

Ueber die Quellen des Humor aqueus im Auge.

Von

Dr. R. Deutschmann, Privatdocent in Göttingen.

Hierzu Taf. II.

Unsere Kenntniss der Secretionsverhältnisse des Humor aqueus ist bislang immer nur eine mangelhafte gewesen. Selbst Leber*) konnte darüber nur aussagen: „die Absonderung des Humor aqueus muss mit grösster Wahrscheinlichkeit den Ciliarfortsätzen, wohl auch gleichzeitig der hintern Fläche der Iris zugeschrieben werden.“ Die Stützen für diese Annahme findet Leber theils in der normalen Anatomie der Ciliarfortsätze und Iris, d. h. hier ihrem Gefässreichthum, theils in pathologischen Beobachtungen, wie der Vorbuckelung der Iris mit Aufhebung der vorderen Augenkammer bei totaler hinterer Synechie. Endlich führt er noch an, dass beim Foetus, vor dem Durchbruch der Pupillarmembran in der vorderen Augenkammer keine Flüssigkeit oder nur wenige Tropfen davon vorhanden sein sollen, eine den älteren Autoren entstammende Angabe, die wohl jetzt einer Bestätigung bedürfte.

*) Handbuch v. Graefe und Sämisch II. p. 380.

Seitdem ist auch von keiner andern Seite ein weiterer Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung von der Absonderung des Kammerwassers beigebracht worden, ebensowenig wie etwa ein Einwand gegen die muthmasslich grösste Wahrscheinlichkeit derselben aufgetaucht ist. So hat denn also die Physiologie des Auges unter der vorzüglichen Berücksichtigung der Pathologie desselben, ohne den Versuch eines weiteren Beweises, die schon von den alten Aerzten vorgetragene Lehre*) von der Absonderung des Humor aqueus durch die Ciliarfortsätze insbesondere adoptirt. Für die Richtigkeit dieser Lehre den strikten physiologischen Beweis zu erbringen, war die Aufgabe, die ich mir stellte; wie ich sie mit Hülfe des Thierexperimentes gelöst, sollen die folgenden Zeilen zeigen. Ich schicke voraus, dass Versuche ganz der gleichen Art, wie ich sie schildern werde, schon vor längerer Zeit von Herrn Professor Leber einmal unternommen waren, ohne dass derselbe damit zum Abschluss unter Erreichung eines positiven Resultates gekommen wäre. Die damaligen Versuche hatten zwar die Möglichkeit dargethan, Iris und Ciliarfortsätze ohne darauf folgende heftige Entzündung mit einem Male zu entfernen, die Augen schienen aber doch hinterher zu viel und lange injicirt, um die Betheiligung von Entzündung an den zu erwartenden Folgen der Operation ganz ausschliessen zu können. Herr Professor Leber hatte seitdem diese Versuche nicht wieder aufgenommen, aber die Güte gehabt, mich darauf aufmerksam zu machen, auf welchem Wege er die Lösung der gestellten Frage

*) cf. 1) „Zinn. Descriptio anatomica oculi humani etc. Göttingae MDCCCLV.

2) Haller, A. v. Elementa physiologicae T. V. lib. XVI. Sect. II. p. 412:

Quae arteriae eum humorem generent, non penitus potest definiri. Probabile est omnino, vascula fluitantia corporis ciliaris hunc humorem de innumerabilibus suis oculis separare.

angestrebt habe und wie diese auch allein zu erreichen sei. Seinem Vorschlage also entstammen die nachfolgenden Versuche. —

Um zu beweisen, dass die Quelle des Humor aqueus in Iris und Ciliarfortsätzen resp. in einem der beiden Organe zu suchen sei, galt es auf experimentellem Wege entweder die Iris mitsammt den Ciliarfortsätzen, oder eines von beiden aus dem lebenden Thierauge zu entfernen und zu sehen, welche Folgen das mit Ausschliessung von Nebenverletzungen oder anderweitig complicirenden Momenten ausgeführte Experiment für das Auge haben würde. Was zunächst die Ausscheidung eines der beiden in Rede stehenden Factoren, nämlich der Iris oder der Ciliarfortsätze anlangt, so lässt sich die erstere Bedingung: Total-Entfernung der Iris, bei Thieren leicht durch allmälige Iridec-tomieen erreichen. Aber hierfür brauchen wir gar kein Thierexperiment; wir kennen ja die Irideremie genugsam vom Menschen her und wissen, dass selbst vollständiger Defect der Iris auf die normale Füllung des Auges, speciell der vorderen Kammer mit Humor aqueus, ohne bemerkbaren Einfluss ist. Selbst wo sich keine Spur von Iris mehr im Auge entdecken lässt, — wenigstens nicht mit unseren gebräuchlichen Untersuchungsmethoden für das lebende menschliche Auge — und selbst wenn die Iris sei es durch Verletzung, sei es durch Operation gänzlich aus dem Auge entfernt ist, findet sich keine erkennbare Abnahme der Kammerflüssigkeit. Hieraus lässt sich mit Sicherheit schliessen, dass zur Secretion des Humor aqueus die Iris nicht unentbehrlich ist, dass, falls sie normaler Weise mitsecernirt, jetzt dieser Ausfall ihrer Thätigkeit von anderer Seite her gedeckt werden kann, dass also wohl vicariirend ein anderes Organ diesen Theil der Function der Iris noch mitübernimmt. Der Versuch und die Erfahrung beim Menschen können also nicht entscheiden, ob die Iris Humor aqueus secernirt oder nicht. Noch weit schwie-

riger liegt die gleiche Frage für die Ciliarfortsätze allein: denn einmal kennen wir beim menschlichen Auge keinen Fall von Defect der Ciliarfortsätze ohne sonstige höhergradige Anomalien, dann aber lässt uns hier auch das Experiment im Stiche, insofern es wohl vor der Hand noch unmöglich sein dürfte, aus einem lebenden Auge die Ciliarfortsätze total zu entfernen, ohne dabei das Auge durch diesen operativen Eingriff in jeder Weise zu ruiniren, ohne die Iris zu verletzen, ohne eine das ganze Versuchsergebnat schädigende starke Blutung zu erhalten und dergleichen mehr. Jedenfalls bin ich nicht in der glücklichen Lage hierin massgebende Versuche aufweisen zu können, muss mich also zunächst noch bescheiden auf dem Wege des theoretischen Raisonnements Schlüsse zu ziehen, die auch durch pathologische Beobachtung am menschlichen Auge nur eine kümmerliche Stütze finden können. Sicherlich ist man à priori geneigt, den Ciliarfortsätzen mehr Einfluss auf die Kammerwasser-Secretion zuzuschreiben, als der Iris. Abgesehen davon, dass man für die so enorm gefässreichen Processus sonst gar keine Verwendung hätte, spricht der minimale oder gar gänzlich fehlende Einfluss auf die Kammerfüllung bei Irideremie schon mehr für die Ciliarfortsätze, als Hauptabsonderungsorgan. Endlich könnte man vielleicht noch geltend machen, dass Augen, die mit Iridocyclitis behaftet sind, bei denen man annehmen kann, dass ein Theil der Ciliarfortsätze, oft ein sehr erheblicher, durch narbig umgewandeltes Exsudat functionsunfähig geworden sind, meist phthisisch weich werden bei minimal gefüllter vorderer Kammer. Beweisen kann und soll diese pathologische Beobachtung natürlich nichts; denn es gehört wenig Skepsis dazu, auf alle anderen hierbei in Betracht kommenden complicirenden Momente aufmerksam zu machen. Ich habe bisher bei den vorgängigen Betrachtungen als selbstverständlich angenommen, dass überhaupt Iris und Ciliarfortsätze den Humor aqueus secerniren und

die Unmöglichkeit darzulegen versucht, vor der Hand zu entscheiden, welches von beiden Organen hierbei das wesentlich oder allein betheiligte sei. Eigentlich gehören aber diese Auseinandersetzungen erst dann zur Discussion, wenn nachgewiesen ist, dass jene beiden Organe in der That zusammen wenigstens sich als Secretionsorgane für die Kammerflüssigkeit hinstellen lassen. Ich zog es vor, dem sicheren experimentellen Ergebnisse, an das ich lieber positive Schlüsse anknüpfen möchte, jene unsicheren Reflexionen vorzuschicken.

Es lässt sich mit absoluter Sicherheit durch das Experiment beweisen, dass nach Ausschaltung von Iris und Ciliarfortsätzen aus dem lebenden Thierauge kein Kammerwasser mehr secernirt wird. Der Versuch verlangt, dass man aus dem Auge des lebenden Thieres die Iris plus Ciliarfortsätzen operativ entfernt, ohne doch dabei das Auge durch complicirende Momente, die theils der Operationsmethode als solcher anhaften könnten, theils der mehr oder minder guten Ausführung der einmal fixirten Methode zur Last gelegt werden könnten. Ferner galt es ein Versuchsthier zu finden, bei dem sich überhaupt die nöthigen Bedingungen erfüllen liessen. Als solches erwies sich das ophthalmologisch schon so schwer geprüfte Kaninchen und zwar wegen des anatomischen Baues seiner Iris und des Verhältnisses der Processus ciliares zu der letzteren. Es liegen nämlich bei dem Kaninchen die Ciliarfortsätze weit vorgeschoben der hinteren Irisfläche an, d. h. erheben sich wie Zotten aus der letzteren, so dass man die Iris bis zu ihrem ciliaren Rande, d. h. so pheripher als möglich, nicht entfernen kann, ohne gleichzeitig die anhaftenden Ciliarfortsätze mit in Kauf zu nehmen. Durch jede Iridectomie excidirt man also Iris plus einem Theil Ciliarfortsätzen. Nach Kenntniss dieser anatomischen Besonderheit war der Weg für den

Versuch vorgezeichnet: man musste eine Methode finden, die Iris vollständig bis zu ihrem peripheren Rande zu entfernen, und zwar so schonend für das Auge als möglich. Anfangs versuchte ich immer wieder durch Iridectomien, die ich im Verlaufe von 3—4 Wochen hinter einander her machte, dieses Ziel zu erreichen. Allein ich stand bald davon ab, weil es beim Kaninchen zu schwer ist, ein Stück Iris bis zur Peripherie zu excidiren, ohne gleichzeitig Glaskörperprolaps entweder sofort, oder am Tage nach der Operation aus der stets klaffenden Wunde zu erhalten und so eine unangenehme Complication geschaffen war. Es schlugen aus diesem Grunde eine Menge von Versuchen fehl, während die gleich zu beschreibende Operationsmethode mit sehr viel grösserer Geschwindigkeit und nicht mehr Gefahr von Complicationen zum erwünschten Ziel führt. Es besteht diese Methode in der Total-Herausreissung der ganzen Iris bis zu ihrem Ciliarrande durch eine kleine Hornhautwunde. Es wird zu diesem Zwecke etwa der Mitte der Irisfläche gegenüber eine kleine Lanzenwunde der Hornhaut angelegt, durch diese eine Iripincette in peripherer Richtung eingeführt und so weit vorgeschoben als möglich, d. h. bis sie am Kammerwinkel anstösst; dann wird die Iris durch Pincettenschluss gefasst und mässig kräftig angezogen.

Gewöhnlich reisst sie sofort an der Stelle des Zuges von ihrer Ciliaranheftung los, und bei langsamem und vorsichtigem Weiterziehen an dem erstgefassten Irisstücke unter leichter, dem Abreissen der Iris gemäss sich verändernder Zugrichtung, folgt allmählig die ganze Iris der fassenden Pincette durch die Hornhautwunde nach aussen, ohne dass, falls der Versuch ideal gelungen ist, die geringste Complication dabei aufgetreten ist. Von solchen Complicationen habe ich während der Ausführung der Operation besonders drei fürchten gelernt:

starke Blutung in die Kammer, Luxation der Linse und Linsen- resp. Glaskörpervorfall durch die Hornhautwunde. Die Blutung vermeidet man am ehesten, je weiter peripher man die Iris beim Eingehen mit der Pincette fasst, um sie loszureissen; fasst man sie nicht peripher genug, so reisst sie mitten in ihrer Substanz durch, wobei ein sehr starker Bluterguss aufzutreten pflegt. Ein weiteres Mittel zur Vermeidung einer solchen Blutung ist die Vornahme der Operation in Chloroformnarcose. Nach meinen Erfahrungen wird dieselbe von dem Kaninchen sehr gut vertragen und verhindert jede Bewegung des Kopfes, wie sie sonst, selbst bei festestem Aufbinden des Thieres mit Anlegung des Kopfhalters, unvermeidlich ist. Das Fassen und Anziehen der Iris muss den Thieren sehr schmerzhaft sein, da sie, nicht narkotisirt, dabei so lebhaft, als es das Spannbrett resp. Kopfhalter gestatten, sich loszureissen streben.

Die Luxation der Linse ist eine Complication, die nahezu immer mit in Kauf genommen werden muss; unter etwa 20 Versuchen gelang es mir nur 4mal dieselbe bei der Operationsausführung zu vermeiden. Ob sie nicht allemal nachträglich noch mehr oder weniger eintritt, ist eine schwierig oder kaum zu lösende Frage, da die Veränderungen, die der Operation auf dem Fusse folgen, für die nächsten Tage wenigstens den Einblick in das Innere des Auges hindern und auch bei der Section eines solchen Auges späterhin wohl kaum zu erkennen sein dürfte, ob eine leichte Drehung oder Verschiebung des Linsensystems stattgefunden hatte. Indess gelang es mir einmal zu constatiren, dass die bei Ausführung der Operation nach oben und innen luxirte Linse nach einigen Stunden — wo sich die Hornhaut ausnahmsweise klarer gehalten hatte — wieder heruntergesunken war und ihre normale Lage anscheinend wieder angenommen hatte.

Die dritte Complication endlich, Linsen- oder Glaskörpervorfall ist bei einiger Uebung leicht zu vermeiden; fällt etwas Glaskörper vor, den man abzukappen am besten thut, so ist der Versuch natürlich nicht mehr rein; doch weichen auch dann die Resultate nicht derartig ab, dass man nicht auch einen solchen zur Orientirung benützen könnte.

Schliesslich möchte ich noch auf das vielleicht Allerwichtigste hinweisen, was bei Ausführung des Versuches beobachtet werden muss, das ist die scrupulöseste Sauberkeit. Die Quelle für eine etwaige Wundinfection ist bei der gebräuchlichen Art die Thiere mit alten, zurückgesetzten Instrumenten, ohne vorherige Reinigung des zu operirenden Körpertheiles zu operiren, eine so reichliche und grade das Auge als Keimstätte für Infectionsstoffe ein so geeigneter Boden, dass man sich nicht wundern darf, sich um jedes Versuchsergebnis durch einen Infectionsprocess gebracht zu sehen, wenn man nicht mit der grössten Vorsicht verfahren ist. Vorherige Reinigung des Conjunctivalsackes mit 2 pCt. Carbollösung, und 3 mal tägliches Eintropfen eines Tropfens der gleichen Lösung an den ersten zwei bis drei Tagen nach der Operation, halte ich neben der selbstverständlichen Sauberkeit der Instrumente (die ich mit Alkohol absolutus reinige) für Erfordernisse, die ein Gelingen des Experimentes am ehesten zu sichern vermögen.

Ist nun also die Operation ohne jede Störung verlaufen, die Iris total herausgerissen, so verhält sich das Auge folgendermassen:

Nach Verlauf einiger Stunden beginnt sich die Hornhaut zu trüben, und zwar meist vom Rande her, wobei sich aber die Trübung sehr schnell diffus verbreitet. Nur mühsam gelingt es deshalb schon am ersten Tage nach der Operation mit focaler Beleuchtung einen Einblick in die vordersten Augenabschnitte zu erlangen; Spiegeldurch-

leuchtung ist nicht mehr möglich. Focal lässt sich durch eine diffus grau-punctirte Hornhaut constatiren, dass die vordere Kammer total aufgehoben ist — bei nicht fistelnder Wunde, sondern durchaus fest aneinanderliegenden Cornealwundrändern der Lanzenwunde — dass der hinteren Hornhautwand direct die etwas bräunlich-gelb reflectirende Linse anliegt; die Färbung der Linsenoberfläche rührt, wie es scheint, wohl immer von minimalen Blutspuren her, da ein ganz absolut blutloser Verlauf des Eingriffes doch kaum erzielt werden dürfte.

Natürlich ist das Auge sehr weich und erscheint auch eben merklich abgeflacht. Am zweiten Tage hat die Hornhauttrübung noch weitere Fortschritte gemacht, ist auch focal nicht mehr zu durchleuchten; dabei zeigt sich eine feinste Randvascularisation von allen Seiten her; die Hornhautwunde ist fest verklebt, eben erkennbar. Das Auge ist sonst vollständig reizlos; es wird frei geöffnet; keine Conjunctivalabsonderung, keine Lid-schwellung; keinerlei Injection. Dabei ist es breiweich und auffallend kleiner, als das gesunde.

In den nächsten Tagen bildet sich der Hornhautpannus immer mehr aus, bis bald die ganze Cornea von Gefässen durchsetzt ist; dabei bleibt das Auge stets frei von Reiz, von jeder Injection oder Secretion; der Augen-druck ist ein ganz minimaler und das Auge wird von Tag zu Tag kleiner, indem es immer mehr quadratische Form annimmt. Nach Verlauf von etwa acht bis zehn Tagen seit der Operation fängt der Hornhautpannus an sich zurückzubilden und mit grosser Schnelligkeit erfolgt vom Centrum her die Wiederaufhellung der Cornea, die nach weiteren 6—8 Tagen so weit geführt hat, dass die Hornhaut völlig klar, normal durchsichtig geworden ist, keine Spur von Trübung oder Vascularisation mehr in ihr zu entdecken ist. Ihre Durchmesser haben sich, wie die des ganzen Auges, inzwischen erheblich verkleinert. Durch die Horn-

haut hindurch erkennt man nur die ihrer hinteren Wand total anliegende getrübte Linse, deren Oberfläche im Laufe der weiteren Beobachtung eine mehr weisse, kreibige Färbung annimmt. Von vorderer Augenkammer ist keine Spur vorhanden. Im Verlaufe der nächsten 3 Monate — so lange setzte ich die Beobachtung fort — veränderte sich das Auge nun nicht mehr weiter. Es wurde vielleicht immer noch etwas kleiner, aber die Hornhaut blieb klar, die cataractöse Linse, wie es dem Ansehen nach schien, mit Kapselcataract, blieb immer dicht der hinteren Hornhautwand anliegend, vordere Kammer stellte sich nie wieder her; das Auge blieb breiweich. Von entzündlichen Veränderungen ist — bei völlig aseptischem Verlauf — nichts zu beobachten, wenn man nicht den stets auftretenden Pannus corneae hierher rechnen will; bildet er sich auch schnell wieder zurück, ohne eine Spur seiner Anwesenheit zu hinterlassen, so wird er doch immerhin als entzündliche Erscheinung aufgefasst werden müssen, wenn auch als leichte, ohne Folgen vorübergehende, die der Operation nun einmal anhaften bleibt und die zu umgehen mir wenigstens nicht gelungen ist. Ich habe mich verschiedentlich bemüht, eine Methode zu ersinnen, bei der der Corneal-Pannus vermieden werden könnte; ich machte z. B. die Irisherausreissung in zwei Sitzungen, indem ich das erste Mal eine Hälfte, nach 3—4 Wochen die andere entfernte. Der Pannus stellte sich nach jeder der beiden Sitzungen ein und die Methode litt noch ausserdem an dem Nachtheile, dass bei Abreissung der Hälfte der Iris eine starke Blutung eintrat. So nahm ich eben die Hornhautaffection als nicht zu umgehen mit und glaube auch, dass kaum dieser spurlos vorübergehenden Veränderung die Umwandlungen oder auch nur ein Theil derselben zugeschrieben werden können, die das irislose Kaninchenauge durchmacht.

Oeffnet man nun nach Ablauf des Hornhautpannus ein derartiges Auge mit allen Cautelen frisch, so überzeugt man sich zunächst von dem Fehlen jedes Tropfens von Kammerflüssigkeit; eine vordere Kammer existirt jetzt ebensowenig wie am ersten resp. den nachfolgenden Tagen nach der Operation. Die Linse, die mässig vergrössert und cataractös getrübt ist, liegt der hinteren Hornhautfläche unmittelbar an. Nach hinten aber liegt ihr direct die leicht gefaltete Netzhaut an; von Glaskörper ist macroscopisch keine Spur aufzufinden. An die Netzhaut schliesst sich dann die anscheinend unveränderte Aderhaut und Sclera. Der ganze Binnenraum des Bulbus wird also von der leicht gequollenen trüben Linse ausgefüllt. *) Natürlich vollständiger Defect von Iris und Ciliarfortsätzen. Totalen macroscopischen Schwund des Glaskörpers findet man schon nach etwa 14 Tagen, während letzterer bis dahin langsam und stetig an Menge abgenommen hat. Untersucht man ein derartiges Kaninchenauge nach 2—3 Monaten, so ist der Befund im Wesentlichen derselbe, nur ist die Linse klein und geschrumpft im Verhältniss zu früher und zu ihrer normalen Grösse, füllt aber immerhin doch den gleichfalls stark verkleinerten Bulbus vollkommen aus. Der macroscopische Befund, der erfolgreich und ohne Complication operirten Augen ist also: Phthisis bulbi mit Cataract und Mangel jeglicher Augenflüssigkeit im Bulbusinnern.

Was nun das Resultat der microscopischen Untersuchung derartiger Bulbi betrifft, so findet man je nach der Zeit, die seit Ausführung der Operation bis zur Enucleation des Auges verstrichen war, ein wenig von einander abweichende Veränderungen. Diese nämlich variiren insofern von einander, als man kürzere Zeit nach Herausreissung der Iris im Auge, besonders in der Hornhaut leicht entzündliche Erscheinungen etwas frischeren Datums

*) cf. Figur 1.

oder im Ablauf begriffene, je nachdem, constatiren kann, während dieselben nach wenigen Monaten gar nicht mehr zu entdecken sind. Schon der klinische Verlauf des Experimentes liess einen solchen Befund voraussehen. Wie aber jener lehrte, dass die geringen, vorzüglich nur als Hornhautpannus sich offenbarenden entzündlichen Reactionen, die dem Eingriffe in das lebende Thierauge zu folgen pflegen, vorübergehender, durchaus nicht parorpagirender und destruirender Natur sind, so zeigt auch der microscopische Befund, nach der Rückbildung solch' leichter Reizerscheinungen keinerlei Residuen, die zu Gunsten eines früheren nur einigermassen heftigen entzündlichen Processes gedeutet werden könnten, ja man würde, falls man den klinischen Verlauf nicht konnte, aus dem späteren Befunde nicht einmal mehr auf das doch regelmässige Auftreten der pannösen Keratitis schliessen können. Ich schildere in Folgendem nur das Resultat der Untersuchung nach völliger Klärung der Hornhaut; denn während dieses pannösen Stadiums findet man in der Cornea das allbekannte pathologisch-anatomische Bild, in allen anderen Organen aber nur eben den Beginn derjenigen Veränderungen, die durch die Operation eingeleitet sind, deren Gedeihen aber bis zu einer gewissen abgeschlossenen Vollendung erst unser Hauptinteresse in Anspruch nehmen kann.

Die Hornhaut zeigt sich unverändert bis auf die feine, dem Operations - Lanzenschnitt entsprechende Narbe, die Membrana Descemeti ist gleichfalls bis auf die Continuitätstrennung und Aufrollung, die von der Operationswunde herührt intact; ihr Endothel wohl erhalten, wie das äussere Hornhautepithel auch. Ohne sichtbaren Zwischenraum liegt der Membrana Descemeti, — da wo sie seitlich aufgerollt und umgeschlagen ist der Hornhautsubstanz direct — die vordere Linsenkapsel an, die sich dann in ihren aequatorialen Parthieen weiter dicht an die Gegend des Ciliarkörpers, resp. das dieselbe einnehmende Gewebe anlegt,

während weiterhin an die hintere Kapselfläche die Retina, durch eine bald zu beschreibende feine Gewebsschicht von der Kapsel getrennt, anschliesst, so dass der ganze Binnenraum des Bulbus allein durch die Linse eingenommen erscheint. Die letztere zeigt die gewöhnlichen cataractösen Veränderungen, es besteht aber ausserdem regelmässig ein echter Kapselstaar, aus einem Spindelzellgewebe aufgebaut. Am dicksten fand ich diesen Kapselstaar stets in der Gegend des Linsenäquators, während er nach dem vorderen Linsenpol hin dünner wird, ja am vorderen Pole selbst schon gar nicht mehr nachweisbar ist. Hier zeigen sich die sogenannten vorderen Kapselepithelien intact. Nach hinten vom Aequator fand ich keine Fortsetzung der Kapselcataract.

Die Gegend des Ciliarkörpers wird von einem äusserst zarten kleinzelligen Spindelzellgewebe eingenommen, in dem spärliche Faserelemente, die ich für Ciliarmuskelfäserchen halten muss, eingestreut verlaufen. Von Ciliarfortsätzen findet sich natürlich keine Andeutung, und nur die bei nicht albinotischen Thieren in das feinfaserige Gewebe eingestreuten versprengten Pigmentzellen deuten auf die Stelle, wo ihre letzten Ausläufer an der Iriswurzel sich befanden. Ein wenig weiter rückwärts häuft sich das Pigment wieder klumpiger an, um den in kolbiger Figur erscheinenden Beginn der Aderhaut bilden zu helfen, die von da an ohne erkennbare Veränderung sich weiter fortsetzt. Nach innen schliesst sich an den sich scharf abhebenden Aderhautanfang die Ora serrata der Netzhaut. Die letztere selbst ist fast in ihrer ganzen Ausdehnung fein gefältelt und im Zustande höhergradiger Atrophie. Gut erhalten ist eigentlich nur das Bindegewebsgerüst; die eigentlichen Netzhautelemente sind in grösserem oder geringerem Grade zu Grunde gegangen. Von der Schicht der Stäbchen und Zapfen sind nur hie und da kümmerliche Reste zu entdecken; die Elemente der Körnerschichten fehlen fast

gänzlich, so dass an ihrer Stelle sich nur Bindegewebslücken vorfinden. Verhältnissmässig am wenigsten haben Ganglienzellen und Nervenfasern gelitten, wenngleich auch hier schon der Beginn des Schwundes sich geltend macht. Hie und da findet man wohl auch einige Pigmentzellen in dem atrophischen Netzhautgewebe. An der Sehnervpapille und dem Nervus opticus fand ich zu dieser Zeit noch nichts Abnormes. Endlich bleibt noch zu erwähnen, dass die Retina nicht unmittelbar der hinteren Linsenkapsel anliegt, sondern dass zwischen beiden sich ein zartes Gewebe eingelagert findet, das nur als Rest des eingedichteten Glaskörpers aufgefasst werden kann. Es besteht diese zwischen gelagerte Masse aus einer, wie es scheint, äusserst zarten, glashellen Membran, die in feine, wellig verlaufende Falten und Fältchen gelegt ist und eine nicht unbeträchtliche Anzahl von zelligen Elementen in sich birgt. Diese Zellen sind hell, etwas grösser, bis doppelt grösser, als weisse Blutkörperchen, mit einem oder mehreren Kernen, Vacuolen im Innern und Zellfortsätzen versehen — kurz die im normalen Glaskörper gekannten zelligen Elementen. Ausserdem finden sich bei nicht albinotischen Thieren hie und da einige Pigmentzellen zwischen den andern Zellen zerstreut. Nach vorn hin grenzt diese Schicht verdichteten Glaskörpers bis hinan an die Gegend des Ciliarkörpers, sich hier unmerklich in das feinfaserige oben beschriebene Gewebe daselbst verlierend. Die ganze Dicke des so umgewandelten Glaskörpers beläuft sich etwa auf die doppelte Stärke der vorderen Linsenkapsel. Dies wäre der Befund, den das Microscop an den Kaninchenaugen erkennen lässt, denen circa 3 Monate vorher Iris und Ciliarkörper auf operativem Wege mit Ausschluss von Complicationen während der Ausführung des Experimentes und Vermeidung von infectiöser Entzündung später entfernt wurde; der Befund weist nach: völlige Auf-

hebung einer vorderen Kammer; Cataract mit Kapselcataract; Schwund des Glaskörpers bis auf einige eingedichtete Reste und Atrophie der Netzhaut. Daraus folgt zunächst der Beweis für die Richtigkeit der Anschauung für die das Experiment unternommen wurde: die Iris mit-
 sammt den Ciliarfortsätzen sind die Quellen des Humor aqueus; es ist der physiologische Beweis für die Correctheit dieser schon alten Ansicht nun in der That geliefert worden. Indess gestattet der Erfolg des Thierversuches auch noch andere Schlüsse; er zeigt, dass auch die Quelle der flüssigen Glaskörper-Bestandtheile, in Iris und Ciliarfortsätzen, vorzüglich wohl in letzteren zu suchen sein wird; dass also wohl die von den Ciliarfortsätzen abgesonderte Flüssigkeit nicht nur ihren Weg nach vorn hin einschlägt, sondern auch durch die Zonula hindurch nach hinten findet, jedenfalls hauptsächlich unter Vermittelung von Diffusionsvorgängen. Dass nach Entfernung der Iris mit den Ciliarfortsätzen der Glaskörper, der sicherlich einen sehr langsamen Stoffwechsel hat, in verhältnissmässig so kurzer Zeit bis auf einen minimalen Rest schwindet, hat einen Hauptgrund wohl in dem Entstehen der Cataract. Ist einmal erst ein Verfall im Innern der Linse selbst eingetreten, so bilden sich schnell Diffusionsvorgänge aus, die hier nun, wo das Kammerwasser fehlt, vorzüglich zu einem Stoffaustausch mit dem Glaskörper führen werden, und so diesem all sein Wasser zu entziehen streben. Denn dass die Linse in solchen Augen, wenn auch sehr mässig anfangs quillt, lehren Sectionen derselben, die in den ersten Zeiten nach der Operation vorgenommen werden. Warum aber die Linse überhaupt cataractös wird, ist eine weiter aufzuklärende Frage. Man kann dieselbe sich dem Verständnisse näher rücken, wenn man die Cataract, die ja auch hier stets mit Kapselstaar verbunden ist, unter die Rubrik der Centralkapselstaare nach Hornhautperforation zu subsummiren sucht, gleichwie ich auch experimentell diese Form

von Cataract am Thierauge durch Spaltung der Hornhaut und öfteres Wiederaufreissen der Wunde erzeugen konnte. *) Es wird wohl nicht die Perforation an und für sich, sondern der mit ihr eintretende Kammerwasserabfluss und beständige Contact der Linsenoberfläche mit der Hornhaut das hauptsächlich die Linsenernährung störend beeinflussende Moment sein, grade wie hier, wo die Perforation, wenigstens die beständige Unterhaltung derselben durch Wiederaufreissung der einmal gesetzten Wunde fehlt. — Was nun noch die Atrophie der Netzhaut anlangt, so müsste man wohl am ehesten daran denken, sie mit der Veränderung des Glaskörpers in Verbindung zu bringen, was mit der Annahme eines bedeutenden Ernährungseinflusses des Glaskörpers auf die Retina, wenigstens hier bei dem Kaninchen zunächst, gleichbedeutend wäre. Bei der eigenthümlichen Vertheilung der Netzhautgefässe beim Kaninchen hat ja auch diese Annahme eine grosse Wahrscheinlichkeit für sich. Eine Uebertragung dieser Verhältnisse des Retinal-Stoffwechsels auf das menschliche Auge aber, wäre ein zum mindestens gewagtes Unternehmen.

Ich darf zum Schlusse noch des Umstandes gedenken, dass dieses Resultat meiner experimentellen Untersuchung im Stande ist, die stricte Antwort auf die Fragen zu geben, die Samelson in Manchester **) gelegentlich eines Streites mit Samelsohn in Cöln aufgeworfen hat: „Sollten vielleicht die Ciliarfortsätze mitsammt der Iris und Linse traumatisch dem Auge entrückt werden können, ohne die Sehkraft zu vernichten oder selbst ihr schweren Eintrag zu thun? ... Die Zahl der Organe, ohne welche der Organismus im Nothfalle sich behelfen kann, ist beständig im Zunehmen ... Die pathologische Anatomie oder auch der Augensehein

*) cfr. dies. Archiv XXVI. I. p. 151 u. ff.

**) Hirschberg's Centralblatt, Juli 1880, p. 214.

zur Zeit der Verletzung können hier allein Licht geben; vielleicht thun sie es noch einmal.“ —

Das Thierexperiment hat diese Fragen Samelson's beantwortet: „Der Verlust der Ciliarfortsätze sammt der Iris ist ohne Vernichtung der Sehkraft des Auges, ohne schwerste Schädigung des ganzen Organes nicht denkbar.“ —

Erklärung der Abbildung.

Merid. Durchschnitt durch ein nicht albinotisches Kaninchen-
 auge circa 14 Tage nach Ausführung der totalen Irisherareissung
 mitsammt den Ciliarfortsätzen.

- a = Hornhaut.
 - b = Linse.
 - c = Nervus opticus.
 - d = Netzhaut.
 - e = Aderhaut.
 - f = Lansenarbe der Hornhaut.
-