

Untersuchung der Proteïnsubstanzen in den lichtbrechenden Medien des Auges.

III.

Von

Carl Th. Mörner in Upsala.

(Der Redaction zugegangen am 3. Juli 1893.)

Die Glasmembranen der lichtbrechenden Medien.

Gering ist die Aufmerksamkeit, die von Seiten der Chemiker diesen Gebilden gewidmet worden, und ihre chemische Natur ist daher so gut wie unbekannt. Ausschliesslich in Hinsicht auf ihr Verhalten bei Trypsindigestion haben Ewald und Kühne¹⁾ (1877), sowie Sasse²⁾, ein Schüler Kühne's, (1879) die Descemetsche Haut, Chittenden³⁾, ein anderer Schüler Kühne's, (1880) die Kapselmembrane der Linse in Prüfung genommen und auf Grund dabei beobachteter Verschiedenheiten constatirt, dass dieselben nicht zu den leimgebenden Geweben zu rechnen sind. Es zeigte sich nämlich, dass sie bei Digestion mit alkalischer Trypsinlösung direct

¹⁾ Die Verdauung als histologische Methode. Verhandlungen des naturhist.-medizinischen Vereins zu Heidelberg, Bd. 1 (1877).

²⁾ Zur Chemie der Descemetschen Membran. Untersuchungen aus dem Physiologischen Institute der Universität Heidelberg, Bd. 2, S. 433, (1887).

³⁾ Zur Histochemie der Membranae propriae und der Glashäute. Untersuchungen aus dem Physiologischen Institute der Universität Heidelberg, Bd. 3, S. 188 (1880).

löslich waren, während leimgebende Gewebe in natürlichem Zustande in derselben nicht löslich sind und erst nach dem Process des Kochens gelöst werden können. Wenn man die Beobachtung Sasse's hinzufügt, dass die Descemet'sche Haut, im Widerspruch mit dem durch Froriep constatirten Verhalten des Sarcolemma, nicht durch Kochen mit 1proc. Salicylsäure angegriffen wird und dass sie bei Xantoproteinsäure-, Biuret- und Millon'schen Eiweiss-Reactionen schöne Färbungen gibt, sowie ferner die einander diametral entgegengesetzten Aussprüche von Menonides¹⁾ (1848) und Strahl²⁾ (1852) über das Verhalten der Linsenkapsel beim Kochen mit Wasser, indem Menonides erklärt, dass dieselbe bis zu 48 Stunden gekocht werden kann, ohne sich aufzulösen, wogegen Strahl findet, dass sie sich schon nach wenigen Stunden in kochendem Wasser zu einer nicht gelatinirenden Lösung³⁾ auflöst, so haben wir damit Alles zusammengestellt, was wir für den Augenblick über das chemische Verhalten dieser Glasmembrane wissen.

Was sicher zum grössten Theil die Schuld an der geringen Anzahl und der Unvollständigkeit der diesbezüglichen Untersuchungen trägt, ist der Umstand, dass man nur mit grosser Mühe eine genügende Menge Untersuchungsmaterial beschaffen kann, da nämlich das erforderliche Präpariren des Materials im Verhältniss zu der geringen Ausbeute⁴⁾ viel Zeit und Geduld erfordert. Dagegen kann man sich darauf verlassen, bei richtigem Verfahren ein reines, von fremden Beimengungen vollkommen freies Material zu erhalten.

Ob es sich nun um die Descemet'sche Haut oder die Linsenkapselmembrane handelt, so erwies es sich in jedem Falle als nothwendig, das reinpräparirte Material mit einer

¹⁾ Netherländische Lancet (1848—1849), S. 694.

²⁾ Archiv f. physiologische Heilkunde (1852), S. 332.

³⁾ Diese Lösung wurde durch Alkohol und Mercuronitrat, aber nicht durch Essigsäure, Schwefelsäure, Alaun, Bleiacetat, Eisenchlorid oder Kupfersulphat gefällt.

⁴⁾ Als Beispiel möge erwähnt werden, dass 530 Linsenkapseln, deren Zubereitung fünftägige fleissige Arbeit in Anspruch nahm, 2,8 Gramm reines, im Exsiccator getrocknetes Material ergaben.

schwach alkalischen Flüssigkeit, z. B. 0,1 proc. Kalilauge, zu extrahiren, um die Substanz, welche dem Gewebe seine Form und physikalische Beschaffenheit gibt, zu isoliren. Die Membrane enthalten nämlich, wenn auch in geringer Menge, einen Eiweisskörper, welcher durch diese Behandlung in die Flüssigkeit übergeht und durch mehrmals wiederholte Extraction vollständig ausgelaugt werden konnte. Aus der alkalischen Lösung wurde durch vorsichtigen Zusatz von Essigsäure eine flockige Fällung ausgeschieden, die in der ersten Extractionsflüssigkeit reichlicher als in den späteren war, und alle Reactionen eines Albuminats gab. Nachdem diese Fällung abfiltrirt war, gab das Filtrat mit Gerbsäure oder einer anderen Eiweissreagenz keine weitere Fällung. Bei mehreren Gelegenheiten wurde sowohl die Fällung wie das davon erhaltene concentrirte Filtrat mit Salzsäure gekocht, aber niemals wurde danach Reaction auf eine reducirende Substanz bei der Trommer'schen Probe erhalten, weswegen das Vorhandensein einer mucinartigen Substanz ausgeschlossen sein dürfte (siehe S. 240).

Als die angewandte Extractionsflüssigkeit, die in einem Zwischenraum von 1—2 Tagen erneuert wurde, keine Spur von Fällung durch Essigsäure, Essigsäure und Ferrocyankalium oder Gerbsäure mehr zeigte, wurde das Auslaugen mit einer grossen Menge destillirten Wassers zuerst bei Zimmertemperatur, später bei 30—40° C. vorgenommen, um das Alkali vollständig zu entfernen. Weder in betreff ihrer Durchsichtigkeit, ihrer Consistenz, noch ihrer Elasticität erlitten die Membrane unter diesem Reinigungsprocess irgend eine Veränderung, sondern behielten vollständig ihr ursprüngliches Aussehen bei. Nachdem sie mit Alkohol und Aether ausgewaschen und im Exsiccator getrocknet waren, stellten sie eine aus spröden, gelblich durchsichtigen Lamellen bestehende Masse dar.

Die chemische Untersuchung, welche natürlich die Linsenkapsel und die Descemet'sche Haut, jedes für sich allein, betraf, stellte es fest, dass diese beiden Membrane von Substanzen gebildet werden, die, wenn auch nicht vollkommen identisch, doch von so übereinstimmender Natur sind, dass

sie für zwei einander sehr nahestehende Repräsentanten einer und derselben Substanzengruppe angesehen werden müssen. Jedoch lässt sich diese Substanzengruppe nicht unter die früher bekannten Proteïnsubstanzgruppen einordnen, und schlage ich, auf Grund der Art ihres Vorkommens, die Benennung «Thierisches¹⁾ Membranin» vor.

Es erscheint angebracht, zuerst eine Darstellung darüber zu geben, was die in der Descemet'schen Haut und der Linsenkapseln gefundenen Substanzen gemeinsam auszeichnet, und damit das Membranin von früher bekannten Substanzengruppen abzugrenzen, um später die Verschiedenheiten, die sich möglicher Weise in den Membraninsubstanzen verschiedenen Ursprungs vorfinden, in Erwägung zu ziehen.

Das Membranin ist bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser, Salzlösungen, sowie verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich. Bei höherer Temperatur, z. B. bei hinreichendem Kochen, löst es sich dagegen auf.

Von mehr concentrirten Mineralsäuren und Alkalien wird es schon bei Zimmertemperatur angegriffen. Pepsin und Salzsäure, sowie alkalische Trypsinlösung vermögen bei geeigneter Temperatur das Membranin in Lösung zu bringen. Nähere Angaben über die Löslichkeitsverhältnisse folgen unten.

Beim Erwärmen:

mit 25 proc. Salpetersäure wird die Substanz schnell intensiv gelb gefärbt und löst sich bald zu einer gelben Flüssigkeit, welche, mit Ammoniak übersättigt, eine dunkle Orangefarbe annimmt;

mit Millon's Reagens nimmt das Membranin eine ganz besonders prächtige, dunkelrothe Farbe an, die intensiver als bei jeder anderen mir bekannten Proteïnsubstanz ist, und wodurch die klare Durchsichtigkeit der Substanz nicht verloren geht. Die Flüssigkeit bleibt ungefärbt;

mit concentrirter Salzsäure zeigt sich keine nennenswerthe Färbung. Im ersten Augenblick kann das Membranin

¹⁾ Salkowski hat nämlich mit dem Namen «Membranin» die Cellulosemembran der Hefezellen bezeichnet. Du Bois-Reymond's Archiv, physiologische Abtheilung, 1890, S. 554.

eine Andeutung von violetterm Schimmer zeigen, löst sich jedoch bald zu einer schwach gelbbraunen Flüssigkeit;

mit Adamciewic's Reagens färbt sich die Substanz, wenn das Erwärmen mit Vorsicht vorgenommen wird, rothbraun, und die Flüssigkeit nimmt eine sehr schwache, unrein violettrothe Farbe an, die beim Aufkochen augenblicklich in gelbbraun-schwarzbraun übergeht. Lässt man dieselbe Reagens in Zimmertemperatur einwirken, so ist nach einem Tage das Membranin nur wenig gelb, nach 2 Tagen schwach violettbraun gefärbt;

mit 10proc. Kalilauge tritt rasche Lösung ein; die Flüssigkeit färbt sich bei Zusatz von Bleiacetat dunkelbraun; nach erfolgter Abkühlung, unter allmählig gesteigertem Zusatz von verdünnter Kupfersulphatlösung — rosa, violett, — violettblau;

mit 5proc. Salzsäure im Wasserbade wurde eine schwach gelbbraune Flüssigkeit erhalten, die bei der Trommer'schen Probe kräftig reducirte. Ebenso sicher und viel rascher erhält man die reducirende Substanz, wenn man in einer Probenröhre über einer kleinen Flamme das Membranin mit einigen Tropfen 25proc. Salzsäure erwärmt, bis die Mischung nach 1—2 Minuten dunkel wird und die Flüssigkeit bis auf wenige Tropfen verdunstet ist.

Die durch Erhitzen der Substanz mit dest. Wasser bei 100—130° C. entstandene Lösung gelatinirt nicht, selbst nicht bei starker Concentration. Beim Prüfen mit Reagenzien zeigt sie keine grössere Fällbarkeit, wird z. B. durch Essigsäure, Salzsäure, Ferrocyanium und Salzsäure, Salpetersäure (gibt bei der Heller'schen Probe keinen Ring), Quecksilberchlorid, Bleiacetat, Silbernitrat, Kupfersulphat, Eisenchlorid oder Alaun nicht gefällt, wohl aber von Mercuronitrat, Quecksilberjodid-Jodkalium und Salzsäure, Phosphormolybdensäure, Gerbsäure und Alkohol reichlich gefällt.

Wird das Membranin durch Kochen mit verdünnter Säure oder Alkali gelöst, so bieten die erhaltenen Lösungen ungefähr dieselben Fällbarkeitsverhältnisse dar. Besonders verdient hervorgehoben zu werden, dass weder bei dem einen

noch dem anderen Verfahren ein durch verdünnte Säure oder Säure und Ferrocyankalium fällbares Product (Mucinsubstanz, Albuminat) auftritt.

Da das Material so beschwerlich zu beschaffen war, ist die Vollständigkeit der quantitativen Analysen nicht so gross geworden, wie zu wünschen wäre.

Präp. No. I. Linsenkapselmembranin. Zur Extraction angewandte Flüssigkeit: 0,2 proc. Kalilauge.

0,114 gr. = 14,00 % Stickstoff.

Präp. No. II. Wie das Vorherg. 0,2 proc. Kalilauge.

0,102 gr. = 14,19 % Stickstoff.

Präp. No. III. Wie das Vorherg. 0,1 proc. Kalilauge.

0,243 gr. = 14,11 % Stickstoff,

1,043 gr. = 0,83 % Schwefel.

Mittelwerth: 14,10 % Stickstoff, 0,83 % Schwefel.

Präp. No. I. Membranin aus der Descemet'schen Haut, Extractionsflüssigkeit: 0,1 proc. Kalilauge.

0,165 gr. = 14,70 % Stickstoff.

Präp. No. II. Wie das Vorherg. 0,2 proc. Kalilauge.

0,195 gr. | = 14,86 % Stickstoff.
0,1545 gr. |

Präp. No. III. Wie das Vorherg. 0,2 proc. Kalilauge.

0,171 gr. = 14,74 % Stickstoff.

0,753 gr. = 0,90 % Schwefel.

Mittelwerth: 14,77 % Stickstoff, 0,90 % Schwefel.

Wenn man die physikalische Beschaffenheit des Membranin, seinen relativ niedrigen Schwefelgehalt und seine Eigenschaft, beim Kochen mit Mineralsäure eine reducirende Substanz zu geben, in Betracht zieht, liegt die Annahme nahe bei der Hand, dass die Membrane eine mechanische Mischung einer Mucinsubstanz mit einem schwerlöslichen, stickstoffreichen Proteinstoffe, wie z. B. Collagen, Elastin, ausmachen, wie es sich oben bei den Grundsubstanzen des Knorpels und der Hornhaut herausgestellt hat. Meine erste Vermuthung ging auch ganz natürlich in dieser Richtung, weswegen es mich überraschen musste, dass es mir beim ersten Versuche, diese Vermuthung zu controlliren, nicht gelang, auch nur eine Spur einer mucinartigen Substanz, weder in der Linsenkapsel noch

in den Descemet'schen Membranen, nachzuweisen. Seitdem haben wiederholte Versuche dasselbe bestimmte Resultat ergeben und, da sie für meine Auffassung der Natur des Membranin von fundamentaler Bedeutung sind, will ich hier die wichtigsten anführen. In verschiedenen Partien wurden Linsenkapsel und Descemet'sche Haut der Extraction mit alkalischen Flüssigkeiten nach folgender Anordnung unterworfen, wobei die Flüssigkeit täglich gewechselt wurde:

Linsenkapsel:

0,25 procentiges Natriumcarbonat, 2 Tage (40° C.),		
0,1 procentige Kalilauge 3	»	Zimmerwärme,
0,2 procentige » 5	»	»
0,2 procentige » 7	»	»
0,5 procentige » 3	»	»
2,0 procentiges Ammoniak 3	»	»

Descemet'sche Haut:

0,25 procentiges Natriumcarbonat, 2 Tage (40° C.),		
0,1 procentige Kalilauge 7	»	Zimmerwärme,
0,2 procentige » 8	»	»
0,2 procentige » 10	»	»
0,2 procentige » 12	»	»
0,5 procentige » 6	»	»
1,0 procentige » 1 Tag	»	»
1,0 procentige » 3 Tage	»	»

Bei allen diesen Versuchen wurden einerseits die Membranreste, andererseits die Extractionsflüssigkeit (nach Concentrirung) durch Kochen mit Salzsäure und die Trommer'sche Probe¹⁾ geprüft. Als übereinstimmendes Resultat ging daraus hervor:

1. dass in den Extractionsflüssigkeiten keine Reaction auf reducirende Substanzen erhalten wurde;
2. dass die Membranreste dagegen bedeutende Reduction hervorbringen;

¹⁾ Nachdem die Membranreste ausgewaschen waren, wurden sie auch mit Millon's Reagens geprüft; in allen Proben war die Reaction in demselben auffallenden Grade intensiv wie beim Versuch mit den ursprünglichen Membranen.

3. dass die Reaction bei Trommer's Probe nicht bemerklich schwächer war als bei Anwendung einer gleichen Menge der ursprünglichen Membrane.

Hiernach war es nicht mehr möglich, an das Vorhandensein einer Mucinart, als Quelle für die reducirende Substanz, zu denken, ebenso wenig konnte es sich um eine Art Glycoproteid, Kohlenhydrat, Chondroitinsäure oder einen ähnlichen leicht löslichen Stoff handeln, vielmehr muss der reducirende Atomcomplex in der in Alkalien unlöslichen Membransubstanz, dem Membranin, enthalten sein, welches letztere gerade dadurch seine, von den anderen in den höheren Thierklassen¹⁾ vorkommenden Proteingruppen getrennte Stellung einnimmt.

Wenn man, ohne Rücksicht auf diese charakteristische Eigenschaft zu nehmen, einen Vergleich zwischen dem Membranin und anderen Proteinstoffen anstellt, so wird man finden, dass es sich in anderer Beziehung am meisten dem Elastin und Collagen nähert, ohne doch vollständig mit einem derselben übereinzustimmen. Die physikalische Beschaffenheit und die Löslichkeitsverhältnisse sind im Ganzen betrachtet recht ähnlich: beim Kochen mit Wasser, Säuren oder Alkalien bilden diese Substanzen leicht lösliche Producte, die sich durch eine geringe Fällbarkeit auszeichnen, während dabei Albuminate nicht gebildet werden; weiter sind sie alle drei an Schwefel arm. Das Membranin weicht jedoch von den beiden anderen ab, unter Anderem dadurch, dass es bleischwärenden Schwefel enthält, und im Besonderen vom Collagen durch ausserordentlich schöne Millon'sche und Xantoproteinsäure-Reaction, und durch sein Unvermögen, im aufgelösten Zustande zu gelatiniren. Von den übrigen Proteinsubstanzgruppen unterscheidet sich das Membranin so wesentlich, dass mir eine detaillirte Auseinandersetzung überflüssig erscheint.

¹⁾ Bei niedriger stehenden Thieren sind, wie bekannt, in Wasser, Alkalien und Säuren unlösliche Substanzen, z. B. Chitin bei den Gliedertieren, Hyalin in den Wänden der Echinococcusblase anzutreffen, welche beim Kochen mit Säure reducirende Producte ergeben, aber sich im Uebrigen bedeutend vom Membranin unterscheiden; so unter Anderem durch sehr niedrigen Stickstoffgehalt (4,5%—6,0%) und gänzlichen Mangel an Schwefel.

Obgleich die selbständige Stellung des in der Linsenkapsel und der Descemet'schen Haut gefundenen Membranins unter den Proteinsubstanzgruppen also zweifellos festgestellt ist, so ist man doch nicht berechtigt, das Membranin der Linsenkapsel mit dem aus der Descemet'schen Haut für identisch zu halten. Es herrscht zwischen beiden nämlich ein nicht geringer Unterschied in Betreff der Widerstandskraft gegen chemische Agentien, oder mit anderen Worten der Löslichkeitsverhältnisse, wie zahlreiche, parallel angestellte Versuche deutlich zeigen¹⁾.

1. Verhältniss zu Säuren bei gewöhnlicher Temperatur.

	Linsenkapsel.	Descemet'sche Haut.
25 proc. Salzsäure.	Nach 4 St. — vollständig gelöst.	Nach 1 St. — nicht bemerkbar beeinflusst.
	—	5 St. — bedeutend aufgeweicht und zerfallen.
	—	7 St. — vollständig gelöst.
25 proc. Salpetersäure.	Nach 4 St. — vollständig gelöst.	Nach 4 St. — ein wenig erweicht.
	—	Nach 5 Tagen — nicht bemerkbar gelöst.
	—	—
Concentr. Salzsäure.	Nach 45 Min. — vollständig gelöst.	Nach 25 Min. — nicht bemerkbar beeinflusst.
	—	5 St. — aufgeweicht.
	—	7 St. — vollst. gelöst.
Concentr. Schwefelsäure.	Nach 4 St. — nicht bemerkbar beeinflusst.	—
	15 St. — im Zerfallen begriffen.	—
	20 St. — vollständig gelöst.	20 St. — unverändert.
	—	2 Tg. — erweicht und in kleinere Theile zerfallen.
—	5 Tg. — noch nicht vollständig gelöst.	

¹⁾ Beim Versuche mit Säuren, Alkalien und Fermenten werden die respect. Membranen in ihrer ursprünglichen Gestalt verwendet; beim Kochen mit Wasser sowohl die ursprünglichen Membrane wie auch Präparate von reinem Membranin.

2. Verhältniss zu Alkalien bei gewöhnlicher Temperatur.

	Linsenkapsel.	Descemet'sche Haut.
20proc. Kalilauge	Nach 5 Min. — gelöst.	5 Min. — nicht verändert.
	—	45 Min. — erweicht.
	—	1,45 St. — gelöst.
10proc. »	Nach 20 Min. — gelöst.	20 Min. — unverändert.
	—	4 St. — erweicht.
	—	1 Tg. — zum Theil gelöst.
	—	1 T.g. 3 St. — vollst. gelöst.
5proc. »	Nach 1 Stunde — gelöst.	1 St. — unverändert.
	—	5 Tg. — noch unverändert.
3proc. »	Nach 1,30 St. — gelöst.	—
1proc. »	Nach 3 Tg. — bedeutend erweicht.	—
	5 Tg. — gelöst.	—
0,5proc. »	Nach 5 Tagen — keine bemerkbare Einwirkung.	—
0,1proc. »		—
Gesättigte Barytlösung.	Nach 2 Tg. — gelöst.	2 St. — unverändert.
		5 Tg. — keine bemerkbare Einwirkung.

3. Verhältniss zu Alkalien beim Kochen.

	Linsenkapsel.	Descemet'sche Haut.
20proc. Kalilauge	Beinahe augenblicklich gelöst.	Nach $\frac{1}{4}$ Min. — gelöst.
10proc. »	Wie oben.	» $\frac{3}{4}$ » — »
5proc. »	Wie oben.	» $1\frac{3}{4}$ » — »
3proc. »	Wie oben.	» $3\frac{3}{4}$ » — »
1proc. »	In $\frac{1}{4}$ Min. gelöst.	—
0,5proc. »	Wie oben.	—
0,1proc. »	Nach $\frac{1}{2}$ Min. — zerfliessen in faserigen Schleim.	—
	Nach 1 Min. — vollständig gelöst.	—
	—	Nach 2,30 St. ¹⁾ — noch nicht vollständig gelöst.

¹⁾ Das Kochen wurde in einem Kolben mit Rückflusskühler ausgeführt.

4. Verhältniss zu Pepsin und Trypsin.

Ein und dieselbe Enzymlösung wurde beim Prüfen beider Membrane angewandt. Digestionstemperatur: 40° C.

	Linsenkapsel.	Descemet'sche Haut.
Pepsin mit 0,2 proc. Salzsäure.	Nach 1,45 St. — vollständig gelöst.	Nach 2 Tg. — nicht bemerkbar beeinflusst.
Pankreasglycerin-extract mit 0,25-procentigem Natriumcarbonat.	Nach 1,15 St. — beinahe Alles gelöst.	Nach 2 Tagen — nicht bemerkbar beeinflusst.
	1,45 St. — vollständ. gelöst.	
Pankreasglycerin-Extract mit dest. Wasser.	Nach 6 St. — bedeutend erweicht.	Nach 2 Tg. — nicht bemerkbar beeinflusst.
	9 St. — vollständig gelöst.	

Aus diesen Digestionsversuchen ging der Unterschied in der Löslichkeit besonders deutlich hervor, indem dieselbe Digestionsflüssigkeit, die in einer oder mehreren Stunden die Linsenkapsel auflöste, während 2 Tagen die Descemet'sche Haut nicht in wahrnehmbarer Weise angreifen konnte, was geradezu die Vorstellung erwecken könnte, dass die letztere überhaupt in künstlichen Verdauungsflüssigkeiten nicht löslich sei. Dass dies jedoch nicht der Fall ist, zeigte ein Versuch mit enzymreicheren und durch erhöhten Zusatz von Säuren resp. Alkali kräftiger wirkenden Digestionsflüssigkeiten. So z. B. wurde die Descemet'sche Haut durch 0,4 proc. Pepsin-Salzsäure im Laufe zweier Tage aufgelöst; ebenso in derselben Zeit durch eine mit 0,5 % Natriumcarbonat versetzte, trypsinreiche Flüssigkeit, wobei durch Controllprobe mit 0,4 proc. Salzsäure resp. 0,5 proc. Sodalösung festgestellt wurde, dass diese Flüssigkeiten einzeln während derselben Zeit eine lösende Wirkung nicht ausübten.

5. Verhalten beim Kochen mit Wasser.

Durch Kochen mit dest. Wasser in einem Glaskolben, wobei die Flüssigkeit durch einen angefügten Rückflusskühler am Verdunsten verhindert wurde, löste sich die Linsenkapsel in wenigen Stunden (bei verschiedenen Versuchen in 6, 6½,

7, 8 $\frac{1}{2}$ Stunden) vollständig in eine klare Flüssigkeit auf. Bei einer gleichen Behandlung der Descemet'schen Haut konnte keine Lösung der Substanz beobachtet werden, nicht einmal nach 24 Stunden fortgesetztem Kochen. Erst beim Ueberhitzen mit Wasser wurde die Descemet'sche Haut angegriffen. Bei einem solchen Versuche, wobei die Temperatur auf 130—135° C. gehalten wurde, löste sie sich vollständig nach 5 $\frac{1}{2}$ Stunden, nachdem sie schon nach 3 Stunden in weiche Fetzen zerfallen war. Was die Löslichkeit der Linsenkapsel in kochendem Wasser anbelangt, muss ich also auf Grund wiederholter Versuche Strahl in seiner Controverse mit Menonides (s. S. 233) unbedingt Recht geben.

In seinem Verhalten zu allen hier angeführten chemischen Agentien zeichnet sich also das Membranin der Descemet'schen Haut durch eine weit bedeutendere Widerstandskraft, oder Schwerlöslichkeit, vor dem aus der Linsenkapsel aus. Auch die Zusammensetzung weist eine constante Abweichung auf, indem der Stickstoffgehalt im Membranin der Descemet'schen Haut um 0,6 % höher ist. Ungeachtet dass die in der Hauptsache herrschende Uebereinstimmung die Substanzen in der Linsenkapsel und der Descemet'schen Haut in einer Gruppe, dem Membranin, zusammenführt, so dürften doch auf Grund des Vorhergehenden genügende Ursachen vorliegen, jedes für sich als ein chemisches Individuum anzusehen.

Die Membraninsubstanzen scheinen mir am ehesten eine Mittelstellung zwischen den Mucinarten und dem Elastin einzunehmen, wobei das Linsenkapselmembranin durch seine grössere Löslichkeit und den geringeren Stickstoffgehalt sich mehr der ersteren Gruppe nähert, das Membranin der Descemet'schen Haut durch entgegengesetztes Verhalten sich mehr dem Elastin anschliesst.

Der Glaskörper.

Der geleeartige Glaskörper (corpus vitreum) besteht aus einer klaren Flüssigkeit (Glasflüssigkeit), welche in ein Fachgerüst subtiler Häutchen eingeschlossen ist. Eine chemische

Untersuchung des Glaskörpers muss natürlich auf diese Einteilung Rücksicht nehmen, so dass die Glasflüssigkeit und die Membrane von einander getrennt und jedes für sich behandelt werden.

1. Die Glasflüssigkeit.

In reichlicher Menge und mit geringer Beschwer gewinnt man diese Flüssigkeit, wenn man den Glaskörper mit der Scheere zerschneidet oder durch ein Sieb treibt und dann auf den Filter bringt. Das Filtriren geht rasch vor sich und man erhält die Glasflüssigkeit als dünnflüssiges, nicht fadenziehendes, wasserklares Filtrat. Aus den recht zahlreichen Untersuchungen der quantitativen Zusammensetzung der Glasflüssigkeit geht übereinstimmend hervor, dass die Menge an Proteinsubstanzen besonders gering ist. So nennen:

- Berzelius¹⁾ (1830): 0,16 % « Eiweiss ».
 Frerichs²⁾ (1848): 0,12 % « Natronalbuminat ».
 Lohmeier³⁾ (1854): 0,14 % « Natronalbuminat »⁴⁾.
 Dogiel⁵⁾ (1879): « nur eine Spur von Eiweiss ».
 Deutschmann⁶⁾ (1879): 0,11 % « Eiweiss ».
 Portes⁷⁾ (1880): 0,19 % « matières albuminoïdes ».

1) Lärobok i kemien (1830), Bd. 6, S. 510.

2) Hannover'sche Annalen (1848), S. 657.

3) Beiträge zur Histologie und Aetiologie der erworbenen Linsenstaare. Zeitschrift f. rationelle Medicin (Henle u. Pfeufers). Neue Folge Bd. 5, S. 56 (1854.)

4) In Wirklichkeit fand Lohmeier nur 0,05 % Eiweissstoff und erhielt den bedeutend höheren Werth 0,14 % durch Summiren der Eiweissmenge mit der in der Asche gefundenen Menge »Natron«, welches Verfahren nach unseren jetzigen Begriffen nicht für statthaft angesehen werden kann.

5) Zur Kenntniss der Eiweissreactionen und von dem Verhalten des Albumins der lichtbrechenden Medien des Auges. Archiv f. die gesammte Physiologie (Pflüger's), Bd. 19, S. 335 (1879).

6) Fortgesetzte Untersuchungen zur Pathogenese der Cataract. Archiv f. Ophthalmologie (v. Gräfe's). Bd. 25, del. 2, S. 211 (1879).

7) Etude du corps vitré. Journal de l'anatomie et de la physiologie. Bd. 16, S. 233 (1880). In dieser histologischen Abhandlung ist das Resultat von Portes's chemischen Untersuchungen des Glaskörpers enthalten.

Cahn¹⁾ (1881): 0,07 % « Eiweiss ».

Giacosa²⁾ (1882): 0,12 % « Albuminstoffe ».

Ueber die Art der gefundenen Proteinsubstanzen geben die drei zuletzt genannten Verfasser nähere Auskunft und dürfte durch sie das Vorhandensein von wirklichen Eiweissstoffen in der Glasflüssigkeit unzweifelhaft festgestellt sein. Sämmtliche haben sie nämlich zwei verschiedene Eiweisskörper, eine Globulin- und eine Albumin-Substanz, nachweisen können. Die erstere wurde von Cahn für identisch mit Serumglobulin gehalten und ihre Menge von demselben auf 0,05 %, von Portes auf 0,09 % bestimmt; das Albumin, das von Cahn und Giacosa für Serumalbumin gehalten wird, machte nach Portes' und Cahn's übereinstimmenden Beobachtungen 0,03 % aus.

Da die Eiweisskörper der Glasflüssigkeit in so äusserst geringer Menge vorkommen und in ihrer Art, nichts besonders Interessantes zu bieten scheinen, habe ich mich nicht auf weitere Untersuchungen derselben eingelassen.

Eine andere Frage schien mir dagegen mehr Aufmerksamkeit zu verdienen, nämlich die, in wie weit eine Mucinsubstanz in der Glasflüssigkeit enthalten ist, da nämlich die Angaben hierüber, ungeachtet der nicht selten erneuerten Versuche, dafür und dawider sprechen, dass es unmöglich ist, sich aus ihnen eine bestimmte Auffassung über das wirklich Richtige zu bilden.

Nach ihrer Zeitfolge aufgezählt haben die Forscher, die bisher Untersuchungen hierüber angestellt haben, die Frage über das Vorkommen von Mucin in der Glasflüssigkeit³⁾ auf folgende Weise beantwortet:

Berzelius⁴⁾⁵⁾

Frerichs⁶⁾⁵⁾

¹⁾ Zur physiologischen und pathologischen Chemie des Auges. Zeitschrift f. physiologische Chemie, Bd. 5, S. 213 (1881).

²⁾ Sugli albuminoidi del vitreo dell'occhio umano. Goinarale della R. accademia di Medicina di Torino. Bd. 45, S. 71 (1882).

³⁾ Alle diese Angaben beziehen sich auf ein und dasselbe Untersuchungsmaterial, die Glasflüssigkeit vom Rindvieh.

⁴⁾ Loc. cit.

⁵⁾ Die Mucinfrage wird nicht berührt.

⁶⁾ Loc. cit.

Virchow ¹⁾	bejahend,
Lohmeier ²⁾	verneinend,
Ciaccio ³⁾	»
Schwalbe ⁴⁾	»
Dogiel ⁵⁾	6),
Deutschmann ⁷⁾	verneinend,
Portes ⁸⁾	bejahend,
Cahn ⁹⁾	verneinend,
Giacosa ¹⁰⁾	bejahend.

Die nächste Veranlassung dazu, dass die vorhandenen Angaben, ungeachtet ihrer Zahl, nicht im Stande sind, auf überzeugende Weise das Vorhandensein von Mucin zu beweisen oder absolut auszuschliessen, liegt darin, dass gerade solche Angaben, die in erster Stelle zur Aufklärung der Frage angeführt werden sollten, bei Seite gelassen worden sind. So fehlen Angaben über die Möglichkeit, aus den Proteïnsubstanzen der Glasflüssigkeit durch Kochen mit Mineralsäure eine reducirende Substanz herzustellen, sowie über die elementare Zusammensetzung der Substanz, die man aus anderen Gründen für Mucin hält.

Ueber diese für die richtige Beurtheilung der Sache fundamentalen Verhältnisse findet sich in keiner der Arbeiten, welche das Mucin als einen Bestandtheil der Glasflüssigkeit aufnehmen, eine bestimmte Angabe. Um sich für das Vorhandensein von Mucin zu entscheiden, hat man sich im Allgemeinen damit begnügt, eine in Ueberschuss von Essigsäure

1) Archiv f. pathologische Anatomie, Bd. 4, S. 468.

2) Loc. cit.

3) Beobachtungen über den inneren Bau des Glaskörpers im Auge des Menschen und der Wirbelthiere im Allgemeinen. Untersuchung zur Naturlehre des Menschen und der Thiere (Moleschott's), Bd. 10, S. 583 (1870).

4) Untersuchung des Glaskörpers, erwähnt im Handbuch der gesammten Augenheilkunde von Gräfe und Sämisch, Bd. 1, S. 46 (1874).

5) Loc. cit.

6) Die Mucinfrage wird nicht berührt.

7) Loc. cit.

8) Loc. cit.

9) Loc. cit.

10) Loc. cit.

mehr oder weniger schwer lösliche Substanz nachzuweisen (Virchow, Portes, Giacosa), was zur Folge hatte, dass eine Untersuchung auf die andere folgte, ohne dass eine merkbar grössere Klarheit gewonnen wurde. Ebenso ist es sicher, dass die Forscher, die das Vorkommen von Mucin verneint haben, ihr Urtheil darauf gründeten, dass es ihnen nicht gelang, beim Prüfen der Glasflüssigkeit mit Essigsäure eine Fällung, oder doch wenigstens eine solche mit der bei Mucin gewohnten Unlöslichkeit durch Ueberschuss von Essigsäure, zu erhalten.

Aber wenn nun das Dasein einer Mucinsubstanz in der Glasflüssigkeit sich auf eine vollkommen exacte und unanfechtbare Weise beweisen lässt, wie wir unten erfahren werden, wie soll man es dann erklären, dass die Frage in einigen Untersuchungen (Berzelius, Frerichs, Dogiel) übersehen worden und bei noch zahlreicheren (Lohmeier, Ciaccio, Schwalbe, Deutschmann und Cahn) mit Bestimmtheit verneint worden ist?

Ueber die Ursache kann ich nicht länger im Zweifel sein, seit ich durch wiederholte Versuche zur Einsicht gekommen bin, dass die im Verhältniss zur Mucinsubstanz relativ grosse Salzmenge, vorzüglich Chlornatrium, welche die Glasflüssigkeit enthält, das Ausfällen der Mucinsubstanz bedeutend hindern, indem sie zugleich die Schwerlöslichkeit einer etwa entstandenen Fällung in Ueberschuss an Säure vermindern können.

Eine deutliche Fällung wurde also nicht erhalten, weder sogleich noch nach Verlauf einiger Stunden, sondern nur eine Opalescenz von bei verschiedenen Gelegenheiten ungleicher Stärke, wenn die natürliche Glasflüssigkeit mit Essigsäure in kleineren oder grösseren Mengen versetzt wurde. Wurde dagegen der Salzgehalt durch Verdünnen der Glasflüssigkeit mit dest. Wasser vermindert, so konnte die Substanz, wenn auch mitunter langsam, ziemlich vollständig mit Essigsäure ausgefällt werden. Dieselbe Veränderung im Verhalten zu Essigsäure entstand durch Dialysiren der Glasflüssigkeit.

Für Herstellung der Substanz in grösseren Mengen eignete sich aus practischen Gründen nur die erstere Art; von diesen

Versuchen mögen hier einzelne angeführt werden. Keine der angewandten Glasflüssigkeitspartien konnte direct durch Essigsäure gefällt werden:

1. 150 cbcm. Glasflüssigkeit wurden zu 1,000 cbcm. verdünnt (1 + 6); beim Zusatz von Essigsäure zu 0,75 % entstand sogleich eine flockige Fällung, die sich während der Nacht auf den Boden des Gefässes setzte.
2. 800 cbcm. Glasflüssigkeit wurden zu 2,400 cbcm. verdünnt (1 + 2); beim Zusatz von Essigsäure zu 1 % trat unmittelbar Fällung ein.
3. 1,500 cbcm. Glasflüssigkeit wurden zu 3000 cbcm. zerdünnt (1 + 1); bei Zusatz von Essigsäure zu 1 % = unmittelbar starke Opalescenz, aber keine Fällung.

Die Mischung wurde in 2 Partien à 1,500 cbcm. getheilt:

- a) 1,500 cbcm. wurden zu 3000 cbcm. verdünnt (1 + 3); Essigsäuregehalt 0,5 %, unmittelbar: sehr starke Opalescenz. Nach einer Stunde: feinflockige Fällung.
 - b) 1,500 cbcm. wurden zu 3000 cbcm. verdünnte (1 + 3); Zusatz von Essigsäure zu 1,5 %. Sofort trat Fällung ein.
4. 700 cbcm. Glasflüssigkeit, zu 2,100 cbcm. verdünnt (1 + 2); Zusatz von Essigsäure zu 0,5 %. Unmittelbar: starke Opalescenz. Nach einer Stunde: feinflockige Fällung, die sich am folgenden Morgen auf den Boden gesetzt hatte.

Es zeigte sich also, dass das schnellere oder langsamere Eintreten der Fällung theils von dem Grad der Verdünnung, theils vom Gehalt an Essigsäure abhing. Zugleich ging daraus hervor, dass man mit Sicherheit darauf rechnen kann, die Substanz auszufällen, wenn man die Glasflüssigkeit mit 2—3 Volumen dest. Wasser verdünnt und den Essigsäurezusatz so gross nimmt, dass die Mischung ungefähr 1 % davon enthält. Nach Verlauf von 1—2 Tagen wurde die noch immer trübe, überstehende Flüssigkeit von der Fällung abdecantirt; letztere bildete eine im Boden des Gefässes festklebende, grau-weiße Masse. Die Substanz wurde durch Lösen in schwachem Alkali und Ausfällen mit Essigsäure, was 1—2 Mal wiederholt wurde, gereinigt.

Eine mit einer minimalen Alkalimenge bereitete, neutral reagirende Lösung verrieth dieselben physikalischen Eigenschaften und qualitativen Reactionen, wie eine Lösung von Corneamukoid, weswegen es genügt, auf das, was wir in

dieser Hinsicht über Corneamukoid erfahren haben (Abtheil. II), hinzuweisen. Wenn eine Reaction hier vor den anderen betont zu werden verdient, so ist es das Verhalten der Substanz zu Trommer's Probe nach erfolgtem Kochen mit einer verdünnten Mineralsäure; dabei wurde Reaction auf ein reducirendes Product erhalten. Stickstoff- und Schwefelbestimmungen wurden an zwei Präparaten vorgenommen:

No. I.	0,105 gr.	=	12,20 %	Stickstoff,	
	0,716 gr.	=	1,19 %	Schwefel.	
No. II.	0,157 gr.	}	=	12,25 %	Stickstoff.
	0,173 gr.				
	1,1415 gr.	=	1,20 %	Schwefel.	
Mittelwerth:			12,27 %	Stickstoff.	
			1,19 %	Schwefel.	

Sowohl die qualitativen Reactionen wie der niedrige Stickstoffgehalt zeigen deutlich und klar, dass die mit Essigsäure aus der Glasflüssigkeit gefällte Substanz eine Mucinoder, näher bestimmt, eine Mukoid-Substanz ist.

Erst durch Anführung dieser Facta ist die so oft aufgeworfene und so verschieden beantwortete Frage über das Vorkommen einer Mucinsubstanz in der Glasflüssigkeit auf eine Weise beantwortet, die keinen Zweifel mehr aufkommen lässt.

Zum Unterschiede von anderen Mukoids-substanzen und um zugleich seinen Ursprung anzugeben, kann das Mukoid der Glasflüssigkeit am passendsten Hyalomukoid¹⁾ genannt werden.

¹⁾ Mit der Benennung « Hyalomucine » glaubte Portes¹⁾ die Mucinsubstanz der Glasflüssigkeit bezeichnen zu müssen, weil: « elle ne se comporte pas exactement comme la vraie mucine. Elle se dissout, ou plutôt paraît se dissoudre, dans l'acide acétique, si, d'emblée, on verse dans le tube à expérience un grand excès d'acide, puis au bout de quelques heures se précipite. Si au contraire, on verse l'acide goutte à goutte, il n'y a pas apparence de dissolution ». In diesem von Portes bemerkten Verhalten darf man jedoch mit keinem Recht etwas für die Mucinsubstanz der Glasflüssigkeit Characteristisches sehen, sondern dürfte sowohl für die Mucinsubstanzen im Allgemeinen gelten. Wenigstens habe ich noch keine Mucinsubstanz in Prüfung gehabt, die sich bei raschem Zusatz einer grösseren Menge Essigsäure nicht gelöst hätte.

¹⁾ Loc. cit.

Mit keiner der übrigen durch Untersuchungen näher bekannten mukoiden Substanzen (Chondromukoïd, Pseudomucin, Ascitesmukoïd, Corneamukoïd) zeigt das Hyalomukoïd eine so grosse Uebereinstimmung, dass man an Identität denken könnte. Besonders unterscheidet es sich von seinem einzigen Verwandten in den lichtbrechenden Medien, dem Corneamukoïd, durch einen weit niedrigeren Schwefelgehalt (1,19% gegen 2,07%).

Eine umfassende Untersuchung der Zersetzungsproducte des Hyalomukoïds ist von mir nicht vorgenommen worden. So viel wurde jedoch festgestellt, dass dieses Mukoïd beim Einwirken von Alkalien oder Säuren kein Product gibt, das beim Neutralisiren der Reactionsflüssigkeit, beim Zusatz von Mineralsäure oder einer verdünnten Säure mit Ferrocyankalium fällbar wäre; dasselbe war bei entsprechender Behandlung von Corneamukoïd der Fall.

Die Menge des Hyalomukoïds in der Glasflüssigkeit ist sehr unbedeutend; Portes¹⁾ berechnete sie auf 0,07%, und ungefähr die gleiche Menge erhielt ich beim Herstellen von Mukoïd, indem 1 Liter Glasflüssigkeit 0,5 gr. zu geben pflegte. Man kann daher mit Sicherheit annehmen, dass seine Menge in der Glasflüssigkeit 0,1% nicht übersteigt. Legt man hierzu ungefähr 0,1% Eiweiss, so erhält man als ungefähren Ausdruck für den Total-Proteïngehalt der Glasflüssigkeit 0,2%, woraus hervorgeht, dass diese Flüssigkeit die an Proteïnstoff ärmste von allen normalen Gewebeflüssigkeiten des Körpers ist, ausgenommen das Kammerwasser, welches in dieser Hinsicht ziemlich nahe mit der Glasflüssigkeit übereinstimmt.

2. Die Häute des Glaskörpers.

Die Untersuchungen, welche von Seiten der Histologen der Structur des Glaskörpers gewidmet worden, sind so zahlreich, dass es schwierig ist, sich darüber eine Uebersicht zu verschaffen. Abwechselnd sieht man in der Litteratur Untersuchungen erscheinen, die bald mit Bestimmtheit über das

Vorkommen feiner Häute im Innern des Glaskörpers genaue Auskunft geben, bald ebenso bestimmt das Vorhandensein derselben bestreiten¹⁾, und obgleich der Streit ungefähr 50 Jahre gewährt hat, so dürfte darüber, in wie weit es möglich ist, unter Anwendung « einwandfreier » Hilfsmittel auf mikroskopischem Wege ein Häutesystem im Glaskörper nachzuweisen, unter den Histologen noch nicht allgemeine Einigkeit herrschen. Nichtsdestoweniger können wir diese Ungewissheit unberücksichtigt lassen, da es uns auf einem anderen und noch dazu sehr einfachen Wege möglich ist, eine bestimmte Antwort auf die Frage zu erhalten.

Einen indirecten Beweis für die Existenz dieses membranösen Netzwerks muss man schon im Verhalten der Glasflüssigkeit beim Punktiren oder Zerschneiden des Glaskörpers sehn. Wenn nicht Häute vorhanden wären, so würde die an und für sich dünnflüssige Glasflüssigkeit sogleich ausrinnen, was lange nicht der Fall ist. Mehr positiv kann man die Häute nachweisen, indem man einen Theil des Glaskörpers, einerlei aus welchem Theil seines Inneren, eine Zeit lang auf einer Unterlage Filtrirpapier liegen lässt. Allmählig sickert die Glasflüssigkeit durch und hinterlässt auf dem Papier einen kaum sichtbaren, spinnwebefinen Anflug, der mit der Pincette abgehoben werden kann und sich beim Flottiren in Wasser als aus äusserst feinen, structurlosen Häuten bestehend erweist. Wenn ganze Glaskörper in Stücke zerschnitten auf einen Filter gebracht werden, erhält man, nachdem die Glasflüssigkeit vollständig durchgeflossen ist, auf der Innenseite des Filters einen hautartigen Belag, der von allen Häuten des Glaskörpers, sowohl den äusseren, Membrana hyaloïdea, wie den inneren gebildet wird. Die Menge der also erhaltenen Häute (getrocknet) wurde von Lohmeier auf 0,02 %, von Cahn auf 0,03 % des ganzen Glaskörpers bestimmt. Ueber das chemische Verhalten dieser Häute gibt Cahn an: Nach Erhitzung mit Wasser lösten sich die Häute zu einer gelbbraunen, nicht

¹⁾ Das Vorhandensein einer äusseren Begrenzungsmembran, Membrana hyaloïdea, ist dagegen immer mit Leichtigkeit wahrgenommen worden.

gelatinirenden Flüssigkeit, die durch Gerbsäure reichlich gefällt wurde und beim Erwärmen mit Kalilauge und Kupfersulfat eine rothe Farbe annahm.

Die Versuche waren indessen gar zu wenig ausführlich, um eine Schlussfolgerung über die Art der Häutesubstanz zu gestatten und eine erneuerte Prüfung erschien also wünschenswerth.

Durch Filtriren von 2 L. rein präparirter und zerschnittener Glaskörper wurde ein verhältnissmässig reichliches Material zur Untersuchung beschafft. Nachdem alle Flüssigkeit hindurchgelaufen war, wurden die angewandten Filter unter Wasser geknetet, wodurch sich die feinen Häutchen allmählig zu einer fadenziehenden, elastisch zähen, gräulichen Masse zusammenbackten, während die Papierfasern zum grössten Theil aufgeweicht und mit dem Wasser entfernt wurden. Die so erhaltene Masse, die nach Aussehen und Consistenz ein wenig an Weizengluten erinnerte, wurde successiv mit 0,01 proc. Kalilauge, 0,02 proc. Essigsäure und Wasser gründlich gewaschen, worauf sie mit 30 ebem. dest. Wasser in eine inwendig versilberte Metallröhre eingeschlossen im Paraffinbad während 5 Stunden auf 105—108° C. erwärmt wurde. Die Häute lösten sich dabei ohne Rest zu einer klaren, farblosen Lösung, die, nachdem die Papierreste abfiltrirt worden und die Lösung einen Tag in Zimmertemperatur gestanden hatte, zu einem durchsichtigen Gelée von solcher Festigkeit erstarrte, dass das Gefäss umgedreht werden konnte, ohne dass etwas von seinem Inhalt herausfiel.

Nachdem der Gelée durch gelinde Erwärmung aufgelöst und dann mit 2 Volum Wasser verdünnt worden war, wurde sein Verhalten zu qualitativen Reagenzen geprüft. Die Lösung verhielt sich hierbei ohne Ausnahme, sowohl in positiver wie negativer Hinsicht, wie eine Lösung gewöhnlichen, reinen Glutins, weswegen ein Aufzählen ihrer Reactionen an dieser Stelle zwecklos wäre¹⁾.

¹⁾ Besonders wurde die Flüssigkeit, nachdem sie mit Salzsäure gekocht war, mittelst Trommer'scher Probe geprüft, was vollkommen negative Reaction ergab.

In Betracht des typischen Vermögens zu gelatiniren und der qualitativen Reactionen ist es deutlich, dass beim Lösen der Häute Glutin gebildet wurde und dass diese selbst folglich aus Collagen bestehen. Dieses Resultat scheint mit Cahn's Angabe, dass die Häute bei seinem Versuche eine nicht gelatinirende Lösung bildeten, unvereinbar; die Veranlassung hierzu ist jedoch leicht einzusehen: Cahn erhitzte die Mischung während 16 Stunden auf 120° C., eine Hitze, die hinreichend intensiv ist, um in der Regel jeder Glutinlösung ihr Vermögen zu gelatiniren fortzunehmen; dass die Lösung eine «gelbbraune» Farbe annahm, spricht schon an und für sich dafür, dass die Erhitzung gar zu weit getrieben wurde.

Mit den übrigen feinen Häuten der lichtbrechenden Medien: der Descemet'schen Haut und der Linsenkapsel, haben die hautartigen Bildungen des Glaskörpers von chemischem Gesichtspunkte aus somit nichts gemeinsam, sondern können in dieser Hinsicht mit mehr Grund zu den typischen Bindegewebe-Bildungen geführt werden.

Das Kammerwasser.

Im Ganzen betrachtet verräth das Kammerwasser eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der Glasflüssigkeit in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung: derselbe hohe Wassergehalt und dieselbe Armuth an Proteinstoffen. Eine Untersuchung der Proteinstoffe dieser Flüssigkeit habe ich aus gewissen Gründen nicht selbst vorgenommen. Theils schien mir dieselbe a priori wenig Interessantes zu versprechen, theils, und das war der massgebendste Grund, schien mir das Erhalten eines einigermaßen reichlichen und zugleich reinen Untersuchungsmaterials eine missliche Sache. Besonders schreckte mich der Umstand ab, dass beim Präpariren einer grösseren Anzahl Augen die Linsenkapsel leicht lädirt und so eine eventuelle Zumischung von Linseneiweiss nicht nur schwer zu vermeiden, sondern auch in solchem Fall unmöglich zu controlliren wäre, weswegen man schwierig auf die Zuverlässigkeit des Materials rechnen könnte.

Was daher die Kenntniss der Kammerwasser-Proteinstoffe anbelangt, sind wir also ausschliesslich auf früher ausgeführte Versuche angewiesen. Aus diesen entnehmen wir, dass im Kammerwasser regelmässig Eiweissstoff nachgewiesen werden kann. Seine Menge stellt sich jedoch sehr unbedeutend, wie theils directe Bestimmungen von Lohmeier¹⁾ (0,05 %²⁾, v. Jäger³⁾ (0,05 %) und Cahn⁴⁾ (0,08 %), theils die Aussprüche einiger anderer Forscher deutlich an den Tag legen.

Berzelius⁵⁾ schätzt die Menge des Eiweiss auf «knapp mehr als eine Spur». Jesner⁶⁾ erhielt «bei Erhitzen eine deutliche Trübung, welche sich bei Zusatz von kleinen Mengen Essigsäure zu einer feinflockigen Ausscheidung gestaltete».

Zum Schluss führt Dogiel⁷⁾ an, dass der Eiweissgehalt ein so geringer war, «dass ich Anfangs Gefahr lief, dasselbe gänzlich zu übersehen».

Nach Cahn's Angabe sollte die kleine Eiweissmenge, die dem Kammerwasser zukommt, zu ungefähr gleichen Theilen aus Serumglobulin und Serumalbumin bestehen.

Das Vorkommen einer Mucinsubstanz in dieser Flüssigkeit findet sich nirgends angegeben, und darin sollte ein Unter-

1) Loc. cit.

2) Dieser Werth ist der von Lohmeier wirklich gefundene. In seiner Tabelle über die Zusammensetzung des Kammerwassers führt er «0,12 % Natronalbuminat» an, wozu er auf dieselbe unzweckmässige Rechnungsweise gelangt, wie auf Seite 245 angeführt ist. Dagegen dürfte die Entstehung von Frerich's Angabe: «0,32 % Natronalbuminat» nicht nur durch diese Rechnungsweise zu erklären sein, sondern erscheint es wahrscheinlich, dass ein oder der andere Irrthum dabei begangen worden ist, da dieser Werth in so bedeutendem Grade von allen anderen unter sich übereinstimmenden Angaben abweicht.

3) Ueber die Einstellungen des dioptrischen Apparates etc. Wien (1861).

4) Loc. cit.

5) Loc. cit.

6) Der Humor aqueus des Auges in seinen Beziehungen zu Blutdruck und Nervenreizung. Archiv f. die gesammte Physiologie (Pflüger's), Bd. 23, S. 14 (1880).

7) Loc. cit.

schied zwischen dem Kammerwasser und der Glasflüssigkeit liegen können. Doch scheint mir dieser Umstand die Möglichkeit nicht vollständig auszuschliessen, dass auch das Kammerwasser Mucin in geringer Menge enthält, da nämlich keiner der Verfasser, die Mucin als einen Bestandtheil der Glasflüssigkeit angeben, das Kammerwasser untersucht haben, dagegen die meisten von denen, die dem Kammerwasser eine chemische Untersuchung gewidmet haben, den Mucingehalt der Glasflüssigkeit entweder nicht genannt (Berzelius, Frerichs, Dogiel) oder direct verneint haben (Lohmeier, Cahn). Aus diesem Gesichtspunkte ist das Kammerwasser erneuter Prüfungen werth.
