Zur Regeneration des humor aqueus, nach Entleerung desselben aus der vorderen Augenkammer.

Von

Dr. R. Deutschmann,

Privatdocent und 1. Assistent der Universitäts-Augenklinik
in Göttingen.

Der Zufall führte mich zu der Entdeckung, dass nach Hornhautpunction und Entfernung des Humor aqueus an der menschlichen Leiche sich in ziemlich kurzer Zeit die vordere Augenkammer wieder herstellt. Etwa drei Stunden, nachdem ich einer frischen Leiche das Kammerwasser mit einer Pravaz'schen Spritze und feinsten Stichkanüle entzogen hatte, bemerkte ich, in die Leichenkammer zurückgekehrt, zu meinem grössten Erstaunen, dass die vordere Kammer beiderseits wieder prall mit völlig durchsichtiger Flüssigkeit angefüllt war, so, als ob gar nichts bislang an den Augen geschehen wäre. Zurückgelassen hatte ich von dem Kammerwasser keine Spur, da ich dasselbe völlig bis zum dichten Anlegen der Iris an die hintere Hornhautwand und bis die Gefahr des Hineingerathens der Iris in die Kanüle nahe trat, ausgesogen hatte. Es war also jedenfalls die jetzt vorhandene Flüssigkeit neu ersetzt. Ich entnahm dieselbe, wie das erste Mal dem Auge; die Menge war nahezu die gleiche, wie die erste gewesen war, sehr wenig geringer, die Reaction schwach alkalisch, der

Eiweissgehalt bedeutend erhöht. In dieser Richtung neu angestellte Versuche an der Leiche ergaben stets das gleiche Resultat; die vordere Augenkammer stellte sich stets einmal, ja in vereinzelt Fällen auch zweimal wieder her. In dieser letzteren war dann die zum zweiten Male in der Leiche erneuerte Flüssigkeit an Menge gering, etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ der ersten und stärker noch als die erst wieder ersetzte eiweisshaltig. Indess gelang es überhaupt nur sehr selten diese zweimalige Erneuerung der Kammerflüssigkeit zu erreichen und zwar nur bei ganz frischen Leichen. Die Zeit, innerhalb deren der Humor aqueus in der Leiche sich wieder ansammelte, variirte in weiteren Grenzen und zeigte sich von der Frische der Leiche, das heisst, der Zeit, in welcher nach dem Tode des Individuums das Kammerwasser das erste Mal abgesogen werden konnte, abhängig. Je früher post mortem jener Versuch angestellt wurde, desto schneller regenerirte sich die Flüssigkeit. Indess bedurfte es doch, damit die Menge der zweiterhaltenen Flüssigkeit der ersterhaltenen nahezu gleich kam, immerhin 3 bis 4 Stunden zum mindesten.

Woher kommt nun diese an der Leiche wieder ersetzte Kammerflüssigkeit, die sich nur durch erhöhten Eiweissgehalt von der ursprünglichen unterscheidet? Nimmt man auch für den lebenden Zustand an, dass der Humor aqueus von den Ciliarfortsätzen, eventuell auch der hinteren Irisfläche abgesondert würde, so hört doch mit dem Tode des Individuums diese Quelle zu fließen auf, erlischt mit dem Momente des Todes, dem Aufhören des Blutstromes, jede secernirende Thätigkeit seitens der Gefässe. Hierin also ist der Grund für den Wiederersatz nicht zu suchen. Bleibt noch: die Linse und der Glaskörper, die nicht durch vitale Action, sondern rein physikalischen Gesetzen gehorchend einer eiweissreichen Flüssigkeit den Durchtritt in die vordere

Kammer gestatten können. Dass die Linse an dem Vorgange unbetheiligt ist, lässt sich, abgesehen davon, dass dieselbe eigentlich gar keine durch Druck gewinnbare Flüssigkeit enthält, schon dadurch beweisen, dass sie völlig klar und durchsichtig bleibt, was, wenn sie Flüssigkeit abgäbe, nach schon früher in dieser Hinsicht von mir angestellten Versuchen*) niemals der Fall sein könnte. So ergiebt sich schon per exclusionem der Glaskörper als Quelle der wiederersetzten Kammerflüssigkeit. Damit lassen sich auch in der That alle beobachteten Erscheinungen in Zusammenhang bringen und weiterhin durch das Thierexperiment bekräftigen.

Natürlich kann von Diffusion als treibender Kraft für die Wiederanfüllung der vorderen Kammer vom Glaskörper aus nicht die Rede sein, da die vordere Kammer eben leer ist; es kann sich also nur um Filtration handeln, die unter dem Einflusse der Druckdifferenz zwischen corpus vitreum und dem leer gesaugten vorderen Kammerraum zu Stande kommt. Durch Aspiration befördernd wirkt wohl auch die Cornea, die nach der Punction zusammenfallend, ihrer eigenen Elasticität nach sich wieder aufzurichten strebt. Es filtrirt Flüssigkeit aus dem Glaskörper durch die Zonula hindurch in die vordere Augenkammer und füllt diese mit eiweissreicherer Flüssigkeit. Meine Versuche haben mir nämlich ergeben, dass der Eiweissgehalt des Humor vitreus in der That ein beträchtlich höherer ist, als der des Humor aqueus. Wenn Lohmeyer den Albumingehalt des Humor aqueus (vom Kalbe) zu annähernd 0,046 pCt. angiebt, den des Humor vitreus zu 0,031 bis 0,053 pCt., so kann ich dem, wenngleich ich keine quantitativen Bestimmungen gemacht, sondern mich mit der optischen Probe begnügt habe, keineswegs bei-

*) Archiv für Ophth., Band XXIII., 3.

stimmen; ich finde den Eiweissgehalt des Glaskörpers beträchtlich höher, als den des Kammerwassers, nicht allein bei dem Kalbe, sondern auch bei allen anderen untersuchten Augen in gleicher Weise. Ich werde weiter unten bei Gelegenheit der Angabe eines Versuches, den ich zu anderem Zwecke anstellte, angeben, wie sich am besten das nöthige Glaskörperextract gewinnen lässt. Dass danach das an der Leiche neu angesammelte Kammerwasser, da es, wie ich annehme und durch weitere Versuche erläutern werde, aus dem Glaskörper stammt, reicher an Eiweiss ist, als das normale, wird nun an und für sich nicht mehr Wunder nehmen. Der Erklärung bedarf aber, weshalb, wenn sich an der Leiche die Flüssigkeit auch noch ein zweites Mal wieder ersetzt, diese dann noch mehr Eiweiss enthält, als die erst-ersetzte, also der Eiweissgehalt jedesmal bei Erneuerung des Humor aqueus an der Leiche steigt. Zunächst ist wohl daran zu denken, dass trotz möglichst vollständiger Absaugung des Kammerwassers immerhin noch eine gewisse, geringe Menge im dem hinteren Kammerraum resp. Canalis Petiti zurück bleibt. Dieser Rest von Humor aqueus wird bei Filtration von Glaskörperflüssigkeit zunächst auf diese verdünnend wirken. Nach Entleerung dieses regenerirten Kammerwassers fliesst die anfänglich zurückgebliebene Portion des normalen Humor aqueus vollends ab, und die reine, filtrirte Glaskörperflüssigkeit füllt nun den Kammerraum. Daneben wäre vielleicht noch zu berücksichtigen, dass die Ernährung und der Stoffwechsel des Glaskörpers und damit seine Durchtränkung mit Flüssigkeit am stärksten sind, schon der anatomischen Verhältnisse wegen, je weiter nach vorn, d. h. nach der ora serrata und zonula hin, wo die reich verzweigten Gefässschlingen der Uvea ihm am nächsten liegen. So werden seine vordersten Schichten die flüssigkeitsreichsten, am wenigsten concentrirten, also

relativ eiweissärmsten sein, wenngleich immerhin beträchtlich eiweissreicher als normales Kammerwasser. Sinkt nun an der Leiche, nach Absaugen des Kammerwassers der Druck in der vorderen Kammer auf Null, so filtrirt zunächst die die vordersten Schichten des Glaskörpers durchtränkende Flüssigkeit in den hinteren resp. vorderen Kammerraum und füllt diesen. Saugt man nun noch einmal dieses jetzige Kammerwasser ab, so filtrirt unter Hilfe der Druckdifferenz, die nach Herabgabe der ursprünglichen Durchtränkungsflüssigkeit concentrirtere und spärlichere Menge filtrirbarer Glaskörperflüssigkeit in die vordere Kammer, deren Inhalt in Folge davon auch wieder einen erhöhten Eiweissgehalt aufweisen muss. Das möglichst uncomplicirte Thierexperiment sollte nun für die Richtigkeit der ganzen Annahme weitere Anhaltspunkte liefern. Nachdem zunächst für das frisch herausgeschnittene Thierauge ebenfalls das Factum der Regeneration der vorderen Kammer als giltig constatirt war, musste sich erwarten lassen, dass wenn die Druckdifferenz zwischen Glaskörper und vorderem Kammerraum und in Folge davon Filtration aus dem ersteren die Ursache der Kammerwiederanfüllung ist, eine Druckerhöhung im Glaskörper nach Ablassen des Kammerwassers zu einer Beschleunigung des Wiederersatzes führen müsse. Zu diesem Zwecke wurde bei herausgeschnittenen, ganz frischen Thieraugen das Kammerwasser mit feinsten, schief durch die Cornea geführter Stichkanüle (um Klaffen der Oeffnung zu verhüten) abgelassen und sofort unter gleichbleibendem Quecksilberdrucke Flüssigkeit (hier nicht diffundirendes Berlinerblau) in den Glaskörper injicirt. Schon nach wenigen Minuten hatte sich die vordere Kammer prall gefüllt, und that es in gleicher Weise immer wieder nach erneuertem Ablassen der inzwischen angesammelten Flüssigkeit, während das andere Auge desselben Thieres,

das zur Controle ohne Erhöhung des Glaskörperdruckes nach Entfernung des Kammerwassers blieb, bei weitem längerer Zeit, fast einer Stunde, bis zur Regeneration desselben bedurfte. Eine Verletzung der Zonula durfte bei diesen Versuchen, die mit aller Schonung des Auges vorgenommen wurden, ausgeschlossen werden. Die eine Kanüle war mit Vorsicht in die vordere Kammer eingeführt, die andere mit dem Druckinjectionsapparate ohne Nebenverletzung in den Glaskörper hinter die hintere Linsenfläche. Ausserdem wurde einige Male als Injectionsflüssigkeit zur Erzielung der Druckerhöhung im Corpus vitreum Berlinerblau gewählt, das bei einer Zerreissung der Zonula sich in der vorderen Kammer hätte wieder zeigen müssen. Es ist danach auch leicht erklärlich, dass an frischen Leichen, wo der Glaskörperdruck noch ein relativ hoher ist, die Wiederherstellung der vorderen Kammer nur weniger Stunden bedarf, während je älter die Leiche vor Anstellung des Versuches ist, wegen Sinken des Gesamtdruckes des Auges die Zeit des völligen Wiederersatzes des Kammerwassers zunehmen muss. Damit erledigt sich gleichzeitig die Thatsache, dass eine zweimalige Wiederanfüllung der vorderen Augenkammer in der Leiche nur selten und nur an ganz frischen Leichen gelingt, wo der Glaskörperdruck noch die nöthige Höhe besitzt.

Ich reihe schliesslich noch die Ergebnisse einiger an Thieraugen (und zwar möglichst frischen) gewonnener manometrischer Druckversuche an, die ich behufs Nachweises einer vom Glaskörper nach dem vorderen Kammerraum möglichen Filtration angestellt habe. Die Versuchsherrichtung war eine einfache, folgende: Das Auge wurde dicht hinter dem Aequator halbirt und die vordere Hälfte, nachdem der grösste Theil des Glaskörpers so schonend als thunlich, entfernt war, auf ein Trichterrohr angebunden, das mit $\frac{3}{4}$ pCt. Chlornatriumlösung gefüllt,

durch einen Gummischlauch mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gesetzt war. Schon vor der Halbirung des Auges war eine feine Stichkanüle mit seitlicher Abflussöffnung in die vordere Kammer eingeführt und durch einen mit $\frac{3}{4}$ pCt. Chlornatriumlösung gefüllten feinen Gummischlauch ebenfalls mit einem Quecksilbermanometer verbunden. So war es möglich in den beiden Augenräumen erzeugte Druckunterschiede zu vergleichen und zu messen. Die so angestellten Versuche ergaben als Resultat:

1) Druckänderungen in einem der beiden grossen Augenräume influiren auch auf den andern in ganz gleichem Sinne, aber nicht in gleichem Grade, so dass zwar Druckerhöhung im Glaskörper auch Druckerhöhung in der vorderen Kammer zur Folge hat, ebenso Druckverminderung auch Druckverminderung, dass aber bei alledem die Druckhöhe in beiden eine verschiedene sein kann.

2) Entleert man die vordere Kammer vollkommen ihres Inhaltes und setzt somit den Druck in ihr auf Null herab, während man den Glaskörperdruck langsam ansteigen lässt, so wird zunächst die Iris durch Linsensystem und Zonula dicht an die hintere Hornhautwand angepresst, während der Kammerdruck, da die Kammer noch vollkommen leer ist, gleich Null bleibt. Ist der Glaskörperdruck aber hoch genug getrieben, so stellt sich langsam wieder etwas vordere Kammer her, während gleichzeitig das Manometer den steigenden Druck anzeigt. Von dem Momente an, wo der Kammerdruck zu steigen beginnt, datirt offenbar die beginnende Filtration von Flüssigkeit durch den Zonularaum vom Glaskörper her. Um einen Einblick in die Filtrationsgeschwindigkeit zu geben, führe ich an, dass, nachdem ich bei einem frischen Schweinsauge den Glaskörperdruck auf 57 Mm. Quecksilber gesteigert hatte, sich der Kammerdruck bei ganz langsamer Bildung einer vorderen Kammer innerhalb 5 Mi-

nuten von 0 auf 9 Mm. gehoben hatte, nach 12 Minuten auf 12 Mm., nach 25 Minuten auf 14 Mm. Je mehr filtrirte Flüssigkeit in der vorderen Kammer sich ansammelte, desto mehr verminderte sich natürlich durch Abnahme der Druckdifferenz zwischen beiden Augenträumen auch die Filtrationsgeschwindigkeit. — Bei Durchmusterung der mir zugänglichen Literatur fand ich nirgends eine Angabe über die Wiederherstellung der vorderen Kammer in der Leiche nach der Punction der Hornhaut. Wohl aber stellte sich heraus, dass bereits ältere Autoren an eine Flüssigkeitsabgabe aus dem Glaskörper in den vorderen Kammerraum überhaupt gedacht haben, ja sogar diese Meinung durch das Experiment zu stützen suchten. So sagt Saint-Yves:*)

„Meines Theils werde ich glauben, dass es wahrscheinlich sei, dass der Humor aqueus in dem Auge, auf die Art einer Ausdünstung durch den Humorem vitreum und crystallinum sich entspinnet; und dass es nichts anderes sei, als der zarteste und flüssigste Theil des Nahrungssaftes dieser durchsichtigen Körper, welcher, nachdem er den Raum, zwischen den crystallinischen Saft und der durchsichtigen Cornea angefüllet, durch die poros dieser Membran davon gehet, um derjenigen Feuchtigkeit Raum zu machen, die sich von neuem wieder sammelt: dieses ist es, was man noch wohl eher glauben könnte, wenn man bedenket, dass der vorderste Theil des Humoris vitrei allezeit in seinen cellulis eine wässrichte Feuchtigkeit in sich hält.“

Haller**) dagegen sagt bei Citirung von Saint-Yves:

*) Carl de Saintyves, berühmten frantzösischen Oculisten beim Collegio zu St. Cosmus in Paris, Tractat von denen Krankheiten der Augen etc. Aus dem Französischen in's Deutsche übersetzt von Joh. Alexander Mischel. (Ohne Jahreszahl).

**) Elementa physiolog. 1763. Band V., pag. 413.

„Ex humore vitreo aliquid per membranae poros se admiscere — (dem Humor aqueus nämlich) — vetare videtur interjectus Petiti annulus.“ Meinen eigenen Beobachtungen am nächsten kommt eine Angabe von Janin:*) „Wir begnügen uns jetzt zu erweisen, dass die Absonderung, welche durch diesen durchsichtigen Körper geschieht (humor vitreus, von dem im vorhergehenden Satze die Rede ist), zur Wiederersetzung der wässrigen Feuchtigkeit abzweckt. Und diese Beweise werden uns folgende Versuche geben. Man nehme ein Auge von einem ganz kürzlich verstorbenen Menschen und mache einen Einschnitt in die Hornhaut, als wenn man einen Staar extrahiren wollte, ohne die Iris zu berühren. Man lege alsdann den Augapfel auf einen kleinen Rost und setze ihn auf einen Becher, so wird eine durchsichtige Flüssigkeit tropfenweise herauslaufen, welche der wässrigen Feuchtigkeit ähnlich ist, und in weniger als sechs Stunden wird das Auge ganz zusammengefallen sein, und wenn man die Häute, welche die Schale des Auges ausmachen, aufschneidet, so wird man die Häute des gläsernen Körpers ganz leer finden.“

Ich habe dieses Experiment Janin's nachgemacht, indem ich einen Schnitt durch die Cornea führte und nachdem ich den Opticus in eine Fadenschlinge gefasst hatte, an dieser das Auge in einem Gläschen, vor Verdunstung geschützt, im kalten Raum, aufhängte, so dass die geöffnete Cornea nach unten, nach dem Boden des Glases sah. Es tropfte denn auch wirklich Stunden lang der Glaskörperinhalt durch die Cornealwunde ab, das Auge fiel immer mehr zusammen, je mehr Glaskörperinhalt durch die Zonula hindurch filtrirte. Dieses reine

*) Janin: Abhandlungen und Beobachtungen über das Auge und dessen Krankheiten etc. Aus dem Französischen übersetzt von Selle. Berlin 1788, pag. 73.

Glaskörperfiltrat eignet sich nun auch am besten zu dem Nachweise, dass sein Gehalt an Albumin den des Kammerwassers um ein bedeutendes übertrifft; man braucht es nur zu kochen und mit einer gleichfalls gekochten Kammerwasserprobe zu vergleichen.

Die älteren eben erwähnten Autoren suchen für das lebende Auge die Abstammung des Humor aqueus vom Corpus vitreum nachzuweisen. Es sei mir nun gestattet auf Grund meiner, theils schon angeführten, theils noch mitzutheilenden Versuche zu prüfen, in wie weit ich mich für berechtigt halten darf, aus der Beobachtung am todten Auge Schlüsse auf die Vorgänge im lebenden abzuleiten. Am frisch herausgeschnittenen Thierauge gelingt es bei Injection einer den Glaskörper durchtränkenden Flüssigkeit in diesen hinein die vordere Kammer ad libitum zu füllen, wenn dieselbe durch Punktion immer wieder ihres Inhalts entleert wird. Es wäre sicherlich verkehrt, aus diesem Umstande, selbst bei einer beständig gedachten Durchtränkung der vorderen Glaskörperschichten zu schliessen, dass auch im lebenden Auge das Kammerwasser gar nicht, wie allgemein angenommen, aus den Ciliarfortsätzen stamme, sondern aus dem Glaskörper. Es hiesse das in seinen Consequenzen zu weit gehen, besonders da die hierzu unbedingt nöthige Druckdifferenz zwischen vorderer Augenkammer und Glaskörper im physiologischen Zustande von Adamük experimentell gar nicht nachgewiesen werden konnte, während Monnik*) an herausgeschnittenen Thieraugen constatirte, dass eine wesentliche Druckdifferenz zwischen beiden Bulbusräumen sich nicht erreichen liesse. Bei Wasserinjectionen in den Glaskörper stieg gleichzeitig der Druck in der vorderen Kammer und selbst bei hoher Spannung trug das die beiden Augenräume trennende Diaphragma nicht

*) Archiv f. Ophth., Band XVI., pag. 87.

mehr als 1 oder 2 Mm. Quecksilberdruck. Meine eigenen Versuche an frischen Thieraugen haben mir erheblichere Druckverschiedenheiten ergeben, welcher Unterschied vielleicht dadurch zu erklären ist, dass bei denselben das Kammerwasser, vor der Injection in den Glaskörperraum, abgelassen wurde. Falls das Kammerwasser aus dem Glaskörper allein stammte, müsste dasselbe den Versuchsergebnissen nach wohl eiweissreicher sein, als es in der That ist. Indess lässt sich doch die Möglichkeit einer Betheiligung des Glaskörpers bei der Bildung des Kammerwassers im normalen, gesunden Auge und zwar durch Filtration, nicht ganz zurückweisen, da Druckverschiedenheiten in den beiden Bulbusräumen, wie das Experiment lehrt, möglich sind und wohl auch innerhalb physiologischer Grenzen vorkommen mögen. Dass durch Diffusion im lebenden normalen Auge etwas Glaskörperflüssigkeit sich dem Kammerwasser beimengt, wie Knies*) dies anzunehmen scheint, halte ich für durchaus wahrscheinlich, nachdem ich den verschiedenen Eiweissgehalt beider Flüssigkeiten nachgewiesen habe.

Wohl in Betracht zu ziehen aber für Filtration aus dem Glaskörper durch die Zonula hindurch, sind pathologische Druckunterschiede im lebenden Auge. Betrachten wir es als pathologischen Vorgang, wenn die vordere Kammer durch Punction oder durch spontane Perforation der Augenhäute ihres Inhaltes entleert wird, so zeigt sich der Einfluss der Filtration vom Glaskörper aus gewiss als wirksam. Es ist eine abnorme Druckdifferenz zwischen den beiden Augenräumen hergestellt und es muss daher Flüssigkeit aus dem Glaskörper nach vorn filtriren. Die klinische Beobachtung bestätigt diese Voraussetzung durch den Nachweis eines reicheren Eiweissgehaltes im wieder angesammelten Kammerwasser, nach-

*) Knapp u. Moos Archiv, Band VII., Abtheilung 2.

dem dasselbe dem sonst unversehrten (d. h. nicht entzündlich afficirten Auge) durch Punction entzogen war. Das Experiment am lebenden Thiere liefert den gleichen Nachweis. Zu unterscheiden hat man allerdings bei diesem regenerirten Humor aqueus zwischen Fibrin- und sonstigem Albumingehalt. Ersteres ist an seiner Häutchenbildung und durch sein mikroskopisches Ansehen kenntlich und in Abrechnung zu bringen. Das Fibrin stammt, wie ich mich überzeugt habe, nicht aus dem Glaskörper, entsteht auch nicht durch den Zutritt von Glaskörperflüssigkeit zu normalem Kammerwasser, sondern wird wahrscheinlich unter dem Einflusse der Iris-hyperaemie abgesondert, welche die Folge der durch die Punction in der vorderen Kammer eintretenden Druckverminderung ist. Dass es aller Wahrscheinlichkeit nach Vorgängen vitaler Natur sein Auftreten verdankt, ergibt sich daraus, dass das im Leichenaugen nach vorausgegangener Punction wieder angesammelte Kammerwasser oftmals gar keine, hin und wieder bei ganz frischen Augen nur Spuren von Fibrin-Gerinnung nachweisen lässt. — Nach dem oben erörterten ist somit die Schnelligkeit der Regeneration des Kammerwassers nach Abfluss desselben durch eine Hornhautöffnung zum vielleicht überwiegenden Theile auf Filtration vom Glaskörper aus zu beziehen, nicht wie bisher allgemein angenommen, ausschliesslich auf vermehrte Secretion von Seiten der Ciliarfortsätze. — Mit Rücksicht auf glaukomatöse Zustände schien es mir endlich wünschenswerth, einige Versuche an lebenden Thieren anzustellen, deren Angabe hier kurz folgen soll:

Saugt man mittelst Pravaz'scher Spritze einem Kaninchen das vordere Kammerwasser ab, ohne dabei, was man gewöhnlich als bequemes Hilfsmittel bei allen Augenoperationen an diesen Thieren benutzt, den Bulbus zu luxiren, so zeigt die gewonnene Flüssigkeit die nor-

male, schwache Opalescenz beim Kochen; luxirt man dagegen vor Entfernung des Humor aqueus den Bulbus wenige Minuten bis $\frac{1}{4}$ Stunde, so trübt sich die jetzt gewonnene Kammerflüssigkeit je nach der Zeit, binnen welcher der Bulbus luxirt gehalten war, mehr oder weniger stark beim Kochen, immer aber deutlich auffallender, als wenn vor der Kammerpunktion jede Druckerhöhung durch Umgehen der Bulbusluxation vermieden wurde. Entzündliche Veränderungen des Auges, auf die etwa der gesteigerte Eiweissgehalt des Humor aqueus sonst zurückgeführt werden könnte, habe ich bei der einfachen Bulbusluxation nach wenigen Minuten niemals beobachtet. Entleert man nun endlich an zwei Augen durch einfache Punktion ohne Luxation des Bulbus das Kammerwasser, lässt darauf das eine Auge unberührt, während man das andere sofort nach der Punktion luxirt und eine Zeit lang luxirt erhält und vergleicht dann nach einiger Zeit das regenerirte Kammerwasser, so erweist sich das letztere als ganz ausserordentlich viel eiweissreicher, als das erstere. Ob die immerhin bei Bulbusluxation eintretende Stauung hierbei irgend eine Rolle spielt, wage ich, wenn ich es auch selbst nicht annehme, nicht mit absoluter Sicherheit zu entscheiden.

Ob, wie man danach erwarten sollte, bei Glaukom der Eiweissgehalt des Humor aqueus, vorausgesetzt, dass dabei der physiologisch höhere Eiweissgehalt des Glaskörpers nicht pathologisch vermindert ist, was ja denkbar wäre, wirklich ein gesteigerter ist, darüber fehlt mir selbst die Erfahrung. Ich hatte während der Beschäftigung mit den hier einschlägigen Versuchen keine Gelegenheit diese Beobachtung zu machen. In Betracht kann hier natürlich nur einfaches, nicht entzündliches Glaukom kommen, weshalb auch die Jaeger'sche*)

*) v. Jaeger: Ueber die Einstellungen des dioptr. Apparates im menschlichen Auge. Wien 1861. Tabelle XIII., pag. 143.

Angabe erhöhten Eiweissgehaltes des Kammerwassers bei einem glaukomatösen Auge für mich unverwerthbar ist. —

Endlich möchte ich, auf Anregung von Prof. Leber, wenngleich nur hindeutungsweise, auf die Betheiligung eines Filtrationsprocesses seitens des Glaskörpers bei der Heilung glaukomatöser Zustände durch Anlegung einer Hornhaut- oder Scleralwunde mit Eröffnung der vorderen Augenkammer, aufmerksam machen. Wäre es nicht denkbar, dass sowohl die Iridectomy, als die Sclerotomy bei Glaukom deshalb so segensreich wirkte, weil wenigstens während der ersten Stunden nach der Operation das regenerirte Kammerwasser die Wunde öfters sprengt, oder aber die Wunde gleich länger klaffen bleibt, dadurch eine beständige oder sich in kurzen Zeiträumen wiederholende Druckherabsetzung in der vorderen Augenkammer eine Filtration überschüssiger Flüssigkeit aus dem Glaskörper durch die Zonula nach vorn ermöglicht und so zur Erniedrigung des gesteigerten Augendruckes und zur normalen Spannung der abnorm nach vorn gedrängten Zonula wesentlichste Veranlassung wird? Unter einer derartigen Voraussetzung wäre freilich die mehrere Tage hintereinander und mehrmals an einem Tage vorgenommene Punktion resp. Wiedereröffnung der einmal angelegten Wunde, eventuell Unterhaltung einer Cornealfistel für Herabsetzung eines abnorm gesteigerten Augendruckes, Verminderung einer Ueberlastung des Glasköpperraumes mit Flüssigkeit das rationellste Verfahren. Geübt wurde ein solches bisher schon von v. Wecker, der durch seine *anse à Filtration* bei pathologischen Drucksteigerungen günstige Resultate erzielte. Der von seiner Schülerin Mme. Stéphane Ribard*) und seinem Schüler P. Grizon**)

*) Thèse: Paris 1876.

**) Thèse: Paris 1877.

angeführten Casuistik zu Folge war das Durchlegen eines Golddrathes durch die Hornhaut, so lange der Draht lag, stets von einer Herabsetzung des Augen-druckes bis zu normaler Spannung begleitet. Erwähnen darf ich hierbei noch, dass bekanntlich in vereinzelter Fällen glaucomatöser Zustände eine Entfernung der Linse heilsamen Einfluss ausübt. Vielleicht ist ein Theil dieser Wirkung auf nun eintretende Filtration auch durch die zurückgelassene Linsenkapsel zu setzen. Die Modification des Janin'schen Versuches in der Art, dass ich nach Anlegung des Hornhautschnittes, vor Aufhängen des Bulbus die Linse entband, zeigte mir wenigstens, dass dann die Filtration und Entleerung des Glaskörpers durch die Hornhautöffnung nach aussen, bedeutend schneller und ergiebiger vor sich geht, als bei erhaltener Linse.

Darf ich zum Schlusse die Resultate obiger Versuchsreihen zusammenfassen, so ergibt sich:

1) Entleert man durch Punktion der Hornhaut den Humor aqueus am frischen Leichenaugen, so füllt sich binnen verschieden langer Zeit die vordere Augenkammer wieder mit klarer Flüssigkeit an, bei ganz frischer Leiche auch nach Entleerung dieser letzteren ein zweites Mal.

2) Der Eiweissgehalt dieses regenerirten Kammerwassers ist ein merklich höherer, als der des bei der ersten Punktion gewonnenen, ein noch höherer bei dem durch die zweite Punktion entleerten.

3) Der Eiweissgehalt des normalen Glaskörpers ist ein beträchtlich grösserer, als der des normalen Kammerwassers.

4) Die in der Leiche regenerirte Kammerflüssigkeit stammt aus dem Glaskörper und gelangt wegen Punktion der Cornea und damit verbundener Druckherabsetzung im vorderen Kammerraum da hinein unter Einfluss der Druckdifferenz zwischen den beiden grossen

Bulbusräumen — also durch Filtration aus dem Corpus vitreum durch die Zonula hindurch.

5) Das Experiment am frischen Thierauge beweist das Statthaben einer solchen Filtration vom Glaskörper nach vorn, wobei gleichzeitig manometrische Versuche ergeben, dass nicht nothwendig immer derselbe Druck in den beiden grossen Bulbusräumen herrschen muss.

6) Dass während des Lebens beständig etwas Glaskörperflüssigkeit sich dem Kammerwasser durch Diffusion beimengt, ist bei dem verschiedenen hohen Eiweissgehalt beider Flüssigkeiten höchst wahrscheinlich, ob auch durch Filtration unter physiologischen Verhältnissen etwas durch die Zonula hindurch gelangt, muss vorläufig dahin gestellt bleiben, kann aber keineswegs ganz in Abrede gestellt werden.

7) Dagegen ist die schnelle Wiederauffüllung der vorderen Kammer nach der Hornhautpunktion, mit einer eiweissreicheren Flüssigkeit, auch im lebenden Auge wohl zum Theile auf Rechnung einer Flüssigkeitsfiltration vom Glaskörper aus zu setzen.

8) Bei pathologischer Druckerhöhung im Glaskörper muss auch intra vitam Flüssigkeit aus diesem durch die Zonula in den vorderen Kamerraum übertreten, wie auch das Experiment am lebenden Thiere diese Annahme bestätigt.