anderen Forschern erwähnten faserigen Bildungen wahrgenommen, ohne jedoch ihre Anordnung und Beschaffenheit näher zu kennen. Als ich dann im Frühjahr 1886 bei dem Disputationsacte D:r ERIK NORDENSON'S (Till kändomen om spontan näthinne-aflossning, Stockholm, Maj 1886) einen der Opponentenplätze angenommen hatte, widmete ich wieder dem Bau des Glaskörpers einige Untersuchungen, und zwar nach Behandlung des Gewebes mit Flemming'scher Flüssigkeit. Zu meinem Erstaunen sah ich nun das ganze Glaskörpergewebe wie einen Filz distinkter Fasern. Später erfuhr ich, dass HANS VIRCHOW schon ein Jahr vorher (in der Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg, 1885) einen Vortrag über den Glaskörper gehalten hatte, welcher in ganz derselben Richtung ging, wie meine erwähnten Befunde angaben. Da aber die gedruckte Mittheilung HANS

VIRCHOW's nur ganz kurz (eine Seite lang) ist, so glaubte ich immer, dass der geehrte Verfasser seine Erfahrungen etwas ausführlicher und mit den nöthigen Abbildungen versehen veröffentlichen würde. Dies geschah aber nicht.

Da indessen das Glaskörper-Problem in hohem Grade mein Interesse geweckt hatte, so arbeitete ich in den folgenden Jahren hin und wieder daran. Schliesslich wurde aber diese Arbeit, wie auch verschiedene andere, durch meine Untersuchungen über das Nervensystem zur Seite geschoben. Erst in diesem Jahre habe ich mich entschlossen, wenigstens einen Theil meiner Befunde zu veröffentlichen, die ich nun hier darlege. Ich habe diese kurze Einleitung vorausgeschickt, um das lange Zögern mit der Veröffentlichung dieser Arbeit zu erklären, was sonst eigenthümlich erscheinen müsste, da ich, auf dieser Untersuchung gestützt, in meinen Vorlesungen mehrere Jahre hindurch den Bau des Glaskörpers nach der neueren Anschauungsweise dargestellt hatte. Ich muss aber zugleich gestehen, dass das Zögern noch einen anderen und zwar tieferen Grund hatte. Es war die Furcht, auf diesem intricaten Gebiete zu irren. Man ist ja in dem histologischen Streben immer von der angewandten Behandlungsweise abhängig. Es ist deshalb, v. A. wenn es sich um ein Gewebe wie dasjenige des Glaskörpers handelt, geradezu nothwendig, so viele Controllversuche wie möglich auszuführen. Dies habe ich auch in manchen Richtungen gethan. Bei der folgenden Darstellung werde ich indessen nicht über alle Versuche berichten, sondern nur die sichreren Befunde mittheilen.

Bei der Durchmusterung der ophthalmologischen Literatur finde ich nun, dass in den vergangenen Jahren in Betreff des Baues des *Glaskörpers* zwar nicht viel veröffentlicht worden, jedoch in einigen Punkten allmählig eine Aufklärung eingetreten ist. Hinsichtlich der *Zonula* sind gleichwohl von Histologen und Ophthalmologen mehrere treffliche Arbeiten herausgegeben worden, welche dieses Gebilde in ein helleres Licht gestellt haben, als vor etwa einem Jahrzehnt über dasselbe verbreitet war. In der eigentlich histologisch-anatomischen Literatur scheint aber bisjetzt das also gewonnene Wissen nur zum Theil Eingang gefunden zu haben. Diese Thatsache geht aus der schwankenden, unsicheren Beschreibung der Verhältnisse in mehreren neueren, im Allgemeinen vortrefflichen Lehrbüchern hervor.

Was ich diesmal beabsichtige, ist eine kurz gefasste Darstellung v. A. vom Bau des menschlichen Glaskörpers zu liefern, und zwar unter genauer Sichtung der bisherigen neueren Angaben und Hervorhebung derjenigen, die ich selbst bestätigen konnte. Ausserdem habe ich mir die Aufgabe gestellt, eine Reihe guter *Abbildungen* zu liefern. Gerade auf diesem Gebiete sind nämlich die Abbildungen meistens sehr schlecht, zum Theil sogar sehr unrichtig, im Ganzen aber äusserst sparsam vorhanden. Manche wichtige Theile sind noch nicht in Bildern wiedergegeben. Daraus erklärt sich wohl theilweise das Schwankende in den Darstellungen.

Bei der Durchmusterung der in verschiedenen Zeitschriften, Monographien und Dissertationen enthaltenen Literatur habe ich bemerkt, dass das Meiste, was ich als thatsächlich befunden habe, bald von dem einen, bald von dem anderen Autor, und bisweilen schon vor längerer Zeit angegeben worden ist, obwohl solche Thatsachen nicht selten unter vielem Irrthümlichen eingemischt darliegen. Es wäre gewiss von Interesse, diese in der Literatur enthaltenen Data zusammenzustellen. Dies würde aber hier zu viel Raum beanspruchen, ist auch im Ganzen nicht nöthig, weil ein bedeutender Theil der Geschichte der Frage schon von Anderen dargestellt ist. So findet man z. B. in C. O. WEBER'S Abhandlung vom Jahre 1860¹ eine sich bis auf jene Zeit erstreckende gute Zusammenstellung der das Glaskörpergewebe behandelnden Literatur von PETIT, DEMOURS, ZINN, MARTEGIANI, CLOQUET, FR. ARNOLD, HUSCHKE, PAPPENHEIM, BRÜCKE, HANNOVER, BOWMAN und FINKBEINER an bis auf HENLE und KÖLLIKER, VIRCHOW und DONCAN u. A. Ueber die in den zunächst folgenden Decennien erschienenen Arbeiten haben u. A. SCHWALBE und IWANOFF in ihren übersichtlichen Darstellungen und speciellen Abhandlungen klare Zusammenstellungen gegeben.

Ich werde deshalb, mich an die schon vorhandenen geschichtlichen Darstellungen anschliessend, hier nur die wesentlichsten Anschauungen über die Glaskörperstructur andeuten und dann aus der neueren Literatur einige Mittheilungen anführen, die mir als besonders wichtig erscheinen.

Man hat seit langer Zeit sowohl an Augen vom Menschen wie an solchen von verschiedenen Thieren, v. A. Ochsen, Schaf und Schwein, Untersuchungen angestellt, leider aber in den Beschreibungen nicht immer genau angegeben, bei welchem Geschöpf die Ergebnisse gewonnen wurden. Ferner hat man sowohl an frischen Augen

¹ C. O. WEBER, Ueber den Bau des Glaskörpers und die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen desselben. Virchow's Archiv, Bd 19, 1860.

wie bei in verschiedener Weise erhärteten gearbeitet. Die Untersuchungen wurden theils, besonders in früherer Zeit, auf makroskopischem Wege, theils auch mit dem Mikroskope ausgeführt.

Schon die älteren Anatomen hatten es versucht, den Bau des Glaskörpers an gefrorenen Augen zu eruiren und waren dadurch zu der Auffassung gekommen, dass die Glasfeuchtigkeit (Humor vitreus) von einer sehr dünnen Membran (Membrana hyaloidea s. vitrea), welche sich auch nach innen erstreckt und dort sehr viele »Zellen« bildet, eingeschlossen ist, sowie dass diese Zellen von verschiedener Grösse und Gestalt sind und mit einander durch zahlreiche Poren communiciren. FRIEDRICH ARNOLD bestätigte (1832) diese Anschauungsweise. An gefrorenen Augen »überzeugt man sich«, sagt er, »dass, wie DEMOURS und ZINN angegeben haben, die Zellen im Umfang grösser sind als innen und gegen die Linse zu, dass die zarten Wände der einzelnen Zellen kleine tellerartige Vertiefungen bilden, deren convexe Fläche nach aussen, deren concave aber nach innen und vorn gerichtet ist, dass die Höhlen der Zellen hinten geräumiger, vorn enger sind und alle so zu einander liegen, dass sie nach dem hinteren Umfang der Linse gewandt sind, und um diese herum eine Vertiefung lassen, welche man die fossa hyaloidea nennt. Es ist schwer zu bestimmen«, fügt ARNOLD hinzu, »ob die Zellen des Glaskörpers mit einander durch Oeffnungen communiciren, denn die Häutchen, welche die Wandungen derselben bilden, sind zu zart, dass man hierüber durch gewöhnliche Mittel ins Reine kommen kann. Blässt man Luft in eine Zelle des Glaskörpers, so dringt diese immer auch in andere ein, und ebenso entleert sich die ganze Glasfeuchtigkeit durch einen Einschnitt an einer kleinen Stelle des Glaskörpers. Hierdurch wird nun zwar obige Annahme wahrscheinlich gemacht; allein man muss dabei immer mit dem Einwurf sich begegnen, dass die so zarten und dünnen Wände der Zellen leicht zerreißen.«

Ich habe diese Darstellung ARNOLD's so ausführlich wiedergegeben, weil sie, im Anschluss an diejenige ZINN's aus älterer Zeit, schon Manches »in nuce« enthält, was später in verschiedenen Nuancen hervorgetreten ist.

Nachdem dann PAPPENHEIM (1842) durch Härtung des Glaskörpers in Kalibichromat eine concentrische Schichtung des Glaskörpers wahrgenommen hatte, erschienen die berühmten Arbeiten BRÜCKE's (1843—47), in welchen er, durch Niederschläge aus Bleizuckerlösung veranlasst, ein System concentrischer Häute im Glaskörper beschrieb; ferner bestätigte er nicht nur das Vorhandensein der Membrana hyaloidea, sondern er schloss sich auch der Lehre an, dass diese Membran an der Ora serrata mit der Limitans verwächst und sich in zwei Blätter theilt, von denen ein vorderes stärkeres, gefaltetes, Zonula Zinnii, sich an die Linsenkapsel ansetzt, ein hinteres, schwächeres, mit der hinteren Wand der Linsenkapsel verwächst. Von der Hyaloidea aus geht eine Menge von äusserst dünnen Membranen in die Glaskörpersubstanz hinein, die in Ebenen liegen, welche man sich nach allen Richtungen hin durch die gerade Verbindungslinie zwischen der Eintrittsstelle der Arteria centralis retinae und dem Mittelpunkte der hinteren Linsenoberfläche gelegt denken könne.

Im Jahre 1845 war indessen HANNOVER mit seiner »Entdeckung des Baues des Glaskörpers« aufgetreten, wodurch er bekanntlich nach Chromsäurebehandlung des Auges die Lehre aufstellte, dass der Glaskörper des Menschen aus Sektoren zusammengesetzt sei, die radial um den schon von älteren Anatomen beschriebenen Canalis hyaloideus (Canalis Cloqueti) gestellt sind. Bei den Säugethieren dagegen sei der Glaskörper aus ineinander geschlossenen Säcken gebildet, deren Stellung gleichfalls durch die Richtung des Kanales bestimmt sind. Die Wände der — 180 — Sektoren des Menschauges bestehen aus structurlosen Membranen, die von der Hyaloidea entspringen. Hinter dem längst bekannten Petit'schen Kanale und der Linse fand HANNOVER noch einen ringförmigen Kanal (den »Hannover'schen Kanal«).

BOWMAN (1848) konnte weder BRÜCKE's noch HANNOVER's Ansichten von der Schichtung des Glaskörpers in der von ihnen angegebenen Weise bestätigen. Nur beim menschlichen Foetus sah er eine radiirende Anordnung, welche mit den Hannover'schen Angaben übereinzustimmen schien. Dagegen entdeckte er im Glaskörper des foetalen Auges bei starker Vergrösserung eine »eigenthümliche fibröse Structur«, welche er mit derjenigen des Emailorgans verglich; »die Fasern«, sagt er, »vereinigen sich in zahlreichen Punkten, in denen kleine Kernkörnchen (nuclear granules) liegen, welche Oelkügelchen ähneln, in Aether aber unlöslich sind; BOWMAN gab auch eine kleine Abbildung von diesem Netze.

Seitdem sind indessen, obwohl theilweise unter Reservation, die Lehren von BRÜCKE und HANNOVER über die *concentrische*, resp. die *radiäre* Anordnung des Glaskörpergewebes bis in die neueste Zeit in verschiedenen Varianten in den Darstellungen über den Bau des Glaskörpers geblieben, und man trifft die Hannover'schen Fi-

guren noch immer in den Lehrbüchern. Ja FINKBEINER bestätigte (1854) fast vollständig die Angaben HANNOVER's, sowohl die »Apfelsinetheorie« für das Auge des Menschen, als die »Schachteltheorie« für das Auge der Thiere.

Indessen war (1852) in Betreff der Glaskörperstructur durch RUDOLF VIRCHOW eine neue Anschauungsweise angebahnt worden. Bei Erwachsenen gelang es ihm zwar nicht, eine eigentliche Structur zu finden, bei Schweins-embryonen entdeckte er aber ein Schleimgewebe, nämlich eine homogene, an einzelnen Stellen streifige Zwischensubstanz und in ihr in ziemlich regelmässigen Abständen zerstreut runde, kernhaltige, zuweilen mehrkernige, granulirte Zellen, welche denjenigen der Gallerte des Nabelstranges ähnlich waren. Am Umfange fand sich eine feine Haut mit zierlichen Gefässnetzen und einem feinfasrigen areolären Maschenwerk, welches an den Knotenpunkten Kerne enthielt und in dessen Maschen dieselbe Gallerte mit runden Zellen enthalten war. Die weitere Umbildung schien ihm in der Weise stattzufinden, dass die Zellen nachher untergehen und die Interzellulärsubstanz allein zurückbleibt. Die Zellen selbst würden als die Bildungsorgane der Interzellulärsubstanz zu betrachten sein. Ein einziges Mal fand VIRCHOW sternförmige Zellen im Inneren und in grösserer Zahl.

KÖLLIKER (1852), welcher das Vorhandensein der Hannover'schen Membranen bestritt, hatte in dem Glaskörper der Erwachsenen in manchen Fällen spärliche und undeutliche Zellen angetroffen, und zwar v. A. in den an die Linse und die Hyaloidea angrenzenden Theilen des Organs.

DONCAN, welcher seine Untersuchungen unter DONDERS' Leitung ausführte, unterwarf die Lehren von HANNOVER und BRÜCKE einer genauen Kritik. Unter der Hyaloidea sah er zerstreute Zellenkörper; im Inneren waren dagegen selten solche zu finden; dicht hinter der Linse traf er beständig grosse, faltige Streifen, zarten Häuten vergleichbar, die von den vorderen Seitentheilen der Hyaloidea auszugehen schienen und in den Augen alter Leute deutlicher waren. Von einem inneren Baue kam indess nichts zum Vorschein. Im foetalen Organe waren die zelligen Elemente häufiger und durch die ganze Masse regelmässig verbreitet. Der Glaskörper wird durch Schleimmetamorphose von Zellen gebildet.

J. GERLACH (1853) war geneigt, für den peripherischen Theil des Menschauges BRÜCKE's concentrische Schichten und für den centralen HANNOVER's Sektoren als richtig anzuerkennen. LEYDIG und MAX SCHULTZE sahen im Glaskörper junger Thiere durch Fortsätze anastomosirende Zellen. Das Organ ist nach LEYDIG, was seine Structur anbelangt, ein Glied der Bindegewebsformen. Noch beim Neugeborenen hat es ein zartes Fachwerk, das beim Foetus zum Theil Blutgefässe trägt; in den Maschenräumen liegt die Schleimschubstanz. Das Fachwerk hat eine gewisse radiäre Anordnung, so dass der Querschnitt dem einer Apfelsine sich vergleichen lässt.

Die im Jahre 1860 in VIRCHOW's Archiv erschienene Arbeit von C. O. WEBER schloss sich im Ganzen der Lehre R. VIRCHOW's an. Er sah im Glaskörper nach Chromsäurebehandlung nicht selten ein feines Fadennetz, in dem einzelne feine Knotenpunkte wie Zellenkerne hervortreten; die Substanz besteht aus einem anastomosirenden Zellennetze mit in den Maschenräumen befindlicher Schleimmasse.

Nach HENLE (Eingeweidelehre, 1866) bildet der Glaskörper, dessen umgebende Membran er als »Limitans hyaloidea« zur Retina hinführte, eine homogene Substanz von zähflüssiger oder gallertartiger Beschaffenheit, welche nach dem Tode einen ähnlichen Gerinnungsprocess durchmacht, wie das gallertartig geronnene Fibrin; unter dem Mikroskop untersucht erscheint die geronnene Substanz zuerst feinkörnig und, nach längerem Verweilen in der härtenden Flüssigkeit, äusserst fein und parallel-faserig. »Im Inneren des Glaskörpers trifft man zuweilen vereinzelt, einfache oder verästelt, von Spiralfasern umspinnene feine Bindegewebsbündel an, wahrscheinlich Reste der obliterirten foetalen Blutgefässe.« Häufig, namentlich bei jüngeren Individuen, kommen auf ihrer inneren Fläche cytoïd-ähnliche Zellen vor.

In der 5. Auflage seiner Gewebelehre äusserte sich KÖLLIKER (1867), im Anschluss an seine früheren und R. VIRCHOW's Auffassungsweise. »Aus diesen Erfahrungen ziehe ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher einen Bau besitzt, der noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen inneren Theilen, jede Spur eines solchen verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder dichten Schleime besteht.«

Ich habe jetzt auf eine Arbeit aufmerksam zu machen, welche zu wenig beachtet worden ist, nämlich eine im Jahre 1870 erschienene Arbeit von CIACCIO.¹ »Nach meinen vielfachen Beobachtungen«, sagt dieser Forscher,

¹ G. V. CIACCIO, Beobachtungen über den inneren Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen und der Wirbelthiere im Allgemeinen. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd 10, 1870.

»scheint mir diese innere Structur in hohem Grade einfach. Mit Ausnahme der Hyaloidea und jener eigenthümlichen Zellen, die ihr unmittelbar aufliegen, besteht der Glaskörper ganz und gar aus Fasern und einer sehr durchsichtigen Materie, die etwas klebrig ist und homogen erscheint. Die Fasern sind ausserordentlich zahlreich, dünn, deutlich begrenzt, nicht platt, sondern rund; sie verlaufen nach verschiedenen Richtungen und sind dabei so mit einander verfilzt, dass ein wunderbar feines, unentwirrbares Netz daraus hervorgeht. Da, wo die Fasern ihre Richtung verändern und sich umbiegen, oder da, wo mehrere derselben sich zu einem Bündel vereinigen, das an einer anderen Stelle wieder zerfällt, beobachtet man kleine rundliche Körperchen von gleichem Durchmesser wie die Fasern», die an Fetttropfchen erinnern, aber in Aether unlöslich sind (BOWMAN's nuclear granules). Kerne sind sie nicht, vielmehr optische Durchschnitte sich umbiegender Fasern. Mit der Hyaloidea hängen die Fasern innig zusammen. Die gallertige Zwischensubstanz wird nach Behandlung mit Chromsäure oder Alkohol körnig (Niederschlag), und viele rundliche Körperchen (Fett) treten auf. Gegen eine durch Reagenzien hervorgerufene künstliche Entstehung der Fasern sprechen die Regelmässigkeit und die scharfen Ränder der Fasern, und ebenso der Umstand, dass es CIACCIO gelungen ist, sie auch an frischen Glaskörpern deutlich wahrzunehmen. In dem Glaskörper giebt es, sagt er, keine andere Art von Zellen, als die an der innern Oberfläche der Hyaloidea aufsitzenden, unregelmässig zerstreuten *cellulae subhyaloideae*. Das von R. VIRCHOW im Glaskörper beschriebene Mucin konnte CIACCIO nicht finden. Abbildungen des Fasergeflechtes sind der Abhandlung leider nicht beigelegt.

Sodann suchte SMITH¹ im menschlichen Glaskörper, nach Behandlung desselben mit Carbonsäure, nachzuweisen, dass die peripheren Theile concentrisch geschichtet sind und der centrale Theil einen strahligen Bau besitzt. Gleich danach suchte auch STILLING² durch Imbibitionsversuche darzulegen, dass es im Glaskörper einen Kern und eine Rinde giebt, von welchen der Kern oft eine vom Cloquet'schen Kanal, der nach STILLING und SMITH offen ist, ausgehende »Dreihörnchenfigur« zeigt, während die Rinde concentrisch geschichtet ist.

In seinen »Studien über den Glaskörper« bemerkt BLIX,³ dass er, nach längerer Behandlung des Glaskörpers mit Chromsäure oder Kalibichromat, constant im Glaskörpergewebe ein Netz feiner, in allen möglichen Richtungen sich kreuzender Fasern gefunden habe. Bei genauerer Untersuchung sah er diese Fasern eine gewisse Anordnung darbieten, indem sie in vielen Knotenpunkten zusammenflossen. Diese Punkte zeigten sich bei stärkerer Vergrösserung als spindel- oder sternförmige glänzende Zellen, in denen jedoch weder Kerne noch Körner zu finden waren. Die feinen Fasern, welche von diesen Zellen unregelmässig oft zu 5 oder 6 entspringen, sind im Allgemeinen lang und geschlängelt, und bei genauerer Betrachtung lassen sich Anastomosen mit Fasern anderer Zellen nachweisen. In den peripherischen Partien ist das Fasernetz viel dichter als in den centralen.

Nach IWANOFF,⁴ welcher den den Glaskörper enthaltenden Abschnitt im Stricker'schen Handbuch (1872) verfasst hat, zeigt am frischen Organ der peripherische Theil deutliche Verschiedenheiten vom centralen, indem ersterer ausgesprochen geschichtet, letzterer homogen erscheint. An der Ora serrata ist die Oberfläche des Kerns nur durch eine sehr dünne, faserige Lage getrennt. »Die Fasern dieser Lage laufen parallel der Oberfläche des Glaskörpers in wellenförmigen Bündeln und haben einige Aehnlichkeit mit Bindegewebsfasern. Diese ganze, so veränderte Schicht schlägt sich schliesslich nach innen der Sehaxe zu um, und bedeckt die ganze vordere Fläche des Glaskörpers.« Diese Schicht ist nicht eine einzige, sondern besteht aus mehreren zusammengedrängten, unter einander locker verbundenen Schichten. »Im vorderen Theil des Glaskörpers treffen wir in der Corticalschicht ausser den bereits erwähnten, dem Bindegewebe ähnlichen Fasern noch eine bedeutende Anzahl anderer, die den elastischen Fasern gleichen. Sie beginnen als äusserst feine, geschlängelte Fasern schon im Aequator des Auges; in grosser Anzahl aber treten sie erst an der Ora serrata auf; von hier an biegen sie, der Limitans dicht anliegend, in die Pars ciliaris retinae ein und bilden hier den Anfang der Zonula Zinnii.« Membranen existiren im Glaskörper nicht, aber die Möglichkeit eines geschichteten Baues ist dadurch keineswegs ausgeschlossen. Die Zellen des Glaskörpers liegen nur in seinen äusseren Schichten, in den tiefern begegnet man nur Derivaten derselben, Kernen mit geschrumpften Bläschen. Unter den mannigfaltigen Formen kann man drei Hauptgruppen unterscheiden: runde Zellen mit grossen Kernen, spindel- und sternförmige Zellen und runde Zellen mit einer grossen runden Blase.

¹ D. SMITH, Structure of the adult human vitreous humour. The Lancet, 1868.

² J. STILLING, Eine Studie über den Bau des Glaskörpers. Archiv für Ophthalmologie, Bd 15, 1869.

³ C. BLIX, Studier öfver glaskroppen, Medicinskt Archiv, Bd 4, 1868.

⁴ A. IWANOFF, Glaskörper, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Bd 2, 1872.

In seiner im Græfe-Sämisch'schen Handbuche veröffentlichten Darstellung vom Bau des Glaskörpers lieferte SCHWALBE¹ eine kritische Revue der prägnanteren Angaben der verschiedenen Forscher, ebenso Copien der bekannten Figuren von HANNOVER und STILLING. Die Dreihörnchenfigur STILLING's, sagt er, verdankt wohl unzweifelhaft einer künstlichen Zerklüftung ihrer Entstehung. »Nicht so absprechend möchte ich über die concentrischen Spalten der Rinde urtheilen.« Der Centralkanal ist von einer glashellen, elastischen Membran ausgekleidet, welche in der Area Martegiani in die Hyaloidea überzugehen scheint. Im Glaskörpergewebe sind die drei von IWANOFF beschriebenen Zellenhauptformen zu unterscheiden, namentlich in den peripherischen Schichten; zahlreiche Uebergangsformen sind aber vorhanden. Fixe Bindegewebszellen kommen im Glaskörper nicht vor. Was die Fibrillenzüge des Gewebes betrifft, so sind sie selten im frischen Organ nachzuweisen. Die von IWANOFF in der Gegend der Ora serrata beschriebenen feinen Fibrillenbündel sind wohl vorhanden, den alleinigen Ursprung der Zonulafasern aus ihnen hielt SCHWALBE aber nicht für sicher erwiesen.

Später² gab SCHWALBE eine erneute Darstellung des Glaskörperbaues. Er referirte hier die verschiedenen Anschauungen der Autoren und äusserte dann: »Mit Hülfe aller dieser Beobachtungen würde sich also für die Glaskörpergallerte der untersuchten Säugethiere ergeben, dass dieselbe aus einer von feinen wandungslosen concentrischen Spalträumen durchsetzten Rindenschicht und einem damit continuirlichen von solchen Spalten freien Kern besteht, welcher letzterer in seinem Inneren den von einer Membran begrenzten Canalis hyaloideus birgt.« Im Kern strahlen (nach Behandlung mit Müller'scher Lösung) von einer den Centralkanal einschliessenden compacteren Masse eine grosse Zahl von Scheidewänden radiär zur Peripherie aus, so dass der Querschnitt mit HANNOVER passend dem Querschnitt einer Apfelsine verglichen werden könnte. Die radiären Scheidewände sind aber auch hier keine Membranen, sondern geschrumpfte Reste von Glaskörpersubstanz, zwischen denen sich im frischen Zustande höchst wahrscheinlich nur capilläre radiäre Spalträume finden. Der reife Glaskörper besitzt keine fixen Bindegewebszellen.

Schon zwei Jahre vorher hatte indessen HANS VIRCHOW³ seinen hier oben erwähnten Vortrag über den Glaskörper gehalten. »Der Glaskörper«, sagte er, »wird gebildet aus Flüssigkeit und einem Gerüst von Fasern; diese haben die physikalische Eigenschaft der Festigkeit, wie dadurch bewiesen wird, dass sie im Stande sind, eine Last zu tragen.« Nachdem er seine Belastungsversuche beschrieben hat, giebt er folgende Beschreibung des Gerüsts, welche ich hier ihrer Wichtigkeit wegen vollständig anführe: »Die Faser, das morphologische Element des Glaskörpergewebes, ist drehrund und glatt und mit anderen Fasern nicht in Form von Fibrillenbündeln, sondern gerüstartig verbunden; womit jedoch nicht ausgeschlossen sein soll, dass bei pathologischen und bei senilen Veränderungen ein fibrillärer Bau des Glaskörpers erscheint. An Vereinigungsstellen ('Knotenpunkten') von drei oder mehr Fadenstücken findet man keine Anschwellungen und keine Ab- oder Zunahme der Dicke der Fadenstücke. Zuweilen treffen mehrere Fäden in einem Punkte zusammen, so dass Stellen des Gerüsts einen strahligen Charakter bekommen. Das Gerüstwerk ist so eng, dass an vielen Stellen seine Maschen nicht im Stande wären, ein rothes Blutkörperchen aufzunehmen; ja es kann so dicht werden, dass es den Charakter einer 'moleculären' Substanz annimmt. An einigen Stellen sind die Maschen langgezogen und die Fasern dicht aneinandergelegt, so dass der Anschein eines streifigen Gewebes entsteht; dies findet man typisch an der Oberfläche des Glaskörpers sowohl unter der Grenzhaut wie hinter dem Petit'schen Raum. Das Fasergerüst wurde am deutlichsten getroffen im Auge des Igels, und fand sich ferner beim Menschen, Schimpanse, Orang-Utan, Kaninchen, Maus, Alligator, Frosch. Nicht zu verwechseln ist der geschilderte Gewebsbestandtheil mit den isolirten, stärker lichtbrechenden Fasern, wie man sie bei der Untersuchung vieler Glaskörper, immer aber bei Frosch, Cyprinoiden und vor Allem beim Wels an der Oberfläche trifft.«

Im Jahre 1886 veröffentlichte HAENSELL⁴ eine Mittheilung über den Bau des Glaskörpers der Neugeborenen (Kaninchen, aber auch Ochsen, Katzen, Menschen), in den ersten zwei Wochen nach der Geburt. Der Glaskörper der Neugeborenen besteht nach ihm aus zwei Theilen, einem centralen und einem peripherischen. Ersterer dient zur Bildung des Canalis Cloqueti und der Zonula Zinnii, letzterer zur Bildung der eigentlichen Glaskörpersubstanz

¹ G. SCHWALBE, *Græfe-Sämisch's* Handbuch der gesammten Augenheilkunde, Bd I, 1, 1874.

² G. SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887.

³ HANS VIRCHOW, Die morphologische Natur des Glaskörpergewebes, Bericht über die 17. Versamml. der Ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg, 1885. Klin. Monatsblätt. f. Augenheilk., 23. Jahrg., Beilageheft.

⁴ PAUL HAENSELL, Recherches sur le corps vitré, Bulletin de la clinique nationale ophthalmique de l'hospice de Quinze-Vingts, t. 4, 1886.

und der Hyaloidea. Der Glaskörper ist aus Zellen zusammengesetzt und stellt ein wirkliches Bindegewebe dar, dessen Zellen ein protoplasmatisches Netz bilden und zu Lamellen geordnet sind. In den Kernen der Glaskörperzellen giebt es ein System von Fasern, welche in das Protoplasma eindringen und durch die protoplasmatischen Fortsätze mit Fasern der Nachbarzellen zusammenhängen. Das Glaskörpergewebe ist von einem Endothelium bekleidet, welches während der Entwicklung die Hyaloidea bildet. Hinten, in der Nähe der Papille, kommen Mitosen in den Zellen vor, woraus hervorgeht, dass der Glaskörper v. A. dort sich vergrössert. Während der Entwicklung bildet sich das Protoplasma der Zellen in eine durchsichtige Masse, die Grundsubstanz, um. Bei Erwachsenen bleibt nur ein Netz feiner protoplasmatischer Fasern zurück, deren Knotenpunkte von kleinen glänzenden Körperchen gebildet sind, welche die Reste der Kerne darstellen. Zwischen den Häutchen (les lamelles) ist eine Flüssigkeit vorhanden.

Später¹ gab HAENSELL eine ausführlichere Darstellung seiner Befunde, v. A. beim *Kaninchen*. Um die centrale, im foetalen Zustande die Art. hyaloidea enthaltende Partie, welche trichterförmig ist und die breitere Oeffnung an die Linse wendet, sah er eine verdichtete Wand, die mit der peripherischen Partie zusammenhängt und ihr angehört. Die centrale Partie wird allmählig verkleinert. In der peripherischen Partie kann man drei Theile unterscheiden, nämlich die erwähnte Wandung des Trichters, die eigentliche Glaskörpersubstanz und eine äussere verdichtete Schicht. Die eigentliche Glaskörpersubstanz besteht beim neugeborenen Kaninchen aus Zellen, welche durch protoplasmatische Verbindungen mit einander vereinigt sind und ein Zellennetz bilden, dessen Maschen von einer muco-albuminösen Flüssigkeit ausgefüllt sind. Die Zellen bestehen aus sternförmigen Kernen, welche die oben genannten Ausläufer durch die Protoplasmabrücken aussenden. Gegen den 15. Tag ist alles körnige Protoplasma in eine hyaline Substanz umgebildet. Auch die Kerne werden in analoger Weise transformirt; ihre Fäserchen bleiben jedoch zurück. Die verdichtete äussere Schicht wird von einem polygonalen Endothelium gebildet, welches als eine Membran abgelöst werden kann und aus dessen Zellenprotoplasma später die Hyaloidea sich entwickelt. Im Glaskörper *Erwachsener* besitzt nicht nur die peripherische oder Rindenpartie, sondern auch die centrale einen geschichteten Bau, doch ist in der letzteren die Substanz von gefensterten Membranen gebildet, welche von der Wandung des Cloquet'schen Kanales nach der Rindensubstanz hin radiiren.

In einer in demselben Jahre (1888) erschienenen Abhandlung beschrieb STRAUB² die von der Ora serrata des menschlichen Auges ausgehenden Membranen. Die Grenzhäute (Limitans hyaloidea anterior und posterior) sind nach ihm die äusserste Lage von einer grossen Anzahl gleich aussehender, den ganzen Glaskörper durchsetzender Häute. »Der grösste Theil derselben entsteht genau an der Ora serrata, an welcher sie mit innigen Verbindungen festgeheftet sind; die übrigen Häute gehen von dem nach vorn convexen Theile der Limitans anterior ab.« Die an der Ora serrata entstehenden verlaufen mehr der Netzhaut, die von der vorderen Grenzhaut abgehenden mehr der hinteren Linsenfläche parallel. An der Papille treten die Häute wieder zusammen. Die Haupttrichtung der Glaskörperhäute ist immer quer zu den Meridianen, so dass sie in meridionalen Schnitten meistens als dünne Bänder erscheinen. Beim Menschen gehen 8—10 Häute von der Ora serrata ab, während 3—4 mehr nach vorne ihre Insertion haben. Zwischen diesen finden sich sehr viel zartere Gebilde, welche mit dem gröberen Gerüste in Zusammenhang stehen.

Seit jener Zeit ist meines Wissens keine Specialarbeit über den normalen Bau des Glaskörpers mehr erschienen. Durchmustert man die in den letzten Jahren herausgegebenen Lehrbücher, so findet man — und darüber kann man sich in der That nicht wundern — im Allgemeinen auf die referirten Ergebnissen der speciellen Untersuchungen gestützte, ziemlich schwebende Darstellungen. »Den besten Ausdruck«, sagt TOLDT³, »für die thatsächlichen Verhältnisse gibt, wie es scheint, die von STILLING herrührende Darstellung, der gemäss man an dem Glaskörper eine Rindenschichte und einen Kern zu unterscheiden hat. Die erstere besteht aus concentrischen Lamellen der geformten Substanz, zwischen welchen schalenförmige Spalträume zur Aufnahme der Flüssigkeit übrig bleiben. Die Rinde umgibt aber den Kern nicht vollständig, sondern endigt vorne an der Ora serrata, reicht also nicht bis zur Linse heran. Der Kern lagert in der Rinde, etwa wie ein Ei im Eibecher, indem er über sie hervorragt und in der tellerförmigen Grube frei zu Tage liegt.« Dann erwähnt TOLDT die Befunde von HANS VIRCHOW;

¹ PAUL HAENSELL, Recherches de la structure et l'histogénèse du corps vitré normal et pathologique. Thèse p. l. doctorat en Médecine. Paris, 1888.

² M. STRAUB, Beitrag zur Kenntniss des Glaskörper-Gewebes. Archiv für Ophthalmologie, Bd 34, 1888.

³ C. TOLDT, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., 1888.

nach diesen »soll der Glaskörper aus einem durch drehrunde, platte, netzförmig verbundene Fasern hergestellten Gerüste bestehen, in dessen Lücken die Flüssigkeit enthalten sei».

MERKEL¹ ist mehr skeptisch. »Eine Structur«, sagt er, »ist bis heute im Glaskörper überzeugend nicht nachzuweisen gewesen; denn wenn ihn der eine Forscher (HANNOVER) nach Art einer Apfelsine mit radiären Scheidewänden, der andere (BRÜCKE u. A.) nach Art einer Zwiebel mit concentrischen Lamellen gebaut sein lässt, so genügt schon diese Nebenaneinanderstellung, um die Unsicherheit in Bezug auf eine Structur anzudeuten.« »H. VIRCHOW«, setzt er fort, »hat jüngst durch Versuche erweisen wollen, dass der Glaskörper aus Flüssigkeit und einem Fasergerüst besteht. Man wird geneigt sein, dieser Angabe beizustimmen, da der Glaskörper auch ohne Behandlung im Alter Fäserchen erkennen lassen kann und da in ihm fibrillär gebaute Narben vorkommen. Auch an gehärteten Glaskörpern gelingt es zuweilen ganz gut, eine faserige Beschaffenheit wahrzunehmen. Von der Existenz einer *Membrana hyaloidea* habe ich mich«, fügt MERKEL hinzu, »bis jetzt trotz aller Mühe nicht überzeugt, bin vielmehr der Ansicht, dass dieselbe, wenn sie auftritt, ein Product der angewandten Conservirungsflüssigkeiten ist. Dabei soll jedoch nicht geleugnet werden, dass die Faserung, welche gehärtete Präparate zeigen, an der Oberfläche am dichtesten ist. Eigene Zellen beherbergt der Glaskörper nicht; die in seinen Randpartien vorkommenden zelligen Gebilde sind als Wanderzellen anzusehen.«

SCHIEFFERDECKER² fasst die Glaskörpersubstanz als homogene Grundsubstanz auf. Das Gallertgewebe kann, sagt er, in das fibrilläre Bindegewebe übergehen. Es kann aber umgekehrt auch die Grundsubstanz homogen bleiben und an Masse zunehmen, während die Zellen theilweise zu Grunde gehen, so wird es zum *Glaskörper* des Auges. »Da dieser somit eine bindegewebige Intercellularsubstanz darstellt, so ist es nicht wunderbar, dass sich in demselben unter bestimmten pathologischen Verhältnissen auch beim Erwachsenen noch eine Differenzirung in Fibrillen zu entwickeln vermag.«

In der neuen in diesem Jahre herausgegebenen Auflage seines trefflichen Lehrbuchs äussert RAUBER³: »Die Glaskörpergallerte ist nicht structurlos; sie enthält vielmehr in bedeutender Menge feine durchsichtige Fäden, welche Bindegewebsfibrillen entsprechen, und Bindegewebszellen von verschiedener Form. Dass auch Wanderzellen (Leucocyten) im Glaskörper vorkommen, wurde schon erwähnt. Was die *Fasern* betrifft, so durchziehen sie den Glaskörperraum in *meridionalen* Zügen und zugleich in concentrischer Anordnung, so dass sich hieraus eine *lamellöse* Beschaffenheit des Glaskörpers ergibt. Diese Richtung wird gekreuzt durch *radiäre* Züge, welche nach Art der Scheidewände einer Apfelsine den Raum abtheilen. In der Gegend der Fossa patellaris sind die Fasern besonders zahlreich und zugleich unregelmässig durcheinandergewirrt. Hinten beginnen die Fasern an der Eintrittsstelle des Sehnerven.«

Und schliesslich hat SCHÄFER⁴ in der ebenfalls in diesem Jahre erschienenen neuen (10.) Auflage des trefflichen Quain'schen Lehrbuchs die durch verschiedene Erhärtungsmethoden hervortretenden Schichtungen des Glaskörpers erwähnt. »In Folge des Aussehens, das durch solche Präparationsmethoden erhalten wird, haben verschiedene Forscher den Schluss gezogen, dass wenigstens in diesem Theil« — dem peripherischen, der Retina zunächst liegenden — »der Glaskörper durch eine Anzahl zarter, concentrisch und der Oberfläche parallel angeordneter Membranen in Räume abgetheilt ist; das Vorhandensein solcher membranösen Abtheilungen ist jedoch nicht endgültig dargelegt worden. Dass aber die Glaskörpersubstanz in einiger Weise aus festerem Material besteht — und zwar entweder in der Gestalt von zusammenhängenden Membranen, oder, wie H. VIRCHOW darthut, in derjenigen eines Netzwerks von Fasern — mit einer in den Maschen enthaltenen Flüssigkeit, wird durch die That- sache erwiesen, dass von einem auf ein Filtrum gelegten Glaskörper oder einem Stück desselben, stets eine kleine Partie zurückbleibt.« In Betreff der ebenfalls beschriebenen radiären Schichtung bemerkt SCHÄFER, dass man nicht weiss, ob eine präexistirende Structur dafür zu Grunde liegt. Die beiden bekannten Hannover'schen Figuren von dem Auge des *Pferdes* (mit concentrischer Schichtung) und des *Menschen* (mit radiärer Anordnung) sind indessen auch in dieser Ausgabe reproducirt worden.

¹ FR. MERKEL, Handbuch der topographischen Anatomie, Bd 1, 2, 1887.

² P. SCHIEFFERDECKER und A. KOSSEL, Gewebelehre etc., Bd 2, 1891.

³ A. RAUBER, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 4. Aufl., Bd 2, 2, 1894.

⁴ E. A. SCHÄFER, Quain's Elements of Anatomy, 10. Edit., Vol. 3, 3, 1894.

Ich habe in der obigen geschichtlichen Darstellung versucht, die Angaben über die Zonula Zinnii möglichst auszuschliessen, und zwar in der Absicht, nachher eine kurz gefasste Besprechung derselben zu geben. Was die Ansichten der älteren Forscher betrifft, so haben HENLE, SCHWALBE, IWANOFF u. A. sie schon zusammengestellt, weshalb ich hier auf ihre Darstellungen hinweisen kann. Bekanntlich sind schon in alter Zeit mehrere verschiedene Auffassungsweisen dargelegt worden. So nahm WINSLOW an, dass die Haut des Glaskörpers aus zwei Lamellen bestehe, welche hinten verschmolzen seien, nach vorne aber sich trennen und mit der vorderen und hinteren Linsenfläche verschmelzen. Von Anderen (CASSEBOHM, PETIT etc.) wurde die Haut als hinten einfach, nach vorne aber sich spaltend aufgefasst. Noch Andere hielten die Zonula für eine Fortsetzung der Retina. ZINN meinte, dass aus der Haut des Glaskörpers eine Membran entspringe. Von mehreren folgenden Anatomen wurde die Zonula als eine selbständige Membran betrachtet. »Es sind somit«, sagt IWANOFF, »in der älteren Literatur die verschiedensten Anschauungen über diese Frage verzeichnet, indem Einige das Strahlenplättchen für einen Theil des Glaskörpers, Andere für ein selbständiges Gebilde, wieder Andere für einen Theil der Retina hielten. In einer späteren Zeit hatte man sich im Allgemeinen dahin geeinigt, dass die Hyaloidea an der Ora serrata eine einfache Membran darstelle, die im weiteren Verlauf in zwei Lamellen sich theile, welche mit der vorderen und hinteren Linsenkapsel verschmelzen.« Gegen diese letztere Lehre trat HENLE auf, indem er die Grenzhaut als »Membrana limitans hyaloidea« zur Retina hinführte; die Zonula ciliaris geht nach ihm aus dem äusseren Blatte der sich an der Stelle, wo der Orbiculus ciliaris zum Corpus ciliare anschwellt, spaltenden Limitans hyaloidea hervor; das nach innen gehende Blatt der Limitans hyaloidea bekleidet die Fossa patellaris.

Der älteren Auffassung schloss sich SCHWALBE hauptsächlich an, während IWANOFF und MERKEL im Wesentlichen diejenige von HENLE aufnahmen. In innigem Zusammenhang mit der Frage von der Hyaloidea und der Zonula stand indessen die Frage von dem Vorhandensein eines Canalis Petiti hinter dem vorderen Blatte oder auch zwischen den beiden durch Spaltung entstandenen Blättern der Zonula. Die älteren Anatomen haben im allgemeinen einen Canalis Petiti im letzteren Sinne angenommen und ihn durch Einblasen von Luft dargestellt. HENKE fasste den Kanal als im Leben beinahe leer auf, indem er ihn mit einem serösen Raume verglich.

Nach KÖLLIKER,¹ welcher die Schwierigkeit des Problems hervorhebt, beginnen die Zonulafasern etwas hinter der Ora serrata an der Aussenseite der Hyaloidea, jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben, sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage, an Stärke zunehmend, unter häufigen Theilungen und Verbindungen, grösstentheils nebeneinander nach vorn, bis sie am freien Theile der Zonula eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen für sich darstellbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsenkapsel verschmelzen. Von der Ora serrata bis zum Anfang des Petit'schen Canales ist neben den Zonulafasern eine Hyaloidea nicht mehr zu unterscheiden, an dem Canale dagegen findet sich hinten gegen den Glaskörper eine zarte Begrenzung, die die hintere Wand des Canales bildet und dann in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube sehr innig mit dem hinteren Blatte der Linsenkapsel sich vereint.

Durch Injectionen von der vorderen Augenkammer aus legte SCHWALBE dar, dass rings um den Linsenrand ein ringförmiger Raum vorhanden ist, welcher sich jedoch nicht abgeschlossen zeigt, sondern durch feine Spalten mit der Kammer zusammenhängt.

Dann trat MERKEL² entschieden gegen die Existenz eines eigentlichen Canalis Petiti auf; bei Thieraugen bildet die Zonula auf dem Querschnitt ein dreieckiges Band, welches vom Gipfel der Ciliarfortsätze zur Kapsel überspringt und sich an dieser, den Linsenrand zwischen sich fassend, auf der vorderen und hinteren Fläche ansetzt. »Ein an dieser Stelle beschriebener Canalis Petiti existirt im lebenden Thiere nicht, und die Zonula ist für keine andere Flüssigkeit zugänglich, als für die den ganzen Körper überhaupt durchtränkende. Sie beginnt zugleich mit der Pars ciliaris der Retina und schliesst sich ihr aufs engste an.« Die Fasern entstehen sehr fein, an der Grenzlinie zwischen Ora serrata und Pars ciliaris; je weiter die Zonula vorrückt, um so mehr verstärkt sie sich durch hinzukommende Fasern, an der ganzen Ausdehnung der Limitans interna von der Ora serrata entweder bis zum Ende der Ciliarfortsätze an der Iris (Hund, Kaninchen) oder nur bis zum Gipfel derselben (Wiederkeuer). Die von der Höhe der Falten des Corpus ciliare kommenden Fasern legen sich diesem dicht an

¹ A. KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Aufl., 1867.

² FR. MERKEL, Die Zonula ciliaris. Habilitationsschrift, 1870.

und ziehen in gerader Richtung nach vorwärts, dem Gipfel der Ciliarfortsätze zustrebend. Die aus den Thälern kommenden Verstärkungsfasern verlassen dagegen ihre Ursprungsstelle in spitzem Winkel und verlaufen ganz allmählig, nach innen ziehend, durch die Furchen nach vorwärts, bis sie in gleiches Niveau mit den äussersten Fasern getreten sind. Auf ihrem Wege durchsetzen sie den äussersten Theil des Glaskörpers. Querschnitte durch diese Theile beweisen am besten, dass die Zonula keine »Membran« darstellt, denn es ist gar nicht zu verstehen, wie eine Membran verlaufen müsste, die alle diese Fasern in ihrer Fläche enthielte. Die Zonulafasern verfolgen nach ihrer Entstehung *drei* verschiedene Wege. Der geringste Theil biegt bald ab, um sich im Glaskörper zu verlieren; die zweite Art des Verlaufes ist die über die Unebenheiten des Ciliarkörpers wegspringend bis zu deren Spitze, von wo sie dann frei nach der Axe des Auges zustreben (die allermeisten Fasern); die dritte Art des Verlaufes (ziemlich viele Fasern) ist eine circuläre; hierdurch entsteht ein Band, welches sich vor die meridional-verlaufenden Fasern legt und sie von dem Inneren des Auges abhält. Die Zonulafasern treten nach kürzerem oder längerem Verlauf zu eng vereinigten Bündeln zusammen, die, in Uebereinstimmung mit SCHWALBE's Angabe, oft zu einem homogenen Strang werden. Die vordersten Fasern, welche die Rückwand der hinteren Augenkammer bilden, sind ohne Zweifel durch eine feste Zwischensubstanz (eine Art Kitt) zu einer Art Membran verbunden; dieser membranöse äusserste Theil ist es, welcher bis jetzt allein als Zonula beschrieben wurde; dahinten werden die Fasern immer feiner. In der Nähe der Linse zerspalten sich die Fasern und verlieren sich an der Kapselwand, und zwar nicht nur nach vorn vom Rande, sondern auch, wie HENLE angegeben hat, nach hinten davon (mindestens bis zu einem Mm); die letzteren Fasern sind äusserst vergänglich und deshalb im Allgemeinen übersehen worden.

Ich habe diese Angaben MERKEL's so ausführlich angeführt, weil sie die erste genauere Darstellung von dem Ursprung und dem Verlauf der Zonulafasern enthalten, obwohl sie nicht das Menschenauge betreffen.

IWANOFF¹ dagegen suchte, wie oben angedeutet wurde, den Ursprung der Zonulafasern in dem Glaskörper, und zwar in dessen Fibrillenbündeln in der Gegend der Ora serrata und noch eine Strecke vor dieser Stelle; in Betreff des Canalis Petiti schloss er sich HENKE und HENLE an.

Nach SCHWALBE² beginnt in der Gegend der Ora serrata die Hyaloidea sich allmählig zu verdicken und wird zur *Zonula ciliaris*; dieselbe bildet von nun an die vordere Wand des Petit'schen Kanals; die hintere ist mit der vorderen Fläche der verdichteten Glaskörper-Gallerte identisch. Eine Spaltung der Zonula an der Ora serrata in ein äusseres Zonula-Blatt und ein inneres, die Fossa patellaris auskleidendes, findet nicht statt. Der Petit'sche Kanal ist demnach als den übrigen Spalträumen in der Glaskörper-Gallerte gleichwerthig anzusehen.

Durch J. v. GERLACH's³ Untersuchungen wurde »die Zonula-Frage« noch eine Strecke ihrer Lösung entgegen geführt. Aus seinen Ergebnissen dürfte hier Folgendes anzuführen sein: Die Faserbündel der Zonula setzen sich nicht nur an der vorderen Fläche der Kapsel an, sondern ein grosser Theil derselben ist auch an der hinteren Kapselwand fixirt. Die Faserbündel unterliegen in ihrem Verlaufe zur Kapsel einer partiellen Kreuzung in der Art, dass ein Theil der von hinten kommenden Fasern an der vorderen und ein Theil der von vorn kommenden an der hinteren Kapselwand sich ansetzt. Die mittleren Fasern kreuzen sich sämmtlich. Zwischen den Bündeln der Zonulafasern existiren kleine unter einander communicirende Räumlichkeiten. Der Ursprung der Zonulafasern erstreckt sich von der Ora serrata bis zu den Gipfeln der Ciliarfortsätze. Der Ansatz der Bündel der Zonulafasern tritt an der vorderen Kapselwand der Sehaxe um ein Minimum näher als an der hinteren. Die Verlaufsweise sämmtlicher Faserbündel ist rein meridional; cirkuläre Faserbündel kommen in dem menschlichen Auge nicht vor. Der Petit'sche Kanal ist also als eine Art gefächerter Recessus der hinteren Augenkammer zu betrachten. Nach GERLACH spaltet sich an der Ora serrata die Hyaloidea in zwei Lamellen, von denen nur die äussere mit der Limitans verwachsen bleibt, während die innere den Glaskörper begrenzt. In Betreff des Ursprungs der Zonulafasern schloss er sich MERKEL an.

Dann trat AEBY⁴ auf und vertheidigte in energischer Weise die alte Anschauung von der Zonula und des Petit'schen Kanals. Durch eine Art von Fäulnissmethode isolirte er den Glaskörper zusammen mit der Linse und der

¹ A. IWANOFF, Glaskörper, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Bd 2, 1872.

² G. SCHWALBE, Græfe-Sæmisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde, Bd 1, 1, 1874.

³ J. v. GERLACH, Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges, 1880.

⁴ CHR. AEBY, Der Canalis Petiti und die Zonula Zinnii beim Menschen und bei Wirbelthieren. Archiv für Ophthalmologie, Bd 28, 1882.

Zonula, und fand nun die letztere als eine zusammenhängende Membran den Kanal vorne begrenzen. Die Hyaloidea umfasst nach ihm den Glaskörper allseitig, auch in seinem lenticularen Abschnitt.

Noch in demselben Jahre erschien eine Arbeit von BERGER.¹ Nach seiner Ansicht entspringen die hinteren Zonulafasern hinter der Ora serrata, und zwar theils aus der Grenzhaute des Glaskörpers, zum geringeren Theil aus dem Glaskörper selbst; die hinteren Enden der letzteren Ursprungsfasern sind zumeist bogenförmig eingerollt. Ausser den längsverlaufenden Zonulafasern kommen auch solche vor, welche eine Strecke cirkulär verlaufen. Auf dem freien Theile der Zonula hatte er beim 7-monatlichen menschlichen Foetus eine vollständige Lage epithelialer Zellen gesehen, beim Neugeborenen aber nur einzelne Zellen; Kerne kommen in der Zonula jugendlicher Individuen reichlicher vor als bei älteren Leuten. Die Glashaut der Pars ciliaris retinae ist die Fortsetzung der Membrana limitans interna. Die Zonula liegt der Pars ciliaris im Orbiculus ciliaris und in dem hinteren Theile der Ciliarfortsätze enge an; im mittleren steht die Zonula bloss mit den Firsten der Ciliarfortsätze und den kleineren Erhebungen in Verbindung; im vorderen Theile ist die Zonula bloss mit den Firsten der Ciliarfortsätze verbunden. Zwischen der Zonula, dem Ciliarkörper und dessen Fortsätzen entstehen Hohlräume (KUHNT) dadurch, dass die Zonula sich den Thälern nicht anschmiegt; die Hohlräume stehen mit der hinteren Kammer, aber nicht mit einander, in Communication. Von der Limitans interna und der Glashaut der Pars ciliaris retinae gehen Fasern zur Zonula, welche theils einzeln, theils lamellenartig angeordnet sind; im mittleren und im vorderen Theile des Corpus ciliare liegen sie in den Kuhnt'schen Hohlräumen. Zarte kurze Fasern halten die Zonula an die Ciliarfortsätze befestigt. Diese *Stützfasern* verlaufen nach vorn, einzelne auch, nach ihrem Uebergange in die Zonula, nach hinten. Die von dem Ciliartheil kommenden längeren Fasern sind *Spannungsfasern*.

Im Jahre 1885 erschien dann eine Arbeit von CZERMAK², welche »die Zonulafrage« ihrer Lösung noch ein Stück näher brachte. Durch die Celloidin-Einbettung gelang es ihm, Präparate zu bekommen, welche die Zonulafasern in natürlicher Lage wiedergeben. Er widmete den Aeby'schen Angaben eine strenge Kritik und zeigte, dass dieser Forscher seine Präparate unrichtig gedeutet hatte, indem die abgelöste Glashaut der Pars ciliaris retinae von ihm als eine Zonulamembran angesehen worden war. Die Zonula ist, sagt CZERMAK, kein häutiges Gebilde, sondern ein ziemlich complicirtes System von Fasern; der von diesen Fasern durchzogene Raum gehört zur hinteren Kammer; es giebt keinen Canalis Petiti, ebenso keine Kuhnt'schen Räume. Die Ursprungsfäserchen der Zonula kommen aus der Glaslamelle der Pars ciliaris retinae nicht weiter hinten als circa 1 Mm. vor der Ora serrata, kein einziges aus dem Glaskörper. Die Glaslamelle geht hinten in die Grenzschichte des Glaskörpers über; diese Schichte hat, wie der ganze Glaskörper, eine zarte, feinwellige Fasergrundlage. CZERMAK unterschied in der Zonula drei Arten primärer Fäserchen: Die *orbiculo-* und *cilio-capsulären*, die *orbiculo-ciliaren*, welche vom Orbiculus entspringen und sich am Corpus ciliare inseriren, und die *inter-* und *intraciliaren*, welche von einer Ciliarkörperwand zur anderen ziehen. Die von CZERMAK von der Zonula mitgetheilten Figuren sind im Ganzen die besten, welche bisher veröffentlicht worden sind, obwohl sie in mehrerer Hinsicht Manches zu wünschen übrig lassen.

SCHOEN³, welcher eine Darstellung der Ansätze der Zonulafasern an der Linsenkapsel gab, vertheidigte dabei die Existenz einer Hyaloidea propria, auch am vorderen Umfang des Glaskörpers; ihr liegen die hinteren Zonulafasern dicht an.

In seinem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane⁴ beschrieb SCHWALBE die Zonula als die radiär gefaltete vordere Fortsetzung der Membrana hyaloidea zur Linsenkapsel; der grössere Theil der Zonula, von der Ora serrata bis zur Spitze der Ciliarfortsätze, ist mit dem Ciliarkörper in eigenthümlicher Weise verwachsen, lässt aber zwischen jedem Zonulaberg und dem Ciliarkörperthale einen Zwischenraum, die Recessus camerae posterioris von KUHNT. Innerhalb des Orbiculusgebietes ist die Zonula mit der cuticularen Limitans p. c. retinae überall fest verklebt, der Art, dass sich nirgends ein Spaltraum zwischen beiden findet. Die Zonulafasern beginnen fein zugespitzt an der Ora serrata, nehmen in der Richtung zu den Gipfeln der Ciliarfortsätze rasch an Stärke und Zahl zu, so dass sie am Beginn der Ciliarfortsatz-Erhebungen bereits ein dichtes Gitter bilden, zwischen dessen Fasern aber immer noch neue entstehen können. Durch Anlagerung und Verschmelzung der feinen, aus den Ciliarthälern kommenden *Spannfasern* von BERGER erhält die Zonula-Lamelle weitere Verstärkungen. Innerhalb des ganzen ver-

¹ BERGER, Beiträge zur Anatomie der Zonula Zinnii. Archiv für Ophthalmologie, Bd 28, 1882.

² WILHELM CZERMAK, Zur Zonulafrage. Archiv für Ophthalmologie, 31. Bd, 1885.

³ SCHOEN, Zonula und Grenzhaute des Glaskörpers, Archiv für Ophthalmologie, Bd 32, 1886.

⁴ G. SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887.

wachsenen Theils sind die Zonulafasern durch eine mit der Fasersubstanz identische und continuirliche Masse zu einer Membran vereinigt, so dass die Fasern eigentlich nur Verdickungen der Membran darstellen.

In seinem Handbuch der topographischen Anatomie kam MERKEL¹ noch einmal auf die Zonulafrage zurück, und zwar diesmal beim Menschen. Ihre Fasern, sagt er, welche genetisch dem Glaskörper zugehören, kommen von der Innenfläche der Pars ciliaris retinae durch die vorderste Schicht des Glaskörpers her, und zwar entspringen sie von der Ora serrata an bis zum Gipfel der Ciliarfortsätze. Die Faserbündel der menschlichen Zonula sind spärlich, so dass hier von einem geschlossenen Bande keine Rede sein kann; das Kammerwasser kann zwischen ihnen zur Vorderfläche des Glaskörpers gelangen. Ein Canalis Petitii existirt nicht. Die Cirkulärfasern des Schafauges sind beim Menschen nicht vorhanden. Eine Kreuzung der Fasern findet in der Art statt, dass ein Theil der von vorn entspringenden Fasern an die hintere Linsenkapsel herangeht, und umgekehrt.

In Widerspruch zu SCHWALBE's Auffassung von dem hinteren Theil der Zonula als eine geschlossene Membran hob TOPOLANSKI² hervor, dass sie *von ihrer Entstehung an nur Faser ist und Faser bleibt*. Das Ursprungsgebiet der Zonulafasern beginnt 1—1.5 Mm. nach vorn von der Ora serrata; aus dem Glaskörpergewebe dahinten entstehen sie nicht. Dieser Autor gab nun eine sehr eingehende Beschreibung von dem Verlauf und dem übrigen Verhalten der Zonulafasern, die sich jedoch hier kaum referiren lässt, weshalb ich auf das Original verweisen muss. In Betreff der Eintheilung der Fasern schloss er sich CZERMAK an.

In einer kurz gefassten Mittheilung gab v. GARNIER³ eine zutreffende Beschreibung der Zonula. Darin betont er, dass dem ganzen vorderen Abschnitt des Glaskörpers eine hyaloide Membran fehlt. Alle Zonulafasern verlaufen meridional. Im Aufbau der Zonula sind Haupt- und Hilfsfasern zu unterscheiden (Spannungs- und Stützfaser BERGER's). GARNIER unterschied ferner folgende Hauptfasersysteme: *Fibrae orbiculo-antercapsulares, f. orbiculo-posterocapsulares, f. cilio-posterocapsulares, f. æquatoriales* (hauptsächlich in jugendlichen Augen). Bei Neugeborenen ist die Zahl der Zonulafasern bedeutend grösser; im Greisenalter schwindet allmählig die grosse Zahl.

Da diese geschichtliche Darstellung den dafür bestimmten Raum schon bedeutend überschritten hat, werde ich in Betreff der Zonula nicht die Beschreibung der neuesten Lehrbücher anführen. Ebenso habe ich einige älteren speciellen Abhandlungen, in denen ich keine wichtigeren Angaben finden konnte, des Raumes wegen nicht referirt. Aus dem oben Angeführten, welches jedenfalls die bedeutenderen Fortschritte in diesen Fragen enthält, geht hervor, dass in Betreff »der Zonulafrage« die Anschauungen allmählig einen festen Boden gewonnen haben, obwohl noch mehrere verschiedene Ansichten gegen einander stehen. Hinsichtlich »der Glaskörperfrage« ist man offenbar von einer sicheren Kenntniss weiter entfernt.

Ich gehe jetzt zu meinen eigenen Untersuchungen über und beginne mit der Darstellung des *Glaskörpers* selbst. Um sie aber so kurz wie möglich zu machen, werde ich mich v. A. an die hier unten veröffentlichten Abbildungen halten, die besser als jede Beschreibung geeignet sind, die Bauverhältnisse zu demonstrieren. Ich beklage nur, dass ich die Gravure der Tafeln zu spät begonnen habe, so dass ich diesmal von der Veröffentlichung vieler Abbildungen absehen und mich auf eine Auswahl beschränken musste. Hoffentlich werde ich ein anderes Mal die Gelegenheit dazu finden, eine grössere Anzahl von ihnen mittheilen zu können. Dies betrifft besonders die Entwicklung des Glaskörpers, die Altersverschiedenheiten seines Gewebes, den Bau der Zonula Zinnii und die Verschiedenheiten des Glaskörperbaues bei den Thieren. Aus diesen Capiteln kann ich also wegen Mangel an Abbildungen nur einzelne Bruchstücke mittheilen; diese reichen jedoch meiner Ansicht nach hin, um darzulegen, dass die fraglichen Capitel durchgreifende, auf gute Abbildungen gestützte Untersuchungen erfordern.

Meine Untersuchungen sind, wie ich schon hervorgehoben habe, an verschiedenen Repräsentanten des Wirbelthierreichs ausgeführt, nämlich an Augen von *Hecht, Salamander und Frosch*, von *Huhn, Kaninchen, Schwein, Schaf, Ochsen, Katze, Hund und Mensch*. Da ich aber des Raumes wegen nur von einigen Geschöpfen Abbildungen mittheilen kann, werde ich mich hauptsächlich auf das Auge des *Menschen* und *Kaninchens* beschränken, ausserdem aber auch von dem des *Frosches* einige Figuren hinzufügen.

Was die von mir angewandten Methoden anbelangt, so habe ich manche verschiedene Erhärtungsflüssigkeiten versucht. Als die besten haben sich die 3 % Bichromatlösung und die Flemming'sche Flüssigkeit bewährt.

¹ FR. MERKEL, Handbuch der topographischen Anatomie, Bd 1, 1887.

² A. TOPOLANSKI, Ueber den Bau der Zonula und Umgebung nebst Bemerkungen über das albinotische Auge. Archiv für Ophthalmologie. Bd. 37, 1891.

³ R. v. GARNIER, Ueber den normalen und pathologischen Zustand der Zonula Zinnii. Archiv für Augenheilkunde, Bd 24, 1892.

Aber die Sublimatlösung (1—2 %) zeigt sich auch dafür brauchbar. Ein langsames allmähliges Ueberführen der Präparate in Alkohol ist jedenfalls zu empfehlen. Ebenso eine sehr langsame und stufenweise geschehende Einbettung in Celloidin, und zwar nach einseitiger Öffnung der Sclera; gerade bei dem letzten Ueberführen der Augen in dickes Celloidin sinkt das Glaskörpergewebe gerne ein; hierdurch wird das Material oft verdorben.

Zur Färbung des eigentlichen Glaskörpergewebes habe ich die Anilinfarben sehr vortheilhaft gefunden, und zwar v. A. Gentianaviolett, Säurefuchsin, Rosanilin, Dahlia- und Bismarckbraun. Bei der Anwendung aller dieser Farben muss aber das Celloidin vorher entfernt werden. Da diese Procedur oft schwer ist und besonders leicht die Zonula in Unordnung bringt, ist es von grossem Nutzen, eine Färbungsmethode anzuwenden, bei welcher das Celloidin, ohne mitgefärbt zu werden, in den Präparaten bleiben kann: zu diesem Zweck habe ich das *Rubin* vortrefflich gefunden.

Was die *erste* Entwicklung des Glaskörpergewebes betrifft, so wissen wir ja aus der Entwicklungsgeschichte, dass es »in Verbindung mit den eindringenden Blutgefässen« entsteht; vom Anfang an ist es aber so sparsam vorhanden, dass man kaum von einem von aussen her eindringenden Gewebe sprechen kann. Es entwickelt sich aber allmählig in der Umgebung der Gefässe, theils rings um den Stamm und die Aeste der Arteria hyaloidea, also in dem Raum hinter der Linse und an den Seiten derselben, theils auch nach aussen von den Vasa hyaloidea propria; an dem letzteren Ort bildet sich nämlich allmählig eine dünne, streifig erscheinende Schicht, welche die genannten Gefässe immer mehr von der Retina entfernt. Bei verschiedenen Thieren herrschen aber auch in dieser Hinsicht verschiedene Verhältnisse.

In dem in dieser Weise in der Umgebung der Blutgefässe entstehenden Glaskörpergewebe liegen hier und da Zellen zerstreut, die theils rundlich, theils spindelförmig sind. Diese Zellen stehen oft mit den Blutgefässen in naher Verbindung. Bald sieht man sie sogar mit der Gefässwand direkt zusammenhängen, bald schiessen sie kettenweise, ja sogar in strangartiger Anordnung von derselben aus. Ein Theil dieser Zellen gehören offenbar zu den sich neu entwickelnden Blutgefässen; es ist sogar möglich, dass die meisten solcher Natur sind, da aber manche noch eine rundliche oder spindelförmige Gestalt haben und in dem Gewebe zerstreut liegen, so lässt es sich von vorn herein nicht entscheiden, ob nicht ein Theil von ihnen dem Gewebe angehören und bei dessen Bildung eine Rolle spielen. Dies ist für die Entstehung des Glaskörpergewebes eine fundamentale Frage, welche nicht ohne Weiteres entschieden werden kann.

Nachdem die Vasa hyaloidea propria in bekannter Weise verschwunden sind, erkennt man in dem streifig erscheinenden Gewebe noch immer, aber in verschiedener Anzahl, zerstreut liegende rundliche Zellen; diese von den Forschern beschriebenen Zellen bilden aber kein zusammenhängendes Zellennetz, wie man zuweilen angenommen hat; bald sind sie sehr sparsam, bald in etwas reichlicherer Menge vorhanden; ihre unregelmässig zerstreute Anordnung deutet nicht auf bestimmte Structurverhältnisse hin, obwohl das sie umgebende feine Faserwerk hier und da mit ihrem Protoplasma zusammenzuhängen scheint. In weiten Partien des Gewebes sind aber keine Zellen zu finden; sie machen deshalb im Ganzen den Eindruck zufälliger Elemente.

Die spätere foetale und nach der Geburt stattfindende Entwicklung des Glaskörpers habe ich v. A. beim Kaninchen und Menschen untersucht, ich werde doch diesmal, unter Hinweis auf die Figuren, nur einige Punkte davon besprechen. In der Fig. 1 der Taf. XXXII habe ich bei schwacher Vergrösserung den Meridionalschnitt eines 1-tägigen Kaninchens dargestellt. Hier sieht man den Glaskörper aus zwei Abtheilungen bestehen, einer centralen, um die Arteria hyaloidea und deren Aeste belegen, nach vorn hin sich trichterförmig öffnenden und einer nach aussen davon bis an die Retina reichenden Partie. Diese Abtheilungen des Glaskörpers sind allen Forschern bekannt, welche die Entwicklung des Auges und der Augengefässe studirt haben. Wir haben es hier mit dem Cloquet'schen Kanale zu thun, an dessen Wandung hin und wieder eine besondere, sogar glasartige Haut beschrieben wurde. HAENSELL hat diese Frage am besten behandelt; er beschrieb hier eine Verdichtung des faserigen Gewebes der äusseren Partie des Glaskörpers gegen die centrale Partie. Dies ist gerade richtig. Eine »hyaloide« Haut ist hier nicht vorhanden, sondern nur eine *verdichtete Grenzschrift*, welche nach aussen hin direkt in das eigentliche (peripherische) Glaskörpergewebe übergeht. In der Fig. 10 der Taf. XXVIII habe ich diese Grenzschrift (*gt*) zwischen dem Trichter- (*t*) und dem äusseren Glaskörpergewebe (*gl*) vom *Kaninchen* und in der Fig. 1 der Taf. XXIX die ganze vordere Partie des Trichters vom *Menschenfoetus* wiedergegeben.

Wenn man nun die beiden an den Seiten dieser Fasergrenzschicht befindlichen Gewebspartien genauer studirt, findet man schon bei geringerer Vergrößerung einen verschiedenen Bau. In dem Trichter ist das Gewebe grossmaschiger, und bei stärkerer Vergrößerung zeigt es die in der Fig. 6 der Taf. XXVIII (vom Kaninchen) wiedergegebene Structur; es besteht aus langen, theilweise körnig erscheinenden Fasern, welche in verschiedenen Richtungen ziehen und einander kreuzen; im Allgemeinen verlaufen die meisten Fasern der Länge des Trichters nach; die Maschen bekommen dadurch eine in dieser Richtung ausgezogene Gestalt. Beim Menschenfoetus (Fig. 2 der Taf. XXIX) zeigt das Gewebe ungefähr dasselbe Aussehen. Es handelt sich offenbar um ein Geflecht von feinen Fasern, an denen Körner perlschnurartig angeordnet sind; dass diese Körner von einem Niederschlag aus der umgebenden Flüssigkeit herrühren, konnte nicht dargelegt werden, da in den Maschen zwischen den Fasern keine körnige Masse nachweisbar war. Von dieser Beschaffenheit ist nun das rings um die Blutgefässe befindliche Gewebe in dem Cloquet'schen Kanale und der trichterförmigen Fortsetzung desselben hinter der Linse. An der verdichteten Grenzschicht geht es ohne scharfe Grenze in das Gewebe derselben über. Dieses letztere besteht aus einer dichten Lage von Fasern, welche der Länge des Kanales parallel verlaufen und nach aussen hin allmählig in das umgebende Gewebe des Glaskörpers übergehen (Fig. 1 der Taf. XXIX). Nach vorn hin biegt sich diese Schicht, als die Grenzschicht des Trichters, nach aussen hin und schmiegt sich dem hinteren Umfang der Linse an; in früheren Perioden des Foetallebens lässt sie aber hinter der Linse einen von dem oben beschriebenen Trichtergewebe aufgenommenen, spalt- oder schalenförmigen Raum offen, in späteren dagegen legt sie sich der Linse immer mehr an. Der Trichterraum wird nämlich allmählig verkleinert, indem die Blutgefässe bekanntermassen obliterirt und dann strangförmig werden, um zuletzt durch eine Art Auflösung zu verschwinden. Nach den Seiten hin, seitlich von der Linse findet beim Menschen im späteren Theil des Foetallebens, beim Kaninchen nach der Geburt eine Abgrenzung des eigentlichen Glaskörpers von der nach vorn davon belägerten Zonularegion statt. Dies geschieht dadurch, dass die Grenzschicht des Trichters sich immer mehr nach den Seiten hin fortsetzt, hinter den Ciliarprocessen nach hinten umbiegt und sich an die Pars ciliaris retinae anlegt. Das Auftreten dieser *vorderen Grenzschicht des Glaskörpers* geschieht aber sehr langsam, und erst im jugendlichen und noch mehr im erwachsenen Zustande ist eine solche Schicht, worauf ich unten zurückkommen werde, in prägnanter Weise darstellbar.

In dem nach aussen vom Trichter befindlichen, weitaus grössten Theil des Glaskörpers, dem eigentlichen Glaskörper, sieht man nach der Erhärtung in Kalibichromat, Chromsäure, Ueberosmiumsäure, Sublimat oder Alkohol, besonders schön aber nach der Behandlung mit Flemming'scher Lösung und nachheriger Celloidineinbettung nebst Färbung in Anilinfarben, schon bei mittlerer Vergrößerung einen deutlich faserigen Bau. Bei stärkerer Vergrößerung löst sich nun das sämmtliche Gewebe *in ein äusserst intricates Geflecht feinsten Fasern auf*, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und hier und da zu engeren Knotenpunkten zusammentreten, ohne jedoch netzförmig zusammenzuhängen. Die Fasern haben ein ziemlich steifes, hier und da gekörntes Aussehen und lassen zwischen sich offene Maschenräume, in welchen man keine Structur sieht, sondern nur das Vorhandensein der eigentlichen, wässrigen, Protein- und salzhaltigen Glaskörperflüssigkeit annehmen kann. Die Fig. 7 und 8 der Taf. XXVIII stellen das Aussehen des mit Fuchsin gefärbten Gewebes aus dem Glaskörper des *Kaninchens* dar. Einzelne körnige Zellen sind wohl noch in dem späteren Foetalstadium und sogar noch in den Perioden nach der Geburt wahrzunehmen, doch treten sie sehr spärlich auf und ähneln in hohem Grade Leucocyten (Fig. 8), weshalb viel für die Ansicht spricht, dass sie in dieser Periode wandernde Gäste sind.

Beim *Menschen* (Taf. XXIX, Fig. 3—6) ist in gut gelungenen Präparaten die Beschaffenheit des Gewebes noch charakteristischer. Vor Allem ist dies in der späteren Hälfte des Foetallebens der Fall. Zwar ist der Bau nicht überall ganz derselbe. Ueberall ist jedoch die faserige Natur stets vorhanden. Bald treten die Fasern in der Gestalt scharf markirter feiner Stränge auf, welche sich in der verschiedensten Weise kreuzen und hier und da in Kreuzpunkten zusammenlaufen, ohne aber unter einander zu anastomosiren. In guten Präparaten giebt dieses Fasergeflecht wahrhaft schöne Bilder, welche sogar in allem ihrem reichlichem Gewirr eine gewisse Regelmässigkeit und ein typisches Aussehen darbieten. Auf diesen Fasern liegen eigenthümliche, glänzende Kügelchen oder Körnchen von etwas wechselnder Grösse zerstreut (Fig. 4 der Taf. XXIX); die Natur dieser Körnchen habe ich nicht eruiren können; sie sind in wechselnder Zahl vorhanden, scheinen aber in dieser Periode constant vorzukommen; dass sie ein Niederschlag sind, ist kaum anzunehmen, da sie in den Spaltenräumen zwischen den Fasern frei nicht vorkommen. Hier und da verdichtet sich das Gewebe, indem eine grössere Zahl

von Fasern zusammenlaufen, in anderen Partien ziehen sie wieder aus einander und lassen grössere Räume frei (Fig. 4), in denen sich die Glaskörperflüssigkeit befindet. Das Fasergewebe ist aber auch im späteren Foetalleben nicht überall so scharf ausgeprägt. In anderen Partien desselben Glaskörpers, v. A. weiter nach hinten, zeigt es sich feinfaseriger; in etwas jüngerem Stadium, aus der Mitte der Foetalperiode, ist dies auch der Fall. In der Fig. 3 der Taf. XXIX ist eine Partie eines solchen Gewebes wiedergegeben; in demselben sieht man nun auch zellige Elemente zerstreut, von deren körnigem Protoplasma Fortsätze in verschiedenen Richtungen auslaufen, die in die Fasern des Gewebes überzugehen scheinen. Ich habe mir recht viel Mühe gegeben, um zu eruiren, ob hier wirklich ein Zusammenhang der Gewebsfasern mit den Zellen vorhanden ist, ich habe es aber sehr schwierig gefunden, dieses mit voller Sicherheit zu entscheiden. Oft scheint in der That ein solcher Zusammenhang ganz deutlich vorzuliegen, dann kommen aber wieder Bilder vor, welche darauf hindeuten, dass die Zellen ihre protoplasmatischen Fortsätze den Fasern nur anschmiegen. Sollte wirklich ein Zusammenhang vorliegen, so wäre die Entstehung des Fasergerüsts im Glaskörper aufgeklärt. Es giebt aber mehrere Verhältnisse, welche dagegen sprechen, v. A. die Spärlichkeit der Zellen und ihr vollständiges Fehlen in grossen Partien des Glaskörpers. In den späteren Perioden des Foetallebens und nach der Geburt ist die Anzahl der Zellen ebenfalls sehr spärlich und wechselnd, obwohl die Masse der Glaskörpersubstanz noch immer zunimmt.

Es ist offenbar dieses Fasergerüst, welches BOWMAN schon im Jahre 1849 in Chromsäurepräparaten des foetalen menschlichen Auges gesehen und erwähnt hat, obwohl es von ihm als netzförmig aufgefasst und auch so in seiner kleinen Figur abgebildet worden ist. Wahrscheinlich haben auch mehrere andere Forscher das Gerüst wahrgenommen, z. B. RUD. VIRCHOW, C. O. WEBER und CARL BLIX, obwohl sie es für ein zusammenhängendes Zellennetz angesehen haben. Am sichersten und richtigsten haben CIACCIO und HANS VIRCHOW den Bau des Glaskörpergewebes beschrieben. V. A. ist die, leider sehr kurze, Schilderung des letzteren Forschers durch und durch zutreffend. Auch diejenige von HAENSELL ist in mehrerer Hinsicht bemerkenswerth, obwohl sie meiner Ansicht nach an mehreren irrigen Anschauungen leidet, und zwar besonders im Betreff der Angaben über die Zellen. Sonderbarer Weise giebt es, ausser der kleinen Holzschnittsfigur von BOWMAN vom Jahre 1849, keine einzige Abbildung vom feineren Bau dieses Gewebes, eine Lücke, welche die hier unten mitgetheilten Abbildungen zum Theil ausfüllen dürften.

Einige Zeit nach der Geburt verändert sich, wie HAENSELL hervorgehoben hat, das Glaskörpergewebe des Kaninchenauges in der Weise, dass die Fasern noch heller erscheinen und sie die Farbstoffe weniger aufnehmen; ihre Anordnung verbleibt dieselbe. An einigen ziemlich bestimmten Stellen treten aber Verdichtungen der Substanz auf, welche derselben Natur sind, wie die Wandschicht des Cloquet'schen Kanales und des Trichters. Erstens findet sich in der Regel etwas nach aussen von dieser Wandschicht eine solche verdichtete Zone, welche auf Meridionalschichten beiderseits als dunklere Streifen imponirt und in einiger Entfernung vom Trichter, der Wandung desselben ziemlich parallel, nach der Gegend der Ora serrata hin zieht (Fig. 1 der Taf. XXXII; Fig. 4 und 9 *st* der Taf. XXVIII). Allmählig verdichtet sich auch, wie HAENSELL im Betreff des Kaninchenauges hervorgehoben hat, die äussere, peripherische Schicht des Glaskörpers, diese »Schicht« als eine besonders gebaute Partie des Glaskörpers aufzufassen, halte ich jedoch kaum für nöthig; indessen mag hier bemerkt werden, dass dieselbe vom Anfang an concentrisch streifig angelegt ist. Ferner verdichtet sich, wie oben bemerkt wurde, allmählig die vordere Grenzschiebt des Glaskörpers gegen den Petit'schen Raum hin (Fig. 5 *vg* der Taf. XXVIII), indem sich hier eine Art von zuweilen hyalin erscheinender, aber faserig gewebter Haut ausbildet, die keineswegs, wie es von vielen Forschern angenommen worden ist, mit der Hyaloidea etwas zu thun hat. Schliesslich bemerkt man in älteren Kaninchenaugen, ebenso in Schwein-, Katzen- und Hundaugen, wie hier und da verdichtete Membranen, welche die Anilinfarben stärker aufnehmen, sich vom vorderen Umfang des Glaskörpers, d. h. von dessen vorderer Grenzschiebt ablösen und in die Glaskörpersubstanz hineinziehen, um sich in ihr zu verlieren. Man findet bei diesen Thieren Verhältnisse, welche beim erwachsenen Menschenauge regelrecht vorkommen. Da ich aber auf den Tafeln für meine Abbildungen hiervon keinen Platz finden konnte, so werde ich bei den genannten Thieren auf diese Verhältnisse nicht eingehen. In dem Glaskörper des Kaninchens (und der Katze) treten während der foetalen Entwicklung ausserdem eine Art Fasern auf, die ich kurz besprechen werde. In der Fig. 4 der Taf. XXVIII sind sie angedeutet worden. Sie ziehen als scharf begrenzte und stark färbbare gerade Fasern von den Wandungen der Blutgefässe des hinter dem seitlichen Linsenumfange befindlichen Trichtergewebes und ziehen in radiärer Richtung durch das Glaskörpergewebe weit nach aussen hin. In der Fig. 2 der Taf. XXXII habe ich

bei starker Vergrößerung eine Partie einer solchen Faser abgebildet, um zu zeigen, wie sie sich bei dem Verlaufe durch das Gewebe verhält, das sie gleichsam wie ein Strickwerk mit sich zieht. Im *Froschaug*e werden wir ein ähnliches, aber noch prägnanteres Beispiel solcher Fasern wiederfinden.

Im Glaskörper des *Menschen* treten aber in der weiteren Entwicklung noch eigenthümlichere und charakteristischere Veränderungen auf. In den ersten Kinder- und Jugendjahren sind wohl diese Veränderungen in der Regel unbedeutend. Das Gewebe erscheint feinmaschig gewebt; von dem Cloquet'sche Kanal zeigen sich nach dem Verschwinden der Arteria hyaloidea nur schwache Spuren, und von dem grossmaschigeren Trichtergewebe findet man hinter der Linse nur sehr wenig übrig. Eine vordere Grenzschiicht gegen den Petit'schen Raum bildet sich allmählig am vorderen Umfang des Glaskörpers aus; dieselbe ist jedoch noch im dritten Jahre sehr dünn und erst nach dem 20:sten Jahre tritt sie schärfer hervor, nach dem 30:sten ist sie in der Regel ziemlich kräftig und in späterem Alter kann sie eine bedeutende Dicke haben (Fig. 5 und 6 der Tafel XXX). Indessen scheinen individuelle Verschiedenheiten häufig vorzukommen, so dass es schwer ist, in dieser Hinsicht etwas Allgemeingültiges anzugeben. Von Interesse wäre es gewiss, sowohl in Betreff dieser wie der übrigen Altersverschiedenheiten des Glaskörperbaues eine viel umfassendere Untersuchung vorzunehmen, als bis jetzt geschehen ist. Mir stand in dieser Hinsicht gutes Material nicht in hinreichender Menge zur Verfügung.

Ich werde diesmal nur ein ausgeprägtes Stadium vorlegen und wähle zur Darstellung die Augen aus dem mittleren Alter (30—45 Jahre), von denen ich gutes Material in hinreichender Menge besitze.

Was nun das eigentliche Glaskörpergewebe betrifft, so findet man beim erwachsenen Menschen nach der oben erwähnten Behandlung (mit Flemming'scher oder Kalibichromatlösung und Anilinfärbung) ein Gerüstwerk von dem oben beschriebenen Charakter wieder. Es sind (Fig. 5 der Taf. XXIX) bei stärkerer Vergrößerung deutlich sichtbare, feine, gekörnte Fasern, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und hier und da zu Knotenpunkten zusammenlaufen; es ist zwar schwer zu eruiren, ob hier Verbindungen vorkommen; da solche aber beim Foetus auszuschliessen waren, so ist es wohl kaum anzunehmen, dass sie sich beim Erwachsenen finden. Hier und da trifft man die von mehreren Forschern im Glaskörpergewebe erwähnten glänzenden zackigen Punkte, die einige als veränderte Zellen oder gar als Kerne aufgefasst haben (Taf. XXIX, Fig. 8). Ihre ursprüngliche Natur ist indessen äusserst schwer zu bestimmen.

Bei Erwachsenen unterliegt aber das Glaskörpergewebe bekanntlich oft einer Art Auflösung, so dass Partien desselben verschwinden und ihr Platz nur von Flüssigkeit eingenommen wird. Diese Veränderung kann zuweilen schon in jugendlicher Zeit eintreffen. Im mittleren Alter scheint sie aber fast die Regel zu sein. Diese Auflösung besteht aus einer Rarefaction des Gerüstwerkes. In der Fig. 6 der Taf. XXIX habe ich eine solche Partie wiedergegeben. Die Glaskörperauflösung kommt v. A. in der hinter der Linse belegenen Region vor; man sieht in solchen Augen nach der Erhärtung unregelmässige, mit einander mehr oder weniger zusammenhängende Räume, welche durch Fetzen des Glaskörpergewebes umgeben sind.

Giebt es nun, ausser dieser Gerüststructur, noch einen besonderen Glaskörperbau? Dieses Problem, welches HANNOVER schon vor mehreren Jahrzehnten gelöst zu haben glaubte und an dessen Lösung BRÜCKE und A. sich so eifrig betheilig haben, ist mit den neueren Methoden nicht unlösbar. Sicherlich hat man jedoch über das Ziel hinaus geschossen, als man annahm, dass der Glaskörper wie eine Apfelsine oder eine Zwiebel gebaut ist und ihn als so gebaut beschrieb. Derartige Bauverhältnisse sind hier gewiss nicht zu finden.

»*Membranen*« giebt es im Glaskörper des Erwachsenen, aber nicht von der Art, wie man früher angenommen, und nicht in der regelmässigen Anordnung, wie man sie geschildert hat. Wenn man von der eigentlichen *Hyaloid*ea absieht, giebt es am und im Glaskörper des menschlichen Auges *keine anderen membranösen Gebilde* als *Verdichtungen des gewöhnlichen Glaskörpergewebes*. Diese membranösen Verdichtungen, von denen im jugendlichen Auge nur geringe Anlagen nachweisbar sind, treten später, v. A. in dem mittleren Alter in gewissen Partien des Auges deutlich und oft reichlich hervor, ohne aber eine bestimmte Regelmässigkeit darzubieten. Diese Partien gehören dem seitlichen und vorderen Umfang des Auges an.

Was die *Hyaloid*ea betrifft, so ist es schwer zu verstehen, dass es Forscher geben kann, welche ihre Existenz negiren. An jedem vorsichtig herausgenommenen Glaskörper, v. A. wenn dieses einen oder ein paar Tage nach dem Tode geschehen ist, erkennt man sowohl makro- wie mikroskopisch diese den Glaskörper eng umgebende, äussert dünne, aber auffallend starke, sich faltende, structurlose und glasklare Haut, an deren Innenfläche die bekannten

spindelförmigen oder verzweigten, mehr oder weniger abgeplatteten Zellen in ziemlich bestimmten, obwohl gar nicht regelmässigen Zwischenräumen zerstreut liegen (Taf. XXX, Fig. 9). Dass man sie als mit der *Limitans interna retinae* identisch ansehen konnte, habe ich nie verstehen können, da die letztere keine Haut ist, sondern nur der äusseren Contour der Retina entspricht und aus den mosaikartig aneinander liegenden Endflächen der Müllerschen Stützfasern besteht, daher durch Versilberung an der Innenfläche der Retina ein bei verschiedenen Thieren verschieden gestaltetes Feldermosaik dargelegt werden kann.¹ Aus den neueren schönen Untersuchungen OSCAR SCHULTZE's über die Entwicklung der Retinagesässe geht hervor, dass die Hyaloidea genetisch der Retina angehört. Dagegen ist nichts einzuwenden, sofern man sie von der *Limitans interna* nur morphologisch trennt. Bei der Untersuchung des Glaskörpers wird die Hyaloidea jedoch immer eine Rolle spielen, indem sie mit dem Glaskörpergewebe so innig verbunden ist, dass sie sich nicht ohne zu zerreißen abtrennen lässt. Nach vorn von der *Ora serrata* spaltet sich die Hyaloidea aber *nicht*, wie man so lange und so oft, ja hin und wieder noch in der letzten Zeit, behauptet hat, sondern sie geht ungespalten als die Glashaut der *Pars ciliaris retinae* nach vorn weiter. Es *stülpt sich also keineswegs ein Blatt der Hyaloidea als vordere Begrenzung des Glaskörpers gegen den Canalis Petitii nach innen hin* in die *Fossa patellaris* hinein. Die *vordere Grenzschicht des Glaskörpers*, von welcher schon oben die Rede gewesen ist, *ist keine hyaloide Membran*. Zwar kann sie sowohl in Flächenausbreitung wie im Querschnitt so erscheinen, dies rührt aber nur von einer sehr dichten Zusammenpackung der Fasermassen, her, aus welchen sie besteht. In der Fig. 4 der Taf. XXX ist eine Partie dieser Grenzschicht in Flächenausbreitung, aber in wellenförmig gefaltetem Zustande, und in den Fig. 5 und 6 derselben Tafel in Querschnitten dargestellt. In keinem dieser Präparate tritt eine Structur hervor. Die Querschnitte zeigen eine auffallend verschiedene Dicke; sie rühren aus den Augen zweier Individuen von verschiedenem Alter her; die dickere Grenzschicht hatte dem Auge einer über 40 Jahre alten Person angehört. In Präparaten aus demselben Auge liess sich nun in der Grenzschicht, wenn man sie bis an den Linsenumfang verfolgte, ein sehr deutlicher Bau nachweisen. In der Fig. 7 der Taf. XXX habe ich eine Partie der fraglichen Schicht abgebildet, wo sie sich in eine Menge von Blättern aufgelöst zeigt. Wenn man sie unter dem hinteren Linsenumfang weiter verfolgte, sah man mit vollständiger Sicherheit, dass von der Grenzschicht selbst sich eine bedeutende Partie ablöste, und zwar in wellenförmig gewundenen, gestreiften Bündeln, welche bald nach hinten hin umbogen und in die Glaskörpersubstanz hineinzogen, um nach einem gewissen Verlauf sich in eine Masse distinkter Fasern aufzulösen, die in das umgebende Glaskörpergewebe übergingen. Hinter der Linsenmitte wird die Grenzschicht durch diese Abtrennung faseriger Lamellen so verdünnt, dass man sie zuletzt kaum noch sieht; das Glaskörpergewebe hängt hier der Linsenkapsel ohne eigentliche Grenzschicht eng an.

Wenn man die Grenzschicht wiederum nach aussen hin verfolgt, so sieht man in dem Meridionalschnitt des Auges faserig gebaute Lamellen sich von ihrer Innenseite abtrennen und in die Substanz nach hinten hin ziehen (Taf. XXX, Fig. 3), um sich zuletzt nach wellenförmigen Biegungen, in Faserbündel, die Pferdeschwänzen nicht unähnlich sind, aufzulösen und in die umgebende Substanz überzugehen und zu verschwinden. Solche faserige »Lamellen« oder »Membranen« trennen sich in verschiedenen Augen in wechselnder Anzahl von der Grenzschicht ab.

In der Nähe der *Ora serrata* löst sich nun die ganze Grenzschicht in derselben Weise auf, indem sie sich in mehrere Faserlamellen trennt, welche zum Theil in verschiedenen Niveaux nach innen hin umbiegen und sich in welligem Verlaufe in das Innere des Glaskörpers hineinsenken, um sich dort in Faserbündel oder, richtiger, Fasermembranen mit unbestimmter Begrenzung aufzulösen, die in die Glaskörpersubstanz übergehen und in ihr verschwinden (Taf. XXX, Fig. 1). Oft kann man sie bis zu zwei Dritteln des Glaskörpers nach hinten hin verfolgen. Ein bedeutender Theil der fraglichen Fasersysteme legt sich aber dem äusseren Umfang des Glaskörpers an und zieht in dicker Schicht nach innen von der Hyaloidea und parallel mit ihr nach hinten hin weiter. Hierdurch entsteht die concentrisch gestreifte Schicht des Glaskörpers, die man schon längst als ein System peripherischer, concentrischer Lamellen mit zwischen ihnen befindlichen Spaltenräumen beschrieben hat. Die concentrische Anordnung der Fasersysteme ist, v. A. im Auge des erwachsenen Menschen, vorhanden, eine Zusammensetzung aus verschiedenen Lamellen und Spaltenräumen findet sich aber nicht, sondern eine solche Auffassung ist nur durch die künstlichen Präparationsmethoden (Gefrieren u. s. w.) hervorgehoben worden. Das ganze Gewebe hängt überall zusammen; es sind nur gewissermassen verschiedene Strömungen seiner Fasersysteme, seines Gerüstwerkes, vorhanden.

¹ GUSTAF RETZIUS, Om membrana limitans retinae interna, Nordiskt Medicinskt Arkiv, Bd 3, 1871.

Die hier beschriebenen »Membranen« sind offenbar, obwohl in verschiedener Weise, von mehreren Forschern gesehen und beschrieben worden. Wenn ich auch von den mehr gekünstelten Darstellungen älterer Anatomen absehe, so sind sie u. A. sicher von IWANOFF, SCHWALBE und STRAUB wahrgenommen worden, obwohl dieselben ihre Structur und ihre Natur nicht ganz richtig aufgefasst haben. IWANOFF und STRAUB sahen in diesen wellenförmigen Fasersystemen des Glaskörpers an der Ora serrata Ursprungsfasern der Fasern der Zonula Zinnii. Dies ist, wie auch TOPOLANSKI sagt, sicherlich unrichtig; mit dem Ursprung der Zonulafasern haben sie nichts zu thun.

An Schnitten, die das Auge weit gegen die Ora serrata hin in sagittaler Richtung getroffen haben, wodurch eine seitliche Partie des Bulbus zur Ansicht kommt, erhält man von diesen membranösen Anordnungen der Glaskörpersubstanz, besonders wenn die Schnitte dick und gut gefärbt sind, oft sehr schöne Bilder. In der Fig. 2 der Taf. XXX ist ein solches Präparat wiedergegeben. Man erkennt hier die Gegend der Ora serrata als eine quer über das Auge verlaufende Linie, von welcher die membranöse Verdichtungszone, einer gefalteten Gardine ähnlich, nach hinten hinabhängt. Nach vorn von der Linie der Ora serrata erkennt man nur vereinzelte »Membranen«, welche den helleren Raum zwischen ihr und der vorderen Grenzschicht durchziehen. Solche Membranen sind auch in den Fig. 1—4 der Taf. XXXI unter der Grenzschicht angedeutet.

Nachdem ich also den Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen besprochen habe, würde es von Interesse sein, dieses eigenthümliche Organ auch bei verschiedenen Repräsentanten der Wirbelthierklassen zu berühren. Da aber dieser Band schon weit über die vorgesteckten Grenzen hinaus angewachsen ist, muss ich diesmal davon abstehen. Nur einen einzigen Repräsentanten, denjenigen der Amphibien, werde ich kurz besprechen. Im *Frosch*-auge (Fig. 10 der Taf. XXXII) erkennt man nach hinten von der schönen Zonula — welche aus einer geringen Anzahl meist straff gespannter feiner Fasern besteht, die vom Corpus ciliare in schmal dreieckiger Gestalt (Meridionalschnitt) nach dem Linsenäquator ziehen, um sich dort sowohl vorn als hinten etwas umgebogen zu befestigen (Taf. XXXII, Fig. 11) — noch ein System feiner, straff gespannter Fasern, welche von dem bekannten Ringgefäss nach vorn von der Ora serrata ausstrahlen. Von hier aus radiiren diese eigenthümlichen Fasern nach hinten hin und lassen sich bis zum Augenhintergrunde verfolgen. Sie durchziehen in dieser Weise den ganzen Glaskörper, in ihm gewissermassen ein Strickwerk bildend. An die Hyaloidea angelangt, inseriren sie sich an ihr mittelst dreieckigen Ansätzen (Fig. 12 und 13 der Taf. XXXII), und zwar bald an Stellen, wo Blutgefässe in der Membran liegen, bald an Stellen zwischen solchen. Zwischen diesen glasartig und steif erscheinenden Fasern findet sich das feinfaserige Glaskörpergewebe, welches sich auch in den Petit'schen Raum hinein zu erstrecken scheint.

Bevor ich diese Abhandlung abschliesse, habe ich indessen noch die *Zonula Zinnii* oder *ciliaris* zu berühren. Ich werde es aber ganz kurz thun, um so mehr, als ich diesmal nur eine Auswahl von Abbildungen mittheilen kann, und eine eingehende Beschreibung dieses interessanten Gebildes, um recht verstanden zu werden, eine grössere Anzahl von Figuren erfordert.

Es ist von mehreren Forschern (LIEBERKÜHN, ANGELUCCI, LOEWE, SCHWALBE, HAENSELL u. A.), welche die Entwicklung des Auges und v. A. des Glaskörpers studirt haben, schon vor langer Zeit hervorgehoben worden, dass die Zonula in ihrem Ursprung aus dem vorderen Glaskörpergewebe entsteht, obwohl auch in dieser Hinsicht einige Differenzen der Meinungen hervorgetreten sind. Die erwähnte Thatsache lässt sich im Kaninchenaugel leicht bestätigen. Die Fig. 1—4 der Taf. XXVIII beweisen zur Genüge, dass das Glaskörpergewebe, d. h. das Gewebe des Trichters, sich in Verbindung mit den Blutgefässen der »Membrana capsularis« Anfangs nach vorn, erstreckt und die Linse umfasst. In dem im Raume zwischen dem Ciliarkörper und der Linse befindlichen Glaskörpergewebe entsteht dann ein System von feinen Fasern, die sich zwischen den genannten Theilen ausspinnen. Sie sind anfangs sehr fein und dicht liegend und befestigen sich oft an den Blutgefässen. Allmählig grenzt sich nun der eigentliche Glaskörper von dem nach vorn davon befindlichen, auf dem Querschnitt dreieckigen Raume ab, welcher später zum Petit'schen Raum wird. Das noch zurückgebliebene Glaskörpergewebe wird nebst den Blutgefässen resorbirt, und nur die genannten Fasern bleiben. Sie vermehren sich durch die Bildung (Ausscheidung) neuer Fasern und wachsen mit der Grösse des Auges. Im foetalen Auge der Säuger (auch des Menschen) ist, wie zuerst CZERMAK nachgewiesen hat, die Anzahl der Zonulafasern viel grösser als später im Auge des Erwachsenen. Es entsteht also wieder eine Auflösung vieler Fasern.

Unter den hier veröffentlichten Abbildungen der Zonula finden sich zwei, welche aus dem Auge eines 3-jährigen Kindes herrühren. Die Fig. 6 und 7 der Taf. XXXI stellen Querschnitte des Ciliarkörpers, d. h.

der Ciliarprocesse, dar, in welchen die Zonulafasern in *natürlicher* Lage zu sehen sind. Um die Ciliarprocesse herum sind sie zum Theil zu unterbrochenen Lamellen angeordnet; es giebt aber auch eine Menge von Zonulafasern, welche sich solchen »Lamellen« nicht unterordnen lassen, sondern hier und da einzeln oder gruppenweise in den Zwischenräumen liegen. Dazu kommen noch alle die feinen Fasern, welche sich in den nach oben von dem von HANS VIRCHOW beschriebenen Simse befindlichen postiridischen Recessen befinden und sich dort grösstentheils in der Nähe der Wände derselben halten. An der hinteren Wand des Petit'schen Raumes verläuft nur eine geringe Anzahl von Fasern, und zwar dicht an der Grenzschicht des Glaskörpers und in kleinen Gruppen sowie in nicht unbedeutenden Abständen von einander; schliesslich liegen in dem freien Raume zwischen dem Glaskörper und den Ciliarprocessen einzelne Fasern oder Gruppen von ihnen zerstreut.

Weiter nach hinten hin, an Querschnitten, wo die Füsse der Ciliarprocesse getroffen sind (Fig. 6 der Taf. XXXI), findet man ungefähr dieselben Verhältnisse wieder; nur liegen hier die Fasern in dem Raume noch mehr zerstreut, ausserdem ist eine grössere Anzahl in der Nähe der Glaskörpergrenze angesammelt. Lamellenartige Ausbreitungen in der Umgebung der Ciliarprocesse sind zwar vorhanden, aber noch unbestimmter und weniger zusammenhängend als weiter nach vorn hin.

Im Auge des erwachsenen Menschen gestalten sich die Verhältnisse etwas anders. In der Fig. 5 der Taf. XXXI ist ein Querschnitt aus ungefähr derselben Region, wie in der eben angeführten Figur, wiedergegeben. Hier sieht man die Querschnitte der Zonulafasern in der Umgebung der Processe in mehr lamellenartiger Ausbreitung; v. A. folgen sie den Thälern und dem seitlichen Umfang der Processe, und zwar in einiger Entfernung von der Oberfläche dieser Theile; an den Gipfeln und der nächsten Partie der Seitenflächen der Processe sind sie im Ganzen spärlicher und dicht anliegend. Die Zonulafasern treten zwar zu Bündeln oder Balken zusammen, bilden aber nie zusammenhängende Lamellen, sind mit einander nicht zu »Membranen« verkittet; man sieht hingegen überall zwischen den Bündeln oder Balken Zwischenräume von grösserem oder kleinerem Umfang; streckenweise vermisst man die Faserquerschnitte vollständig. In der mehr oder weniger engen Spalte, welche die Zonulapartien (»Lamellen«) von der Oberfläche der Thäler und Processe trennt,¹ findet man eine grosse Menge von sehr feinen Fasern, welche von den Wänden (der genannten Oberfläche) ausstrahlen und sich den Zonulabündeln anlegen, um ihren Weg mit diesen vereinigt fortzusetzen. Diese feinen Fasern gehen fast immer unter spitzen Winkeln von der genannten Oberfläche aus und verlaufen in meridionaler Richtung nach vorn oder nach hinten hin; nachdem sie die betreffenden Zonulabündel getroffen haben und in ihnen aufgegangen sind, biegen sie sich aus ihrer schiefen Richtung um und folgen den Bündeln vollständig. Diese feinen Fasern sind schon längst von MERKEL und später auch von BERGER u. A. beschrieben worden.

In den Zwischenräumen der Ciliarprocesse verlaufen so weit hinten Fasern und Bündel nur sparsam und vereinzelt; dagegen findet man an der Grenzschicht des Glaskörpers (Taf. XXXI, Fig. 5) die bekannten hinteren Zonulabündel, welche indessen nur in geringer Anzahl vorkommen; sie liegen der Grenzschicht sehr dicht an, sogar oft in Rinnen ihrer Oberfläche eingesenkt.

In den Fig. 1—4 der Taf. XXXI habe ich ferner vier Querschnitte des Ciliarkörpers und der Zonula eines menschlichen Auges (aus dem mittleren Alter) neben einander gestellt; sie sind bei schwacher Vergrösserung ausgeführt und stellen, um die allgemeine Disposition der Zonula zu zeigen, Ansichten derselben, verschieden weit nach vorn hin, dar. Die Fig. 4 giebt die Zonula am weitesten nach aussen, in dem Orbicularraum GARNIER's, wieder; die Fasern sind hier schief getroffen und liegen in zwei lamellenartigen, aber nicht mit einander zu einer zusammenhängenden Membran verkitteten Lamellen, eine in der Nähe der Pars ciliaris retinae, die andere dicht auf der Grenzschicht des Glaskörpers. Die Fig. 3 ist ein etwas weiter nach innen hin gelegter Schnitt, wo (in der Mitte der Figur) die Füsse der Ciliarprocesse getroffen sind; hier sind die Verhältnisse der Art, wie die oben beschriebene Fig. 5 der Taf. XXXI sie bei stärkerer Vergrösserung wiedergiebt.

In der Fig. 2 ist der Schnitt noch weiter nach innen gelegt. Hier sind in der Mitte der Figur, unter der Iris, die Ciliarprocesse in ihren freien Partien getroffen. Die Bündel der Zonulafasern folgen nicht nur den

¹ Man hat diese »Räume« bekanntlich die Kuhn'schen benannt, obwohl eine besondere Bezeichnung kaum nöthig ist, nachdem man weiss, dass die Zonulafasern keine zusammenhängende Lamelle bilden und die von KUHN beschriebene Endothelmembran nicht existirt. Diese Spalte gehört ja der hinteren Kammer an, deren Lumen von zahlreichen Zonulabalken und Fasern durchzogen ist.

Flächen der Ciliarprocesse, sondern sie sind auch recht zahlreich in dem übrigen Petit'schen Raum zerstreut und zeigen einen in verschiedenen Richtungen gehenden Verlauf.

In der Fig. 1 der Taf. XXXI ist der Schnitt an der Kante der Linse gelegt; er zeigt in der Mitte die Faserbündel in der Nähe ihrer Ansätze an die Linse.

Ferner habe ich einige Figuren hinzugefügt, welche das Verhalten der weiter nach vorn hin aus der Glashaut der Pars ciliaris retinæ entspringenden Zonulafasern darstellen. In der Fig. 7 der Taf. XXXII sieht man auf einem Meridionalschnitt eine Menge feiner Fasern von der Glashaut ausgehen und sich theils nach vorn hin, theils auch nach hinten hin wenden, um sich den vorbeiziehenden starken, zu Balken verkitteten Faserbündeln anzulegen und mit ihnen weiter zu ziehen. BERGER hat auch die rückwärts ziehenden Fasern erwähnt, scheint sie aber nur sparsam gefunden zu haben; ich sehe sie indessen recht zahlreich, wie die Fig. 7 zeigt. In dieser Weise entsteht in dem Orbicularraum eine eigenthümliche Kreuzung der Fasern. Hier und da sieht man deutlich den Ursprung der feinen Fasern aus der Glashaut, welche sich zuweilen sogar trichterförmig erhebt. In den unter der Iris befindlichen, recht tiefen Recessen finden sich bekanntlich auch feine Fasern, welche von der Glashaut der Wand entspringen; man sieht sie (Fig. 8 der Taf. XXXII) bald quer über den Raum der Recesses verlaufen und sich mit beiden Enden an ihren Wänden befestigen, bald aber in der Mitte des Raumes zusammenlaufen und sich zu Bündeln ordnen, welche aus dem Recessus hinausziehen, um sich den übrigen Zonulabündeln anzulegen.

Was ferner den sog. freien Verlauf der Zonulafasern durch den Petit'schen Raum, d. h. auf ihrer Bahn von den Ciliarprocessen zu der Linse, betrifft, so ist derselbe nunmehr in allgemeinen Zügen so bekannt, dass ich nicht näher darauf einzugehen brauche. Zwar kommen Wechselungen vor, und es sind auch noch interessante Details zu beschreiben; ohne eine grössere Zahl von Abbildungen wäre dieses jedoch ohne wirklichen Nutzen. Ich beschränke mich deshalb diesmal darauf, die Fig. 6 der Taf. XXXII mitzutheilen, in welcher aus dem Auge eines etwa 35-jährigen Mannes einige nicht unwichtige Bauverhältnisse darliegen. Erstens will ich auf die interessanten kurzen und starken Anheftungsfasern hinweisen, welche vom Ciliarprocess ausgehen und eine hintere Zonulafaser, gerade an der Stelle, wo sie winklig nach innen umbiegt, aufhängen; zweitens auf die langen schmalen Fasern, welche ebenfalls vom Ciliarkörper ausgehen, um in rückläufiger Bahn die vorderen und mittleren Fasern zu kreuzen und, an ihnen angeheftet (Fäserchen austauschend), nach innen-hinten an die hintere Seite der Linse zu ziehen. Drittens will ich hier auch die Aufmerksamkeit auf eine Einrichtung lenken, die ich bisjetzt in der Literatur nicht beschrieben gefunden habe; die am Aequator der Linse sich ansetzenden Zonulafasern, die sogenannten mittleren, zeigen an den Anheftungsstellen eigenthümliche, segelartige oder kupolartige Erhebungen. Bei genauerer Betrachtung findet man, dass diese Erhebungen einer Membran entsprechen, an welcher sich die Fasern in schöner Weise ansetzen. Ich werde diese Gebilde ein anderes Mal unter Beifügung von Abbildungen genauer beschreiben. In der That gehören diese segelartigen Erhebungen der von einigen Forschern dargestellten äussersten Schicht der Linsenkapsel an, an welcher sich alle Zonulafasern befestigen. Diese Schicht ist indessen offenbar von anderer Beschaffenheit als die übrige Kapsel; sie löst sich in den Präparaten als eine dünne, homogen erscheinende Membran ab (Taf. XXXII, Fig. 9). Ich werde sie als die *pericapsuläre Membran* bezeichnen. Zwischen ihr und der eigentlichen Linsenkapsel sind kleine abgeschlossene, von Flüssigkeit erfüllte Räume vorhanden. Dass hier keine künstliche Erhebung der Membran vorliegt, geht aus der ganzen Beschaffenheit derselben hervor; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die Erhebungen resp. die Räume allmählig durch den Zug der Fasern entstanden sind.

Was den Ansatz der Zonulafasern an die Linsenkapsel betrifft, so findet er eben an der pericapsulären Membran statt; die Fasern laufen an ihr aus und sind eine verschieden weite Strecke an ihrer Oberfläche zu verfolgen, worauf sie gleichsam mit ihr verschmelzen; die Membran scheint ungefähr dieselbe Beschaffenheit der Substanz zu besitzen wie die Zonulafasern selbst. Da ich diesmal nicht auf die Frage von der Anheftung der Zonulafasern, welche eine besondere Besprechung verdient, eingehen will, so werde ich hier nur auf die Fig. 9 der Taf. XXXII hinweisen, welche eine abgelöste Partie der pericapsulären Membran mit sich ansetzenden Fasern darstellt; in der ganzen Ansatzzone, auch zwischen den Ansatzstellen, findet man eine parallele Faserung, welche wohl als eine Fortsetzung der weiter entfernt angehefteten Zonulafasern aufzufassen ist. Nach aussen von der Ansatzzone lassen sich zwar die Fasern der platt pinselförmig aufgelösten äussersten Zonulabündel eine Strecke verfolgen. Nach aussen davon aber hört jede Faserung auf, und die Membran erscheint vollständig structurlos.

Bevor ich schliesse, will ich zu der kurzen Besprechung der Zonula des Menschen nur ein paar Abbildungen hinzufügen, welche die Verhältnisse bei anderen Säugethieren wiedergeben. In Betreff der Gestalt und der Anordnung der Ciliarfortsätze hat schon HANS VIRCHOW eine Beschreibung geliefert.¹ Beim *Hunde* (Taf. XXXII, Fig. 5) sind die Ciliarfortsätze auf dem Querschnitt ausserordentlich lang und dünn; die Zonulafasern begleiten diese Fortsätze, ihnen fast überall sehr nahe anliegend, als eine lamellenartige Ausbreitung, die jedoch keine verkittete Membran darstellt und nicht zusammenhängend ist. In den Räumen zwischen diesen Fortsätzen finden sich, obwohl im Ganzen nur vereinzelt, zerstreute Zonulafasern (Fig. 5). Beim *Kaninchen* (Fig. 3 der Taf. XXXII) sind zwar die Ciliarprocesse auf dem Querschnitt viel kürzer, mehr denjenigen des Menschen ähnlich; hier folgt aber auch eine lamellenartige Ausbreitung der Zonulafasern der Oberfläche der Processe dicht anliegend; nur hier und da erhebt sich diese Faserausbreitung etwas von der Oberfläche (Fig. 4 der Taf. XXXII), und dann kann man ihre Zusammensetzung aus mehr oder weniger dicht zusammenliegenden Fasern am besten studiren; nach innen von dem scharf eingestellten Querschnitt dieser Lamelle könnte es erscheinen, als ob die Membran zusammenhängend wäre; bei genauer Einstellung des Tubus erkennt man jedoch, dass dieses nur von einer Täuschung herrührt. In den Räumen zwischen den Ciliarprocessen sind indessen beim Kaninchen eine Menge zerstreut verlaufender Fasern vorhanden, und nach innen von der beschriebenen Lamelle trifft man sogar auch einzelne, frei verlaufende Fasern.

Wie ich oben hervorgehoben habe, gebe ich hier keine ausführliche Darstellung der Zonula, sondern nur einige Bruchstücke, um auf gewisse Bauverhältnisse derselben die Aufmerksamkeit zu lenken. Aus dem Mitgetheilten geht indessen zur Genüge hervor, dass ich mit TOPOLANSKI darin übereinstimme, dass die Zonula überall *nur Faser* ist, obwohl sie hinten von einer structurlosen Membran ausgeht und vorn mit einer structurlosen Membran verschmilzt. Die Einrichtung und die Bauverhältnisse dieses wichtigen Gebildes sind aber noch nicht hinreichend bekannt und verdienen eine eingehendere Darstellung. Hoffentlich werde ich einmal Zeit finden, auf das interessante Thema zurückzukommen. —

In der letzten Zeit habe ich auch die Formalinmethode versucht; ich bin dadurch aber nicht über die oben dargestellten Ergebnisse hinaus gekommen. Nach der Formalinbehandlung sieht man im Glaskörper zwar auch das Fasergerüst, jedoch nicht so deutlich wie nach den oben erwähnten Behandlungsweisen. Die oben gegebene Darstellung stützt sich nämlich v. A. auf die Befunde, welche nach der Erhärtung in Flemming'scher Lösung und Bichromatlösung erhalten werden. Lange Zeit hielt ich es zwar für möglich, dass dadurch Kunstprodukte hervorgerufen werden; nach mehrjährigen Versuchen kam ich aber zu der Ueberzeugung, dass sich die Befunde auf natürliche Bauverhältnisse stützen.

¹ HANS VIRCHOW, Ueber die Form der Falten des Corpus ciliare bei Säugethieren. Morphologisches Jahrbuch, Bd 11, 1886.



Tafel XXVIII.

Der Glaskörper des Kaninchens.

Fig. 1—5. Vordere seitliche Partie von Meridionalschnitten des Auges. — *Fig. 1* und *2* von $4\frac{1}{2}$ Cm. langen Foetus; — *Fig. 3*, von einem *beinahe ausgetragenen Foetus*; — *Fig. 4*, von einem *6 Tage alten Kaninchen*; — *Fig. 5*, von einem *9 Tage alten Kaninchen*.

*l*¹ — vorderes Linsenepithel.

*l*¹¹ — Linsenfaser.

c — Cornea.

s — Sclera.

vl — Augenzili.

ck — Ciliarkörper.

cp — Ciliarprocess.

r — Retina.

z — Zonulafasern.

gl — Glaskörper.

ä — äussere Schicht des Glaskörpers.

*bg*¹ — Blutgefässe der sog. Membr. capsularis.

bg — Blutgefässe der Glaskörpersubstanz.

b — Glaskörpersubstanz an dem vorderen Linsenumfang.

st — Streifiger Zug der Glaskörpersubstanz.

vg — vordere Grenzsicht des Glaskörpers.

Fig. 6. Partie des Trichtergewebes (Meridionalschnitt), von einem *3 Tage alten Kaninchen*.

Fig. 7 und 8. Partien des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem *4 Tage alten* und einem *neugeborenen Kaninchen*; in der letzteren Figur ist eine Zelle abgebildet.

Fig. 9 und 10. Partien der Grenzzone zwischen dem Trichter und der äusseren Glaskörpersubstanz; — *Fig. 9*, von einem *6 Tage alten Kaninchen*; — *Fig. 10*, von einem *15 Stunden alten Kaninchen*; — *t*, Trichtergewebe; — *gl*, äusseres Glaskörpergewebe; — *gt*, verdichtete Grenzsicht; — *st*, streifenförmige Verdichtung. In *gt* der *Fig. 9* ist ein strangförmiger Streifen abgebildet, welcher wahrscheinlich einem rückgebildeten Blutgefäss entspricht.

Die Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche mit Flemming'scher Lösung, Celloidineinbettung und Anilinfarben (Säurefuchsin) behandelt worden sind; nur die Präparate der *Fig. 1* und *2* waren in Paraffin eingebettet.

Die *Fig. 1—5* sind bei ziemlich schwacher Vergrösserung (Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3, die *Fig. 6—10* bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 gezeichnet.

Tafel XXIX.

Der Glaskörper des Menschen.

Fig. 1. Hinterer Linsenumfang (*l*) mit dem nach hinten davon befindlichen Theil des Glaskörpers eines menschlichen *Foetus* im Anfang des 6. Monates; — *t*, innerer trichterförmiger Theil des Glaskörpers, mit der Art. hyaloidea (*a*); — *gl*, Grenzschrift gegen die äussere Partie des Glaskörpers (*gl*).

Fig. 2. Partie des inneren, trichterförmigen Theiles des Glaskörpers von einem menschlichen *Foetus* aus dem 7. Monate.

Fig. 3. Partie des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem menschlichen *Foetus* im Anfang des 5. Monates. Mehrere verzweigte Zellen sind im Fasergeflechte sichtbar; aus dem hinteren Theil des Auges.

Fig. 4. Partie des eigentlichen (äusseren) Glaskörpergewebes von einem menschlichen *Foetus* im Anfang des 6. Monates.

Fig. 5. Partie des Glaskörpergewebes eines *erwachsenen* (etwa 40-jährigen) Menschen. Ungefähr 4 Mm. hinter der Linse und seitlich von ihr.

Fig. 6. Partie des Glaskörpergewebes desselben Auges, aus dem die Fig. 5 herrührt; aus der Gegend hinter der Linse, wo Auflösung des Gewebes begonnen hat.

Fig. 7. Partie des Glaskörpergewebes eines menschlichen *Foetus*, mit Zellen.

Fig. 8 und 9. Partien des Glaskörpergewebes eines *erwachsenen* Menschen, mit den eigenthümlichen Körperchen, welche zum Theil als umgebildete Zellen aufgefasst worden sind.

Die Fig. 1 ist bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3, die Fig. 2—9 bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 ($\frac{1}{3}$ ausgezog. Tubus) gezeichnet. Die in den Fig. 1—4 und 7 abgebildeten Präparate sind mit Flemming'scher Lösung, Celloidin und Anilinfarben, die in den übrigen abgebildeten mit Müller'scher Lösung etc. behandelt.

Fig. 1

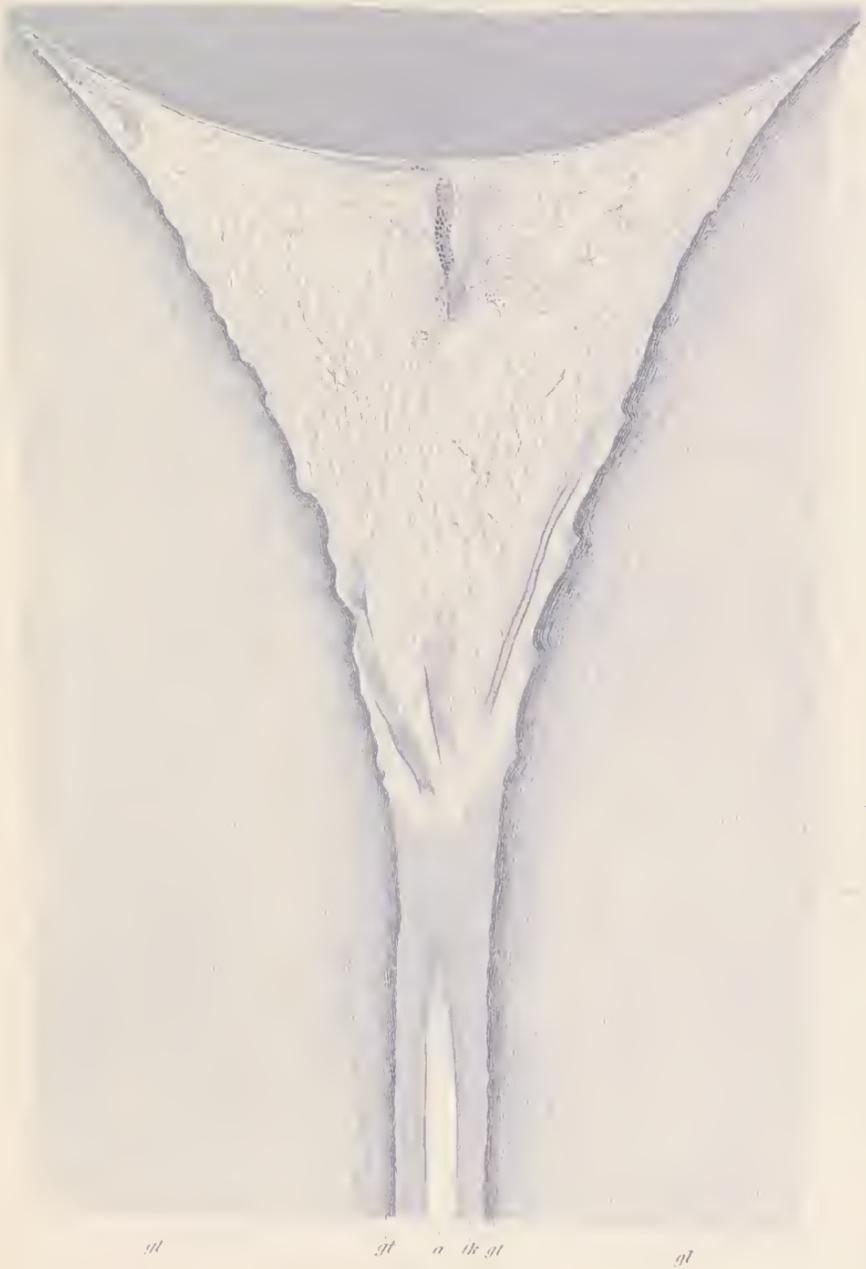


Fig. 3

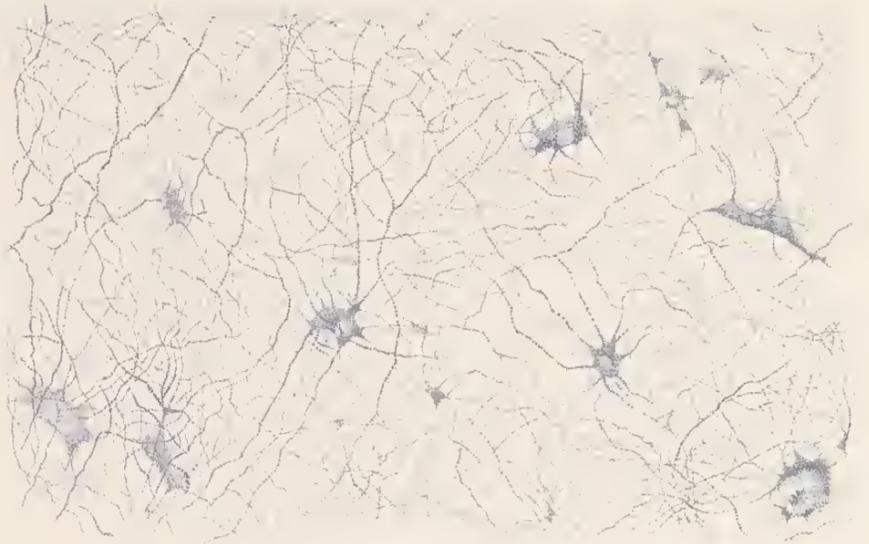


Fig. 4

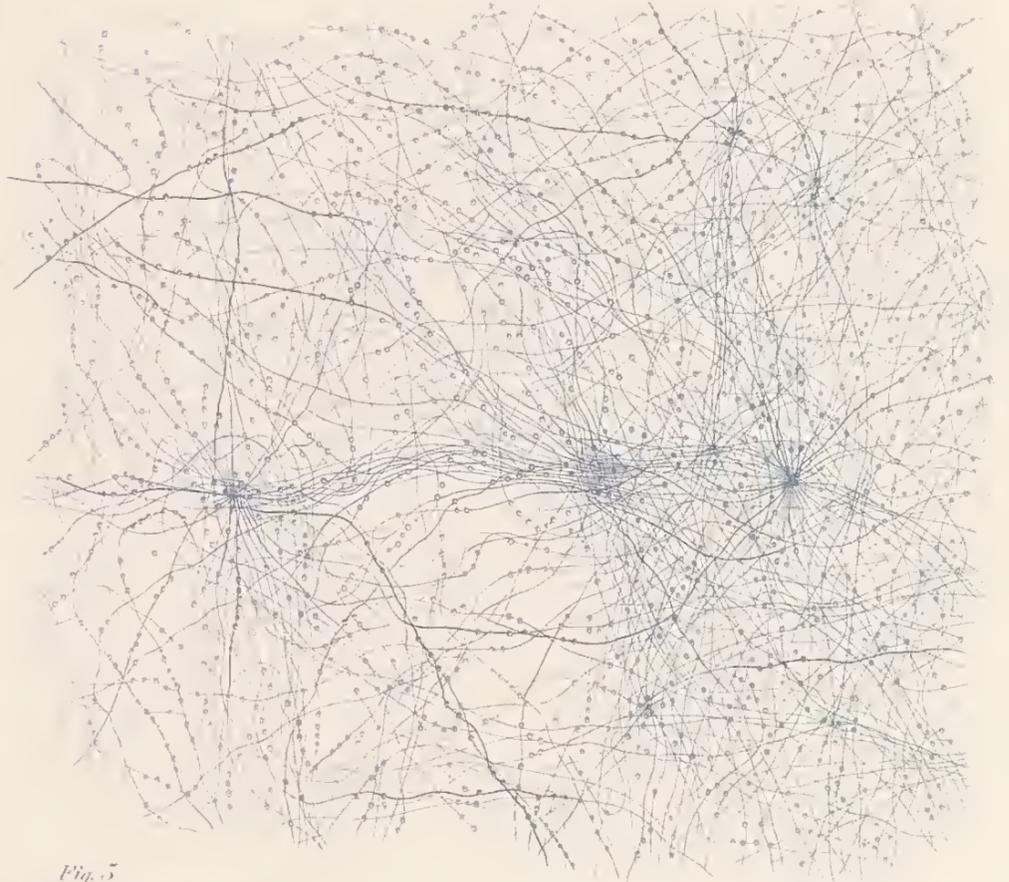


Fig. 2

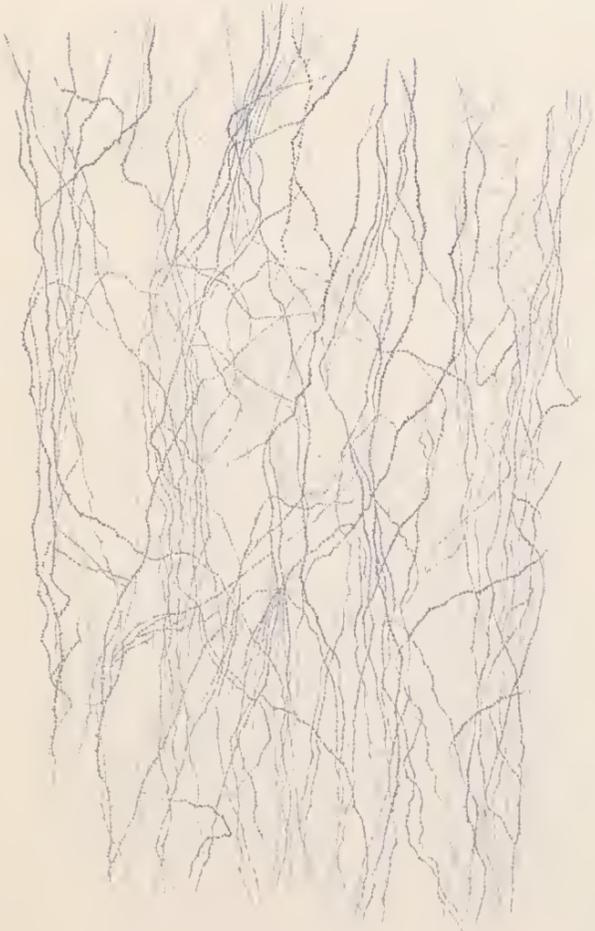


Fig. 5

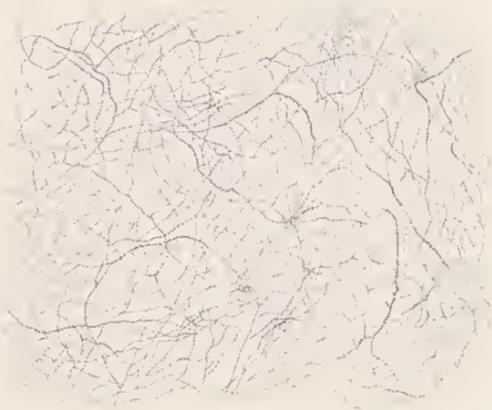


Fig. 6

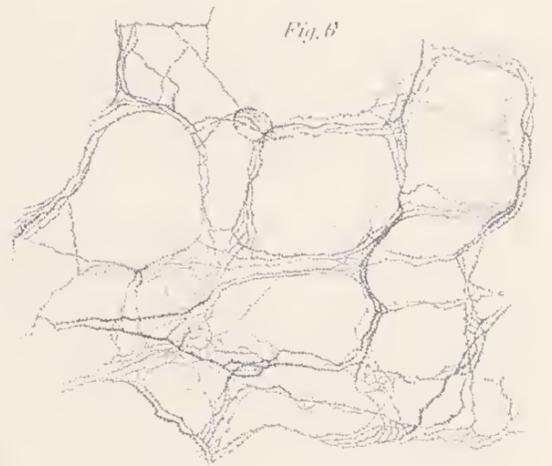


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Tafel XXX.

Der Glaskörper des Menschen.

Fig. 1. Seitliche Partie des Auges im Meridionalschnitt. Vom erwachsenen (etwa 40-jährigen) Menschen; — *sc*, Sclera; — *ch*, Chorioidea; — *r*, Retina; — *gl*, Glaskörper; — *ä*, äussere verdichtete, streifige Schicht des Glaskörpers; — *m*, membranartige Verdichtungen des Glaskörpergewebes; — *os*, Ora serrata; — *gr*, vordere Grenzschicht des Glaskörpers mit den von ihr entspringenden membranartigen Verdichtungen; — *o*, Orbicularraum. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Seitlicher Umfang des Auges (Sagittalschnitt) eines erwachsenen (etwa 40-jährigen) Menschen, in 6-maliger Vergr.: — *sc*, Sclera; — *r*, Retina; — *os*, Ora serrata, von welcher gleichsam ein Band ausgeht, von dem gefaltete Verdichtungen im Glaskörpergewebe nach hinten hin ziehen. Nach vorn davon sind anders gestaltete lamelläre Verdichtungen sichtbar. Müll. Lös., Cell., Rubin.

Fig. 3. Partie eines Meridionalschnitts vom Auge eines erwachsenen Menschen; — *l*, laterale Partie des hinteren Linsenumfangs; — *gl*, Glaskörpergewebe mit beginnender Auflösung; — *gr*, vordere Grenzschicht; — *p*, Petit'scher Raum; — *m*, membranöse Verdichtung des Gewebes, welche nach hinten hin zieht und sich faserig auflöst. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie der vorderen Grenzschicht des Glaskörpers von einem erwachsenen Menschen. Die flach ausgebreitete, von vorn gesehene Grenzschicht ist gefaltet; an ihr sind hintere Zonulabalken (*hz*) in perspektivischer Verkürzung dargestellt; vorn sieht man bei *rz* kurze Stücke vorderer Zonulabalken, einem Streifen der Pars ciliaris ret. (*pr*) dicht anliegend. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5 und 6. Querschnitte der vorderen Grenzschicht (*gr*) des Glaskörpers erwachsener Menschen; — *gl*, anstossendes Glaskörpergewebe; — *hz*, hintere Zonulabalken, welche in Rinnen der Grenzschicht verlaufen. Fig. 5 stammt aus der dicht neben der Linse befindlichen Gegend. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. Partie der vorderen Grenzschicht (*gr*) des Glaskörpers eines erwachsenen Menschen, mit deutlich lamellärem Bau der Schicht; — *gl*, anstossendes Glaskörpergewebe; — *p*, Petit'scher Raum; — *l*, laterale Partie des hinteren Linsenumfangs. Müll. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 8. Seitliche Partie des Auges (Meridionalschnitt) von einem 3-jährigen Kinde; — *o*, Orbicularraum mit Zonulafasern, welche zum Theil hinten durch das Glaskörpergewebe (*gl*) verlaufen, bevor sie sich zu ihren Ansätzen an der Glashaut begeben; — *os*, Ora serrata; — *ch*, Chorioidea; — *sc*, Sclera; — *r*, nach innen umgebogene Retina. Müll. Lös., Cell., Gent. Viol., Ac. Kal. Gez. bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie der flach ausgebreiteten von aussen gesehene Hyaloidea eines erwachsenen Menschen, mit anliegenden Zellen; links, wo die Membran umgebogen ist, sieht man eine Zelle von der Seite her. Rosanilin, Ac. kal. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingezog. Tubus).

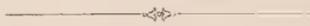


Fig. 1.

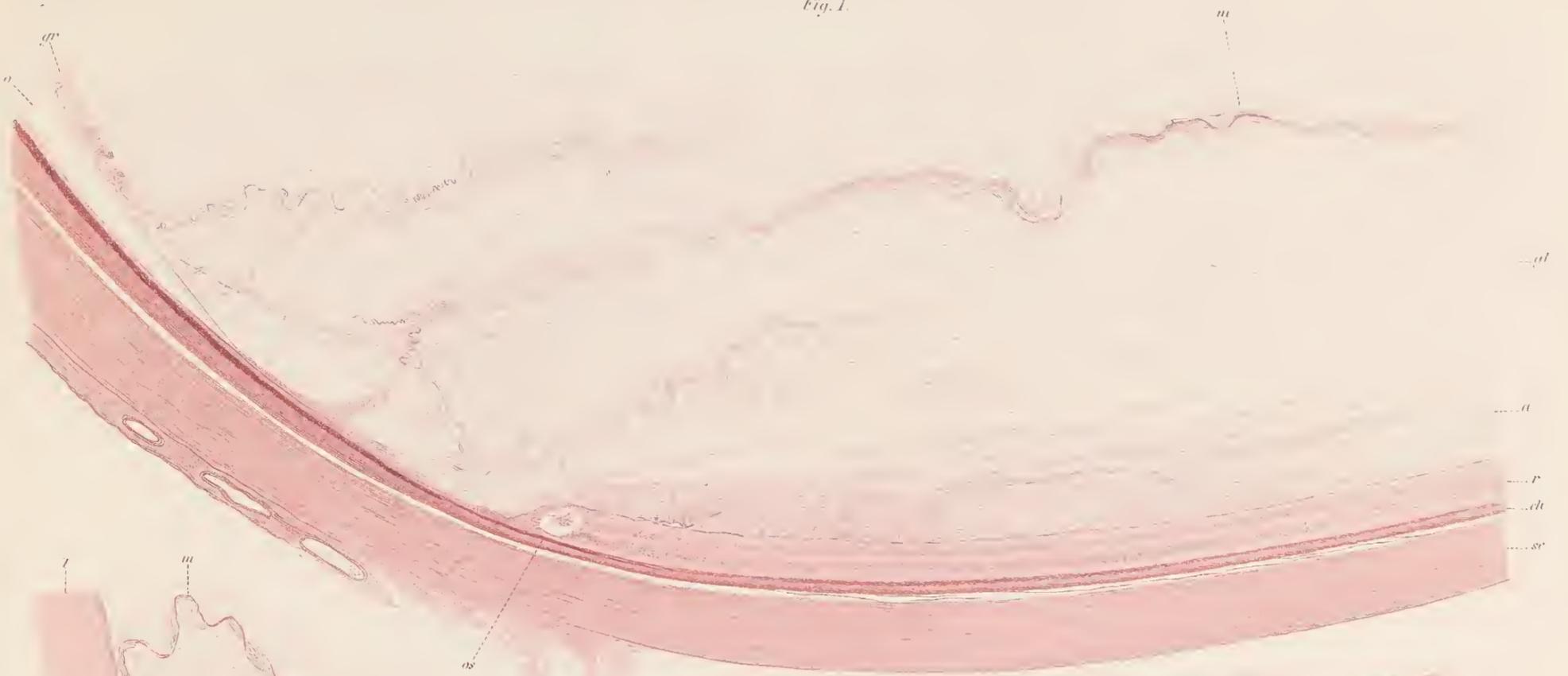


Fig. 4.

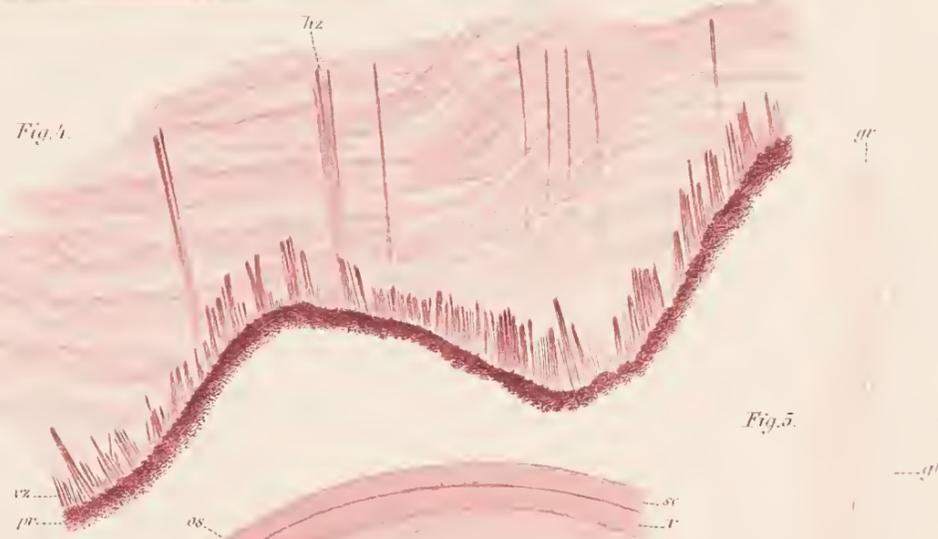


Fig. 5.

Fig. 3.



Fig. 7.



Fig. 2.

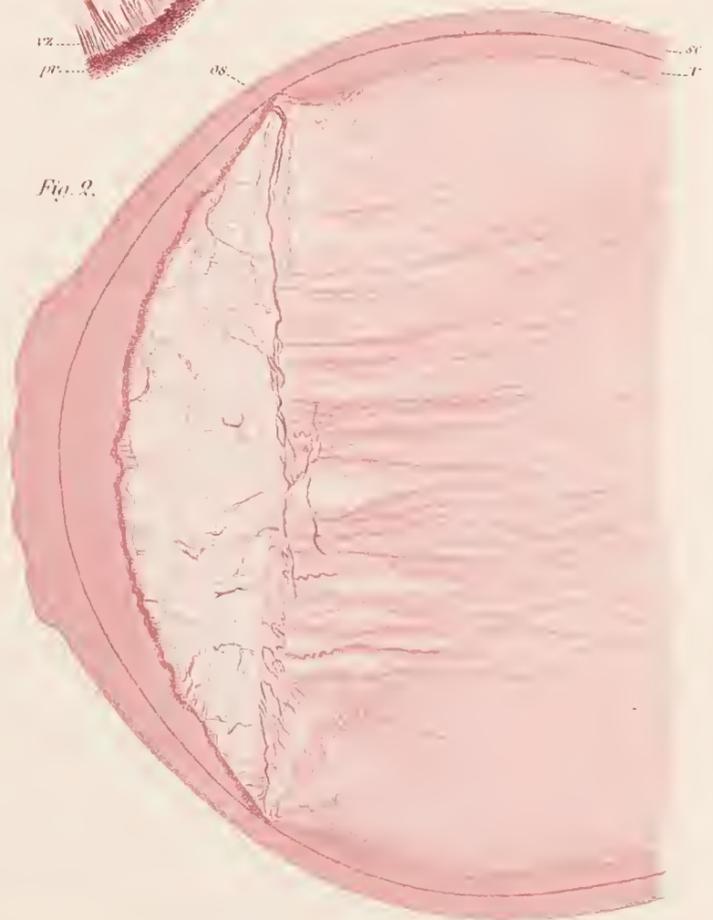


Fig. 6.

Fig. 9.



Fig. 8.



Tafel XXXI.

Die Zonula Zinnii des Menschen.

Fig. 1—4. Vier successive nach aussen hin gelegte Querschnitte des Ciliarkörpers und der Zonula eines *erwachsenen* Menschen (im mittleren Alter). — *Fig. 1* stellt einen Schnitt dar, welcher dicht neben dem Linsenrand getroffen ist; — *Fig. 2* zeigt einen Schnitt, welcher etwas weiter nach aussen hin getroffen ist; — *Fig. 3* noch weiter nach aussen hin; — *Fig. 4*, Schnitt, welcher nach aussen von den Ciliarprocessen durch den Orbicularraum (*o*) getroffen ist.

Fig. 5. Partie des Ciliarkörpers und der Zonula von einem Querschnitte aus derselben Gegend wie die in der *Fig. 3* wiedergegebene (vom *erwachsenen* Menschen).

Fig. 6 und 7. Partien von Querschnitten des Ciliarkörpers und der Zonula aus dem Auge eines *3-jährigen* Kindes Stärkere Vergrößerung. — *Fig. 6*, Partie eines Querschnitts aus derselben Region wie die der *Fig. 5* (und *3*). — *Fig. 7*, etwas weiter nach innen getroffener Schnitt durch die Ciliarproesse und die Zonula (ungefähr dieselbe Region wie die der *Fig. 2*).

Bezeichnungen der Figuren:

<i>c</i> — Cornea,	<i>ri</i> — postiridische Recesses,
<i>sc</i> — Sclera,	<i>z</i> ¹ — Vorderes Faserstratum der Zonula,
<i>i</i> — Iris,	<i>z</i> ² — Hinteres Faserstratum der Zonula,
<i>gl</i> — Glaskörper,	<i>ck</i> — Ciliarkörper,
<i>gr</i> — Vordere Grenzschicht des Glaskörpers,	<i>cp</i> — Ciliarproesse.

Die *Fig. 1—4* sind bei Loupenvergrößerung, die *Fig. 5—7* bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. Die Präparate waren mit Kalibichromat, Celloidin und Rubin behandelt.

Fig. 1.

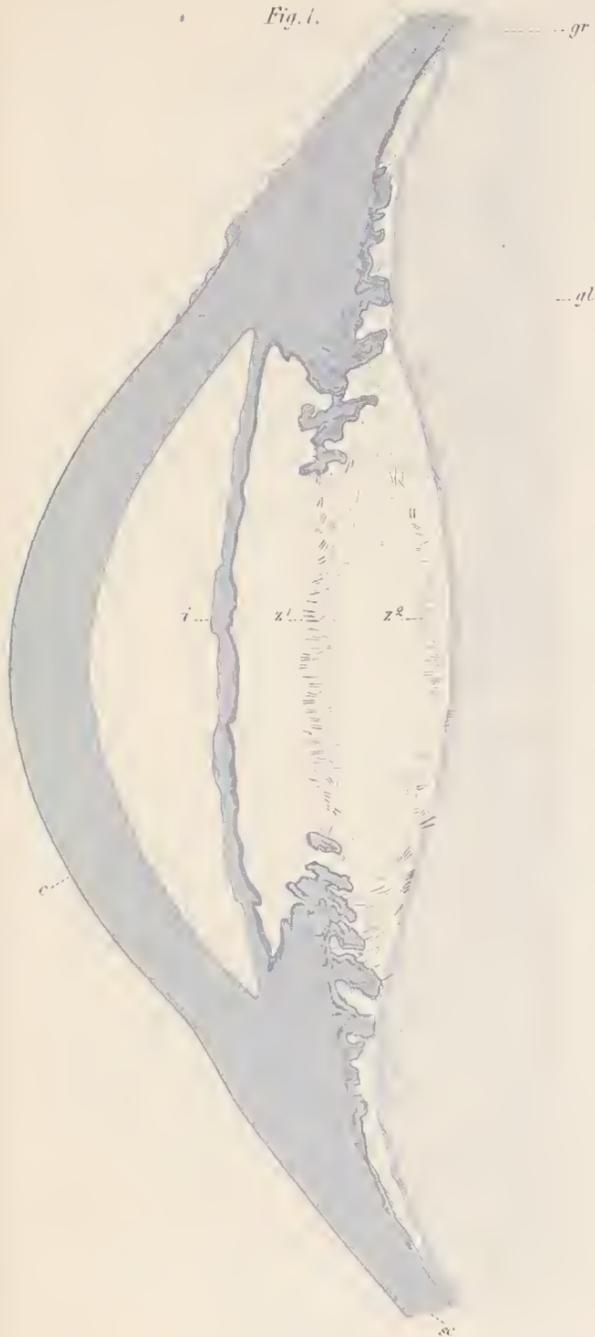


Fig. 2.



Fig. 5.



Fig. 3.

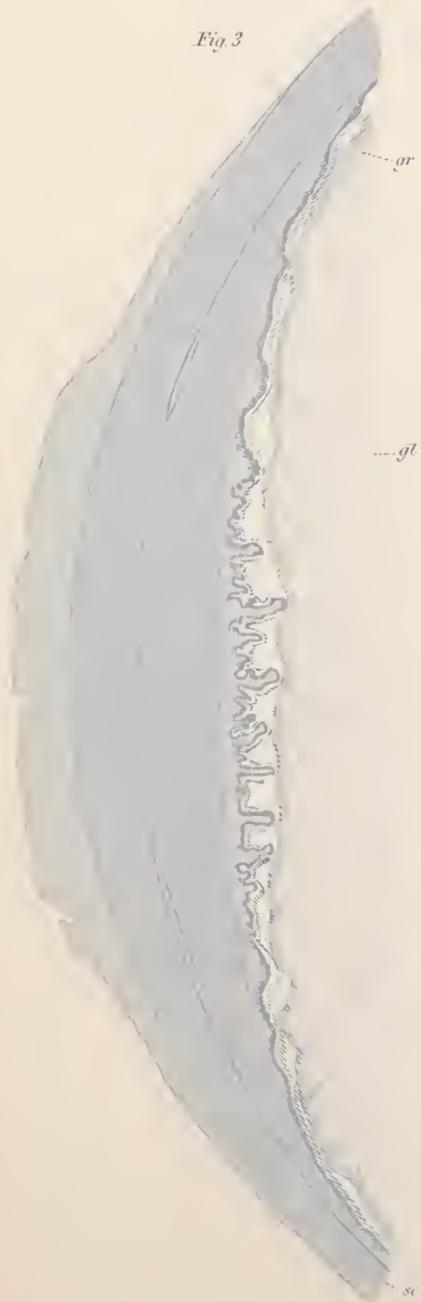


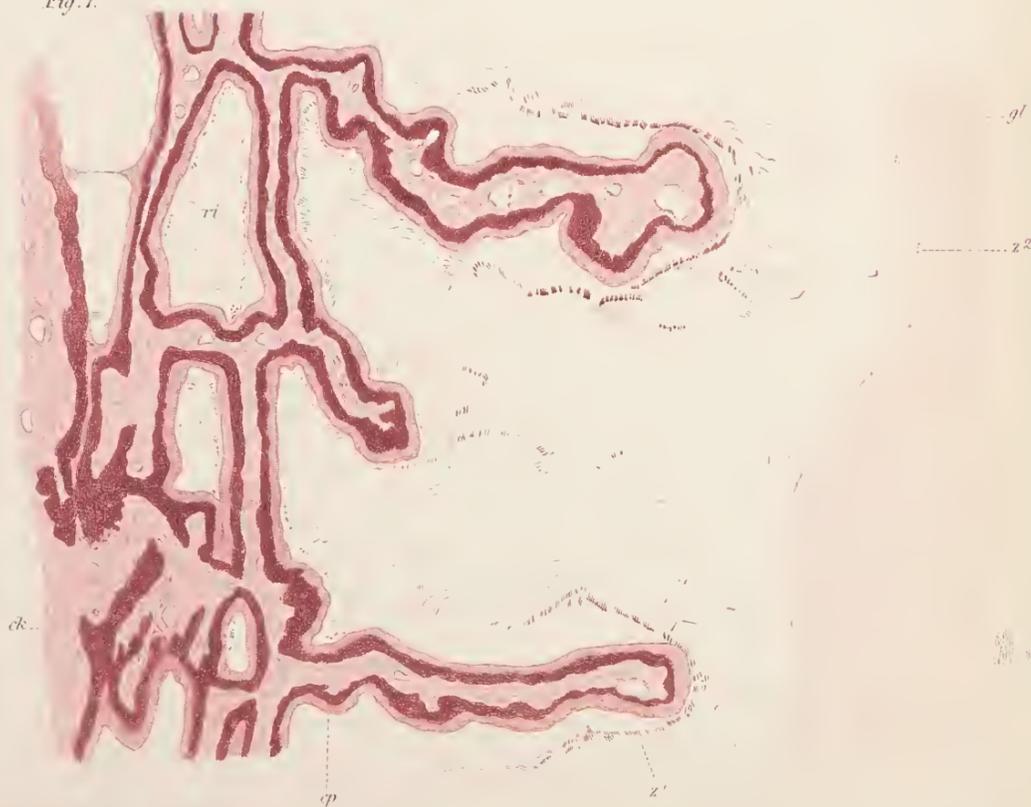
Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 7.



Tafel XXXII.

Glaskörper und Zonula bei dem Menschen, dem Kaninchen, dem Hunde und dem Frosche.

Fig. 1. Meridionalschnitt des Auges vom 1 Tag alten *Kaninchen*, mit dem Gefäßtrichter und der nach aussen davon befindlichen Glaskörperpartie; — *o*, Opticus. Loupenvergröss.

Fig. 2. Partie des Glaskörpergewebes von einem jungen *Kaninchen*, mit einem das Gewebe durchdringenden, nach aussen-hinten radiirenden Faden. Flemm. Lösung, Säurefuchsin.

Fig. 3. Partie vom Querschnitt des Ciliarkörpers eines 1 Monat alten *Kaninchens*, mit der querdurchschnittenen Zonula; — *gl*, Glaskörper; — *gr*, Grenzschicht des Glaskörpers mit dicht anliegenden hinteren Zonulafasern; — *ck*, Querschnitte von Ciliarkörpern mit ihnen dicht anliegenden lamellenartig angeordneten Zonulafasern; in den zwischen den Processen befindlichen Räumen sind ebenfalls zahlreiche Zonulafasern sichtbar; — *s*, der Sims; — *pir*, postiridische Recesses, deren vordere Wände perspektivisch dargestellt sind. Flemm. Lös., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie eines Ciliarprocesses des in Fig. 3 abgebildeten Präparates mit der dem Processus anliegenden Lamelle der Zonulafasern, und einigen nach aussen und innen von ihr befindlichen solchen Fasern. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Partie vom Querschnitt des Ciliarkörpers eines erwachsenen *Hundes*, mit drei Processen, welche von der lamellenartig ausgebreiteten Zonula umgeben sind; einige zerstreute Zonulafasern sind in den Zwischenräumen sichtbar; — *pir*, postiridische Recesses. Gez. bei Leitz' Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus). Müll. Lös., Rubin.

Fig. 6. Zonula Zinnii eines erwachsenen Menschen, Meridionalschnitt; — *l*, Linsenrand (Aequator); — *gl*, Glaskörper; — *gr*, vordere Grenzschicht; — *o*, Orbicularraum; — *i*, Iriswurzel; — *a*, kurze, starke Anheftungsfasern der hinteren Zonulabalken; — *b*, hinten aus der Glashaut entspringende Zonulafasern; — *c*, vorn von dem Ciliarprocess entspringende Zonulafaser; — *d*, von dem Ciliarprocess entspringende Zonulafasern, welche die Zonulabalken kreuzen und theilweise an ihnen haften; — *e*, Räume zwischen der Linsenkapsel und der perikapsulären Membran. Müller'sche Lösung, Celloidin und Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 2 (halb abgeschr.) und Ocul. 3.

Fig. 7. Partie des Orbicularraums vom Meridionalschnitt des Auges eines erwachsenen Menschen, sowohl mit den nach vorn wie den nach hinten ziehenden, aus der Glashaut der Pars ciliaris retinae (*pr*) entspringenden Zonulafasern, welche sich den Zonulabalken (*z*) anschliessen. An einigen Stellen sieht man die etwas abgelöste Glashaut mit dem Ursprung der Fasern. Müller'sche Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 8. Partie eines Querschnitts des Ciliarkörpers von einem erwachsenen Menschen. Querschnitt eines postiridischen Recessus mit den von seinen Wänden entspringenden Zonulafasern, welche theils von einer Wand zur anderen hinüberlaufen, theils sich zu Bündeln sammeln, die aus dem Recessus hinaus nach innen ziehen. Müller'sche Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus).

Fig. 9. Partie der von der Linsenkapsel abgelösten, flach ausgebreiteten perikapsulären Membran mit den sich an sie ansetzenden Zonulafasern; — *k*, anhaftendes Stück der Linsenkapsel; links ist die perimedulläre Membran gefaltet. Von einem erwachsenen Menschen. Müller'sche Lös., Rosanilin, Ac. kal. Gez. bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Meridionalschnitt des *Froschauges* in Loupenvergr.; die in der Gegend der »Ora serrata« und v. A. aus dem dort befindlichen Ringgefäss entspringenden, nach hinten und innen ausstrahlenden Fasern und die Zonula sind sichtbar. Flemm. Lös., Cell., Rubin.

Fig. 11. Partie von einem Meridionalschnitt des *Froschauges*; — *lk*, Linsenkapsel; — *gl*, Glaskörper; — *z*, Zonula; — *bg*, Ringgefäss; — *r*, Retina; — *se*, Sclera; — *i*, Iris. Flemm. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 12 und 13. Partien vom hinteren Umfang des Glaskörpers des *Froschauges* mit Fasern (*f*), die aus der Hyaloidea (*h*) entspringen; — *bg*, Blutgefässe; — *gl*, Glaskörper. Flemm. Lös., Cell., Rubin. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus).

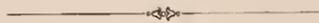


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

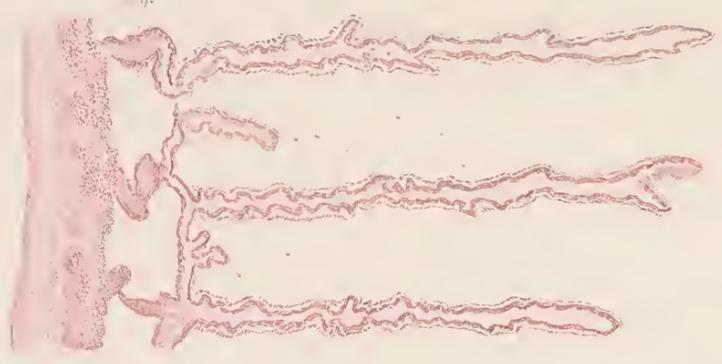


Fig. 6

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 9

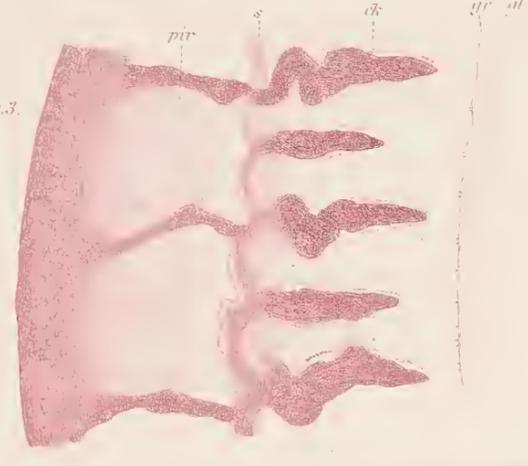
Fig. 7

Fig. 11

Fig. 8

Fig. 10

Fig. 13



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [NF_6](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Ueber den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Thiere 67-87](#)