



Ueber den

CANALIS PETITI

und ein

„ligamentum hyaloideo - capsulare“.

INAUGURAL-DISSERTATION

der medicinischen Facultät

der

KAISER - WILHELMS - UNIVERSITÄT STRASSBURG

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

GERMAIN WIEGER

aus Strassburg i/E.



STRASSBURG

Universitäts-Buchdruckerei von JOHANN HEINRICH EDUARD HEITZ
Schlauchgasse, 5.

1883.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der
Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Waldeyer.**

MEINEM VATER.

GERMAIN WIEGER.



Die Acten über den Canalis Petiti sind längst noch nicht abgeschlossen, wie die noch fast täglich erscheinenden Abhandlungen beweisen, und es ist thatsächlich, dass von vielen Forschern, welche sich seit Jean-Louis Petit¹ mit der Beschreibung dieses scheinbar so einfachen Gebildes befasst haben, jeder zu einem Resultate gekommen ist, welches sich wenigstens im Detail der Auffassung oder Beschreibung von Vorhergehenden unterscheidet, sofern es sich nicht als ganz diametral verschieden vom bisherigen erwies.

Bei der Anfertigung von Vorlesungspräparaten des menschlichen Auges wurde ich auf diese Variationen aufmerksam und beschäftigte mich längere Zeit mit der Kritik der gültigen Auffassungen, und ich glaube, dass es mir dabei gelungen ist, einiges zur genaueren Bestimmung dieses Gebildes und zur Technik seiner Präparation beizutragen.

Dass ein solcher Canalis Petiti überhaupt nicht existiere, sondern nur als Kunst- oder postletales Macerationsprodukt anzusehen sei, wird zwar von Merkel²

¹ Petit in Mémoire de l'Académie royale des sciences. Paris 1726.

² Merkel, Fr. Die zonula ciliaris. Leipzig.

aufgestellt; in wieweit aber diese Auffassung beglaubigt ist, bleibt ungewiss, da Merkel sich auf keine Würdigung der althergebrachten Beschreibung und Präparationsmethode desselben einlässt.

Es ist freilich schwer, menschliche Augen in ganz frischem Zustande zu erhalten, allein, was die Macerationsfrage betrifft, so müsste sich doch ein entschiedener Beweis pro oder contra auf Versuche stützen, die an ganz frischen Augen — etwa von Hingerichteten — angestellt wären.

Ob dies geschehen ist, spricht Merkel nicht aus, und ich stütze meine Opposition gegen seine Auffassung besonders auf den Umstand, dass ich an der Leiche eines verunglückten fünfundzwanzigjährigen Arbeiters den Canalis Petiti drei Stunden nach dem Tode ebenso darstellen konnte, wie an älteren Augen, und dass auch die allerfrischesten Thieraugen keinen Zweifel über das natürliche Bestehen desselben aufkommen lassen.

Abgesehen von der radicalen Ansicht Merkel's wird die Existenz des Canalis Petiti von Henke¹ zwar nicht in Abrede gestellt, derselbe wird aber so beschrieben, dass er mehr als zufälliger Spaltraum, denn als bestimmt geformter Canal erscheint.

Henke lässt die beiden Wandungen des Canals sich berühren, eine Ansicht, welche schon aus experimentellem Grunde desshalb nicht glaubwürdig erscheint, weil eine Injection des Canals in diesem Falle eine äusserst schwierige und sehr vom Zufall abhängige Procedur sein musste, was bekanntlich nicht der Fall ist, und weil, wie ich später zeigen werde, die Ansätze der vorderen und hinteren Wand des Canals an die Linsenkapsel so beschaffen sind, dass ein offener Raum zwischen denselben existieren muss.

Aehnlich der Henke'schen erscheint die Ansicht

¹ Henke in Grafe's Archiv für Ophthalmologie, VI.

Ulrich's¹, welcher den Canalis Petiti definirt: «ein allseitig geschlossenes, spaltenförmiges Gebilde mit lückenloser Vorderwand.»

Nach Iwanoff und J. Arnold² besteht zwar ein Raum zwischen Zonula und Hyaloidea, derselbe soll aber in seinem vorderen Theile nicht frei, sondern mit einem Netzwerke von feinen Fäden durchsetzt sein, welches in den mittleren Abschnitten dünner wird. Durch den hinteren Theil sollen nur einzelne Fäden verlaufen, die nach hinten in den Glaskörper sich verlieren. «An der letztgenannten Stelle findet sich ein Raum, der nach hinten vom Glaskörper, nach vorn von den Fasern der Zonula, nach aussen von den, mit dem gefalteten Theile der Zonula bekleideten processus ciliares begrenzt wird.»

Diese Auffassung stützt sich auf detaillirte Studien über die Zonula Zinnii, deren Kritik nicht in den Rahmen dieser Arbeit gehört; so viel glaube ich jedoch beiläufig sagen zu dürfen, dass ich selbst oft genug gesehen habe, wie einzelne Zonulafasern sich an der Linsenkante, oder hinter der Linsenkante ansetzten, wie einzelne mit den Zonulafasern durchaus identische Fäden, von der Hyaloidea ausgehend, nach der Linsenkante zustrebten, ja sogar wie einzelne Fasern das Gebiet des Canalis Petiti kreuzten, ohne irgendwo mit der Linsenkapsel eine Verbindung einzugehen; jedoch glaube ich, dass dieses Verhalten für die Auffassung der fraglichen Bildung als Canal keine Bedeutung hat, indem die Fasern keine Injection, auch unter dem allergeringsten Drucke, hindern, den Canalis Petiti von einem Punkte aus vollständig auszufüllen, und an der Natur desselben als einheitlichem Hohlraume demnach nichts ändern.

¹ Ulrich. Zur Anatomie des Canalis Petiti in Archiv für Ophthalmologie, XXVI, 2.

² Iwanoff und J. Arnold in Graefe und Sæmisch: Handbuch der gesammten Augenheilkunde, p. 305.

Mit ähnlicher Beschränkung wie Iwanoff und Arnold nimmt auch Gerlach¹ einen Canalis Petiti an, und schlägt dieser Autor bei seiner Kritik der Merkel-Schwalbe'schen Resultate folgenden Mittelweg ein: «Wenn demnach, sagt er, ein den Linsenrand umgebender Canal in dem Sinne der älteren Anatomen nicht gut angenommen werden kann, so haben wir anstatt desselben eine grosse Anzahl untereinander in Verbindung stehender und mit Kammerwasser gefüllter, während des Lebens aber wahrscheinlich nur spaltförmiger Lücken erhalten, welche ich in ihrer Gesamtheit als Petit'schen Raum bezeichnen möchte.»

Und weiter, pag. 64: «Fasse ich meine Ansicht über den Petit'schen Raum in kurzen Worten zusammen, so ist derselbe als eine Art gefächerter Recessus der hinteren Augenkammer zu betrachten, ganz ähnlich jenem gefächerten Recessus, welchen die vordere Augenkammer in dem Fontana'schen Raume besitzt.»

Schwalbe² kehrt endlich auf Grund seiner Injectionsmethode vollkommen zur älteren Ansicht zurück, und hält Natur und Bezeichnung des Canalis Petiti als solchen für vollkommen berechtigt.

Die Frage nach dem normalen Inhalte des Canalis Petiti ist mit ziemlicher Einigkeit unter den Autoren dahin gelöst, dass derselbe einen Lymphraum darstelle, wie von Kölliker gezeigt wird³.

Hueck⁴ glaubt, derselbe sei im Leben mit einer dem

¹ Gerlach, J. v. Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges. Leipzig 1880.

² Schwalbe in Archiv für mikrosk. Anatomie von Max Schultze, VI, 317. — Schwalbe. De canali Petiti et de Zonula ciliari. Halis 1870.

³ Kölliker. Microscop. Anatomie, II.

⁴ Hueck. Bewegung der Krystallinse. Dorpat 1839.

humor aqueus ähnlichen Flüssigkeit gefüllt, und führt die Thatsache an, dass man an gefrorenen Augen, in den Ausbuchtungen, welche der Canal zwischen die Zonula-falten entsendet, Eisstückchen bemerke.

Gerlach erklärt sich (l. c.) für Kammerwasser, und dieses Verhältniss wäre auch selbstverständlich, wenn sich die Communication des Canalis Petiti mit der hinteren Augenkammer durch constante Oeffnungen, wie sie von Jacobson und delle Chiaje¹ entdeckt, von Schwalbe (l. c.) wieder beschrieben wurden, bewähren sollte.

Freilich wird dieser Befund von Aeby² und Ulrich mit guten Gründen für ein Kunstprodukt erklärt.

Die Präparation des Canalis Petiti geschieht schulgerecht so, dass dessen vordere Wand blossgelegt, mit einem capillaren Glastubus angestochen und Luft eingeblasen wird. Dabei füllt sich an frischen Augen und bei sorgfältiger Behandlung stets der ganze Canal, was auch Aeby bestätigt, und nicht, wie Gerlach und Schwalbe behaupten, nur ein Theil desselben.

Der Canal füllt sich bei der Injection nur allmählich, unter Hervortreten von einzelnen Buckeln, welche durch Einschnürungen getrennt werden. Diese Erscheinung kommt wohl dadurch zu Stande, dass sich die, durch die processus ciliares gebildeten Einstülpungen der Zonula wie Schleussen verhalten, welche an der vorderen Wandung des Canals befestigt, die gegenüberliegende Wand desselben fast oder ganz erreichen, und die Injection nur dann durchlassen, wenn der Druck in einer Kammer zwischen zwei Schleussen eine gewisse Höhe erreicht hat. Wiederholt sich nun das-

¹ delle Chiaje. Osservazioni anat. sul' occhio umano. Napoli 1838.

² A e b y. Der Canalis Petiti und die Zonula Zinnii beim Menschen und bei Wirbelthieren, in Graefe's Archiv für Ophthalmologie, XXVIII, I, 1882.

selbe Spiel für jede solche Kammer, so erklärt sich das allmähliche Hervortreten der Buckeln sehr wohl. Ist der Canal so mit Luft gefüllt, so erscheint als vordere Begrenzung desselben, wie ein glänzendes Plättchen, ausgespannt zwischen der Basis der freien processus ciliares und dem Linsenrande, die Zonula, wobei das unbewaffnete Auge schon dichtere Züge bemerkt, die in der Substanz des Plättchens nach der Linse zu strahlig verlaufen, und den Namen «Strahlenplättchen» rechtfertigen. Die Zwischensubstanz wölbt sich unter dem Drucke der injicirten Luft hervor, während die stärkeren Bindegewebsstrahlen grösseren Widerstand leisten und deshalb zurückbleiben, und so kommt eine perlenschnurartige Figur zum Vorschein, deren Buckel von Jean-Louis Petit mit den «godrons» i. e. «Buckel der getriebenen Silberarbeit» verglichen wurden — daher canal godronné — während Zinn¹ treffend vergleicht «... figuram fere exprimere videtur intestini coli flatu repleti.»

Diese dichteren Strahlen zeigen bei einiger Vergrößerung eine bündelweise Anordnung, und erreichen insbesondere in den Einschnitten zwischen den Ciliarfortsätzen eine stärkere Entwicklung. Die Richtung ihres Verlaufes lässt sich leichter an etwas macerirten Präparaten erkennen, wo die Bündel allein bestehen geblieben sind, während die weniger resistente Zwischensubstanz verschwunden ist: die meisten ziehen gerade, von den Spitzen der Ciliarfortsätze nach der vorderen Fläche der Linsenkapsel, andere biegen nach innen um, und verlaufen vereinzelt nach der Kante der Linsenkapsel und deren hinteren Wand.

Circulär verlaufende Fasern kommen beim Menschen nicht vor, wie Gerlach mit Recht gegen Merkel behauptet.

¹ Zinn. Descriptio anatomica oculi humani. Göttingae 1755.

Auf der Linsenkapsel angekommen, breiten die Bündel ihre einzelnen Fasern fächerförmig aus, und diese Fäden verlaufen, indem sie sich allmählich verjüngen, bis nahe an den vorderen Linsenpol heran.

Das Strahlenplättchen verläuft übrigens an ganz frischen Augen, an denen noch keine Luftinjection vorgenommen ist, nicht ganz in einer frontalen Ebene, sondern ist so ausgespannt, dass der Ciliaransatz desselben mehr nach vorn, der Linsenansatz mehr nach hinten zu liegen kommt, so dass im Ganzen eine flache trichterförmige Figur entsteht, wobei der Ciliaransatz die grössere Peripherie, der Linsenansatz die kleinere vorstellt. Im frischesten Zustande der untersuchten Augen war nach Abtragung der Iris eine deutliche Beweglichkeit der Linse wahrnehmbar. Diese verschob sich nach rechts oder nach links etwa um ein Millimeter, je nachdem der Bulbus nach links oder rechts geneigt wurde, eine Erscheinung, welche sich wohl so erklären lässt, dass die lymphatische Flüssigkeit, die von Köl liker im Canalis Petiti nachgewiesen wurde, nach dem Tode zum Theile verlief. Infolgedessen konnten sich die Bänder der Linse entspannen und derselben eine Beweglichkeit gewähren, die im Leben nicht anzunehmen ist.

Wird die Luftinjection des Canalis Petiti an ganz frischen Augen mit ungetrübter Linse vorgenommen, so kann man durch die Linse hindurch sehr wohl sehen wie die Luftinjection hinter der Linse so herum läuft, dass eine mittlere Scheibe auf der hinteren Linsenfläche frei bleibt, deren Circumferenz um etwa einen Millimeter von dem Linsenrande absteht: ein sehr wichtiger Umstand, welcher bei Besprechung der hinteren Wand des Canalis Petiti seine richtige Deutung erfahren wird.

Um nun die Präparation der Zonula Zinnii in ihrem nicht freien Theile weiter zu verfolgen, und somit die vordere Wand des Canalis Petiti vollständig frei zu legen,

wird die Sclerotica bis zum Aequator des Bulbus entfernt, dann die Chorioidea zwischen zwei Pincetten gefasst, und entsprechend dem Aequator bulbi zerrissen.

Wird nun der vordere kragenförmige Theil der Chorioidea nach vorn vorsichtig abgezogen, so merkt man eine erste festere Adhärenz zwischen Chorioidea und Unterlage an derjenigen pigmentirten welligen Linie, welche die makroskopische Endigung der Retina vorstellt, und «ora serrata» genannt wird.

Ist man über diese gefährliche Stelle glücklich hinweg gekommen, ohne dass der aufgeblasene Canal Schaden gelitten hat — was besonders bei frischen Augen nicht leicht ist, — so folgt noch eine zweite festere Adhäsionsstelle zwischen Chorioidea und Unterlage an der Basis der frei in die hintere Kammer ragenden processus ciliares. Der Ausdruck dieser Adhärenz ist ein gewöhnlich auf dem aufgeblasenen Canal haftender Pigmentring, wogegen die Chorioidea an entsprechender Stelle ihres Pigmentes verlustig geht und demnach einen helleren Ring aufweist.

Der injicirte Canal ist nun von vorn freigelegt, und erscheint am frischen Auge als glänzender wulstiger Kranz, der, in einer Entfernung von circa 2 Millimeter vor der ora serrata beginnend, nach dem Linsenrande hinzieht.

Freilich kommt es vor, dass Injectionen welche unter Anwendung von grösserem Drucke gemacht werden, wie Injectionen von Quecksilber oder von Eiweiss mittelst einer Pravaz'schen Spritze, zuweilen bis zur ora serrata vorschreiten. Dieses sehe ich aber als Kunstprodukt an, wobei die Wände des Petit'schen Canals durch die angewandte Gewalt künstlich auseinander gedrängt wurden, und glaube ich, dass die Luftinjection, welche nie die oben erwähnte Grenze überschreitet, hier als massgebend angesehen werden muss, um so mehr, als die sorgfältig gemachten Eiweiss-injectionen, von denen ich später sprechen werde, zu dem-

selben Resultate führten, und als diejenigen Injectionen, welche weiter gehen als bis zur genannten Grenze, den Canal im Uebrigen nicht unbeschädigt lassen, sondern meist auch die ganze hintere Wand der Linse einnehmen, was, wie ich zeigen werde, durchaus als Kunstprodukt anzusehen ist.

Die so präparirte Membran erscheint makroskopisch als durchaus einheitliches Gebilde, von der ora serrata ab bis zur Linsenkapsel. So einfach aber das vorliegende Gebilde zu deuten scheint, so sehr ist es doch unklar, welcher Namen ihm zukommt, indem nur derjenige Theil dieser Membran, welcher von der Basis der freien processus ciliares nach der Linsenkapsel zieht, allgemein als Zonula legitimirt ist, und als unabhängiges selbständiges Gebilde angesehen wird.

Die Thatsache¹, dass man an einem nicht mehr ganz frischen Auge mit grösster Leichtigkeit Glaskörper, Zonula und Linse im Zusammenhange herausnehmen könne, sprach a priori für eine wenigstens makroskopisch gültige enge Zusammengehörigkeit von Zonula und Glaskörper (respective Hyaloidea). Bei dem Versuche dieses Verhalten durch mikroskopische Untersuchung genauer zu bestimmen, wurde die Sache aber recht unklar, einmal wegen der Controverse über die Berechtigung einer Hyaloidea, und dann, weil für den hinteren Theil der fraglichen Membran bis zur ora serrata zurück, von verschiedenen Seiten eine grössere oder geringere Betheiligung der Retina an deren Bildung angenommen wurde.

Geradeso wie die ältere Lehre eines Canalis Petiti gegen die neuere Opposition vertheidigt werden muss, so ist auch die Hyaloidea, welche ursprünglich ohne weiteres von Winslow, Maitrejean, St. Yves, Casse-

¹ Cf. Schwalbe in Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Graefe und Sæmisch, p. 458. — Aeby, op. cit.

bohm, Petit, Zinn etc. anerkannt worden war, ein Gegenstand der Controverse geworden.

Auch hier gehört Merkel zu den Ungläubigsten; Robin schliesst sich ihm an. Hyrtl¹ betont mit einer gewissen Verachtung, dass: «keines Menschen Hand je ein kleinstes Stückchen dieser sogenannten Glashaut vom Glaskörper ablösen, und für sich einer speciellen Untersuchung unterziehen konnte.»

Hannover² und Valentin³ lassen die Frage unentschieden.

Henle⁴ stellt die Existenz einer besonderen Grenzmembran des Glaskörpers in Abrede, und nimmt an, dass die Grenzmembran «Membrana limitans hyaloidea» zwar dem Glaskörper und der Retina gemeinschaftlich angehöre, im Wesentlichen aber ein Bestandtheil der letzteren sei.

Dagegen ist durch Lieberkühn⁵ nachgewiesen, dass die Hyaloidea als solche «aus dem mittleren Keimblatte als Grenzschicht des Glaskörpers gegen die secundäre Augenblase gebildet wird.»

Schwalbe⁶ tritt ebenfalls mit aller Entschiedenheit für die Existenz einer Hyaloidea auf, und erklärt, dass das, was Henle und Iwanoff als limitans hyaloidea beschrieben haben, nichts weiter sei, wie die eigentliche Hyaloidea, nicht zur Retina gehöre, sondern zum Glaskörper, und sich nach vorn direkt in die Zonula ciliaris fortsetze. «Beide sind Bestandtheile einer Membran, an

¹ Hyrtl. Zergliederungskunst. Wien.

² Hannover in Müllers Archiv. 1845.

³ Valentin in Ammon's Zeitschrift für Ophthalmologie, III, 1883.

⁴ Henle. Allgemeine Anatomie. 1841. — Henle. Notiz über die Structurlosigkeit des Glaskörpers, im Jahresbericht für 1864.

⁵ Lieberkühn in Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften. Marburg, Bd. X, 1872.

⁶ Schwalbe in Handbuch der gesamten Augenheilkunde, von Grafe und Semisch, p. 458.

der man mit *Huschke*¹ einen hinteren Theil (eigentliche Hyaloidea) und einen Ciliartheil (Zonula) unterscheiden kann.»

*J. Arnold*² wird durch seine embryologischen Studien in Kürze zu folgenden Schlüssen geführt :

Die Linse ist beim Embryo von einem lichten Gewebe umgeben, in das sie gleichsam eingebettet erscheint.

Dasselbe ist ein Produkt des mittleren Keimblattes. Aus dieser Gewebsschichte wird zunächst die Linsenkapsel; der hinter der Linse gelegene Theil gestaltet sich zum Glaskörper, der vor derselben befindliche zur Membrana capsulo-pupillaris, die am Linsenrande gelegenen Abschnitte aber werden zur Bildung der Zonula ciliaris verwendet. Zu gewissen Zeiten hängen alle diese Theile continuirlich untereinander und mit den Fortsätzen des mittleren Keimblattes zusammen. Eine innigere Verbindung besteht weder zwischen Glaskörper und Retina, noch zwischen Zonula Zinnii und dem Ciliartheile dieser. In späteren Zeiten tritt aber zunächst an der letztgenannten Stelle eine innigere Verbindung ein. Es würde sich somit aus dem Gesagten ergeben, dass die Begrenzungshaut des Glaskörpers sowie die der späteren Zonula entsprechenden Abschnitte desselben vollständig unabhängig von der Retina sich entwickeln, dass wir also nicht berechtigt sind von einer limitans hyaloidea in dem Sinne *Henle's* zu sprechen.

Die mikroskopische Entscheidung dieser Streitfrage ist schwierig, denn die Hyaloidea erweist sich als eine äusserst feine, glashelle, leicht Falten schlagende Membran. Ohne diese Falten würde man sie unter dem Mikroskop ihrer Durchsichtigkeit wegen schwer wahrnehmen, wenn ihr nicht constant eigenthümliche zellige Elemente angelagert wären,

¹ *Huschke*. Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen. 1844.

² *Arnold* in Handbuch der gesammten Augenheilkunde von *Grafe* und *Semisch*. I. p. 305.

durch welche man auch bei Flächenansichten auf sie aufmerksam wird. Die Falten sind scharf ausgebildet, und beweisen am besten die Selbständigkeit der Membran.

Ausser der mikroskopischen Untersuchungsmethode werden von Sappey¹ einige Kunstgriffe angegeben, welche, wie ich aus Erfahrung weiss, leicht auszuführen sind, und keinen Zweifel an der Existenz der fraglichen Hyaloidea hinterlassen:

1) Man nehme den Glaskörper sammt Zonula Zinnii und Linse im Zusammenhange heraus, und untersuche mikroskopisch die Oberfläche des Glaskörpers. Man sieht auf dieser Oberfläche Falten, welche man in ihrer Richtung und Dimension durch Streichen beliebig verändern kann.

2) An einer solchen Falte kann man den ganzen Glaskörper mit der Pincette in die Höhe heben; macht man aber an der Stelle, an welcher man eben den Glaskörper gefasst hielt, einen kleinen Einschnitt, und sucht nun wieder denselben mit der Pincette wie vorher zu fassen und zu erheben, so wird dies nicht mehr gelingen.

3) Man lasse den Glaskörper acht Tage lang in angesäuertem Wasser oder verdünntem Alcohol maceriren; alsdann wird dessen Oberfläche opalisirend glänzend erscheinen. Wird nun ein oberflächliches Stück mit der Scheere abgetragen, so wird es leicht zu constaticiren sein, dass die opalisirende Schichte nur auf die Oberfläche beschränkt war, während die unteren Schichten ihre volle Durchsichtigkeit bewahrt haben. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt es sich noch deutlicher, dass die oberflächliche Schichte verdichtet, und gegen die unteren deutlich abgegrenzt erscheint.

4) Man zerquetsche ein unverletztes corpus vitreum in einem Tuche so lange bis alle Flüssigkeit ausgetreten ist,

¹ Sappey. *Traité d'Anatomie descriptive*, II, deuxième partie, deuxième fascicule, p. 685. Paris 1855.

und untersuche alsdann das Residuum. In demselben wird man deutlich eine Membran mit fadenförmigen Fortsetzungen erkennen.

5) Man lege ein unversehrtes corpus vitreum in ein Uhrglas, und lasse dasselbe vier bis fünf Tage lang an der Luft stehen. Nach diesem Termin wird der Glaskörper eingetrocknet sein, und es bleibt im Uhrglase nur ein gelblicher Fleck zurück.

Giesst man nun Wasser hinzu, so hebt sich dieser Fleck ab, schwillt an, und schwimmt endlich im Wasser als deutlich Falten schlagende Membran. Sticht man diese Membran mit einem feinen Glastubulus an, so kann man sie mit Luft aufblasen, und bei mikroskopischer Untersuchung sieht man dieselben fadenförmigen Fortsätze wie bei dem Experiment 4.

Will man nun nach dem Angeführten die Existenz einer Membrana Hyaloidea als berechtigt ansehen, so muss dieselbe in ihrem vorderen Theile wenigstens eine genauere Beschreibung erfahren, als die bisher von ihr gegebene. Es ist freilich nicht möglich an ganz frischen Augen diese Verhältnisse zu demonstriren. Dies liegt in der Natur des Gegenstandes, dessen Zartheit und Durchsichtigkeit vor Allem überwunden werden müssen. Die zu präparirenden Augen werden am besten in Chlorzinklösung eingelegt. Die Form des Bulbus leidet zwar darunter, aber die Präparation kann sowohl nach sechs- bis siebentägiger Immersion, als auch nach viel längerer Zeit ohne Nachtheil unternommen werden. Auch erlangen Retina und Hyaloidea durch diese Behandlung eine willkommene Festigkeit.

Einlegen der Bulbi in concentrirten Alcohol empfiehlt sich weniger: die Häute werden brüchig und unelastisch. Man kommt aber auch so zum Ziele, wenn auch mit mehr Schwierigkeiten bei der Präparation.

Bei Anwendung von Sublimatlösung wird der Bulbus

sehr hart, und zu Anfertigung von Schnitten geeignet, wobei die getrühte Hyaloidea anschaulich hervortritt. Diese Präparate sind aber von vornherein getrüht, und werden es noch mehr durch den Contact von metallenen Instrumenten.

Die Müller'sche Lösung gab sehr gute Resultate bei den zu besprechenden mikroskopischen Präparaten: die Bulbi müssen aber wenigstens fünf Wochen lang darin liegen, um brauchbar zu werden.

Nächst diesen Reagentien war eine passende Injections-masse unerlässlich, um das Verhältniss der Hyaloidea zum Canalis Petiti zu studiren:

Quecksilber ist zwar leicht zu handhaben, eignet sich aber durchaus nicht, da es sich den Wandungen nicht anschmiegt, sondern immer der Schwere folgt, und ausserdem durch seinen übermässigen Druck die zarten Wandungen zu leicht lädirt.

Ich habe desshalb Versuche angestellt mit Wachs-, Leim-, Milch-Injectionen und bin zuletzt bei einem Verfahren stehen geblieben, welches sich ausserordentlich bewährt hat.

Es ist dies eine Injection von frischem Hühnereiweiss mittelst einer Pravaz'schen Spritze, mit nachfolgender Behandlung des Präparates mit Alkohol, wodurch das Eiweiss zum Gerinnen gebracht wird.

Man sieht zu dem Zwecke am besten frisches Hühnereiweiss durch feine Leinwand, und benützt nur diejenige Flüssigkeit, welche ohne Anwendung eines Druckes filtrirt.

Ist dann das Auge äquatorial halbirt, die vordere Hälfte auf Kork fixirt, und unter Wasser gebracht, so ist es leicht mit der Pravaz'schen Canüle die hintere Wand des Canalis Petiti anzusteichen, indem man sich dicht an den Linsenrand hält, und mit einem kurzen, raschen Rucke eindringt.

Das Gefühl der überwundenen Resistenz belehrt am frischen Auge, dass dies gelungen ist; an conservirten Augen ist es leicht sichtbar, dass die spitze Canüle die hintere Wand des Canals durchstoßen hat.

Wird nun Eiweiss injicirt — und es empfiehlt sich, dies sehr langsam zu thun, — so treten allmählich Wülste hervor, welche sich aneinander reihen und rosenkranzartig um die Linse herum zu liegen kommen. Ist die Injections-masse an der Einstichsöffnung wieder angekommen, und haben die Wülste überall dieselbe Höhe erreicht, so wird die Canüle herausgezogen, und das Präparat wird aus dem Wasser in starken Spiritus gebracht. Als bald gerinnt das Eiweiss, und man kann nun in Spiritus oder wieder in Wasser das Resultat der Injection studieren.

Man verfolge die getrühte Hyaloidea bis zum zackigen Rande der ora serrata. Ist die Injection mit möglichster Vorsicht gemacht worden, so bleibt vor diesem Rande noch ein circa ein Millimeter breiter Saum ringsherum frei: von da an erhebt sich die geronnene Eiweissmasse, sanft ansteigend, bis etwas über das Linsenniveau, bildet dann eine abgerundete Kuppe, und senkt sich dann plötzlich, einen Crater bildend, nach der Linse zu, überwölbt den Rand derselben und lässt auf der Linsenfläche eine Scheibe vollständig frei, deren Umfang concentrisch mit der Linsen-peripherie verläuft, und in einem Abstände von einem Millimeter von derselben entfernt bleibt.

Die Höhe des injicirten Canals ist natürlicherweise verschieden, je nachdem derselbe partiell oder total angefüllt worden ist, und der Begriff einer totalen Füllung des Canals kann, bei der Nachgiebigkeit seiner Wandungen, nur ein subjectiver sein. Ich hielt denselben nach vielen Versuchen für vollständig injicirt, wenn:

1) die vordere Wand des Canals perlchnurartig erschien, wie bei einer Luftinjection:

2) wenn keine Luftblasen in dem Canal zurückgeblieben waren ;

3) wenn die Kuppe überall dieselbe Höhe erreicht und beibehalten hatte ;

4) wenn die kreisrunde Scheibe auf der hinteren Linsenfläche gänzlich frei geblieben war ;

5) wenn die Injection in einer Entfernung von circa einem Millimeter vor dem Rande der ora serrata aufhörte.

Waren diese Bedingungen erfüllt, so erhob sich der injicirte Canal um circa 3 Millimeter über das Niveau der ora serrata. Der äusserste Rand des injicirten Raumes erscheint wellenförmig abgegrenzt, und gewährt ein Bild ähnlich dem benachbarten Rande der ora serrata, der innere Rand setzt sich dagegen in ganz scharfer einfacher Kreislinie an die Linse an. Von den Winkeln aus, die durch das Zusammentreffen je zweier Wellen des äusseren Randes gebildet werden, laufen Einschnürungen nach dem Linsenansatze hin, und so gewährt das ganze Bild durchaus das Aussehen eines flachen «Napfkuchens». — Das Resultat einer solchen Injection des Canalis Petiti stellt erstens die Existenz eines solchen Canals unzweifelhaft fest — denn an ein Kunstprodukt kann doch, bei der Einfachheit des Verfahrens, und der Congruenz der bei verschiedenen Verfahren, erhaltenen Figuren, nicht gedacht werden, — lässt sich aber in keiner Weise mit der Beschreibung, die gewöhnlich von dem Verhältnisse der Hyaloidea zur Linsenkapsel gegeben wird, vereinbaren. Die hierüber gültigen Ansichten sind ja in Kürze folgende :

Wird eine Hyaloidea anerkannt, so wird entweder eine feste Adhärenz derselben mit der ganzen hinteren Linsenkapsel, oder aber eine vollständige Unabhängigkeit beider angenommen.

Nach Aeb y soll sogar beides beliebig vorkommen können : Linse und Hyaloidea sind miteinander verklebt,

aber dieses Verhältniss kann sich lockern, «wie dies hin und wieder schon während des Lebens, sicher aber nach dem Tode eintritt . . . »Schliesslich wird dadurch der ringförmige Canal (Can. Petiti) in eine continuirliche, der Rückfläche der Linse parallele Spalte umgewandelt.»

Eine vollständige Unabhängigkeit beider Blätter ist aber durchaus als Kunstprodukt anzusehen, wie die einfachste Insufflation des Canalis Petiti lehrt. Niemals wird bei diesem Experimente die ganze hintere Linsenfläche durch eine Luftschicht verdeckt.

Eine feste Adhärenz der Hyaloidea mit der hinteren Linsenkapsel hätte möglicherweise den geschilderten Befund bei der Insufflation des Canalis Petiti erklären können, wenn mich nicht die sehr scharfe Begrenzungslinie des Hyaloideaansatzes an die Linsenkapsel von vornherein zu dem Schlusse gedrängt hätte, dass ein besonderes Haftband hier im Spiele sein müsse. Hätte doch bei einer gleichmässigen Verlöthung¹ der Hyaloidea mit der hinteren Linsenkapsel weit eher eine unregelmässige Abgrenzung unter dem Drucke der Injection zu Stande kommen müssen, als die erhaltene haarscharfe Kreislinie!

Ein Versuch, welchen ich anstellte um dieses Verhältniss zu beleuchten, gelang über Erwarten gut zu Gunsten meiner Hypothese.

Ich machte nämlich eine Quecksilberinjection in den Canal, in der Erwartung, dass das Quecksilber durch seinen grösseren Druck die ganze Hyaloidea von der Linsenkapsel abheben würde, wenn gar keine, oder eine nur schwache Verbindung beider Theile bestände, oder aber eine unregelmässige Begrenzungsfigur oder gar einen Riss erzeugen würde, statt des bisher erhaltenen genauen Begrenzungskreises, wenn die Hyaloidea mit der Linsenkapsel intim

¹ Cf. Brücke. Anatom. Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.

verbunden, und der unter geringem Drucke erhaltene Kreis nur ein Kunstprodukt wäre.

Nach vollständiger Füllung des Canals blieb nun erst das Quecksilber genau an derselben Kreislinie stehen, an welcher die Eiweissinjectionen sich aufgestaut hatten; bei Anwendung eines grösseren Druckes riss dann plötzlich die kreisrunde Ansatzstelle in toto los und die somit abpräparirte hintere Wand des Canalis Petiti gewährte folgendes Bild:

Die abgehobene Hyaloidea war nur leicht getrübt, und dicht vor der kreisförmigen Linie derselben, in welcher sie sich an der Linsenkapsel festgeheftet erwiesen hatte, zeigten sich kleine, dicht neben einander stehende, jedoch deutlich von einander gesonderte glänzend weisse Streifen, welche im Kreise strahlig angeordnet waren. Die Länge dieser Streifen betrug kaum einen halben Millimeter, darauf verbreiterten sie sich an ihrem dem Linsencentrum zugewandten Ende, flossen zu einem dichten weissen Bande zusammen, und umsäumten so ein vollkommen kreisrundes Loch, welches genau derjenigen Scheibe entsprach, welche bei den früheren Eiweissinjectionen auf der hinteren Linsenwand frei geblieben war, während das kreisrunde Ligament derjenigen Stelle entsprach, an welcher sich die Injection, ein Millimeter einwärts vom Linsenrande gestaut hatte. Die Verbindung der Hyaloidea mit der Linse durch ein besonderes Haftband, und somit eine, bisher meines Wissens nicht beschriebene Begrenzung des Canalis Petiti, waren durch dieses ausserordentlich anschauliche Präparat klar gelegt. Ich trage nämlich kein Bedenken, das beschriebene Gebilde von vornherein als Ligament, und zwar als «*ligamentum hyaloideæ*» oder genauer «*lig. hyaloideo-capsulare*» zu bezeichnen, da seine feste Adhärenz bei der Präparation, und seine faserige Beschaffenheit bei mikroskopischer Untersuchung diese Deutung sehr nahe legen.

Functionell dürfte das ligamentum hyaloideæ eine Rolle bei dem Mechanismus der Accomodation mitspielen, was aber noch näherer Begründung bedürftig ist.

Es fragte sich nun zunächst :

- 1) wie verhält sich die Linse zu dem ligam. hyaloideæ?
- 2) wie verhält sich das Hyaloideablatt innerhalb der, durch das ligam. hyaloideæ umsäumten Peripherie zu dieser Peripherie einerseits, und zu der Linse andererseits?

Ad. 1. Schon öfters hatten Linsen, welche in verdünntem Alcohol, oder besser in einer Mischung von $\frac{2}{3}$ Alcohol + $\frac{1}{3}$ Salpetersäure aufbewahrt worden waren, eine auffallend deutliche Rinne gezeigt, welche ein Millimeter einwärts von der Linsenperipherie, concentrisch mit derselben verlief, und an welcher die, bei dieser Behandlung der Linse auftretenden radiären Wülste und Vertiefungen verschwanden.

Dieser Befund, verbunden mit der Beobachtung, dass sich das ligamentum hyaloideæ gerade da an die Linse anheftete, wo die erwähnte Furche nach der Maceration in der Linsensubstanz auftrat, liess mit einiger Berechtigung a priori vermuthen, dass die Furche der Linse als der Ausdruck des Ansatzes des ligamentum hyaloideæ an die Linse angesehen werden könne.

Diese Vermuthung wurde bestätigt, und zugleich das unter Nummer 2 in Frage gestellte Verhältniss über alle Zweifel klar gelegt, durch folgendes Präparat :

Ein in Spiritus conservirtes Auge wurde unter Spiritus so präparirt, dass Retina, Zonula und Linse freigelegt wurden. Hierauf wurde die Retina äquatorial zerrissen und ihr vorderer Theil von der Unterlage abgezogen. Dann wurden die Zonulafasern hart am Linsenrande sorgfältig abgeschnitten, wobei die Linse möglichst wenig erschüttert wurde. Somit lag der vordere Theil der Hyaloidea frei, und da die Zonulafasern abgetragen waren, die Linse aber

dennoch in situ verblieb, und die Hyaloidea beim Abziehen der Linse von derselben in ihrer ganzen Ausdehnung sich spannte, so war der Schluss leicht, und unbedingt gerechtfertigt, dass ausser der Zonula eine zweite Verbindung zwischen Hyaloidea und Linse bestehen müsse. Welcher Art diese Verbindung sei, musste die weitere Präparation lehren.

Ich legte einen Messerstiel hinter dem freien Linsenrande gegen die Hyaloidea an, um diese zu stützen, zog die Linse vorsichtig nach vorne und klappte sie nach unten um. Nun wurde auf dem Theile der Hyaloidea, der bisher noch von der Linse bedeckt gewesen war, ein kreisförmiges Gebilde, dem vorhin erwähnten Ligamente entsprechend, deutlich sichtbar. Dieses Ligament umsäumte aber diesmal kein Loch, sondern in demselben, als Rahmen, blieb eine intacte Membran ausgespannt, welche mit der Linsenkapsel keine Adhärenz zeigte. Diese Membran war ihrem Aussehen nach durchaus der Hyaloidea ähnlich, welche jenseits des ligamentes ausgespannt war, und darf wohl von vornherein angesehen werden als die direkte Fortsetzung der Hyaloidea über die Fossa patellaris hin, mit Wiederherstellung ihres ursprünglichen Charakters, nach ihrem verdickten ligamentösen Ansätze an die Linse.

Auch die mikroskopische Untersuchung hat bestätigt, dass keine, oder wenigstens keine wesentliche Verschmelzung zwischen Hyaloidea und Capsula Lentis in der fossa patellaris besteht. Somit beruht die bisher gültige Ansicht, dass eine solche Verschmelzung vorhanden sei, lediglich wohl auf dem Gefühle der Adhärenz, welches beim Abziehen der Linsenkapsel von dem ligamentum hyaloideæ zu Stande kommt.

Versuche, dieses Verhältniss ad oculos zu demonstrieren durch Quecksilber- oder Eiweiss-Injectionen in die fossa patellaris, sind mir bisher misslungen. Ich hoffte dabei die

Hyaloidca soweit dehnen zu können, dass aus dem Spalte zwischen Hyaloidea und Kapsel ein reeller Raum entstehen würde, scheiterte aber daran, dass eine Canüle unter die Hyaloidea nicht eingeführt werden kann, ohne dass dieselbe weit eingerissen, und somit die Herstellung eines gewissen Druckes zwischen Hyaloidea und Linsenkapsel zur Unmöglichkeit gemacht wird. Jedoch sind ausser den beschriebenen makroskopischen Präparaten, bei welchen die Hyaloidea in der fossa patellaris regelmässig intact blieb, die mikroskopischen Schnitte durch die fossa patellaris in sagittaler Richtung beweisend genug. Es zeigte sich dabei ungefähr ebenso oft, und bei Präparaten, die genau auf dieselbe Art behandelt waren, dass die beiden Membranen eng aneinander geschmiegt blieben, als auch, dass sie von einander wichen. Ich möchte mich daher mit Vorsicht ausdrücken und sagen: eine Adhärenz zwischen Hyaloidea und Linsenkapsel innerhalb des ligam. hyaloideæ — wahrscheinlich durch eine Kittsubstanz vermittelt — kann bestehen, ist aber jedenfalls minimal, und kann unter Umständen schon dann mechanisch gelöst werden, wenn an dem ligam. hyaloideæ auch nicht die geringste Zerrung zu erkennen ist.

Soviel geht auch aus einer Beobachtung von Imre¹ hervor, nach welcher «die Möglichkeit einer Trennung der hinteren Kapsel von der Hyaloidea, ja sogar die dazu vorhandene Neigung» erwiesen wird. Ob freilich dieser einzelnen Beobachtung eines pathologischen Falles, wobei noch dazu operativ eingegriffen wurde, ein unangreifbarer anatomischer Werth beizulegen ist, möchte zweifelhaft bleiben. Für das Verhältniss zwischen Hyaloidea und hinterer Kapselwand innerhalb des ligam. hyaloideæ kann die

¹ Imre: Ein Beitrag zur Kenntniss vom Zusammenhange der Linsenkapsel mit der Hyaloidea, in klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 14. Jahrgang.

betreffende Beobachtung einen Beitrag liefern, aber die wirksame Verbindung der beiden Gebilde, welche durch das ligam. hyaloideæ zu Stande kommt, ist dabei nicht beobachtet worden.

Jedenfalls aber beruht, wie aus dem Angeführten leicht ersichtlich ist, die Angabe Henle's, dass die Linsenkapsel nicht ohne Verletzung der Hyaloidea aus der fossa patellaris entfernt werden könne, auf einem Irrthume.

Stilling¹ zeichnet einen Uebergang des Canalis hyaloideus in eine zwischen Glaskörper und Linse befindliche Spalte, ohne sich darüber näher im Texte zu äussern; die Erklärung dieser Erscheinung geht aus meiner Beschreibung des bestehenden Verhältnisses unzweifelhaft hervor.

Auf dem zuletzt pag. 23 beschriebenen Präparate gewährte das ligam. hyaloideæ vollständig denselben Anblick wie das schon beschriebene pag. 22; es wurde aber dadurch noch viel anschaulicher gemacht, dass es gelang die Linse zum Theile in ihrem natürlichen Zusammenhange mit dem ligam. hyaloideæ zu erhalten. Es ist bisher immer vom Ansatz der Hyaloidea an die Linse die Rede gewesen. Natürlich ist dies so zu verstehen, dass das ligam. hyaloideæ sich zunächst und unmittelbar mit der Linsenkapsel verbinden muss. Dass dies der Fall ist, zeigte sich sehr deutlich an einem Schnitte durch ein in Sublimat gehärtetes Auge, bei welchem die halbirte Linse aus dem entsprechenden Kapselstücke herausgehoben wurde. Man konnte den Ansatz des ligamentes an die Kapsel an seiner stärkeren Lichtbrechung deutlich erkennen, und zugleich zeigte das herausgehobene Linsenstück die oben erwähnte Rinne, welche genau der Ansatzstelle des ligamentes an die Kapsel entsprach.

¹ J. Stilling. Eine Studie über den Bau des Glaskörpers, im Archiv für Ophthalmologie, XV, 1869.

Beim Herausheben der Linsenhälfte aus der Kapsel suchte ich zu constatieren, ob eine festere Verbindung zwischen Linsenkapsel und Linsensubstanz an der Insertionsstelle des Ligamentes, im Bereiche der genannten Rinne bestehe oder nicht.

Ich muss das erste verneinen; es war keinerlei Anheftung sichtbar oder fühlbar, sei es nun, dass die Behandlung mit Sublimat oder die Erschütterung bei der Halbierung der Linse die eventuell vorhandene Verbindung gelöst hätten, sei es, dass sie überhaupt nicht existierte.

Letzteres wäre der Annahme einer Wirkung des ligamentum hyaloideæ auf die Linsensubstanz selbst jedoch nicht entgegen. Die Linsenkapsel schmiegt sich ja ausserordentlich dicht an die Linsensubstanz an, ein humor Morgagni ist im Leben nicht vorhanden, wie die genaueren Untersuchungen gezeigt haben, sondern ist nur als Macerationsprodukt anzusehen, und es ist daher wohl erklärlich, dass ein mechanischer Effekt, etwa ein Zug auf das Ligament, und somit auf die Linsenkapsel, auch die Linse selbst in demselben Masse afficiren würde, als wenn eine entsprechende Verbindung zwischen Kapsel und Linse vorhanden wäre. Ich glaube nach dem Gesagten, dass eine solche besondere Verbindung nicht existiert, und dass die Rinne in der Linsensubstanz dadurch entsteht, dass das elastische ligam. hyaloideæ längere Zeit nach dem Tode noch im Stande ist Druck- und Zugwirkungen zu bedingen, während die Linsensubstanz alsbald die Fähigkeit verliert sich so von denselben beeinflussen zu lassen, wie dies im Leben anzunehmen ist; die Folge davon wäre eine Deformation der Linsensubstanz, entsprechend dem Ansatz des ligam. hyaloideæ. Und als solche sehe ich die erwähnte Rinne an, und erkenne ihr nur eine Beweiskraft zu für die Existenz des genannten Ligamentes. Umsomehr erscheint diese Annahme gerechtfertigt, als ich die Rinne bisher

nur an Linsen bemerkt habe, welche in Alkohol oder in Sublimat gehärtet waren.

Ich war sowohl mit den beschriebenen makroskopischen als auch mit den mikroskopischen Präparaten, welche ich in Folgendem beschreiben werde, fertig, als mir, bei eifrigem Nachsuchen Alles dessen, was in der Litteratur meinen Gegenstand betraf, ein Artikel von Hasner¹ in die Hände kam, welcher, wie mir scheint, zu wenig beachtet worden ist. Dieser Artikel erwähnt einen kreisförmigen Ansatz der Hyaloidea an die Linsenkapsel und verwirft die angenommene Verwachsung beider Gebilde in der fossa patellaris genau so wie ich es auf Grund meiner Präparate gethan.

Der betreffende Satz lautet: «Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass eine Verwachsung der hinteren Kapselwand mit der Hyaloidea im Bereiche der tellerförmigen Grube nicht vorkomme. Das Verhältniss beider Membranen zu einander ist folgendes: nach erfolgter Trennung der Hyaloidea in zwei Lamellen setzt sich die hintere schwächere — die eigentliche Fortsetzung der Hyaloidea — gegen den Linsenrand hin fort und heftet sich in Form einer Kreislinie an die Peripherie der hinteren Kapselwand. Innerhalb dieses Kreises, in der tellerförmigen Grube, erscheinen dagegen Kapsel und Hyaloidea wieder vollkommen von einander getrennt, und es berühren sich beide Membranen nur in der Weise, wie zwei Blätter einer Membrana serosa.»

Ich muss gestehen — abgesehen davon dass ich in voller Selbständigkeit das wieder entdecken musste, was Hasner schon gesehen, — dass ich zu der Beschreibung von Hasner nur einen, freilich wesentlichen Zusatz durch diese Arbeit liefere, nämlich den Nachweis eines Ligamentes da, wo er nur von einer Verwachsung spricht.

¹ Hasner. Ueber das anatomische Verhältniss der Linsenkapsel zum Glaskörper. in Deutsche Klinik. III, 1851.

Die mikroskopischen Präparate, welche ich anfertigte, um die Resultate der makroskopischen Bearbeitung zu unterstützen und zu vervollständigen, waren dreierlei Art:

erstens: sagittale Schnitte durch einen mit Eiweiss injicirten Canalis Petiti;

zweitens: Flächenpräparate der Auskleidung der fossa patellaris;

drittens: sagittale Schnitte durch den Bulbus.

Die Präparate der ersten Art sollen beweisen, dass die Injection des Canals nicht als Extravasat anzusehen sei; die der zweiten und dritten Art sollen die Natur des ligam. hyaloidæ demonstrieren. Erst wurde ein Präparat, auf welchem in der oben beschriebenen Weise der Canalis Petiti mit Eiweiss injicirt worden war, in meridionale Schnitte zerlegt. Die technische Schwierigkeit, welche eine solche Schnittführung überhaupt bietet, wurde hier noch durch den Umstand erhöht, dass es darauf ankam, die Injectionsmasse in dem Canal möglichst unversehrt zu erhalten. Der injicirte Canalis Petiti erscheint auf dem Schnitte als eine ungefähr elliptische Figur. Die Masse wird vorn von der Zonula, seitlich von den processus ciliares begrenzt, nach hinten wird die Hyaloidea unter scharfem Winkel abgehoben und nach dem Centrum des Bulbus zu vorgebuchtet, zugleich überdeckt der Wulst der Injectionsmasse die hintere Linsenfläche um circa zwei Millimeter, wendet sich darauf mehr nach der Peripherie der Linse zu und endet an der Linsenkapsel in einer Entfernung von circa ein Millimeter vom Linsenäquator. Eine Zerreissung der den Canal einschliessenden Wandungen hatte in dem beschriebenen Präparate nirgends stattgefunden, so dass die erwähnten Verhältnisse, abgesehen von der künstlichen Dilatation des Canals, als natürliche anzusehen sind. Ein solches Präparat konnte nur deshalb zur mikroskopischen Untersuchung des ligamentum hyaloidæ nicht verwandt

werden, weil die Ansatzstelle des letzteren an die Kapsel durch feinste Partikelchen von Eiweiss verunreinigt war, welche bei der Schnittführung aus dem Canale quollen und sich auf die feine Membran gelagert hatten.

Daher wurden folgende Präparate ohne vorhergehende Injection des Canals hergestellt.

I. Flächenpräparate der Auskleidung der fossa patellaris.

Ein in Müller'scher Lösung gehärteter Bulbus wird äquatorial halbiert. Von der vorderen Hälfte werden Cornea und Sclera entfernt, ebenso werden die störenden Glaskörperfäden und Membranen mit möglichster Schonung abgetragen. Darauf wird die Zonula an ihrer Kapselinsertion sorgfältig abgeschnitten.

Die Linsenkapsel wird jetzt nur noch durch das ligamentum hyaloideæ in ihrer Stellung fest gehalten.

Wird die Linse nun gefasst, sorglich abgehoben, indem ein flaches Instrument die Hyaloidea zurückhält und vor Einreißen schützt, so kann man die Linsenkapsel total entfernen und man hat vor sich die unversehrte Auskleidung der fossa patellaris mit dem sie begrenzenden ligamentum hyaloideæ.

Wird ein solches Präparat unmittelbar unter das Mikroskop gebracht, so erkennt man zwar leicht die faserige Beschaffenheit des Ligamentes, weit anschaulicher wird aber das Bild, wenn das Präparat mit Picrocarmin oder Eosin gefärbt wird.

Der der Pupille entsprechende Bezirk ist durch eine schwach fingirte Membran eingenommen, welche durch die schwarzen, im Kreise angeordneten Gipfel der processus ciliares in einer zackigen Linie abgeschlossen wird.

Von diesen Zacken gehen die Fasern der Zonula Zinnii aus, welche meist radiär nach dem Centrum des Pupillenbezirktes zu gerichtet liegen, theils als ganz kurze Büschel, entsprechend den Fasern, welche von der Linsenkapsel ab-

geschnitten worden sind, theils als unversehrt erhaltene lange Fäden, die sich von der vorderen Linsenkapsel getrennt haben und fast bis zum Centrum des Präparates heranreichen.

Paralell mit dem Rande der processus ciliares, circa ein Millimeter von demselben entfernt, verläuft in der Substanz des der Pupille entsprechenden Theiles der Hyaloidea ein dunkelrother Ring, von dichteren und dünneren Fasern gebildet, welche theils starr, theils leicht wellig verlaufen.

Die Fasern sind peripherisch etwas weiter auseinander gerückt als central, sind dünner und laufen mehr durch einander. Dagegen sind die centralen Fasern stärker, enger zusammenliegend, streng concentrisch verlaufend, und stellen so einen Strang vor, welcher mit der hellen Auskleidung der fossa patellaris scharf contrastirt.

An diese Kreisfasern tritt ein anderes System von Fasern heran, welche in radiärem Verlaufe nach den Kreisfasern zu laufen. Diese Fasern sind kurz, verjüngen sich sehr bald nach der Peripherie zu, verbreitern und vereinigen sich zu Bündeln an ihrem, den Kreisfasern zugekehrten Ende, und bilden stellenweise, indem sie sich mit diesen intim verflechten, dichte Knoten. Von solchen Knoten gehen dann kurze Bündel von Fasern aus, deren freie Endigungen von der Linsenkapsel abgerissen sind, und mit derselben wohl nach Art der Zonulafasern verwachsen waren.

Sämmtliche Fasern sind feinsten Bindegewebsfasern durchaus ähnlich: wo sie sich kreuzen, scheinen sie untereinander untrennbar verschmolzen zu sein. Anfang oder Ende einer einzelnen Faser sind im Gesamtpräparate nicht aufzufinden, und zerpupft man ein Bündel von Fäden, so erhält man auch nur Stückchen von Fasern, welche alle vollkommen gleichmässig erscheinen.

Zellige Elemente habe ich nicht entdecken können.

II. Bei den sagittalen Schnitten durch den Bulbus war mit bedeutenden technischen Schwierigkeiten zu kämpfen, denn es kam darauf an, Schnitte zu erhalten, bei welchen das Verhältniss zwischen Linsenkapsel, Zonula und Hyaloidea intact bleiben musste. Von frischen Augen ist ein solches Präparat bekanntlich nicht herzustellen. Die Hauptschwierigkeit liegt bei gehärteten Augen darin, dass die Linse zu nachgiebig aufgehängt ist, und bei der ersten Berührung des Messers luxirt wird. Ihre Bänder werden dabei selbstredend zerrissen, und es ist meiner Ueberzeugung nach nicht möglich, intacte Schnitte zu erhalten, wenn die Linse nicht gestützt wird. Zu dem Zwecke habe ich ein Verfahren angewandt, welches sich für Augenpräparate sehr bewährt, und ich führe dasselbe deshalb ausführlich an, weil es auch bei anderen Präparaten geeignet sein dürfte, flottirende Gebilde momentan zu stützen (wie z. B. bei Präparaten des inneren Ohres).

An einem in Müller'scher Lösung wohl gehärteten Bulbus wurde vorsichtig eine kleine Oeffnung in die Cornea geschnitten. Darauf wurde rings um den opticus herum eine Calotte abgetragen, welche sämtliche Augenhäute ausschnitt. Somit waren die vordere Augenkammer eröffnet und der Glaskörper freigelegt.

Der so vorbereitete Bulbus wurde abgetrocknet und nun vollständig angefüllt mit einer möglichst dicken Lösung von Gummi arabicum, dann in einem Papierkästchen aufrecht gestellt, welches ebenfalls mit Gummilösung gefüllt wurde. Dieses Kästchen wurde darauf in ein grösseres Gefäss mit 90gradigem Alkohol gebracht und verblieb darin 24 Stunden.

Der Alkohol entwässert die Gummilösung, welche in und um den Bulbus hart wird, und so wird der Bulbus vollkommen ausgegossen und die Linse in ihrer Lage fixirt. Wird nun der Bulbus in Schnitte zerlegt, so erhält man homogene Scheiben von Gummi, in welchen die Linsenschnitte fest und unverrückt eingebettet liegen.

Eine solche Scheibe wird mit einem Färbemittel behandelt, welches natürlicherweise in Alkohol gelöst sein muss, damit das Gummi sich nicht jetzt schon auflöse. Als Farbe empfiehlt sich Eosin in alkoholischer Lösung. Darauf wird der Schnitt in Alkohol von der überschüssigen Farbe befreit, auf das Objectglas gebracht, und mit dem Deckgläschen bedeckt.

Nun kommt es darauf an, das Gummi zu entfernen, welches bisher als Stützmittel der Linse und ihrer Bänder gedient hatte. Dies geschieht einfach dadurch, dass so lange Wasser unter dem Deckgläschen durchgezogen wird, bis alles Gummi aufgelöst, und das Gesichtsfeld hell geworden ist.

Ist dies geschehen, so hat man ein Präparat vor sich, an welchem die natürlichen Lageverhältnisse wohl erhalten sind, und welches nur dadurch eine geringe Deformation erfahren hat, dass die oberflächlichen Linsenschichten am Aequator durch die abwechselnde Behandlung mit Alkohol und Wasser geschrumpft und gequollen sind, dadurch dem Zuge der Zonula etwas nachgegeben haben, und welches dementsprechend am Zonulaansatze ein oder zwei hörnerähnliche Vorsprünge zeigt.

Ist die Erklärung dieses Phänomens richtig, und beruht es auf Zug und Resistenz der Zonula, so glaube ich aus dem Umstande, dass zuweilen ein solcher Buckel der oberflächlichen Linsensubstanz auch an derjenigen Stelle auftrat, wo das ligam. hyaloidcæ sich ansetzt, folgern zu dürfen, dass auch diesem Ligamente Zug und Resistenz anzuerkennen sind, ähnlich wie der Zonula.

Weiter zeigt sich auf dem Präparate der Canalis Petiti gemäss der obigen Beschreibung als ein freier, prismatischer Raum, durch welchen nur selten einzelne Zonulafasern quer durchziehen. Vorn wird der Canal begrenzt von der Zonula Zinnii und hinten von der Hyaloidea. Beide ziehen in straffer Spannung nach der Linsenkapsel.

Die Hyaloidea gewährt in der Nähe der Linsenkapsel ein streifiges Aussehen. Die Fasern, welche dieses Bild bedingen, sind nach der Peripherie zu ausserordentlich fein, und differenziren sich wenig von der Grundsubstanz.

Am Ansatz der Hyaloidea an die Linsenkapsel erscheint ein Gewirre von bunt durcheinanderlaufenden Fasern, welche an der Kapsel einen dichten Filz bilden. In der Auskleidung der fossa patellaris verschwinden die Fasern allmählich und die Hyaloidea nimmt wieder den Charakter an, den sie in ihrem übrigen Verlaufe besitzt.

Zieht man aus dem Resultate der combinirten Flächen- und Schnitt-Präparate einen Schluss auf die Beschaffenheit des ligamentum hyaloideæ, so scheint dasselbe vorwiegend aus Ringfasern zu bestehen. Dazu kommen feinere und schwächere radiär verlaufende Fasern, welche sich mit den Ringfasern verfilzen, und sich gleich darauf, nach Art der Zonulafasern, an die hintere Linsenkapsel ansetzen.

Die Breite des ligamentum hyoloidæ ist deshalb nicht genau bestimmbar, weil die radiären Fasern nach der Peripherie zu unmerklich verschwinden, und weil die Hyaloidea und mit ihr das Ligament durch die Präparation quellen müssen, und verschieden gezerzt werden.

Auf den Präparaten betrug die Breite zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ Millimeter, jedoch hat dieses Mass natürlich keinen Werth für das Verhältniss beim Lebenden.

Es sei mir nun erlaubt, in kurzer Wiederholung die Ergebnisse der verschiedenen, sich gegenseitig ergänzenden Präparate in ein Bild zu concentriren, welches die positiven Befunde enthält:

- 1) Es existiert ein Canalis Petiti.
- 2) Derselbe hat eine vordere Wand (Zonula Zinnii) und eine hintere Wand.

3) Die hintere Wand des Canalis Petiti wird durch die Hyaloidea gebildet, welche, vor der ora serrata als freies Blatt abgehend, nach der hinteren Wand der Linsenkapsel zieht, und sich an derselben ein Millimeter vom Rande der Linse entfernt ansetzt.

4) Diese Anheftung geschieht mittelst eines Ligamentes, welches kreisrund, dichter als seine Umgebung, nach Anwendung von gewissen Reagentien weiss erscheint, in der Substanz der Hyaloidea selbst verläuft, und offenbar eine Verstärkung dieser Membran darstellt.

5) Die mikroskopische Untersuchung des betreffenden Gebildes lehrt, dass dasselbe aus Fasern besteht, welche in der Substanz der Hyaloidea theils äquatorial in vollständigem Kreise, theils meridional verlaufen, und stützt die Annahme, dass wir hier lediglich eine festere Verbindung zwischen Hyaloidea und Linsenkapsel vor uns haben, wodurch die Bezeichnung «ligamentum hyaloideo-capsulare» wohl berechtigt erscheint.

6) Die Hyaloidea läuft nach Bildung des ligamentum hyaloideum weiter über dasselbe hinaus und bedeckt die Glaskörper- respective hintere Linsenfläche, welche nicht vom Canalis Petiti und nicht von der Ansatzstelle des erwähnten Ligamentes in Anspruch genommen wird, mit einem Blatte, welches eine nur sehr geringe Adhärenz mit der Linsenkapsel aufweist.

Wenn man nun den Satz, in welchem die neueste Ansicht über den von mir behandelten Gegenstand enthalten ist, ich meine den Satz von Aeby (l. c. pag. 120), mit den von mir beschriebenen Verhältnissen vergleicht, so zeigt sich, dass die Aeby'sche Anschauung, der ich sonst beipflichte, in einem wesentlichen Punkte eine Modification erfahren muss.

Es heisst dort :

«So bestimmt wir nun auch für die Existenz eines Petit'schen Canals eintreten, so wenig sind wir nach dem Gesagten gesonnen, demselben irgendwelche Selbständigkeit einzuräumen. Er ist weiter nichts als der Randabschnitt des seitlich von der Zonula abgeschlossenen postlenticularen Raumes zwischen der Linse und dem von seiner Hyaloidea umschlossenen Glaskörper, soweit beide nicht miteinander verklebt sind. Seine Weite wird daher auch mit der Lockerung dieses Verhältnisses, wie sie hin und wieder schon während des Lebens, sicher aber nach dem Tode eintritt, stetig zunehmen und schliesslich den ringförmigen Canal in eine continuirliche, der Rückfläche der Linse parallele Spalte umwandeln.»

Dagegen glaube ich bewiesen zu haben, dass dem Canalis Petiti durch den Nachweis des ligamentum hyaloideo-capsulare eine volle Selbständigkeit eingeräumt werden muss, und weit entfernt davon, dass seine grössere oder geringere Weite auf der Lockerung eines unbestimmten Verhältnisses zwischen Glaskörper und Linse beruhe, muss vielmehr dieses Verhältniss so aufgefasst werden, dass eine anatomisch ganz bestimmte Grenze (das ligamentum hyaloideo-capsulare) zwischen Canalis Petiti und postlenticulärem Raume existiert, und dass die Entstehung einer «continuirliehen, der Rückfläche der Linse parallelen Spalte» lediglich durch eine Zerstörung des ligamentum hyaloideo-capsulare zu Stande kommen kann, und somit in allen Fällen als Kunstprodukt anzusehen ist.

Der Ansicht, welche Schwalbe¹ in seiner neuesten Bearbeitung des Glaskörpers vertritt, dass nämlich «die dem Petit'schen Canal und der Linse zugekehrte Fläche des Glaskörpers keine distinkte Membran besitze,» kann

¹ Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. II, 3, von Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Erlangen 1883.

ich nach dem Gesagten nicht beipflichten, und muss mich, was das Verhältniss der Hyaloidea zur hinteren Linsenkapsel betrifft, mit einer Abbildung in den «Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwicklungsgeschichte» von A. Ecker¹ durchaus einverstanden erklären. Auf diesem Bilde ist der Verlauf der Hyaloidea durchaus so abgebildet, wie er sich auf meinen Präparaten verfolgen lässt, und wenn man sich nur in die dort scharf gezeichnete Ansatzlinie der Hyaloidea an die Linsenkapsel das beschriebene «ligamentum hyaloideo-capsulare» eingelagert denkt — wodurch jene scharfe Ansatzlinie erst ihre thatsächliche Berechtigung erhält, — so ist an jener Figur durchaus nichts auszusetzen.

Durch den hier gelieferten Nachweis einer anatomisch genau bestimmbar hinteren Grenze des Canalis Petiti, welche man, abgesehen von Hasner's Darstellung, bei allen bisherigen Beschreibungen vermisst, ist dem so viel umstrittenen Canalis Petiti der Charakter eines genau definirbaren Gebildes vindicirt.

Damit wird, wie zu hoffen ist, ein grosser Theil der Schwierigkeiten in Wegfall kommen, die sich bisher immer noch der vollen Anerkennung der fraglichen Formation als eines natürlichen, ächten Canals im anatomischen Sinne in den Weg gestellt haben.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich hier meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Waldeyer meine Dankbarkeit ausspreche, für den freundlichen Beistand, den er mir bei Anfertigung dieser Arbeit hat zu Theil werden lassen, und ich bin stolz darauf, dass meine Resultate von so kompetenter Seite Anerkennung gefunden haben.

¹ A. Ecker. Icones physiologicae. Tafel XX, figura VI. Leipzig 1851-1859.

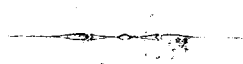
Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. — Canalis Petiti mit Eiweiss injicirt. — a. Hyaloidea. — b. Grenze der Eiweissinjection 1 millimeter vor der ora serrata. — c. Grenze der Eiweissinjection auf der hinteren Linsenkapsel. Scharfer kreisförmiger Ansatz der Hyaloidea an die hintere Linsenkapsel. — d. Napfkuchenform des injicirten Canal. Petiti. cfr. Text pag. 19.

Fig. 2. — a. Hyaloidea. — b. Kreisfasern. — c. Falten und radiäre Fasern des ligament. hyaloideo-capsulare. — d. Stelle, wo die Verwachsung des ligam. hyal. caps. mit der hinteren Linsenfläche erhalten ist. — e. Intacte Auskleidung der fossa patellaris. — f. Rinne in der Linsensubstanz. cfr. Text pag. 23, 24.

Fig. 3. — a. Processus ciliares. — b. Zonulafasern, welche von der vorderen Linsenkapsel abgelöst sind. — c. Kreisfasern des ligament. hyaloideo-capsulare. — d. Knotenpunkte von Kreis- und radiär-Fasern des ligam. hyaloideo-capsulare, und freie Endigungen der von der hinteren Linsenkapsel abgerissenen radiären Fasern. — e. Auskleidung der fossa patellaris. cfr. Text pag. 30, 31.

Fig. 4. — Schema der Linsenbänder. — a. Zonula Zinnii. — b. Canalis Petiti. — c. Hyaloidea. — d. Stelle des ligam. hyaloideo-capsulare. — e. Lumenloser Spaltraum (fossa patellaris) mit einer Kittsubstanz ausgefüllt.



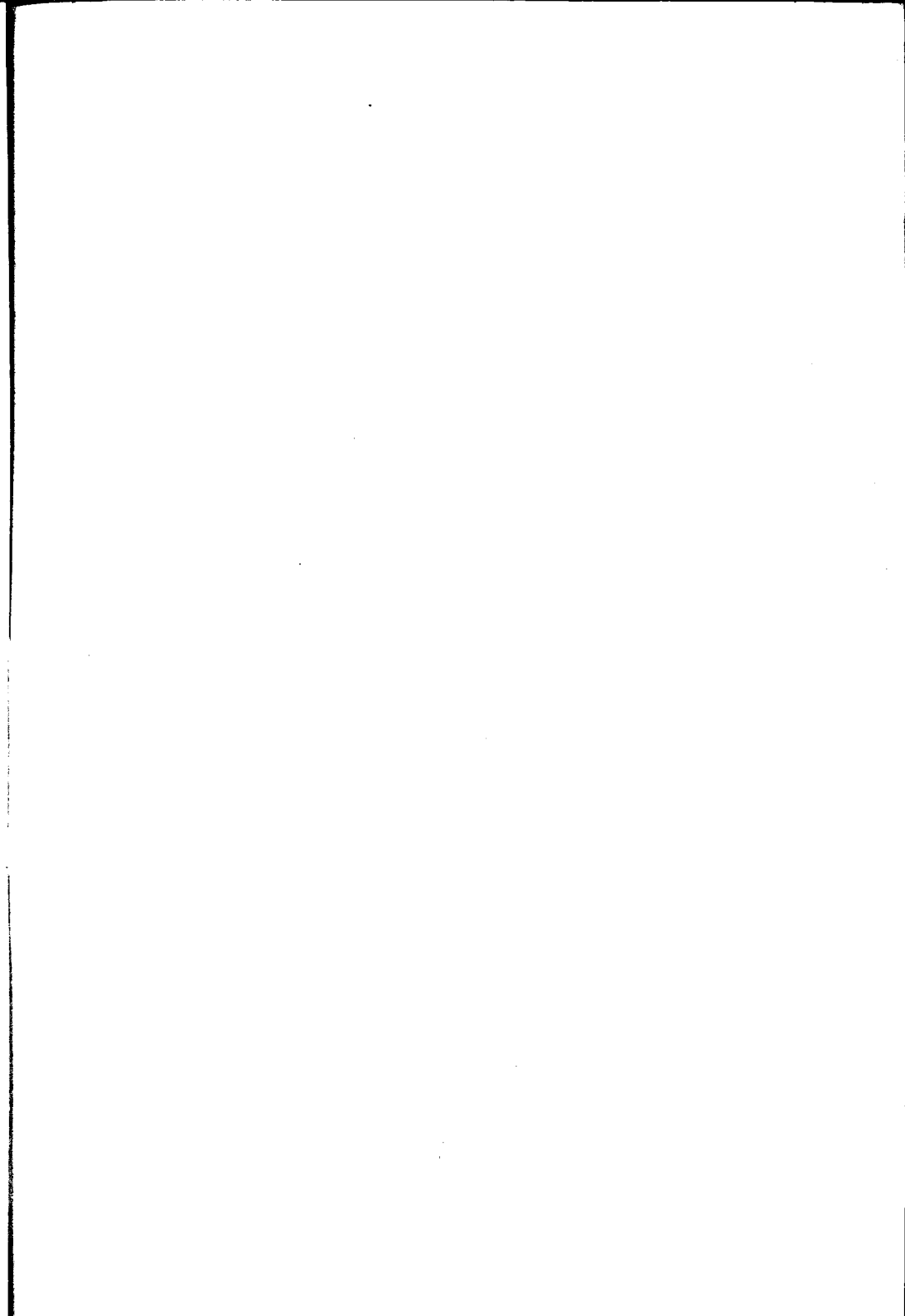


Fig. 1.

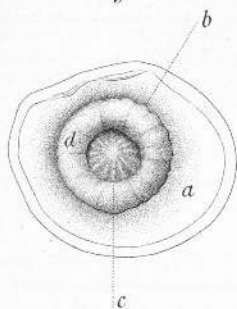


Fig. 2.

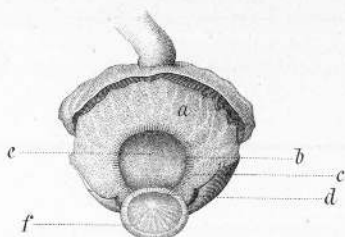


Fig. 3.

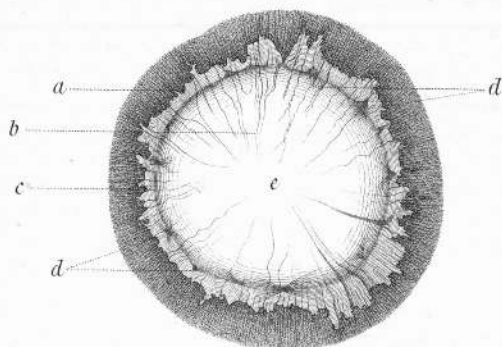


Fig. 4.

