

(Mitteilung aus der Universitäts-Augenklinik in Zürich. [Direktor: Professor Dr. E. Sidler-Huguenin].)

## **Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Kammerwassers des Menschen und der Tiere.**

Von

**Dr. Andreas Rados,**

Assistent der Klinik.

Mit 1 Textabbildung.

Die wichtige Lehre von Leber, daß im intraokularen Flüssigkeitswechsel das sezernierende Organ der Ciliarkörper sei, von dem eine Flüssigkeitsströmung sich nach der Vorderkammer ergießt, wurde in jüngster Zeit von verschiedenen Seiten heftig angegriffen. Hauptsächlich Hamburger und Weiss versuchen obige Lehre zu bekämpfen, wollen von einer sekretorischen Strömung und von einem Abfluß durch den Schlemmschen Kanal absehen, und statt diesem einen rein cellulären Stoffwechsel annehmen.

Die Wichtigkeit der Lehre über Ernährung und Flüssigkeitswechsel im Auge macht es leicht verständlich, daß diese Fragen seither öfters und lebhaft diskutiert wurden. Die von verschiedenen Autoren angeführten Beweise und Gegenbeweise können aber in ihrer Tragweite nur dann richtig abgeschätzt werden, wenn wir die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Augenflüssigkeiten genau kennen. Bei der Beurteilung großer Probleme müssen zuerst die einzelnen Bausteine, die Grundbedingungen genau erforscht werden.

Eben die Anfechtung der Leberschen Lehre hat gezeigt, daß unsere darauf bezüglichen Kenntnisse wohl mangelhaft sind. Die Ergebnisse des Flüssigkeitswechsels des Auges beruhten fast einschlägig auf Tierexperimenten, welche wieder allmählich auf die Pathologie des menschlichen Auges übertragen wurden. Wie später aus den Erörterungen klar wird, gehört es zu Hagens Verdiensten in ausgedehntester Form das Menschenauge zum Versuchsobjekte herangezogen zu haben. Hagen, Löwenstein, Römer stellten fest, daß zwischen Punktat und Regenerat, d. h. erstem und zweitem Kammerwasser beim Mensch und Tier in bezug auf chemische Zusammensetzung schwerwiegende

Unterschiede bestehen. Nach erfolgter Punction erfolge die Neufüllung der Vorderkammer bei Tieren lediglich durch Transsudation aus dem Ciliarkörper, dagegen soll beim Menschen bei der Regeneration des Kammerwassers dem durchsickernden Glaskörper eine wichtige Rolle zukommen. Letztere Annahme wurde auf den geringeren Eiweißgehalt und auf das Fehlen der Fibringeneratoren im zweiten Kammerwasser des Menschen basiert. Die genannten Autoren nahmen daher einen prinzipiellen Unterschied an. Gegenüber dieser dualistischen Auffassung verteidigt hauptsächlich Wessely seine frühere unitaristische Ableitung des Kammerwassers beim Mensch und Tier. Wessely<sup>1)</sup> weist die Einwände von Löwenstein, daß „die vorwiegend beim Kaninchen erhobenen Ergebnisse auf den Menschen übertragen, ohne dabei an einen grundsätzlichen Unterschied im Aufbau und Ernährung zwischen dem Auge unserer gebräuchlichsten Versuchstiere und dem des Menschen zu denken“ und Hagens zurück, indem er es zu beweisen sucht, daß die bisherige Forschung auch nicht auf Irrwegen herumgefahren, sondern auf breiter Grundlage in der ganzen Tierreihe die Gesetze des Flüssigkeitswechsels des Auges zu klären gesucht. Erwähnt wird dabei, daß die Durchforschung der ganzen Wirbeltierreihe (Vögel, Affen usw.) eben den Gedanken getragen, daß die Beschränkung der Versuche auf nur eine Tierart Gefahren bedeuten würde. Weiter führt Wessely zum Beweise, daß die von Hagen erhobenen Befunde beim Menschen keine überraschenden und neuen Resultate hervorbrachten, die Untersuchungen von Deutschmann aus dem Jahre 1879 an, der bei der spontanen Regeneration der durch Punction entleerten Vorderkammer beim menschlichen Leichenaug schon das rein mechanische Durchfiltrieren der Glaskörperflüssigkeit durch die Zonula beschrieb. Gegenüber dieser Hinstellung Wesselys muß erwähnt werden, daß erstens dem erwähnten Befunde von Deutschmann zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ebenso wie der Feststellung von Schirmer<sup>2)</sup>, daß bei rein seröser Cyclitis das bei der Operation gewonnene Kammerwasser kaum eiweißreicher war, während bei fibrinösen und eitrigen Iritiden das Kammerwasser 1—2% Eiweiß enthielt. Zweitens kann den Ergebnissen von Deutschmann überhaupt keine große Bedeutung zukommen, da nach dem Tode derselbe Mechanismus auch bei solchen Tieren zur Geltung kommt, bei welchen intra vitam das regenerierte Kammerwasser in höchsten Graden eiweiß- und fibrinreich gebaut ist. Es soll nur an Löwensteins Versuchsergebnisse erinnert werden, der nach eingetretenem Tode bei Kaninchen ein

<sup>1)</sup> Wessely, Bemerkungen zu einigen Streitfragen aus der Lehre vom intraokul. Flüssigkeitswechsel. Arch. f. Augenheilk., 88, 217. 1921.

<sup>2)</sup> Schirmer, Die Hypotonie, ein konstantes Symptom der Entzündung des Ciliarkörpers. Graefes Arch. f. Ophthalmol., 74, 224. 1910.

gleichfalls eiweißarmes Regenerat in der Vorderkammer nachweisen konnte. Das Resultat der Neufüllung der Vorderkammer *intra vitam* und *post mortem* können ja nicht zusammen behandelt werden, nicht nur weil gelegentlich auch mit eiweißreichem Regenerat versehene Tiere einen ähnlichen Mechanismus *post mortem* aufbringen, sondern weil die beiden wesensverschiedene Prozesse darstellen. Die Deutschmannschen Befunde ändern an der Tatsache, daß die Verhältnisse der Regeneration des menschlichen Kammerwassers unbeachtet blieben, nichts.

In den Untersuchungen von Abelsdorff und Wessely erhielten wir wichtige Angaben über Kammerwasserregeneration bei verschiedenen Tieren, zwar bringen diese wichtigen vergleichend-physiologischen Angaben uns zum Verständnis der menschlichen Kammerwasserregeneration nicht wesentlich näher. Das nach Entleerung der Vorderkammer beim Menschen entstehende Kammerwasser nimmt seiner Zusammensetzung und seinem chemischen Bau entsprechend eine Sonderstellung ein. Ob die Unterschiede prinzipieller oder nur gradueller Natur sind, wird später eingehend behandelt.

Um das primäre Punktat und das sekundäre Regenerat nach Entleerung der Vorderkammer beim Mensch und Tier vergleichen und daraus Schlüsse über den Entstehungsmechanismus ableiten zu können, müssen zu allererst diese einzelnen Phasen genau geprüft werden. Diese letzte Forderung scheint uns nicht überflüssig zu sein. Die meisten darauf bezüglichen Untersuchungen beschränkten sich nur darauf, den Eiweißgehalt des Kammerwassers mit guter oder weniger guter Technik zu bestimmen, wobei hauptsächlich Refraktometrie und Esbachreagens eingestellt wurden, und eminent wichtige Fragen, wie z. B. ob im Regenerat auch eine Salzvermehrung eintritt, oder ob das aus dem Blutsrum austretende Eiweiß mit den Salzen des Kammerwassers chemische Umsetzungen eingeht, schon unberücksichtigt blieben. Ein weiterer nachteiliger Umstand ist, daß bei den Experimenten sozusagen ausschließlich kleine Tiere angewendet wurden, wo das ständige Arbeiten mit den minimalen Mengen manche Fehlerquellen aufkommen läßt.

Wir haben uns daher zur Aufgabe gemacht auf breiter Grundlage mit möglichster Ausschaltung der leicht übersehbaren Fehlerquellen beim Menschen und gleichfalls bei verschiedenen Tieren die chemische Zusammensetzung des ersten und zweiten Kammerwassers zu bestimmen.

Die angewandte Technik war, abgesehen von kleineren Modifikationen, in allen Untersuchungen stets die gleiche gewesen. Die Versuche beim Menschen, bei Kaninchen, Pferden und Rindern wurden in Cocainanästhesie ausgeführt, bei Hunden wurde, um die wiederholte Narkose zu vermeiden, intravenös Somnifen verabreicht. Die Punktion wurde in sämtlichen Fällen mit einer Pravatz-Spritze

ausgeführt. Die Spritzen wurden zuerst in gewohnter Weise sterilisiert, nachher wurden die Spritzen mit siedendem destilliertem Wasser 4—5 mal durchgespült und schließlich nach Austrocknung verwendet. Tiere, bei welchen im Laufe der Manipulationen im Auge Blutungen, Linsenverletzungen usw. aufgetreten sind, wurden ausgeschaltet. Das Kammerwasser wurde auf Eiweiß (Refraktometrie und chemische Bestimmung), Aminosäure- und Salzgehalt geprüft, dabei wurden Kontrolluntersuchungen des Bluteserums eingestellt.

Wir bedienten uns eines Abbéschen Refraktometers mit heizbaren Prismen. Wessely, Löwenstein, Hagen benutzten das Refraktometer von Pulfrich, dagegen machte Seidel gleichfalls von dem Abbéschen Refraktometer Gebrauch. Das Pulfrichsche Instrument arbeitet mit größerer Genauigkeit, nach den Angaben von Reiss<sup>1)</sup> gibt dieses bei Anwendung der capillaren Flüssigkeitsschicht und bei Einhaltung sämtlicher Kautelen bis zu 4—5 Einheiten der 5. Dezimale verlässlich den Brechungskoeffizienten ab, dagegen reicht die Verlässlichkeit des Abbéschen Refraktometers bis zu 2 Einheiten der 4. Dezimale. In unserer Fragestellung kann aber der Abbésche Apparat ebenso gut angewendet werden, da unterhalb 0,4% Eiweißgehalt beide Apparate ihre Verlässlichkeit einbüßen. Bekanntlich ist aber der Eiweißgehalt des eiweißarmen Kammerwassers tief unter 0,4%, der des eiweißreichen dagegen meist hoch über diesem Grad. Im ersteren Falle lassen uns beide Apparate keine quantitative Bestimmung mehr zu, im letzteren Falle ist der Unterschied in Prozente umgerechnet ein kaum bemerkenswerter, besonders weil beim Anwachsen der Brechungskoeffizientzahlen der prozentuale Unterschied im Eiweißgehalt stets abnimmt.

Der Abbésche Apparat arbeitet ebenso als der Pulfrichsche mit dem Grenzwinkel der totalen Reflexion, d. h. beide benutzen den streifenden Lichteintritt. Wir bestimmten sämtliche Werte — bei möglichster Einhaltung sämtlicher Vorichtsmaßregeln — bei Tageslicht. Bei der Umrechnung der Brechungsindices ( $n_D$ ) in Eiweißprozente haben wir stets die Formel, Eiweiß % =  $\frac{a - (b + c)}{d}$  benutzt, wobei  $a$  den abgelesenen Brechungsexponenten,  $b$  den Brechungsexponenten der Nichteiweißkörper,  $c$  den Brechungsexponenten des Wassers und  $d$  den Anteil vom Brechungsexponenten für 1% Serum-eiweiß bedeutet;  $b = 0,00277$ ,  $c = 1,3322$ ,  $d = 0,00172$ .

Diese Umrechnung der Brechungsindices in Eiweißprozente fußt auf den mit Bluteserum ausgeführten Untersuchungen von Reiss. In der nächststehenden Tabelle haben wir die Refraktometerwerte von 1,3360 bis 1,3520 in Eiweißprozenten ausgedrückt.

Auffallend ist bei dieser Tabelle, daß die Umrechnung der Brechungsindices erst bei 1,3360 beginnt, trotzdem daß das normale Kammerwasser Brechungsindices unterhalb diesem Werte anzeigt, und diesem Koeffizienten erst 0,017% Eiweißgehalt zukommt. Dieser Umstand konnte als schwerer Fehler haften, da den dem normalen Kammerwasser zukommenden Brechungsexponenten entsprechend nach obiger Umrechnung überhaupt kein Eiweißgehalt zukäme. Bei der Besprechung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungsmethoden werden

<sup>1)</sup> Reiss, Die refrakt. Blutuntersuchung und ihre Ergebnisse für die Physiol. und Pathol. des Menschen. *Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk.*, **10**, 531. 1913 und eine neue Methode zur quantitat. Eiweißbestimmung. *Arch. f. exp. Pathol. und Pharm.*, **51**, 1904.

$n_D$ des Abbé'schen Refraktometers, Eiweiß in %.	
1,3360 = 0,017	1,3406 = 2,688
1,3361 = 0,075	1,3407 = 2,750
1,3362 = 0,133	1,3408 = 2,808
1,3364 = 0,350	1,3409 = 2,866
1,3367 = 0,424	1,3410 = 2,924
1,3368 = 0,482	1,3411 = 2,983
1,3369 = 0,540	1,3412 = 3,041
1,3370 = 0,597	1,3413 = 3,098
1,3371 = 0,656	1,3414 = 3,153
1,3372 = 0,715	1,3415 = 3,209
1,3373 = 0,773	1,3416 = 3,273
1,3374 = 0,831	1,3417 = 3,331
1,3375 = 0,889	1,3418 = 3,389
1,3376 = 0,947	1,3419 = 3,447
1,3377 = 1,000	1,3420 = 3,506
1,3378 = 1,063	1,3421 = 3,563
1,3379 = 1,122	1,3422 = 3,633
1,3380 = 1,180	1,3423 = 3,680
1,3381 = 1,232	1,3424 = 3,738
1,3382 = 1,296	1,3425 = 3,796
1,3383 = 1,354	1,3426 = 3,854
1,3384 = 1,451	1,3427 = 3,912
1,3385 = 1,470	1,3428 = 3,970
1,3386 = 1,529	1,3429 = 4,029
1,3387 = 1,587	1,3430 = 4,087
1,3388 = 1,645	1,3431 = 4,145
1,3389 = 1,700	1,3432 = 4,203
1,3380 = 1,761	1,3433 = 4,263
1,3391 = 1,819	1,3434 = 4,319
1,3392 = 1,877	1,3435 = 4,377
1,3393 = 1,936	1,3436 = 4,436
1,3394 = 1,994	1,3437 = 4,494
1,3395 = 2,053	1,3438 = 4,552
1,3396 = 2,110	1,3439 = 4,610
1,3397 = 2,169	1,3440 = 4,668
1,3398 = 2,229	1,3445 = 4,959
1,3399 = 2,287	1,3450 = 5,250
1,3400 = 2,343	1,3460 = 5,831
1,3401 = 2,401	1,3470 = 6,412
1,3402 = 2,459	1,3480 = 6,994
1,3403 = 2,517	1,3490 = 7,575
1,3404 = 2,576	1,3500 = 8,273
1,3405 + 2,634	1,3520 = 9,901

wir auf diesen Punkt noch zurückkommen. Es erschien uns in den meisten Fällen sehr fraglich, ob das normale Kammerwasser Eiweiß in nachweisbaren Mengen enthalte. Doch wollen wir das Ergebnis des chemischen Eiweißnachweises nicht zugunsten unserer Eiweißumrechnung aus den Brechungsindices verwerten. In diesem unteren Grenzgebiete läßt uns schon die Genauigkeit und Verlässlichkeit des Refrakto-

meters selbst im Stiche, und den aus diesem Koeffizienten umgerechneten Prozenten kommt desto weniger eine Genauigkeit zu, da die Umrechnung die im Blutserum, und nicht die im Kammerwasser bestehenden Verhältnisse eigentlich berücksichtigte.

Die Auseinandersetzung der Mankos unserer Methodik zwingt uns zur Beantwortung einer aus diesem Umstand entspringenden Frage, warum wir uns doch mit dieser Umrechnung bemühten? Diese Frage läßt sich dahin beantworten, daß wir über keine verlässlichere Umrechnung verfügen. Dieses Übel ist vielleicht Schuld daran, daß Löwenstein, Löwenstein und Kubik, Hagen in ihren Arbeiten einfach den gefundenen Brechungsexponenten bzw. die Skalenteile des Refraktometers anführen, ohne Transponierung in Eiweißprozente. Der relativ große oder kleine Unterschied zwischen Punktat und Regenerat ist ja auch so ersichtlich, doch müssen wir Seidel beistimmen, der bei Umrechnung der Brechungsindices in Eiweißprozente hervorhebt, daß selbst die Umrechnung der Skalenteile in Brechungsexponente keine rechte Vorstellung über den Eiweißgehalt der untersuchten Flüssigkeit hervorrufen kann.

Seidel selbst hat eine Methode zu diesem Zwecke ausgearbeitet. Bevor wir uns auf die Verlässlichkeit seiner Methode einlassen, so müssen wir die von diesem Autor gefundenen bzw. ermittelten Eiweißprozente mit unseren Werten vergleichen.

Nach Seidel entspricht

0,025%	für 1,3352—1,3354,
0,040%	für 1,3356,
0,200%	für 1,3360

Brechungsindices des Abbéschen Refraktometers. In weiterer Verfolgung seiner Werte entspreche für 0,6% Eiweiß 1,3364—1,3365, für 1% 1,3370, für 1,4% 1,3380<sup>1)</sup>. Bis zum letztangeführten Werte ist die Diskrepanz zwischen unseren Eiweißprozenten eine ziemlich ausgiebige, da in unserer Tabelle 0,017% für 1,3360, 0,540% für 1,3369, 1,000% für 1,3377, 1,470% für 1,3385 Brechungsindices entsprechen. Von diesen Brechungsindices und Eiweißprozenten aufwärts erreichen sich ungefähr die Werte in unserer und in der Seidelschen Tabelle, nur bleiben die von Seidel ausgeführten Werte konstant höher. So zeigt bei Seidel 1,3400 schon 2,4%, dagegen bei uns nur 2,343%, 1,3440 schon 5,2%, dagegen bei uns nur 4,688% an. Der Unterschied

<sup>1)</sup> In der Tabelle von Seidel muß das Mißverhältnis zwischen Brechungsindices und prozentuellem Eiweißgehalt wohl auf Druckfehler beruhen, da den niederen Brechungsexponenten (1,3390) höherer Eiweißgehalt (2,25%) zukommt, als dem größeren (1,3395 wird mit 2% Eiweißgehalt eingestellt). Den angeführten Zahlen ähnliche Beispiele begegnen wir öfters in seiner Tabelle.

ist also nach unten zu immer größer, je kleiner die Brechungsindices, desto relativ größere Eiweißprozentage befinden sich bei Seidel.

Vom praktischen Standpunkte der Kammerwasserforschung läßt sich zu dieser tabellarischen Zusammenstellung folgendes anknüpfen. Bekanntlich sind die Werte der Refraktometrie unterhalb 0,4% Eiweißgehalt nicht mehr verläßlich. Wenn also zuträfe, daß für 0,4% Eiweiß ein Brechungsexponent von 1,3362 (Tabelle von Seidel) entsprechen möchte, so wären die höheren Brechungsindices gut anwendbar. Aus derselben Tabelle wären aber auch die niederen Ausschläge zu verwenden, da das normale Kammerwasser beim Kaninchen 0,01—0,04% Eiweiß enthält, und diesen Werten aus der Tabelle Brechungsindices herausfinden lassen, die tatsächlich bei der Refraktometrie vorkommen. Wie auch diese Ausführung verlockend sein kann, so muß doch ausdrücklich betont werden, daß in der Umrechnung von Seidel das Anwachsen der Eiweißprozentage ein sprunghaftes ist.

So z. B. fällt auf 1,3360 nur 0,2%, auf den Brechungsexponenten von 1,3361 dagegen schon 0,3% Eiweißgehalt, d. h. einer Einheit der vierten Dezimale entspräche 0,1 Prozentzunahme. Es erübrigt sich andere ähnliche Beispiele aufzuzählen, es scheint ja aus dieser Anführung auch klar zu sein, daß Untersuchungsergebnisse, bei welchen solche sprunghafte Differenzen zwischen Erhöhung des Brechungsexponenten und des prozentuellen Eiweißgehaltes zum Ausdruck kommen, den wahren Verhältnissen kaum gerecht sein können. In dieser Hinsicht scheinen die von uns ermittelten Eiweißprozentage den gegebenen Verhältnissen näher zu liegen. In unserer Zusammenstellung ergeben Brechungsindices und Eiweißprozentage gleichmäßig zunehmende Werte; es besteht eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem Brechungsindex und dem Prozentgehalt, wodurch gesichert wird, daß die Umrechnung der Brechungsindices in Eiweißprozentage keine Verschiebung der Werte verursachen mag<sup>1)</sup>. Allerdings lassen sich aber die Brechungsindices unterhalb 1,3360 nicht in Prozenten ausdrücken, und es bestünde daher die Möglichkeit, daß innerhalb dieser Latitude durch das Nichtumrechnen in Eiweißprozentage Fehlerquellen unterlaufen könnten.

Wir sehen, daß rein die kritische Betrachtung der von Seidel ausgearbeiteten Eiweißumrechnungsprozentage schon geeignet ist schweres Bedenken hervorzurufen. Wenn wir die Ursachen dieser Diskrepanz zwischen Brechungsindices und Eiweißprozentagen suchen, so scheint uns

<sup>1)</sup> Diese Gesetzmäßigkeit scheint eine allgemeine Regel zu sein. Nach Crinis (Über die Analyse wäßriger Lösungen mit Hilfe des Refraktometers, Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. **110**, 254. 1920) ist das Brechungsvermögen einer Salzlösung dem Prozentgehalte der Lösung an Salz direkt und linear proportional, und berechnet daher den Prozentgehalt der Lösung an Salz aus dem Brechungsindex aus einer ähnlichen Formel.

die Ursache dieses Mißverhältnisses in der beschriebenen Technik zu liegen.

Bekanntlich hat Seidel parallel mit der refraktometrischen Eiweißbestimmung chemisch-quantitative Bestimmungen angestellt, in dem 0,6 ccm Kammerwasser mit 0,4 ccm Esbach-Reagens in ein kleines, am unteren Ende stark verengtes Röhrchen gebracht und zentrifugiert wurde. Nach Abzentrifugieren wurde der Eiweißabsatz mit Quecksilber ersetzt, das Quecksilber wurde nachher in ein etwa 1 mm dickes Capillarrohr aufgesaugt. Die Länge des Quecksilberfadens diente zur Feststellung des relativen Eiweißgehaltes. „Um nun auch absolute Werte zu erhalten, bestimmte ich (Seidel, Dieses Archiv 95, 4) die Höhe des Eiweißabsatzes in Zentrifugieröhrchen von einer Eiweißlösung von bekanntem Eiweißgehalt von  $\frac{1}{10}\%$  (die ich wiederholt durch 20fache Verdünnung von etwa 0,6 ccm stärker eiweißhaltigen Vorderkammerpunktates, und deren Eiweißgehalt ich mittels des Albumimeter von Esbach und Schelenz ermittelte).“ Der durch dieses Manipulieren gewonnene Eiweißabsatz wurde mit dem schon beschriebenen Verfahren in Quecksilber ausgemessen, und der erhaltene Wert diente als Standardwert, von welchem den verschiedensten Brechungsindices entsprechender Eiweißgehalt durch Vergleichen bestimmt wurde.

Seidel versuchte diese Art der quantitativen Eiweißbestimmung, da nach Sahli die Esbachsche Methode bei Eiweißmengen unter  $\frac{1}{2}\%$  erhebliche Fehlerquellen in sich birgt, und da weiterhin sehr geringe Eiweißmengen sich mit Esbach überhaupt nicht niederschlagen, und da weiterhin auch die Temperatur das Resultat zu beeinträchtigen vermag. Diese Überlegung veranlaßte ihn von der quantitativen Methode Wesselys Abstand zu nehmen, bei welcher das Kammerwasser mit halben Volumen Esbach-Reagens versetzt, und der Niederschlag mit einer vorher angefertigten Skala von verschiedensten Serumverdünnungen von bekanntem Eiweißgehalt verglichen wird. Wessely hebt hervor, daß dieses Verfahren lediglich eine rein optische Schätzungsmethode darstellt, wo die Dichte der frisch entstandenen oder der nach Absetzung wieder aufgeschüttelten Trübung durch optischen Vergleich abgeschätzt wird. Dabei soll der Methode eine Genauigkeit von 0,01% zufallen, erst über 1% Eiweiß werden ihre Werte unverläßlich, zwischen 0,01—0,1% soll aber eben das Verfahren am sichersten arbeiten.

Die Einzelheiten und eventuellen Fehlerquellen der Methoden müssen genau und ausführlich besprochen werden. So unwichtig dieselben bei oberflächlicher Betrachtung auch erscheinen können, so wichtig sind diese doch. Der ganze Kernpunkt vieler und weitgehender Probleme ist auf dem Eiweißgehalt des Kammerwassers basiert, und infolgedessen



ist unerlässlich zu wissen, welche Anforderungen an die einzelnen Methoden gestellt wurden und was diese leisten können. Nur dieser Umstand, die Leistungsfähigkeit und die passend oder unpassend gewählte Methodik, ist geeignet uns den Gegensatz zwischen den Versuchsergebnissen verschiedener Autoren klar zu stellen. Wir können uns nicht einfach mit Angaben begnügen, daß z. B. Schirmer befriedigende, dagegen Knappe keine befriedigenden Resultate mit dieser Schätzungsprobe erzielt hat, und daß auch Schwankungen zwischen 0,02—0,07% nicht auszuschließen wären.

Die zuverlässige Bestimmung minimalster Eiweißmengen stößt auf beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten. Die quantitativ einzig verlässliche Methode, die gewichtsanalytische, kann wegen der zur Verfügung stehenden kleinen Mengen nicht in Betracht kommen. Die Fällung und Wägung des Eiweißes ist ja mit manchen Schwierigkeiten verbunden, und außerdem benötigen alle Eiweiß- oder Eiweißstickstoffbestimmungen größere Mengen. Aber auch bei der Bestimmung größerer Eiweißmengen können die Ergebnisse gestört werden, weil bei der Kjeldahl-Methode auch nichteiweißartige stickstoffhaltige Produkte mitbestimmt werden, und bei der Fällung können wiederum manche Proteine in der Lösung zurückbleiben (Eiweißfällung in der Hitze durch Säurezusatz), oder Lipide mitgerissen werden. Je kleinere Mengen zur quantitativen Bestimmung zur Verfügung stehen, desto größer sind die Fehlerquellen, mit denen wir rechnen müssen. Die refraktometrische Bestimmung hat den unschätzbaren Vorteil, daß sie zu der Ausführung kleinste Mengen benötigt. Nur darf natürlich nicht vergessen werden, daß die Methode selbst nur approximative Bestimmung erlaubt, eine Tatsache, die nicht immer bewußt zu sein scheint. Wessely macht mit Recht den Vorwurf, daß der Gedanke aufkam, daß die von einer Skala ablesbaren und in Zahlen ausdrückbaren Werte bei vielen die Empfindung der unbedingten Zuverlässigkeit auslösten. Bereits oben wurde schon erwähnt, daß die Refraktometrie hauptsächlich bei höheren Eiweißprozenten gute Dienste leisten soll und bei Lösungen, wo der Eiweißgehalt gegenüber den nicht stickstoffhaltigen Bestandteilen ein hoher ist, wie im Blutserum, wofür die Methode eigentlich ausgearbeitet wurde.

Nun drängen sich zwei Fragen auf, 1. ist die chemische Bestimmung eine verlässlichere als die refraktometrische und 2. welche ist die geeignete Methode zur Umrechnung der Brechungsindices in Eiweißprozentage?

Wessely versucht es zu beweisen, daß die niederen Werte der Refraktometrie nicht in Betracht kommen können, da die Schwankungen und die dadurch verursachten Fehlerquellen zu allzu großen Irrtümern führen können. Beim Arbeiten mit großen Flüssigkeitsmengen

waren die den Eiweißprozenten 0,01—0,1% entsprechenden Ausschläge nur zwischen 4 Zehnteln eines Teilstriches, also nahezu der möglichen Fehlerbreite entsprechend, und beim Arbeiten mit der Capillarschicht kann die Fehlerquelle 2—5 Zehntelteilstriche ausmachen, welche wieder den obigen strittigen Eiweißprozenten entspricht. Von dieser möglichen Fehlerquelle ausgehend will er die wiederholt völlig gleich erhaltenen Vergleichswerte der Refraktometrie auch nicht gelten lassen, weil die Methodenfehler in diesem Bereiche verhältnismäßig zu groß sind, und weil unter 0,04% die Refraktometrie nur den Brechungsindex des Lösungsmittels anzeigt. Angenommen, daß bei den niedersten Ausschlägen das Refraktometer nicht einmal approximativ verlässliche Werte angibt, so müßten wir bei der von Wessely empfohlenen chemischen Feststellung absolut verlässliche Werte erwarten. Die Methode von Wessely ist aber aus mehreren Gründen nicht geeignet als sicherer Maßstab wirken zu können. Nicht daß nur keine zuverlässigen quantitativen Werte damit zu erreichen sind, sondern als qualitative Eiweißprobe macht sie auch viel Bedenken.

Das Esbachreagens besteht aus 10 g Pikrin- und 20 g Zitronensäure auf ein Liter Wasser gelöst. Bei Anstellung von Harnproben muß der Harn zuerst mit Essigsäure schwach angesäuert werden. Nach Esbach sollen folgende Bedingungen beobachtet werden: 1. saure Reaktion, 2. Eiweißmenge nicht über 4 g im Liter, 3. konstante Temperatur, 4. die Dichte der Harnschicht muß höher als 1008 sein. Enthält der Harn weniger als 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Eiweiß, so kann die Methode nicht angewendet werden. Diese Folgerung ist desto schwerwiegender, da Wessely diese eben bei Kammerwasseruntersuchungen empfahl, wo das Kammerwasser 0,1—0,01% Eiweiß enthält, also bei einer Eiweißkonzentration, bei welcher nach Esbach die Zuverlässigkeit schon angezweifelt wird. Die von Wessely bei der Refraktometrie genau berücksichtigte Temperatur hat bei dieser Art Untersuchung eine gleichfalls große Bedeutung, da bei hoher Temperatur niedere Werte entstehen können, und umgekehrt hohe Werte bei niederer Temperatur. So sollen Temperaturdifferenzen von 5—6° bei 3—4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Eiweißgehalt Fehler von 10 bis zu 100% verursachen können. Die Unverlässlichkeit der Reaktion bei niederen Eiweißkonzentrationen (weniger als 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) und die Beeinflussung durch Temperaturdifferenzen müssen schon berechnete Einwände aufgenommen lassen. Das schwerste Bedenken ist eben die Unspezifität des Reagens, da nicht nur Eiweißstoffe, sondern auch polypeptidartige und tiefere Eiweißabbauprodukte, Diamino- und Monoaminosäuren, Di- und Tripeptide, weiter Leucin, Tyrosin, Harnsäure, Kreatinin, Harzsäure Pikrate bilden mögen bzw. gefällt werden. Bei den Untersuchungen des Harns muß man infolge der unspezifischen Nichteiweißfällungen damit rechnen, daß eine Fehlerquelle von 10—20%

der Methode anhaften kann. Spezifisch und verlässlich ist die Methode von Wessely keinenfalls, besonders wenn wir berücksichtigen, daß eben in dieser Arbeit auch der Beweis erbracht werden soll, daß im Kammerwasser ständig auch Eiweißabbauprodukte nachweisbar sind. Bei dieser Gelegenheit soll auch die Seidelsche Eiweißumrechnung aus methodischen Standpunkten berücksichtigt werden.

Seidel benutzt gleichfalls Esbach-Reagens zur Fällung, daß aber, wie eben auseinandergesetzt wurde, dieses unspezifisch, und bei minimalen Mengen unverlässlich ist. Nach der Mischung des Kammerwassers mit dem Reagens wurde zentrifugiert. Bei diesem Punkte soll aber bemerkt werden, daß das Volumen eines zentrifugierten Niederschlages nicht bloß von der Umdrehungsgeschwindigkeit und von dem Zeitabschnitt der Schleuderung abhängt, sondern auch von der Rotations-temperatur und von der Dichte der Flüssigkeit, in welcher der Niederschlag hervorgerufen wurde. Bei gleicher Achsendrehung und Temperatur wächst das Volumen des Niederschlages mit der Dichte<sup>\*</sup> der Flüssigkeit. Bei gleicher Achsendrehung und Flüssigkeitsdichte steht das Volumen des Niederschlages im umgekehrten Verhältnis zur Temperatur. Diese Feststellung von Strzyzowsky<sup>1)</sup>, weiter daß „die theoretische Voraussetzung, daß man den Eiweißgehalt eines Harnes gewichtsanalytisch ermitteln, um dann aus den mit der Esbachschen Lösung bei diesen Harnen gefundenen Niederschlagsmengen Standardzahlen gewinnen könne, erwies sich praktisch als unmöglich trotz größter Genauigkeit“. Diese Feststellungen sind geeignet zu zeigen, mit welchen unüberwindbaren Fehlerquellen diese Art der Umrechnung an und für sich verbunden ist. Weiter benutzte Seidel bei der absoluten Wertbestimmung eine 20fache Verdünnung, deren primärer Eiweißgehalt mittels des Albumimeter von Esbach und Schelenz ermittelt wurde, d. h. ein Instrument, zu dessen Zuverlässigkeit sich nicht viel Vertrauen aufbringen läßt. Weiter dürfen wir die Verdünnungen, gleichfalls mit Wasser oder physiologischer Kochsalzlösung, auch nicht als einwandfrei betrachten, da abgesehen von den möglicherweise bei der Verdünnung entstandenen Verdünnungsfehlern, selbst die Verdünnung einer eiweißhaltigen Lösung auch mancherlei Veränderungen verursachen und somit für die absolute Wertbestimmung nicht gleichgültig sein kann (Auslaugung von Globulinen). Diese kritischen Ausführungen bezweckten nur zu zeigen, daß eben absolut verlässliche Methoden nicht zu Gebote stehen, und welche Schwierigkeiten entstehen bei der prozentualen Eiweißbestimmung, besonders wenn niedere Prozente in minimalen Flüssigkeitsmengen geboten werden. Rekapituliert man das oben Angeführte, so sehen wir, daß bei ganz niedrigen Eiweißmengen überaus große Schwierigkeiten im Wege stehen. In der Umrechnung

<sup>1)</sup> Strzyzowsky, Phys. Chem., 88, H. 1. 12. 1912.

von Seidel können wir keinen Fortschritt begrüßen. Die Mängel dieser Umrechnung veranlaßten uns in sämtlichen Experimenten ständig die Brechungsindices anzuführen und nur in Klammer die diesen Brechungsexponenten nach unserer Tabelle entsprechenden Werte hinzuzufügen, wobei bemerkt werden soll, daß wenn auch diese Prozentzahlen keine absoluten Werte darstellen, sie dennoch den Verhältnissen naheliegen müssen.

Bevor wir unsere Ergebnisse besprechen, lassen wir kurz die Versuchsprotokolle folgen.

### I. Untersuchungen des menschlichen Kammerwassers.

Fall I. Fr. M. F., 29 J. Diagnose: Embolia art. centr. retinae.

I. P u n k t i o n am 10. XI. 1920. — 0,2 ccm wasserklare helle Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3351.$$

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 1,25 (= 0,025 mg, d. h. 0,025%).

II. P u n k t i o n am 11. XI. 1920 (24 Stunden nach stattgehabter I. P u n k t i o n), gleichfalls klare Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3352.$$

Aminosäurebestimmung (in 0,01 ccm Kammerwasser) = 10 : 1,5 (= 0,003 mg, d. h. 0,03%).

III. P u n k t i o n am 11. XI. 1920 (1/2 Stunde nach der II. P u n k t i o n). Helle wasserklare Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3352.$$

Fall II. Privatpat. von Professor Sidler-Huguenin. Vor der Enukleation des mit Aderhautsarkom behafteten Auges werden zwei P u n k t i o n e n ausgeführt.

Bei der ersten P u n k t i o n wird 0,2 ccm klares Kammerwasser aspiriert.

$$n_D = 1,3351.$$

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 6 (= 0,12 mg, d. h. 0,12%).

II. P u n k t i o n (1 Stunde nach Vornahme der ersten P u n k t i o n) liefert eine ebenfalls klare helle Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3351.$$

Das Kammerwasser reichte zur Aminosäurebestimmung nicht.

Fall III. Fr. K. H., 35 Jahre, frische Embolie der Zentralarterie des linken Auges.

I. P u n k t i o n am 19. XII. 1920. — 0,2 ccm klares Kammerwasser.

$$n_D = 1,3352.$$

Chloride (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,15 n/10 AgNO<sub>3</sub>, d. h. 0,879%.

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 11 (= 0,22 mg, d. h. 0,22%).

Mit 90proz. Alkohol bildet sich kein Niederschlag, auch keine Opalescenz.

II. P u n k t i o n (1 Stunde nach der ersten P u n k t i o n). — 0,2 ccm helles Kammerwasser, kein Fibrin enthaltend.

$$n_D = 1,3348.$$

Chloride (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,2 ccm, n/10 AgNO<sub>3</sub>, d. h. 0,586%.

Mit 90proz. Alkohol kein Niederschlag, auch keine Opalescenz.

Fall IV. H. L., 52 Jahre, großes Chorioidalsarkom des linken Auges. Keine glaukomatösen Erscheinungen, Druck nach Erweiterung der Pupille 22 mm. Hg. nach Schiötz.

I. Punktion am 3. I. 1921. — 0,2 ccm klare Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3350.$$

Chloride (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,15 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,879%).

II. Punktion ( $\frac{1}{2}$  Stunde nach der ersten Punktion). — 0,15 ccm gleichfalls klare Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3350.$$

Chloride (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,15 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$ , d. h. 0,879%.  
Beide Punktate gaben mit 90 proz. Alkohol keinen Niederschlag.

II. Ergebnisse der Kammerwasseruntersuchungen bei verschiedenen (Kaninchen, Hund, Pferd, Rind) Tieren.

Versuch I. Kaninchen, 1800 g.

I. Punktion beider Augen am 4. X. 1920 um 3 Uhr.

$$n_D \text{ des rechten Auges} = 1,3353.$$

$$n_D \text{ des linken Auges} = 1,3351.$$

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser = 10 : 7 (= 0,14 mg d. h. 0,14%).

II. Punktion des linken Auges am 4. X. 1920 um 4 Uhr (eine Stunde nach der ersten Punktion des linken Auges). — 0,2 ccm trübe Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3418 (= 3,389\% \text{ Eiweiß}).$$

Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 10 : 7 (= 0,14 mg, d. h. 0,07%).

Am 5. X. 1920 um 4 Uhr wird am rechten Auge die II. Punktion und (24 Stunden nach der ersten Punktion des rechten Auges) gleichzeitig die III. Punktion des linken Auges (23 Stunden nach der II. bzw. 24 Stunden nach der I. Punktion des linken Auges) gemacht.

$$n_D \text{ des rechten Auges} = 1,3370 (= 0,597\% \text{ Eiweiß}).$$

$$n_D \text{ des linken Auges} = 1,3382 (= 0,296\% \text{ Eiweiß}).$$

Am 5. X. 1920 um 4 Uhr III. Punktion des rechten Auges (1 Stunde nach der II. bzw. 25 Stunden nach der I. Punktion des rechten Auges). — 0,15 ccm trübe Flüssigkeit.

$$n_D = 1,3402 (= 2,459\% \text{ Eiweiß}).$$

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) 10 : 4,5 (= 0,09 mg, d. h. 0,09%).

Die bei der I. Punktion des rechten und linken Auges gewonnene Flüssigkeit gibt mit 90 proz. Alkohol keinen Niederschlag, die II. und III. Punktate des linken Auges und das II. Punktate des rechten Auges ergaben dagegen einen groben, und das II. Punktate des rechten Auges einen besonders starken Niederschlag.

Anschließend zu der III. Punktion des rechten Auges wird aus der Ohrvene Blut entnommen, dessen  $n_D = 1,3478$  (= ungefähr 6,8% Eiweiß) ergibt.

Versuch II. Kaninchen, 2000 g.

I. Punktion beider Augen am 6. X. 1920 um 3 Uhr.

$$n_D \text{ des rechten Auges} = 1,3353.$$

$$n_D \text{ des linken Auges} = 1,3352.$$

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser. Rechtes Auge = 10 : 10 (= 0,2 mg, d. h. 0,25%, linkes Auge = 10 : 14 (= 0,28 mg, d. h. 0,28%).

II. Punktion des rechten Auges am 6. X. 1920 um 6 Uhr (3 Stunden nach der stattgehabten Punktion desselben Auges). — 0,2 ccm trübes, zähes Kammerwasser

$$n_D = 1,3380 (= 1,180\% \text{ Eiweiß}).$$

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 7 (= 0,14 mg, d. h. 0,14%).

III. Punktion des rechten Auges am 8. X. 1920 um 3 Uhr (d. h. 48 Stunden nach der ersten und 45 Stunden nach der zweiten Punktion desselben Auges) auch gleichzeitig II. Punktion des linken Auges (48 Stunden nach erfolgter, erster Punktion des linken Auges).

$n_D$  des rechten Auges = 1,3358.

$n_D$  des linken Auges = 1,3351.

Chlorbestimmung in je 0,1 des Kammerwassers beider Augen = je 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (entspricht für 0,000586 g NaCl, d. h. 0,586%).

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 10 : 13 (= 26 mg, d. h. = 0,26%),

Linkes Auge = 10 : 13 (= 0,26 mg, d. h. = 0,26%).

Die ersten Kammerwasser beider Augen und ebenso das III. Punktat des rechten und das II. Punktat des linken Auges ergeben mit 90 proz. Alkohol keinen Niederschlag, dagegen gibt 90 proz. Alkohol im II. Punktat des rechten Auges groben Niederschlag.

Brechungsindex des Blutes (zu gleicher Zeit mit der II. Punktion des rechten Auges entnommen) = 1,3476 (= ungefähr 6,7% Eiweiß).

Versuch III. Kaninchen, 2000 g.

I. Punktion beider Augen am 27. X. 1920 um 10 Uhr.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3355.

$n_D$  des linken Auges = 1,3352.

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 10 : 8 (= 0,16 mg, d. h. 0,16%),

Linkes Auge = 10 : 7 (= 0,14 mg, d. h. 0,14%).

Brechungsindex des Blutes (aus der Ohrvene entnommen) = 1,3478 (= ungefähr 6,8% Eiweiß).

II. Punktion des linken Auges am 27. X. 1920, 6 Uhr (8 Stunden nach der ersten Punktion des linken Auges).

$n_D$  = 1,3363.

Aminosäurebestimmung (0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 8 (= 0,16 mg, d. h. 0,16%).

Brechungsindex des Blutes (gleichfalls aus der Ohrvene) = 1,3480 (= 6,994% Eiweiß).

Am 29. X. 1920 um 7 Uhr vormittags, II. Punktion des rechten Auges (40 Stunden nach der I. Punktion des rechten Auges) und gleichzeitig III. Punktion des linken Auges (40 Stunden nach der I. bzw. 32 Stunden nach der II. Punktion desselben Auges).

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3352.

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 10 : 9 (= 0,18 mg, d. h. 0,18%),

Linkes Auge = 10 : 8 (= 0,16 mg, d. h. 0,16%).

Brechungsindex des Blutes (aus der Ohrvene) = 1,3479 (= ungefähr 6,9% Eiweiß).

Versuch IV. Kaninchen, 1700 g.

I. Punktion beider Augen am 16. XI. 1920 um 10 Uhr vorm.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3358.

$n_D$  des linken Auges = 1,3358.

Aminosäurebestimmung (in je 0,1 ccm Kammerwasser des rechten Auges) = 5 : 11 (= 0,44 mg, d. h. 0,44%).

Chlorbestimmung (in je 0,1 ccm Kammerwasser des linken Auges) = 0,15 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,879%).

Brechungsindex des Blutes (aus der Ohrvene entnommen) = 1,3485  
(= ungefähr 7,2% Eiweiß).

II. P u n k t i o n am 16. XI. 1920 um 6 Uhr nachm. (6 Stunden nach der I. P u n k t i o n beider Augen). Das rechte Auge war bei der II. P u n k t i o n noch ein wenig gereizt, die Bindehaut gerötet, die Pupille eng. Das linke Auge war völlig reizfrei.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3361 (= 0,075% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3350

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm des Kammerwassers beider Augen:

Rechtes Auge = 0,05 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,293%),

Linkes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,586%).

Brechungsindex des Blutes = 1,3490 (= 7,575% Eiweiß),

Versuch V. Kaninchen, 2000 g.

I. P u n k t i o n beider Augen am 19. XI. 1920 um 9 Uhr

$n_D$  des rechten Auges = 1,3358.

$n_D$  des linken Auges = 1,3356.

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,586%),

Linkes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,586%).

Aminosäurebestimmung in je 0,1 ccm des rechten Kammerwassers: 10 : 16  
(= 0,32 mg, d. h. 0,32%).

II. P u n k t i o n des linken Auges am 19. XI. 1920 um 10 Uhr (1 Stunde nach der I. P u n k t i o n desselben Auges).

$n_D$  = 1,3430 (= 4,087% Eiweiß).

III. P u n k t i o n des linken Auges am 19. XI. 1920 um 11 Uhr (1 Stunde nach der II. bzw. 2 Stunden nach der I. P u n k t i o n desselben Auges) und gleichzeitig II. P u n k t i o n des rechten Auges.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3401 (= 2,401% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3440 (= 1,668% Eiweiß).

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,586%).

Linkes Auge = 0,08 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,468%).

Brechungsindex des Blutes = 1,3492 (= ungefähr 7,7% Eiweiß).

Versuch VI. Kaninchen, 2300 g.

I. P u n k t i o n beider Augen am 20. XI. 1920 um 8 Uhr vorm.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3354.

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser:

Rechtes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,586%),

Linkes Auge = 0,09 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$  (= 0,527%).

Brechungsindex des Blutes = 1,3490 (= 7,575% Eiweiß).

II. P u n k t i o n des rechten Auges am 20. XI. 1920 um 9 Uhr (1 Stunde nach der I. P u n k t i o n desselben Auges).

$n_D$  = 1,3415 (= 3,209% Eiweiß).

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm Kammerwasser = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $AgNO_3$   
= 0,586%).

Am 20. XI. 1920 nachm. 6 Uhr III. P u n k t i o n des rechten Auges (7 Stunden nach der II. bzw. 8 Stunden nach der I. P u n k t i o n desselben Auges) und gleichzeitig II. P u n k t i o n des linken Auges (8 Stunden nach der I. P u n k t i o n desselben Auges).

$n_D$  des rechten Auges = 1,3370 (= 0,597% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3351.

Chlorbestimmung in je 0,1 ccm des Kammerwassers beider Augen:

Rechtes Auge = 0,08 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,468%),

Linkes Auge = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%),

Brechungsindex des Blutes = 1,3492 (= ungefähr 7,7% Eiweiß).

Versuch VII. Großes Pferd.

Bei der I. Punktion rechts wird 4,5 ccm wasserklare, helle Flüssigkeit aspiriert.

$n_D = 1,3360$  (= 0,017% Eiweiß).

Chlorbestimmung in 1,0 ccm Kammerwasser = 1,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,6446%).

Aminosäurebestimmung in 1,0 ccm Kammerwasser = 28 : 10 (= 0,56 mg, d. h. 0,056%).

Mit 90 proz. Alkohol kein Niederschlag.

Die II. Punktion wurde 1 Stunde nach der I. Punktion vorgenommen. Es wird 3,0 ccm gelbliche mit Fibringerinnsel gemischte Flüssigkeit gewonnen. Schon bei bloßer Betrachtung ist die stark gelbliche Farbe des zweiten Kammerwassers auffallend.

$n_D = 1,3405$  (= 2,634% Eiweiß).

1,0 ccm Kammerwasser gibt mit 90 proz. Alkohol viel Niederschlag, Filtrierung, Nachspülen des Niederschlags mit 90 proz. Alkohol. Filter und Niederschlag werden auf Wasserbad getrocknet. — Im Filtrat (1,0 ccm) Chloridbestimmung = 1,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,6446%), Eiweiß in 2,0 ccm Kammerwasser = 0,052 g (nach Eintrocknen abgewogen und Filtergewicht abgerechnet) = 2,60%.

Aminosäurebestimmung in 1,0 ccm Kammerwasser = 30 : 10 (= 0,06 mg, d. h. 0,06%).

Bilirubinprobe: stark positiv.

III. Punktion 23 Stunden nach der II. bzw. 24 Stunden nach der I. Punktion. 4,0 ccm klares, helles Kammerwasser, ohne Spuren einer gelblichen Verfärbung.

$n_D = 1,3361$  (= 0,075% Eiweiß).

Chloride (in 1,0 ccm Kammerwasser) = 1,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,646%).

Aminosäurebestimmung (in 1,0 ccm) = 22 : 10 (= 0,44 mg, d. h. 0,04%).

1,0 ccm Kammerwasser mit 90 proz. Alkohol zeigt noch minimale Spuren von Eiweiß, es bildet sich zwar kein Niederschlag, jedoch wird eine feine, aber deutliche Opaleszenz sichtbar.

Bilirubinprobe: negativ.

Blutentnahme (aus der Vena jugularis) nach der III. Punktion.

$n_D = 1,3498$  (= ungefähr 8,1% Eiweiß).

Eiweiß in 1,0 ccm Serum = 0,0982 g, d. h. 9,82%.

Chlorbestimmung (in 1,0 ccm Serum) = 1,0<sup>5</sup> ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$ , d. h. 0,58%.

Versuch VIII. Mittelgroßes Pferd.

Bei der I. Punktion des linken Auges wird 2,5 ccm helles, klares Kammerwasser entleert.

$n_D = 1,3358$ .

Chlorbestimmung in 1,0 ccm Kammerwasser = 1,2 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,704%).

Aminosäurebestimmung in 1,0 ccm Kammerwasser = 25 : 10 (= 0,5 mg, d. h. 0,05%).

Mit 90 proz. Alkohol kein Niederschlag.

II. Punktion wurde 1 Stunde später ausgeführt. 3,5 ccm grünlich-gelbes Kammerwasser.

$n_D = 1,3380$  (= 1,180% Eiweiß).



2,0 ccm Kammerwasser gibt mit 90 proz. Alkohol viel Niederschlag. Nach Filtrierung wird im Filtrat Chlor bestimmt. Chlorbestimmung = 2,6 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$ , d. h. in 1,0 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$ , d. h. 0,7618%.

Eiweiß (in 2,0 ccm) = 2,75%.

Aminosäurebestimmung = 26 : 10 (in 1,0 ccm), = 0,52 mg, d. h. 0,052%.

Bilirubinprobe: stark positiv.

Blutentnahme anschließend der II. Punktion.

Versuch IX. Kuh.

I. Punktion. Helles, klares Kammerwasser.

$n_D = 1,3358$ .

Chlorbestimmung (in 1,0 ccm) = 1,2 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,703%).

Aminobestimmung = 22 : 10 (in 1,0 ccm Kammerwasser) = 0,44 mg, d. h. 0,044%.

II. Punktion nach  $\frac{1}{2}$  Stunde. Kammerwasser von grünlich-gelber Farbe, gerinnt schon in der Spritze.

$n_D = 1,3445$  (= 4,959% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung = 30 : 10 (in 1,0 ccm) = 0,6 mg, d. h. 0,06%.

Chlorbestimmung (in 1,0 ccm) = 1,1 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (ö,6446).

Versuch X. Kleines Pferd.

Bei der I. Punktion wird 4,5 ccm helles, klares Kammerwasser aspiriert.

$n_D = 1,3358$ .

Aminosäurebestimmung (in 2,0 ccm) = 45 : 10 (= 0,9 mg, d. h. 0,045%).

Chlorbestimmung (in 1,5 ccm Kammerwasser) = 1,5 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$ , d. h. in 1,0 ccm Kammerwasser = 1,0 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

II. Punktion 1 Stunde nach der I. Punktion. 4,0 ccm grünlich-gelbes fibrinreiches Kammerwasser. Ein Teil kann infolge der schnellen Gerinnung aus der Spritze nicht ausgepreßt werden.

$n_D = 3391$  (= 1,819% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 1,0 ccm Kammerwasser) = 32 : 10 (= 0,64 mg, d. h. 0,0426%).

Chlorbestimmung (in 1,0 ccm Kammerwasser) = 1,0 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Blutentnahme anschließend der II. Punktion.

$n_D = 1,3520$  (= 9,901% Eiweiß).

Eiweiß in 1,0 ccm Serum = 0,0996 g, d. h. 9,96%.

Versuch XI. Hund, 17 $\frac{1}{2}$  kg intravenöse Somnifeninjektion.

I. Punktion beider Augen zu gleicher Zeit. Beidseits wird 0,3 ccm klares Kammerwasser gewonnen.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3357.

$n_D$  des linken Auges = 1,3360 (= 0,017% Eiweiß).

Von beiden Kammerwassern wird je 0,1 ccm zur Chlor- bzw. Aminosäurebestimmung verwendet.

Rechtes Auge: Aminosäure = 7 : 10 (= 0,14 mg, d. h. 0,14%).

Linkes Auge: Aminosäure = 6 : 10 (= 0,12 mg, d. h. 0,12%).

Rechtes Auge: Chlor = 0,10 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Linkes Auge: Chlor = 0,10 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

II. Punktion des rechten Auges  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der I. Punktion desselben Auges 1,0 ccm trübes, fibrinflockiges Kammerwasser.

$n_D = 1,3381$  (= 1,232% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 8 : 10 (= 0,16 mg, d. h. 0,16%).

Chlorbestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,10 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

II. Punktion des linken Auges mit 8 Stunden nach der I. Punktion des linken (und 7 Stunden nach der II. Punktion des rechten Auges).

$n_D = 1,3361$  (= 0,075% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm) = 7 : 10 (= 0,14 mg, d. h. 0,14%).

Chlorbestimmung (in 0,2 ccm) = 0,2 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Versuch XII. Hund, 11 kg intravenöse Somnifen-Injektion.

I. Punktion beider Augen zu gleicher Zeit. Beidseits wird 0,6 ccm klares Kammerwasser gewonnen.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3358.

$n_D$  des linken Auges = 1,3360 (= 0,017% Eiweiß).

Rechtes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,15 ccm) = 5 : 10 (= 0,1 mg, d. h. 0,066%). Chlorbestimmung (in 0,15 ccm) = 0,15 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Linkes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm) = 5 : 12 (= 0,48 mg, d. h. 0,24%). Chlorbestimmung (in 0,2 ccm) = 0,22 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,644%).

II. Punktion des rechten Auges,  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der I. Punktion desselben Auges.

Es wird 0,8 ccm mit Fibrinflocken gemischtes Kammerwasser aspiriert.

$n_D = 1,3378$  (= 1,063% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 10 : 15 (= 0,3 mg, d. h. 0,15%).

Chlorbestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,25 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,732%).

Mit 90 proz. Alkohol viel Niederschlag. Die Bestimmungen wurden im Filtrat nach Auffällung des Eiweißes vorgenommen.

Brechungsindex des Blutes = 1,3472 (= ungefähr 6,5% Eiweiß).

II. Punktion des linken Auges 6 Stunden nach der I. Punktion des linken und  $5\frac{1}{2}$  Stunden nach der II. Punktion des rechten Auges. — 0,6 ccm klares Kammerwasser.

$n_D = 1,3364$  (= 0,250% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung in 0,3 ccm Kammerwasser = 5 : 12 (= 0,48 mg, d. h. 0,16%).

Chlorbestimmung in 0,3 ccm Kammerwasser = 0,35  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,655%).

Mit 90 proz. Alkohol kein Niederschlag, nur äußerst feine Opalescenz.

Versuch XIII. Hund, 12 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beider Augen zu gleicher Zeit. Je 0,7 ccm helles, klares Kammerwasser.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3358.

$n_D$  des linken Auges = 1,3357.

Rechtes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 10 : 10 (= 0,2 mg, d. h. 0,066%). Chlorbestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 0,35  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,655%).

Linkes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 10 : 9 (= 0,18 mg, d. h. 0,06%). Chlorbestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 0,35  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,655%).

Mit 90 proz. Alkohol geben die Punktate keinen Niederschlag.

II. Punktion des linken Auges  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der I. Punktion des linken Auges.

$n_D = 1,3388$  (= 1,645% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 10 : 9 (= 0,18 mg, d. h. 0,09%).

Chlorbestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,25 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,732%).

Viel Fibrin (schon in der Spritze geronnen), gibt mit 90 proz. Alkohol massigen Niederschlag.

Gleichzeitige Blutentnahme  $n_D = 1,3500$  (= 8,273% Eiweiß).

Chlorbestimmung in 1,0 ccm Serum = 1,0 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

II. Punktion des rechten Auges.  $6\frac{1}{2}$  Stunden nach der I. Punktion des rechten Auges, bzw. 6 Stunden nach der II. Punktion des linken Auges.

$n_D = 1,3368$  (= 0,482% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 10 : 10 (= 0,2 mg, d. h. 0,066%).

Chlorbestimmung (in 0,4 ccm Kammerwasser) = 0,4 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Mit 90 proz. Alkohol nicht ausgesprochener Niederschlag.

Versuch XIV. Hund, 10 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beiderseits gleichzeitig ausgeführt. — Je 0,4 ccm klares Kammerwasser.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3358.

Rechtes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 10 : 10 (0,2 mg, d. h. 0,1 %). Chlorbestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Linkes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 10 : 9 (0,18 mg, d. h. 0,09%). Chlorbestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,1 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

II. Punktion des linken Auges.  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der I. Punktion des linken Auges.

$n_D = 1,3402$  (= 2,459% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 9 (0,18 mg, d. h. 0,09%).

Chlorbestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,10 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Viel Fibrin auch mit 90 proz. Alkohol viel Niederschlag.

Blut (das Serum war etwas hämolytisch)  $n_D = 1,3500$  (= 8,273% Eiweiß).

II. Punktion des rechten Auges (6 Stunden nach der I. Punktion des rechten Auges und  $5\frac{1}{2}$  Stunden nach der II. Punktion des linken Auges). 0,4 ccm Kammerwasser mit wenig Fibrin.

$n_D = 1,3370$  (= 0,597% Eiweiß).

Aminosäurebestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 10 : 10 (0,2 mg, d. h. 0,2%)

Chlorbestimmung (in 0,1 ccm Kammerwasser) = 0,10 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Mit 90 proz. Alkohol noch deutlicher Niederschlag, welcher nicht mehr so voluminös ist als im II. Punkt des linken Auges.

Versuch XV. Großes Pferd.

Brutungsindex des Blutes: 1,3480 (= 6,994% Eiweiß).

Eiweiß in 5,0 ccm Serum = 7,62%.

Chlorbestimmung in 2,5 ccm Serum = 2,4 ccm  $n_{/10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,558%).

Gleichzeitig mit der Blutentnahme wird die I. Punktion des linken Auges vorgenommen, es wird 5,0 ccm klares Kammerwasser aspiriert.

$n_D = 1,3355$ .

Aminosäurebestimmung (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 18 : 10 (= 0,36 mg, d. h. 0,0185%).

Chlorbestimmung (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 2,6 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,7618%).

Mit 90proz. Alkohol kein Niederschlag.

II. Punktion des linken Auges. 40 Minuten nach der I. Punktion des linken Auges. — 4,0 ccm deutlich gelbe Flüssigkeit, welche schnell gerinnt.

$n_D = 1,3393$  (= 1,936% Eiweiß).

Chlorbestimmung (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 2,4 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,7032%).

Eiweiß in 2,0 ccm Kammerwasser = 2,243%.

Bilirubin deutlich positiv.

Nach 48 Stunden I. Punktion des rechten Auges. — 5,0 ccm klares Kammerwasser.

$n_D = 1,3355$ .

Chlorbestimmung in 3,0 ccm Kammerwasser = 3,6 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,7032%).

Aminosäurebestimmung (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 25 : 10 (= 0,5 mg, d. h. 0,025%).

Die gleichzeitige Untersuchung des Blutes ergibt:

$n_D = 1,3488$  (ungefähr 7,0% Eiweiß).

Chlorbestimmung in 2,5 ccm Serum = 2,3 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,539%).

Eiweiß in 2,5 ccm Serum = 7,7%.

II. Punktion des rechten Auges. 45 Minuten nach der I. Punktion. 5,5 ccm gelbes Kammerwasser, welches schnell gerinnt.

$n_D = 1,3400$  (= 3,343% Eiweiß).

Chlorbestimmung (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 2,0 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Eiweiß (in 2,0 ccm Kammerwasser) = 3,917%.

Bilirubin deutlich positiv.

Versuch XVI. Hund, 5 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beider Augen zu gleicher Zeit, beiderseits totale Ablassung des Kammerwassers.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3360 (= 0,017% Eiweiß).

II. Punktion beiderseits nach 1 Stunde.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3398 (= 2,229% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3387% (= 1,587% Eiweiß).

In 0,2 ccm des II. Punktates des linken Auges Chlorbestimmung = 0,2 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Aminosäurebestimmung in je 0,2 ccm beider Kammerwasser:

Rechtes Auge: 0,01 mg (= 0,005%),

Linkes Auge: 0,05 mg (= 0,025%).

Blut stark hämolytisch.

Versuch XVII. Hund, 4,5 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beider Augen gleichzeitig. Vom rechten Auge wird nur 0,2, vom linken Auge 0,6 ccm (total) Kammerwasser abgelassen.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3350.

$n_D$  des linken Auges = 1,3358.

Das Kammerwasser des linken Auges wird mit dem Zusatz vom 90proz. Alkohol wenig opaleszierend. Nach Filtration Chlorbestimmung in 0,3 ccm des Filtrates = 0,3 ccm  $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).

Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm des Filtrates) = 0,098 mg (= 0,098%).

II. Punktion nach einer Stunde (ebenfalls beiderseits gleichzeitig).

$n_D$  des rechten Auges = 1,3371 (= 0,656% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3468 (= 0,482% Eiweiß).

Rechtes Auge Chlorbestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,2 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Das Kammerwasser des linken Auges gibt mit 90 proz. Alkohol groben dichten Niederschlag.

Chlorbestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,2 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Brechungsindex des Blutes = 1,3478 (ungefähr 6,7% Eiweiß).

Versuch XVIII. Hund, 7 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beiderseits gleichzeitig; rechts wird 0,95 ccm (total), links nur 0,2 ccm Kammerwasser aspiriert.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3353.

$n_D$  des linken Auges = 1,3354.

Im Kammerwasser des rechten Auges wird Chlor und Aminosäure bestimmt.

Chlor (in 0,5 ccm) = 0,5 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Aminosäure (in 0,3 ccm) = 0,025 mg (= 0,0068%).

II. Punktion beiderseits nach 30 Minuten. An beiden Augen wird 0,0 ccm Kammerwasser abgelassen.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3390 (= 1,761% Eiweiß).

$n_D$  des linken Auges = 1,3357.

Das Punktat des rechten Auges enthält viel Fibrin, gerinnt schon in der Spritze und gibt mit 90 proz. Alkohol massigen Niederschlag.

Das Punktat des linken Auges ist wasserklar, enthält kein Fibrin, gerinnt nicht und gibt mit 90 proz. Alkohol keinen Niederschlag.

Chlorbestimmung (in 0,4 ccm Kammerwasser) = 0,4 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Rechtes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,016 mg (= 0,053%).

Linkes Auge: Chlorbestimmung (in 0,5 ccm Kammerwasser) = 0,5 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Linkes Auge: Aminosäurebestimmung (in 0,4 ccm Kammerwasser) = 0,031 mg (= 0,0077%).

Blutentnahme nach der II. Punktion.

$n_D$  = 1,3460 (= 5,831% Eiweiß).

Chlorbestimmung (in 1,0 ccm Serum) = 1,0 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,58%).

Versuch XIX. Hund, 7 kg, Somnifen intravenös.

I. Punktion beider Augen gleichzeitig. Rechts wird nur 0,1 ccm, links 0,6 ccm (total) Kammerwasser abgelassen.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3351.

Chlorbestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser des linken Auges) = 0,3 ccm  $n_{10}$  AgNO<sub>3</sub> (= 0,586%).

Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser des linken Auges) = 0,020%.

II. Punktion beider Augen. 40 Minuten nach der I. Punktion. Beiderseits wird 0,6 ccm Kammerwasser aspiriert. Das Kammerwasser des rechten Auges ist klar, zeigt keine Gerinnung. Das linke Kammerwasser gibt mit 90 proz. Alkohol groben Niederschlag.

$n_D$  des rechten Auges = 1,3352.

$n_D$  des linken Auges = 1,3391 (= 1,819% Eiweiß).

- Rechtes Auge: Chlorbestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 0,3 ccm  
 $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,586%).  
 Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,025%.  
 Linkes Auge: Chlorbestimmung (in 0,3 ccm Kammerwasser) = 0,35 ccm  
 $n_{10}$   $\text{AgNO}_3$  (= 0,655%).  
 Aminosäurebestimmung (in 0,2 ccm Kammerwasser) = 0,020%.  
 Blutentnahme nach der II. Punktion.  
 $n_D = 1,3480$  (= 6,994% Eiweiß).  
 Chlorbestimmung (in 2,0 ccm Serum) = 0,56%.

Wie aus den Protokollen ersichtlich, haben wir außer der refraktometrischen Bestimmung des Eiweißes gleichzeitig auch gewichtsanalytische und chemische Bestimmungen vorgenommen. Gewichtsanalytische Feststellungen des Eiweißgehaltes wurden nur mit dem Kammerwasser größerer Versuchstiere (Pferd) angestellt, wo die zu dieser Art Untersuchung notwendige größere Flüssigkeitsmenge zur Verfügung stand.

Die refraktometrische Bestimmung des menschlichen physiologischen Kammerwassers ergab wechselnde Werte zwischen 1,3348—1,3352. Diese Werte sind jedenfalls sehr niedrig. Nach unserer Tabelle können aus diesen Brechungsindices Eiweißprozentage überhaupt nicht herausgebracht werden. Nach Seidel entspräche dem Brechungsindex 1,3352 ein Eiweißgehalt von 0,025%, und unterhalb diesem Brechungsindex müßten noch kleinere Eiweißprozentage vorhanden sein. Es muß aber wenigstens höchst zweifelhaft sein, ob diesen niederen Brechungsindices ein Eiweißgehalt überhaupt zugemutet werden kann. Beim Kaninchen ergab schon die erste Punktion der Vorderkammer manchmal etwas höhere Werte, die Schwankungen waren da zwischen 1,3350—1,3358. Bei Pferden war die obere Grenze der refraktometrischen Schwankungen bis 1,3360 verschoben. In den meisten Fällen war der Unterschied zwischen gleichzeitig ausgeführter Punktion beider Augen gering, die Brechungsindices zeigten meistens nur eine Schwankung, welche bloß 1—2 Einheiten der 4. Dezimale ausmachte, zwar im Versuch Nr. XVII das rechte Kammerwasser einen Brechungsexponenten von 1,3350, das linke Kammerwasser dagegen 1,3358 abgab. Oft haben wir zum Vergleiche gleichzeitig auch den Brechungsexponenten des Blutserums angeführt; die Übersicht der Protokolle beweist, daß diese stets hohe Werte bis zu 1,3480 zeigte.

Vergleichen wir die refraktometrischen Werte bei wiederholten Punktionen beim Menschen und Tieren, so ist der Unterschied sicher ein gewaltiger. Das menschliche Kammerwasser zeigt nach Entleerung bzw. Neufüllung der Vorderkammer keine Steigerung der Brechungsindices, dagegen ist bei allen untersuchten Tieren die Veränderung des Brechungsexponenten eine sprunghafte. In der Zusammenstellung wurden 4 Fälle aufgenommen (weitere 3 Untersuchungen beim Men-

schen werden später besprochen). In 2 Fällen war eine frische Embolie der Zentralarterie, in den anderen 2 Fällen ein Sarkom der Aderhaut vorhanden, welche aber noch keine glaukomatösen Erscheinungen hervorriefen (Fall 2 der Zusammenstellung wurde auch histologisch geprüft und in einer besonderen Arbeit beschrieben)<sup>1)</sup>. Im ersten Falle wurde bei der ersten Punktion 0,2 ccm Kammerwasser gewonnen, dessen Brechungsindex 1,3351 war. Die 24 Stunden nach der ersten Punktion ausgeführte zweite Punktion ergab einen Brechungsexponenten von 1,3352, die dritte Punktion ( $\frac{1}{2}$  Stunde nach der zweiten Punktion ausgeführt) zeigte damit genau übereinstimmende Werte. Im Falle 2 waren die Brechungsexponenten bei der ersten und bei der mit einer Stunde nach stattgehabter Punktion ausgeführten wiederholten Kammerentleerung gleich (1,3352). Im dritten Falle war der Zeitabstand zwischen beiden Puntionen der gleiche wie im Fall 2, nur war der Brechungsindex des ersten Kammerwassers 1,3352 und der des zweiten nur 1,3348. Im 4. Falle wurde die zweite Kammerentleerung nach  $\frac{1}{2}$  Stunde ausgeführt, die Werte des Punktates und Regenerates sind gleichfalls 1,3350 gewesen. Die zweite Punktion wurde in verschiedenen Zeitabständen ( $\frac{1}{2}$  Stunde, 1 Stunde und 24 Stunden) vorgenommen, doch zeigten die refraktometrischen Werte nur in einem Falle eine ganz unwesentliche Erhöhung, welche zweifellos innerhalb der methodischen Fehlerquellen liegt. Es muß also sicherlich aus diesen Ergebnissen hervorgehen, daß im menschlichen Kammerwasser nach vollständiger Entleerung der Vorderkammer keine refraktometrisch nachweisbare Erhöhung der Brechungsindices stattfindet.

Demgegenüber zeigt das Kammerwasser der verschiedenen Versuchstiere ein wesentlich abweichendes Verhalten. Im allgemeinen kommt bei Tieren dem zweiten Kammerwasser ein stark erhöhter Brechungsindex zu, welcher im direkten Verhältnis steht mit der Zwischenzeit (die Zeit zwischen erster und zweiter Punktion) und mit der bei der ersten Punktion entnommenen Menge des Kammerwassers. Je größer diese Menge und je kürzere Zeit nach der ersten die zweite Punktion ausgeübt wird, desto größeren Ausschlag gibt der Brechungsindex, welcher nicht nur in der vierten, sondern auch in der dritten Dezimale einer wesentlichen Veränderung unterliegen kann, jedoch den Brechungsindex des Blutserums nie erreicht. Um diese Gesetzmäßigkeit klar zu stellen, wurden die Eingriffe an beiden Augen desselben Tieres in beider Hinsicht variiert. Zahlreiche mit größter Sorgfalt ausgeführte Experimente und refraktometrische Bestimmungen bestätigen dieses immer wiederkehrende Verhalten. So war z. B. im

<sup>1)</sup> A. Rados, Das Verhalten des menschlichen Ciliarepithels nach Punktion der vorderen Kammer. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol., 109, 332. 1922.

Versuche Nr. I. der Brechungsindex 1,3351 im linken Kammerwasser und eine Stunde nach kompletter Entleerung der Vorderkammer schon 1,3418 und im Versuche Nr. V in 1 Stunde von 1,3356 auf 1,3430 gestiegen. Die mit 3 Stunden Intervall ausgeführte Punktion (Versuch Nr. II) konnte gleichfalls beim Kaninchen schon nur eine Erhöhung von 1,3353 auf 1,3380 aufbringen, welche Differenz mit der weiteren Dehnung der Zwischenzeit fortlaufend und kontinuierlich abnahm; so erbrachte eine Zwischenzeit von 8 Stunden (Versuch Nr. III) nur mehr eine Schwankung von 1,3352 auf 1,3363. Dieses beim Kaninchen festgestellte Verhältnis zwischen Erhöhung der Brechungsindices einerseits und Kürze der zwischen beiden Punktionen liegenden Zeit andererseits war bei größeren Tieren ebenfalls vorhanden. Im Versuch Nr. VII erwirkte eine Stunde Zeitabstand beim Pferde eine Veränderung des Brechungsexponenten von 1,3360 auf 1,3405, im Versuche Nr. IX bei einer Kuh  $\frac{1}{2}$  Stunde Intervall desgleichen von 1,3358 auf 1,3445 (dies war der überhaupt konstatierte größte Brechungsindex aller Untersuchungen). Noch charakteristischer zeigt sich dieses Verhältnis in Versuchen an Hunden, wo die erste Punktion an beiden Augen gleichzeitig, die zweite Punktion aber schon nach verschiedenen Zeitabständen vollführt wurde. Um überflüssige Wiederholungen zu vermeiden, soll nur Versuch Nr. XIV erwähnt werden, in welchem bei der gleichzeitigen ersten Punktion beider Augen je 0,4 ccm klares Kammerwasser abgesaugt wurde und das Kammerwasser des rechten Auges 1,3352, das des linken Auges 1,3358 mit dem Refraktometer angab. Am rechten Auge erwirkte die  $\frac{1}{2}$  Stunde nachher ausgeführte zweite Punktion eine Erhöhung des Brechungsexponenten auf 1,3402, dagegen zeigte das mit 6 Stunden nach der ersten Entleerung gewonnene Regenerat am linken Auge nur einen Brechungsindex von 1,3370.

Die angeführten Beispiele beweisen, daß die Erhöhung der Brechungsindices bzw. des Eiweißgehaltes nach Entleerung der Vorderkammer bei Tieren in der ersten Stunde stürmisch vor sich geht. Nach 3—6 Stunden ist schon wieder ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Eine annähernd ähnlich gesetzmäßige Kurve verursacht auch die Menge des entnommenen Kammerwassers. Je weniger Kammerwasser abgesaugt wird, desto kleiner ist die Eiweißzunahme im Kammerwasser. Bis zu der maximalen Zunahme des Eiweißes durch komplette Entleerung der Vorderkammer lassen sich sämtliche Übergänge hervorrufen. Im Versuch XVIII wurde rechts 0,95, links nur 0,2 ccm Kammerwasser beim Hunde entnommen. Die ebenfalls gleichzeitig ausgeführte Punktion beider Augen verursachte demgemäß eine Erhöhung der Brechungsindices von 1,3353 auf 1,3390 am rechten und von 1,3354 auf 1,3357 am linken Auge. Links sozusagen unverändert, rechts nach der totalen



Ablassung eine sehr starke Eiweißhöhung. Ähnliche Versuchsergebnisse finden wir in den Versuchen Nr. XVII und XIX.

Schon aus diesen Angaben geht klar hervor, daß das menschliche zweite Kammerwasser sich anders verhält als das Regenerat der Tiere. Bei letzteren ist eine deutliche Zunahme des Brechungsexponenten, welche sogar gewisse Gesetzmäßigkeiten aufkommen läßt. Die Brechungsindices des menschlichen Kammerwassers zeigen auch nach kompletter wiederholter Entleerung keine Erhöhung. Es wurde schon bereits erwähnt, daß Hagen in dieser Richtung die ersten systematischen Untersuchungen angestellt hat, zwar hat Hamburger<sup>1)</sup> schon früher gelegentlich einer Staroperation das entnommene Kammerwasser mit konzentrierter Salpetersäure unterschichtet und festgestellt, daß der Eiweißgehalt des menschlichen regenerierten Kammerwassers viel geringer sei als beim Kaninchen. Trotz der mehrfachen Bestätigung dieser Befunde hält Wessely den Eiweißmangel unbewiesen und sucht die Verschiedenheit seiner Ergebnisse mit seiner überlegenen Technik zu erklären. Bei der Besprechung der Refraktometrie haben wir die darauf bezüglichen Einwände aufgezählt, die es unmöglich machen sollen, die feine Erhöhung des Eiweißgehaltes des menschlichen Regenerates klar zu legen, da diese Erhöhung nach Wessely zwar deutlich, doch viel geringer als bei den Versuchstieren sei. Um von der Refraktometrie nicht auf Irrwege geführt zu werden, schlägt Wessely zur Entscheidung dieser Frage den chemischen Nachweis vor. Diese Methodik ist jedenfalls verläßlich und geeignet, die Lösung der Probleme herbeizuführen, nur ist ähnlich der Refraktometrie auch nicht jeder chemische Nachweis geeignet, den Zweck zu erfüllen. Und aus den früher ausgeführten Gründen ist es verständlich, daß die von Wessely angewendete Esbachmethode eben unverläßlich und unspezifisch ist. Daher müssen wir eine andere Art der Eiweißfällung wählen. In den vorliegenden Untersuchungen haben wir außer der Refraktometrie die Eiweißstoffe durch Fällung mit 90 proz. Alkohol nachgewiesen und, wo es möglich gewesen, auch durch Wägung bestimmt.

Bei der Fällung mit 90 proz. Alkohol haben wir das Kammerwasser mit 10facher Menge Alkohol zusammengebracht. Diese Methode hat uns stets vorzügliche Dienste geleistet. Der größte Vorteil ist der, daß die Fällung spezifisch ist, Nichteiweißstoffe werden nicht mitgerissen. Außerdem ist die Beobachtung eine bequemere. Schon feine Niederschläge kommen markant zum Vorschein. Wenn in der Lösung die Eiweißkörper äußerst spärlich vertreten sind, so entsteht doch ein deutliches Opaleszieren der Lösung, besonders auf dunkler Unterlage gut sichtbar.

<sup>1)</sup> Hamburger, Über die Saftströmung des Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 48, 51. 1910.

Die Wägung des Eiweißes konnte schon nur im Kammerwasser größerer Versuchstiere vorgenommen werden. Doch zeigen diese Versuche in mancher Hinsicht wertvolle Resultate.

Die Fällung mit 90 proz. Alkohol bewies, daß im normalen physiologischen Kammerwasser von Mensch und Tier niemals ein Niederschlag entsteht. In den meisten Fällen war nicht einmal eine Opalescenz wahrnehmbar. Nur in einigen Fällen gelang es eine ganz schwache, kaum merkliche Opalescenz zu beobachten. Desto stärker reagierten diese tierischen Kammerwässer, bei welchen die Refraktometrie stark erhöhte Brechungsindices zeigte. So gab im Versuch Nr. II die bei der ersten Punktion des rechten und linken Auges gewonnene Flüssigkeit mit 90 proz. Alkohol keinen Niederschlag, dagegen die zweiten und dritten Punktate des linken Auges ( $n_D = 1,3418$  bzw.  $1,3382$ ) und das zweite Punktat des rechten Auges ergaben einen groben, besonders starken Niederschlag. Bei der Wägung wurde die den Niederschlag enthaltende Lösung filtriert, der Niederschlag mit 90 proz. Alkohol nachgespült, schließlich Filter und Niederschlag auf Wasserbad getrocknet. Die so erhaltenen Eiweißwerte waren im Versuch VII und VIII in Prozenten ausgedrückt noch etwas höher als die Umrechnungswerte der Brechungsindices. Eben diese chemischen Nachweisversuche haben uns die Annahme, daß im primären Kammerwasser Eiweiß vorhanden ist, fraglich gemacht. Die Refraktometrie des normalen menschlichen und tierischen Kammerwassers ergab solch niedrige Brechungsindices, daß auf Grund dessen diese Behauptung nicht gestützt wird. Die Werte lagen immer unterhalb  $1,3360$  (meistens  $1,3352-1,3355$ ). Nach unserer Tabelle können diesen Ausschlägen keine Eiweißwerte zukommen, nach Seidel entsprechen diesen Exponenten ungefähr  $0,025\%$ , aber eben in diesem unteren Grenzgebiet erscheinen uns seine Umrechnungswerte zu hoch, so daß wohl die Möglichkeit vorliegen könnte, daß die Refraktometrie hier keine Eiweißstoffe nachweist. Dazu kommt noch, daß der chemische Nachweis in der großen Mehrzahl der Fälle negativ ausfiel, da nicht einmal eine Spur von Opalescenz mit 90 proz. Alkohol entstand. Wir glauben daher nicht fehl zu gehen, wenn wir behaupten, daß das normale Kammerwasser Eiweißstoffe überhaupt nicht enthält oder wenigstens in nicht nachweisbaren Mengen. Schon die Opalescierung des normalen Kammerwassers gehört sicher zu den Seltenheiten.

Mit dem chemischen Eiweißnachweis zusammen muß der Gehalt des Kammerwassers an Aminosäuren behandelt werden. In der bisherigen Literatur vermischen wir darüber jede Angabe, daß im Kammerwasser Eiweißabbauprodukte nachweisbar waren. Es mußte aber auf das Vorhandensein ähnlicher Abbaustoffe im Humor aqueus unbedingt gedacht werden, da diese auch im Harn regelmäßig vertreten sind.

Die Untersuchungen von Neuberg und Richter haben dargetan, daß sowohl im normalen als auch im pathologischen Harn Stoffe sich vorfinden, die unzweideutig Eiweißabbausteine erkennen lassen, wie Glykokoll, Cystin und Tyrosin. Wir suchten eine geeignete Methode, um Aminosäuren in der zur Verfügung stehenden kleinen Menge des Kammerwassers nachweisen zu können. Zu diesem Zwecke besitzen wir 1. die Veresterungsmethode von E. Fischer; 2. die  $\beta$ -Naphthalin-sulfochloridbestimmung von Fischer und Bergell; 3. die  $\alpha$ -Naphthylisocyanmethode; 4. die Methode von Pfaundler; 5. die Formoltitrierung von Sörensen und 6. die Ninhydrinmethode von E. Herzfeld<sup>1)</sup>. Methoden 1—3 sind Isolierungsmethoden und kommen somit für die quantitative Bestimmung nicht in Betracht; die Methoden 4—6 arbeiten quantitativ. Für unsere Zwecke schien uns die Methode von Herzfeld angezeigt zu sein.

Der Grundgedanke dieses Vorgehens ist, daß beim Erwärmen von Triketohydrindendehydrat (Ninhydrin) mit Aminosäuren letztere unter  $\text{CO}_2$  und  $\text{NH}_3$  Austritt zum Aldehyd oxydiert werden, und es entsteht hierbei das dem Murexid entsprechende Diketohydrindylidendiketohydrindamin, das sich in Alkohol, je nach der Konzentration, mit hellerer oder dunklerer blauer bis violetter Farbe löst. Im Colorimeter wird dann mittels einer Vergleichslösung die Bestimmung ausgeführt. Bei der Ausführung wurde die genau abgemessene Menge des Kammerwassers mit ca. 5 ccm 90proz. Alkohol versetzt, bis zum Sieden in Wasserbad erhitzt und hierauf in eine Porzellanschale filtriert. Das Filtrat wurde mit Ninhydrinlösung versetzt, im Wasserbade eingedampft. Der Rückstand wurde sogleich nach vollständigem Eintrocknen mit 90proz. Alkohol ausgezogen. Der Auszug wurde im Colorimeter mit einer Vergleichslösung verglichen, und zwar so, daß bei der zu untersuchenden Lösung das Colorimeter auf 5, 10, 20 mm eingestellt wurde und die Colorimeterschraube an der Kontrollseite so lange bewegt, bis auf beiden Seiten die gleiche Farbenintensität erschien. Die Höhe der Flüssigkeitssäule steht im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Konzentration, woraus die Gleichung entsteht

$\frac{c}{a} = \frac{x}{y}$  und  $x = \frac{c \cdot y}{a}$ , wobei  $a$  die Schichtdicke der zu untersuchenden Flüssigkeit,  $c$  die Schichtdicke der Vergleichslösung,  $y$  den Gehalt der Vergleichslösung an Glykokoll und  $x$  den Gehalt der Glykokoll entsprechenden Aminosäuren in der zu untersuchenden Flüssigkeit bedeutet. Mit Hilfe dieser Gleichung haben wir in unseren Fällen gearbeitet. Als Beispiel soll unser Fall I dienen, in dem der bei ersten Punktion 10 : 1,25, bei der zweiten Punktion 10 : 1,5 abgelesen wurde, und dementsprechend war  $x = \frac{10 \cdot 0,2}{1,25}$  (d. h. 0,025%), bzw.  $x = \frac{10 \cdot 0,2}{1,5}$  (d. h. 0,03%).

Bei den uns zur Verfügung stehenden minimalsten Mengen konnte selbstverständlich nicht einmal daran gedacht werden, die einzelnen Aminosäuren zu isolieren. Wir begnügten uns damit, nachgewiesen zu haben, daß im ersten und gleichfalls im zweiten Kammerwasser Aminosäuren ständig vorhanden sind, und versuchten die Gesamtmenge dieser Stoffe in Glykokoll-Aminosäure auszudrücken. Dieser er-

<sup>1)</sup> E. Herzfeld, Münch. med. Wochenschr., 1914, Nr. 27.

stattete Nachweis über das Vorkommen von Aminosäuren ist an und für sich aus physiologischen Gesichtspunkten wichtig. Außerdem haben diese Untersuchungen gezeigt, daß auch beim chemischen Nachweis von Eiweißstoffen im Kammerwasser mit Eiweißabbauprodukten gerechnet werden muß. Die Methode soll daher so gewählt werden, daß ein eventueller Niederschlag verursacht durch Aminosäuren nicht eine Eiweißfällung vortäuschen könne. Ein weiterer Beweis, daß die von uns angewendete Methode des Eiweißnachweises mittels 90proz. Alkohol gerechtfertigt ist.

Die mit dieser Methodik erhaltenen Werte waren niedrig. Besonders die Werte im Kammerwasser des Menschen und kleinerer Versuchstiere, wo gleichfalls mit höchstens 0,1—0,2 ccm Flüssigkeit gearbeitet wurde, waren verhältnismäßig größeren Schwankungen unterworfen. Bei den vielen Manipulationen und Umrechnungen sind aber bei so kleinsten Mengen reichlich Fehlerquellen gegeben. Nur diese mögen die Schuld daran tragen, daß Schwankungen zwischen 0,025% und 0,3% nicht zu den Ausnahmen gehörten. Die Versuchsergebnisse bei größeren Tieren geben in dieser Hinsicht auch schon konstantere Zahlen, so in den Versuchen Nr. VII—X (Pferd) war schon nur eine Schwankungsbreite zwischen 0,04—0,06% vorhanden.

Jedenfalls konnten wir keine Werte erhalten, aus denen geschlossen werden könnte, daß die Aminosäurewerte im primären Punktat ein anderes Verhalten darbieten als im sekundären Regenerat. Beide ergaben, abgesehen von den nichteliminierbaren Fehlerquellen, gleichmäßige Zahlen. In dieser Hinsicht ist das Verhalten der Aminosäuren ein den Kochsalzwerten des Kammerwassers ähnliches. Letztere ergeben im ersten und zweiten Kammerwasser des Menschen und der angewendeten Versuchstiere ebenfalls keine Wertänderung. Somit besteht zwischen NaCl und Aminosäureausscheidung ein Parallelismus, größere Schwankungen im Verhältnis zwischen beiden boten das erste und das zweite Kammerwasser nicht dar. Diese von uns erwiesenen Ergebnisse stimmen mit den von anderen Autoren erbrachten gut überein, daß auch in den einzelnen Urinausscheidungen ein ähnlicher Parallelismus bestehe, und daß mit der Zunahme des Kochsalzes im Harn sich die Aminosäureausscheidung gleichfalls steigert.

Bei der Kochsalzbestimmung bedienten wir uns der Methode von Volhard-Arnold, wobei das Kammerwasser zuerst mit ca. zehnfacher Menge 90proz. Alkohol versetzt wurde. Wenn das Kammerwasser eiweißreich gewesen, so wurde erst filtriert, der Niederschlag entfernt, und erst das Filtrat mit einer Messerspitze von Ferriammonsulfat vermischt. Durch Zuführen von  $n/10$  Silbernitratlösung wurde das Kochsalz in Silberchlorid umgewandelt, das in weißen Flocken ausfällt. Aus einer Bürette wurde dann unter beständigem Umschütteln  $n/10$  Ammoniumsulfocyanat tropfenweise zugefügt, bis die gelblichrötliche Farbe nicht mehr verschwand. Aus der Differenz des zugesetzten und zurücktitrierten Silber-

nitrats wurde der Chlorgehalt bestimmt, in dem 1 ccm  $n/_{10}$  Silbernitratlösung 0,005846 g NaCl entspricht.

Es wurde schon bereits Erwähnung getan, daß das Arbeiten mit Hilfe dieser Methode zu ziemlich konstanten Zahlen führte. Die Durchsicht der Protokolle ergibt oft wiederkehrend 0,586% Kochsalz an. Manchmal sind die Werte etwas höher, bzw. niedriger, die Schwankungen sind aber immer kleine und gleichfalls als bei der Bestimmung der Aminosäuren hauptsächlich beim Arbeiten mit kleinsten Mengen entstanden. Mensch und verschiedene Tiere, erstes und zweites Kammerwasser, Variieren der Zwischenzeit und der entnommenen Menge des Kammerinhaltes vermochten gleichfalls keine wesentliche Änderung der Kochsalzprocente zu verursachen. Die kleinen Schwankungen verlieren besonders dann an Bedeutung, wenn sie mit Veränderungen des Eiweißgehaltes parallel gestellt werden.

Unsere Versuche bewiesen, daß im menschlichen und im tierischen Kammerwasser (Punktat und Regenerat) ständig Aminosäuren beigemischt sind. Die Menge letzterer zeigt mit der Kochsalzmenge einen strengen Parallelismus. Beide Stoffe sind mit ziemlich konstanten Zahlen vertreten. Das erste Kammerwasser des Menschen und das der Versuchstiere zeigen auch in bezug auf Eiweißgehalt ein gleiches Verhalten; dagegen werden die Eiweißprocente im zweiten Kammerwasser stark divergent. Letztere Tatsache wird nicht nur mit refraktometrischen Untersuchungen, sondern auch mit chemisch einwandfreien Eiweißfällungen unterstützt werden.

Unsere Untersuchungen ergaben wichtige Unterschiede nur zwischen weitem Kammerwasser des Menschen und der Tiere. In anderen Richtungen waren die Ergebnisse ziemlich eindeutig. Ähnlich hat Hagen<sup>1)</sup> als erster auf systematische Untersuchungen stützend hervorheben können, daß das regenerierte Kammerwasser beim Menschen eiweißarm ist und nicht gerinnt. In seiner ersten Arbeit wurden 5 Fälle berücksichtigt, bei denen keine Erhöhungen der Brechungsindices konstatiert wurde (bei einem Glaukompatienten war eine unwesentliche Erhöhung). In einer späteren Mitteilung<sup>2)</sup> äußert sich Hagen dahin, daß die Ersetzung des Kammerwassers in normalen und in pathologisch veränderten Augen eine stark differente ist, da in letzteren die Ersetzung viel rascher sich vollzieht. In normalen Augen beansprucht die Neufüllung der Vorderkammer ungefähr  $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden, in pathologischen Augen genügen dagegen schon 35—70 Minuten. In 6 pathologisch veränderten Augen (vor der zweiten Punktion wurde der intra-

<sup>1)</sup> Hagen, Die Regeneration des Kammerwassers im menschlichen Auge. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., **64**, 187. 1920 und Weitere Untersuchungen über die Regeneration des Kammerwassers usw., ebenda, **66**, 493. 1921.

<sup>2)</sup> loc. cit.

okulare Druck bestimmt, da die Wiederherstellung des Druckes anzeigen sollte, daß das Kammerwasser nicht mehr aus dem Glaskörper, sondern aus der Blutbahn stammt) war das regenerierte Kammerwasser stets eiweiß- und fibrinreich, wenn auch nicht gleichmäßig hoch in sämtlichen Fällen. Bei diesen Bestimmungen, und ebenso bei der Arbeit von Löwenstein<sup>1)</sup> kam das Pulfrichsche Refraktometer zur Verwendung. Löwenstein hat in 3 Fällen bei normalem Vorderabschnitt wiederholt punktiert und ein ähnliches Resultat erhalten, welches ihn zum Schlusse, daß „in der wichtigen Frage der Kammerwasserregeneration das menschliche Auge und das unserer gebräuchlichen Versuchstiere weitgehend verschieden“, veranlaßte. In 5 Fällen von Iridocyclitis fand Löwenstein erhöhten Eiweißgehalt im Kammerwasser, jedoch wurde in diesen Fällen keine zweite Punktion ausgeführt. Römers<sup>2)</sup> Befunde stimmen mit dem vorher Angeführten überein. In normalen Augen soll Römer nach der Punktion ein gleichfalls eiweißarmes Kammerwasser gefunden haben, in entzündeten Augen dagegen war der Eiweißgehalt des ersten Kammerwassers schon erhöht, und nach der Punktion stieg der Eiweißgehalt desselben.

Gegenüber diesen Behauptungen sind von Wessely anscheinend schwerwiegende Einwände erhoben worden. Der negative Ausfall der Erhöhung des Eiweißgehaltes im zweiten Kammerwasser soll in der Methodik selbst begründet sein, da diese nicht geeignet ist, solch minimale Erhöhungen, von denen eben in diesem Falle die Rede sein kann, nachzuweisen. Bei der allgemeinen Besprechung der Refraktometrie haben wir uns schon mit diesen Fragen eingehend befaßt. Es soll nur ergänzend angeführt werden, daß nach Wessely Hagen in seinen Untersuchungen des normalen Kammerwassers eine Schwankungsbreite von 1,1 Skalengraden angibt, welche Differenz Eiweißwerten von 0,01 bis etwa 0,3% entspricht. Die Schwankungsbreite war bei Löwenstein schon erheblich geringer, doch zwischen 3 und 5 Zehntelteilstrichen. Dieser Labilität zufolge könnten Eiweißerhöhungen bis auf 0,1% entgangen sein. Diese Einwendungen scheinen an Wichtigkeit noch dadurch zu gewinnen, daß Wessely mit einer anderen Methode, mit der chemischen Bestimmung, abweichende Befunde erheben konnte.

Es wäre daher möglich, daß im zweiten Kammerwasser des Menschen tatsächlich eine mit chemischen Methoden nachweisbare Erhöhung des Eiweißgehaltes vor uns liegt, welchen aber die Refraktometrie nicht mehr anzuzeigen imstande ist. Wenn diese Möglichkeit sich bewahr-

<sup>1)</sup> Löwenstein, Untersuchungen über den Stoffwechsel des menschlichen Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., **65**, 643. 1920.

<sup>2)</sup> Römer, Experimentelles über Hypotonie. Berichte der ophthalm. Gesellsch. Heidelberg 1920, **42**, 66.

heiten würde, könnte die Verschiedenheit der Ergebnisse gut geklärt werden, besonders weil die Refraktometrie in ihren niederen Ausschlägen selbst beim Blutserum (in welchen zwar das Verhältnis der Eiweißstoffe gegenüber der Nichteiweißstoffe das gewünschte Hohe ist) unverlässlich wird. Uns ist eben aus den angeführten Gründen besonders wichtig gewesen, neben der Refraktometrie auch chemische Eiweißbestimmungen anzustellen. Bei letzteren Untersuchungen haben wir vom Esbachschen Reagens aus bereits angeführten Gründen keinen Gebrauch gemacht. Zur Charakteristik des ungenauen Arbeitens mit Esbach soll erwähnt werden, daß Wyss<sup>1)</sup> unter 78 Fällen nur in 3 Fällen eine Übereinstimmung der Esbachwerte mit den gravimetrisch erhaltenen Prozentsätzen erzielt hat. Wessely hat mit diesem Reagens Erhöhungen nachgewiesen, welche sogar durch Schätzung in Prozentsätzen ausdrückbar gewesen sind.

Wessely hat drei Augen untersucht. Das erste Auge eines Keratoplasiepatienten ergab eine Erhöhung von 0,01% auf 0,08%, wobei eben die gesteigerte Tiefe der Vorderkammer einen sichtbaren Effekt durch größere Annäherung an die Tierexperimente abgeben haben soll. Im zweiten Falle bei einem Endotheliom der Orbita wurden innerhalb 1½ Stunden drei Punktionen vorgenommen, wobei Werte unter 0,01%, 0,02% und schließlich 0,05% erhoben wurden. Im dritten Falle bei einer neuritischen Sehnervenatrophie wurden innerhalb 3 Stunden zwei Punktionen ausgeführt, und der Eiweißgehalt stieg von 0,01% auf 0,06%. Gilbert<sup>2)</sup> konnte mit anderen Eiweißfällungsmethoden ähnliche Erhöhungen im Eiweißgehalte nachweisen, doch die seiner Rechnung zugrunde liegende Salpetersäureschichtprobe kann womöglich noch in geringerem Grade Anspruch erheben, als spezifische Fällung gelten zu können. Bei dieser Methodik konnte in einem Fall eine Erhöhung von 0,017% auf 0,119% im Kammerwasser verzeichnet werden. In zwei anderen Fällen gab das erste Kammerwasser nach Wassermann und nach Nonne negative Ergebnisse, dagegen das zweite Kammerwasser positive Resultate. Dieses Verhalten wird auf Übertritt der Reagine aus dem Blutserum, auf Vermehrung der Globuline des zweiten Kammerwassers zurückgeführt.

Die Resultate von Wessely und Gilbert sind jüngerer Herkunft. Wir haben bereits früher angeführt, daß wir in 4 Fällen wiederholt Punktionen der menschlichen Vorderkammer ausgeführt haben, und daß hierbei refraktometrisch keine Erhöhung des Eiweißgehaltes ge-

<sup>1)</sup> Wyss, Über einige quantitative Eiweißbestimmungen im Harn. Diss., Zürich 1914.

<sup>2)</sup> Gilbert, Über Veränderungen des Ciliarepithels nach Vorderkammerpunktion nebst Bemerkungen über Kammerwasserersatz. Arch. f. Augenheilk., 88. 210. 1921.

funden wurde. Wir bemühten uns auch chemische Bestimmungen anzustellen, und bedienten wir die Fällung mit 90proz. Alkohol. Es kam ja zuerst nicht die prozentuelle Bestimmung des Eiweißes in Frage, sondern die Bejahung oder Verneinung der Behauptung, daß im menschlichen zweiten Kammerwasser unter normalen Verhältnissen eine Eiweißvermehrung nachweisbar ist. Dieser Nachweis ist uns nicht gelungen, auch nicht mittels chemischer Fällung.

Ein 46jähriger an tabischer Sehnervenatrophie total erblindeter Pat. wurde an beiden Augen punktiert. Zwischen beiden Punktionen war eine Zwischenzeit von  $1\frac{1}{2}$  Stunden gewählt. Rechts und links wurde total abgelassen und ungefähr 0,2 ccm klare Flüssigkeit gewonnen (Brechungsindex rechts 1,3352, links 1,3352). Bei der zweiten Punktion wurde gleichfalls total abgelassen (Brechungsindex rechts 1,3352, links 1,3353). Von allen vier Kammerwässern wurde je 0,1 ccm mit 3 ccm 90proz. Alkohol versetzt. Sämtliche Röhren zeigten ein gleichmäßiges Verhalten. Nicht, daß es nicht zur Bildung eines Niederschlages gekommen ist, aber auch die leichteste Opalescenz wurde vollständig vermißt.

Unsere Ergebnisse lassen daher nur den Schluß zu, daß im menschlichen Kammerwasser nach stattgehabter Punktion die Neufüllung der Vorderkammer ohne refraktometrisch oder chemisch nachweisbare Erhöhung des Eiweißgehaltes vor sich geht. Wir halten es für möglich, daß der positive Ausfall anderer Autoren durch unspezifische in der Methodik liegende Fehlerquellen vorgetäuscht wurde<sup>1)</sup>.

Es muß also festgehalten werden, daß in bezug der Erhöhung des Eiweißes das menschliche und tierische Kammerwasser ein verschiedenes Verhalten darbieten; dagegen ist das erste Kammerwasser nach physikalisch-chemischen Gesetzkunkten identisch aufgebaut. Das erste Kammerwasser des Menschen und das der verschiedenen Tiere enthält außer Wasser NaCl und Eiweißabbauprodukte (ausgedrückt in Glykoll-Aminosäure) in sozusagen gleicher prozentueller Mischung. Das erste Kammerwasser enthält nach unseren Ergebnissen in den meisten Fällen überhaupt keine Eiweißteilchen, da mit 90proz. Alkohol nur äußerst selten eine ganz schwache Opalescenz erzielt wurde. Die Ergebnisse, welche in diesem Kammerwasser Eiweißnachweis erbracht haben, sind nicht einwandfrei, da die Methodik ein unvollkommene

<sup>1)</sup> Während der Drucklegung dieser Arbeit wurden die Untersuchungen weiter fortgeführt und bei einem weiteren Patienten mit tabischer Sehnervenatrophie innerhalb 70 Minuten zwei Punktionen der Vorderkammer vorgenommen. Bei beiden Punktionen wurde über 0,2 ccm Kammerwasser abgelassen. Je 0,2 ccm Kammerwasser wurde mit 3,0 ccm 90proz. Alkohol versetzt. Das erste Kammerwasser ergab nicht eine Spur von Opalescenz, dagegen war im zweiten Kammerwasser eine ganz leichte Opalescenz, besonders auf schwarzer Grundlage, sichtbar. Diese vorhandene Opalescenz war aber so leichten Grades, daß ein quantitativer Vergleich mit verdünntem Blutserum nicht in Frage kommen könnte. Eine Opalescenz ähnlich geringeren Grades war gelegentlich auch bei ersten Punktionen der Vorderkammer vorhanden.



gewesen ist. Wenn wir bei diesen niederen Prozentzahlen die Ausschläge des Refraktometers infolge der Unverläßlichkeit ablehnen, den chemischen Nachweis mittels Pikrin- oder Salpetersäure infolge unspezifischer Fällungsmöglichkeit nicht berücksichtigen und zum positiven Eiweißnachweis die Fällung bzw. die entstandene Opalescierung der Lösung nach Mischung mit 90 proz. Alkohol erfordern, so müssen wir die Behauptung aufstellen, daß das physiologische Kammerwasser Eiweißteilchen in nachweisbaren Mengen nur äußerst selten enthält. Somit wäre das physiologische Kammerwasser eine der molekulardispersen sehr nahestehende Lösung.

Diese Eigenschaften sind dem menschlichen und tierischen physiologischen Kammerwasser gemein. Eine Punktion der Vorderkammer (vorausgesetzt, daß größere Mengen abgelassen werden) führt bei Tieren eine wesentliche Änderung herbei. Der Salz- und Aminosäuregehalt unterliegen keiner wesentlichen Vermehrung, ihre Erhöhung liegt innerhalb der unausschließbaren Fehlerquellen. Dagegen verändert sich der Eiweißgehalt der Lösung im sekundären Regenerat, und aus der molekulardispersen wird eine kolloide Lösung. Dieses nichtphysiologische Kammerwasser liefert sämtliche Übergänge von der hochdispersen bis zu der grobdispersen Lösung. Entsprechend dem Stande der Permentilitätsstörung der absondernden Zellen sind die verschiedensten Phasen dieses Zustandes vertreten. In der hochdispersen Form finden sich nur feinste Eiweißteilchen, in der grobdispersen Form sind bis zu der Fibrinfraktion sämtliche Phasen vertreten. Zufolge dieser Änderung geht die Homogenität des physiologischen Kammerwassers verloren, das kolloide Kammerwasser büßt seine Durchsichtigkeit ein. Im grobdispersen Kammerwasser entsteht mit 90 proz. Alkohol statt der früheren Opalescenz schon ein dicker voluminöser Niederschlag, ohne ein entsprechendes Anwachsen des Salz- und Aminosäuregehaltes. Letzterer Umstand bedingt es, daß die zunehmenden Eiweißteilchen im Kammerwasser nicht gelöst erscheinen können, da die Salze und Aminosäure, d. h. die Lösungsvermittler keine dem Eiweißteilchen entsprechende Zunahme zeigen.

Bei Tieren ist eine ausgiebige Punktion schon geeignet, diese Umwandlung von molekulardispersen in kolloide Lösung herbeizuführen, was beim Menschen auch nach totaler und öfters wiederholter Punktion nicht der Fall ist. Dagegen führen spontane pathologische Veränderungen des vorderen Abschnittes zu einer ähnlichen Umwandlung des Humor aqueus. Über diese Zustandsänderung haben sich ältere Autoren mit einfacher Methodik schon überzeugen können. Schirmer berichtet, daß bei fast allen intraokularen Entzündungen das Kammerwasser qualitativ und quantitativ verändert sei, da es in geringeren Mengen ausgeschieden wird und abnorm große Eiweißmengen enthält,

und zwar etablieren sich diese Veränderungen schon wenige Stunden nach Beginn der Entzündung. In 3 Fällen von rein seröser Cyclitis war das bei einer Operation gewonnene Kammerwasser kaum eiweißreicher, während bei fibrinösen und eitrigen Iritiden das Kammerwasser 1—2% Eiweiß enthielt. Zur Nedden<sup>1)</sup> beschrieb bei Iritiden die spontane Gerinnbarkeit des Kammerwassers. Löwenstein und Hagen konnten bei Iridocyclitiden refraktometrisch das Anwachsen der Brechungsindices feststellen. Allerdings untersuchte Löwenstein nur das erste Punktat und zog unerlaubte Schlüsse, da die Ergebnisse der Punktationen des normalen menschlichen Auges einfach auf das Pathologische übertragen wurden. Er nahm an, daß im Auge, wo das primäre Kammerwasser eiweißreich geschaffen ist, nach Entleerung des Kammerinhaltes das Regenerat ebenso eiweißarm sein wird als in normalen Augen, und auf Grund dieser verfrühten Annahme wurde dann die günstige Wirkung der Kammereröffnung bei entzündlichen Prozessen erklärt. Wie diese Erklärung unzulässig gewesen, hat Hagen bewiesen, der in ähnlichen Fällen eine noch mehr ausgesprochene Zunahme der Brechungsindices im zweiten Kammerwasser vorgefunden hat.

Zur Illustrierung dieser Verhältnisse soll auch folgender Fall dienen.

Bei einem 42 jährigen Pat., der seit 2 Jahren an chronischer Uveitis des linken Auges leidet, haben wir innerhalb 35 Minuten mit der Pravatzspritze zwei Punktationen mit üblicher Technik ausgeführt. Es wurde jedesmal total abgelassen. Beide Punktate waren makroskopisch intensiv gelb, besonders stark der primäre Inhalt der Vorderkammer (chemisch wurde Bilirubin nachgewiesen, worauf wir noch zurückkommen werden). Der Brechungsindex des ersten Kammerwassers betrug 1,3420, der des zweiten 1,3369. Je 0,1 ccm mit 3,0 ccm 90 proz. Alkohol gab ziemlich voluminösen Niederschlag, jedoch war der Niederschlag entsprechend dem höheren Brechungsexponenten im ersten Röhrchen viel massiger. Die beigegebene Abbildung erläutert genau diesen Unterschied.

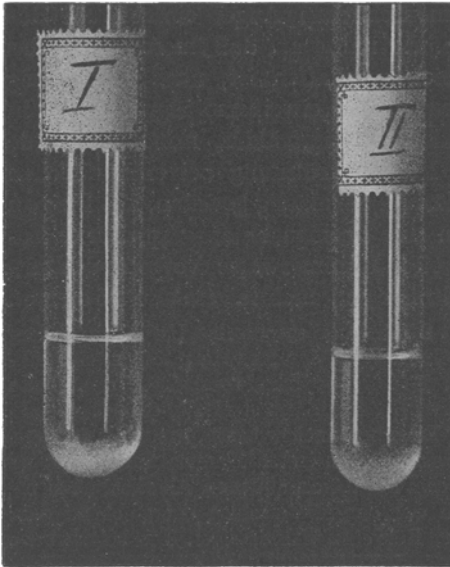
Dieser Versuch zeigt, daß bei Entzündungen das primäre Kammerwasser des menschlichen Auges statt des molekulardispersen ein kolloides ist. Dem gröberen Dispersitätsgrad zufolge ist die Homogenität eingebüßt; refraktometrisch und mit chemischen Fällungen läßt sich Eiweiß in großen Mengen nachweisen. Das zweite Kammerwasser war weniger eiweißreich als das erste, was wohl mit der kurzen Zwischenzeit, in welcher aber schon die Regenerierung aus der Blutbahn eingesetzt hat, im Zusammenhange steht, doch waren auch im zweiten Punktat hochgradig erhöhte Eiweißmengen nachweisbar gewesen.

Im entzündlichen menschlichen Auge gelang es uns diese Veränderung des Eiweißgehaltes nachzuweisen, dagegen fielen, wie bereits öfters erwähnt, in normalen Augen die Untersuchungen negativ aus.

Bei der Besprechung der Eiweißzunahme im tierischen Kammerwasser müssen wir noch eine Streitfrage streifen, ob die Menge der

<sup>1)</sup> Zur Nedden, Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 64, 605. 1920.

abgelassenen Flüssigkeit eine Wirkung auf die Zunahme bzw. auf den Übertritt der Eiweißteilchen ausübt? Wessely hat es wiederholt bejaht und festgestellt, daß aus der Vorderkammer des Kaninchens bis zu 20 mg abfließen kann, ohne eine merkliche Zunahme im Eiweißgehalt zu verursachen. Dagegen hebt Seidel<sup>1)</sup> erst jüngst wieder hervor, daß nach teilweiser Entleerung der Vorderkammer bei Katzen, auch wenn nur 0,1—0,2 ccm aspiriert wurde, nach einer Stunde in der Vorderkammer ein stark erhöhter Eiweißgehalt von 1—1,5% vor-



gefunden wurde. Wessely erblickt auch in diesen Eiweißprozenten eine der entnommenen Menge entsprechende Abstufung, da die vollständige Entleerung Eiweißprocente bis auf 3% aufkommen läßt. Unsere Versuche zeigen zweifellos, daß die Menge der aspirierten Flüssigkeit einen wesentlichen Faktor abgibt. Die Versuche Nr. XVII, XVIII und XIX wurden so variiert, daß beim gleichen Hunde zu gleicher Zeit an einem Auge total, am anderen Auge nur ein Teil des Kammerwassers abgesaugt wurde. Dementsprechend konnten bei der gleichfalls zur selben Zeit beiderseits ausge-

föhrten zweiten Ablassung des Kammerinhaltes hochgradig bzw. mäßig gesteigerte Schwankungen des Refraktometers erzielt werden. Es kann also fraglich erscheinen, wie diese Ergebnisse richtig gedeutet werden sollen, aber es steht fest, daß je ausgiebiger die erste Aspirierung war, desto größere Disperse sind in der neugefüllten Kammer erschienen<sup>2)</sup>.

Unsere Untersuchungen und Versuche zeigen, daß das physiologische Kammerwasser bei Mensch und bei Tieren identisch gebaute Produkte darstellen. In bezug auf Eiweiß-, Salz- und Aminosäuregehalt konnten ähnliche Werte festgestellt werden. Beim Menschen entstehen aber nur

<sup>1)</sup> Seidel, Über den Kammerwasserersatz im menschlichen und im Tierauge. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol., **104**, 162. 1921.

<sup>2)</sup> Bei diesen Versuchen verwendeten wir eine äußerst dünne Kanüle, die schräg in die Hornhaut eingeschoben, dann einige Millimeter lang intralamellär weitergeführt wurde, und dann erst wurde nur die Vorderkammer eigentlich eröffnet. Auf diese Weise läßt sich das Abfließen des Kammerwassers sehr leicht vermeiden.

infolge krankhafter Veränderungen des Vorderabschnittes solche Umgestaltungen in der chemischen Zusammensetzung des Kammerwassers, welche analog zu stellen sind mit den bei Tieren nach ausgiebiger Entleerung der Vorderkammer entstandenen Veränderungen. Diese Veränderungen betreffen nur den Eiweißgehalt des Kammerwassers, wodurch die Lösung den kolloiden Charakter annimmt. Der Salz- und Aminosäuregehalt bleiben unverändert. Dieses Verhalten ist besonders erwähnenswert, da die Untersuchungen von Peters<sup>1)</sup> bei der tetanischen Katarakt das Entgegengesetzte zu beweisen scheinen, da nach Naphthalinvergiftung eine Salzvermehrung im Kammerwasser eintreten soll. Diese Ansicht wird hauptsächlich auf Versuche gestützt, bei denen der Salzgehalt durch Veraschung bestimmt wurde. Peters hat, um die unvermeidlichen Fehlerquellen zu reduzieren jedesmal das Kammerwasser von 6 Augen zusammen verdampft und untersucht, wobei je 6 Normalaugen 0,76%, 0,81%, 0,85% und 0,835%, je 6 Naphthalin-Augen 0,844%, 0,864%, 0,844% und 0,92% ergeben haben. In letzteren 4 Versuchen resümierten also zweimal noch niedrigere Zahlen als die höchste bei normalen Tieren gefundene Zahl, und in den 2 anderen Versuchen waren die Werte unbedeutend gestiegen. Peters zieht zwar aus diesen 2 Fällen den Schluß, daß die Naphthalinvergiftung eine Erhöhung des Salzgehaltes verursachte, eine Folgerung, der wir nicht beipflichten können, wenn wir die absolut kleine Zahl der ausgeführten Versuche und die minimalste Erhöhung des Salzgehaltes in den zwei positiven Versuchen vor Augen halten, welche noch innerhalb der möglichen Fehlerbreite liegen können. Es muß also als bewiesene Tatsache gelten, daß die Ablassung des Kammerwassers keine Erhöhung des Salzgehaltes verursacht, und daß das Auftreten derselben auch bei anderen Reizen (Naphthalinvergiftung) nicht als bewiesen gelten kann. Die Vorhebung dieses Umstandes ist auch darum schon wichtig, weil z. B. Gilbert auf die refraktometrische Eiweißbestimmung verzichtet, weil „der Salzgehalt des Kammerwassers das Ergebnis der Refraktometrie bei so geringen Eiweißmengen, wie sie im Kammerwasser sich finden, störend beeinflussen kann“.

Die Absonderung des kolloiden Kammerwassers beginnt bei Tieren stürmisch nach der Kammerentleerung, erreicht innerhalb 3—8 Stunden das Maximum, um nach Ablauf dieser Zeit wieder zu der physiologischen Form zurückzukehren. Unsere Ergebnisse bestätigen in dieser Hinsicht die wertvollen, mit einfacher Methodik von Bauer<sup>2)</sup> schon seinerzeit mitgeteilten Befunde, die zeigten, daß das zweite Kammerwasser des

<sup>1)</sup> Peters, Weitere Beiträge zur Pathologie der Linse. VII. Mitteilung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 42, 2, 37. 1904.

<sup>2)</sup> Bauer, Über die Ursache der veränderten Zusammensetzung des Humor aqueus usw. Graefes Arch. f. Ophthalmol., 42, H. 3, S. 193.

Kaninchens schon nach 10 Minuten gerinnt, welche Fähigkeit aber schon nach 4 Stunden verloren geht. Die langsame Ablassung des Kammerinhaltes verursachte in Bauers Versuchen keine Änderung der Verhältnisse, eine Erfahrung, die den Wesselyschen Ergebnissen, daß nach partieller Ablassung oder nach subconjunctivaler Adrenalin-einspritzung der Eiweißgehalt nicht oder nur relativ geringer erhöht wird, nicht widerspricht.

Letztere Ergebnisse sind von außerordentlicher Wichtigkeit. Bei der Besprechung unserer Resultate wurde schon erwähnt, daß eine deutliche Gesetzmäßigkeit zwischen abgelassener Menge und Eiweißgehalt sich nachweisen ließ, da diese von Wessely ähnlich der Adrenalinwirkung auf verschiedene Hyperämie der Ciliargefäße zurückgeführt wird. Zweifellos zwingen diese Resultate die Erklärung, daß ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen vasomotorischen Einflüssen und Eiweißgehalt bestehen muß, an. Seidel ist zu ähnlichen Resultaten in seinen Adrenalinversuchen gekommen (die partielle Entleerung soll nach Seidel nicht die gleiche Wirkung ausüben), und somit wäre der Beweis erbracht, daß eine Verhinderung der durch die Punktion sonst ausgelösten artifiziellen Hyperämie den Ciliarkörper veranlaßt, eine den physiologischen Verhältnissen entsprechende molekulardisperse Flüssigkeit hervorzubringen. Der Einwand von Hamburger und Weiss, daß der eiweißarme Humor aqueus des Adrenalinauges nicht dem Ciliarkörper, sondern dem Glaskörper entstamme, wird entkräftet, 1. dadurch daß die partielle Entleerung und die dadurch hervorgerufene Hyperämie geringeren Grades in ihrer Wirkung dem Adrenalin gleich kommt, und 2. daß Wessely bei paralleler Glaskörperansaugung und Adrenalin-einspritzung ein gleichfalls eiweißarm gebautes Kammerwasser erhalten hat.

Somit wäre die Experimentalgrundlage gegeben, daß eine verschiedenartige Hyperämie infolge Druckentlastung der Augenhäute bei Tieren das wesentliche Moment abgibt. Bekanntlich will Wessely dieses Gesetz auch für die Unterschiede im zweiten Kammerwasser des Menschen und der Tiere einsetzen und die Verschiedenartigkeit im chemischen Bau mit dem Verhältnis zwischen Kammerinhalt und Bulbusvolumen erklären, ein Weg, auf welchem wir Wessely nicht folgen können, da schon in bezug auf Eiweißgehalt des menschlichen Kammerregenerates unsere Ergebnisse stark auseinandergehen. Wir haben unter normalen Verhältnissen einen Übertritt der Eiweißteilchen, ähnlich wie es bei den verschiedenen Versuchstieren die Regel gewesen, nicht beobachten können. In diesem Punkte verhalten sich Menschen- und Tieraugen verschieden. Erst pathologische Verhältnisse mögen einen Zustand erzeugen, in dem das menschliche erste Kammerwasser schon kolloid gebaut, also dem tierischen Kammerwasser nach Entleerung

der Vorderkammer gleichzustellen ist, und wo dann nach Entleerung der Vorderkammer eine ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit resultiert. Es liegt der Gedanke nahe, daß nicht der Mechanismus der Absonderung ein prinzipiell verschiedener, ein im Wesen anderer ist, sondern daß derselbe Mechanismus auf gleiche Reize nicht mit gleichen Reaktionen antwortet. In diesem Gedanken werden wir nur bekräftigt, wenn wir die Ergebnisse unserer Bilirubin nachweise anführen.

Die Punktionen der Vorderkammer von Pferden haben einen deutlichen Unterschied in der Farbe des ersten und des zweiten Kammerwassers ergeben. Das Punktat war ständig wasserklar, dagegen das Regenerat immer von intensiver oder leicht gelber Farbe. Die Untersuchungen mit dem Reagens von Hammarsten<sup>1)</sup> (Salz- und Salpetersäure) ergaben im Regenerat ein positives Resultat, es entwickelte sich ein grünlicher Niederschlag, der durch Umwandlung des Bilirubins in Biliverdin bedingt wird. Die Reaktion läßt sich auch mit kleinen Mengen gut ausführen, besonders wenn das Reagens mit der zu untersuchenden Flüssigkeit an einer Milchglasscheibe zusammengebracht wird. Diese Xantochromie, die in der Liquordiagnostik wohlbekannt ist, konnte im zweiten Kammerwasser des Pferdes nach stattgehabter Punktion ständig aufgefunden werden, auch in Fällen, wo die zweite Punktion in kurzem Zeitabstand nach der ersten Punktion vorgenommen wurde. Dabei muß besonders hervorgehoben werden, daß das erste Kammerwasser Bilirubin nie enthielt. Der negative Ausfall der Reaktion im ersten Kammerwasser läßt nur unsere Ableitung des Farbstoffes zu. Es bestehen nämlich nur zwei Möglichkeiten: a) Daß die im gelbgefärbten Kammerwasser vorhandenen Farbstoffe (Bilirubin) lokal, ebenso wie im Liquor oder in den serösen Höhlen oder bei perniziöser Anämie in der Blutbahn gebildet werden aus den Blutfarbstoffen, oder b) daß die Farbstoffe einfach aus der Blutbahn übergetreten sind.

Erstere Möglichkeit haben wir in den meisten Fällen von gelbem Liquor cerebros spinalis vorliegen. Die Xantochromie des Liquors wurde früher auf Blutfarbstoffe zurückgeführt und als Teilerscheinung des Froinschen Syndroms zur Diagnose von Rückenmarkstumoren bzw. von hämorrhagischen Meningitiden verwendet. Erst Leschke<sup>2)</sup> hat mittels der indirekten Diazoreaktion von Heijmans van den Bergh festgestellt, daß diese Gelbfärbung nicht durch Blutfarbstoffe, sondern aus letzteren hervorgegangenem Bilirubin verursacht wird. Nach diesen Untersuchungen soll das Bilirubin lokal entstanden sein durch fermentativen Abbau des Blutfarbstoffes, wobei die in den Liquor gelangten

<sup>1)</sup> Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, 1914.

<sup>2)</sup> Leschke, Über die Gelbfärbung (Xantochromie) der Cerebrospinalflüssigkeit. Dtsch. med. Wochenschr., 1921, Jahrg. 47, S. 376.

roten Blutkörperchen die Zellen der Rückenmarkshäute zur Absonderung eines abbauenden Fermentes anregen.

Diese Art der Entstehung kann bei der Xantochromie des Humor aqueus nicht wirksam sein. Das schnelle Erscheinen des Bilirubins im zweiten Kammerwasser läßt sich nur mit dem Übertritt des fertigen Farbstoffes aus der Blutbahn in Einklang bringen. Und eben der Übertritt des Bilirubins gibt eine weitere wichtige Analogie zwischen menschlichem und tierischem Kammerwasser. Das Bilirubin konnte nur im kolloiden Kammerwasser aufgefunden werden, im sekundären Regenerat nach Entleerung der Kammer bei Pferden und gleichfalls im Punktat und Regenerat des entzündlichen Menschenauges. Im letzteren Falle war die Gelbfärbung und parallel der Eiweißgehalt im ersten Kammerwasser größer als im zweiten nach 35 Min. entnommenen Kammerinhalt.

Die Ausscheidung des Bilirubins ergab, daß das Bilirubin nach Punktion der Vorderkammer nicht bei allen Tieren sich im Kammerwasser vorfindet, und daß es beim Menschen auch nachweisbar gewesen ist, wenn der Humor aqueus in seiner Zusammensetzung einer kolloiden Lösung entsprach (schon im ersten Kammerwasser). Das Auftreten des Bilirubins ist an den nichtphysiologischen gestörten Mechanismus geknüpft und geht demgemäß parallel mit dem Kolloidwerden der Lösung. Diese Zustandsänderung kann bei Tieren (Pferd, Rind) durch Punktion, beim Menschen nur durch pathologische Veränderungen des absondernden Bereiches herbeigeführt werden.

Die Ausscheidung des Bilirubins kann nur dann erfolgen, wenn das Kammerwasser statt der molekulardispersen Zusammensetzung eine kolloide Lösung darstellt.

Unsere Versuchsergebnisse beweisen, daß betreffs Eiweiß-, Salz- und Aminosäuregehaltes das physiologische Kammerwasser beim Mensch und bei Tieren analog gebaut ist. Dieser gleichmäßige Bau kann wohl nur in gleichen Absonderungsbedingungen seine Begründung finden. Unter physiologischen Verhältnissen bestehen bei verschiedenen Tierarten keine qualitativen, nur quantitative Unterschiede, nur die Menge des Kammerwassers ist Variationen unterworfen, nicht aber die chemische Konstitution desselben. Quantitative Unterschiede bestehen aber nicht nur zwischen den einzelnen Tierarten. Die Menge des physiologischen Kammerwassers wechselt ja bei derselben Spezies auch. So sind beim Menschen mannigfache Prozesse bekannt, die mit Erweiterung der Vorderkammer vergesellschaftet sind (hohe Myopie, Keratokonus, Keratoglobus, Buphthalmus usw.), und wo die Menge des Kammerwassers die normale Menge übersteigen muß. Vorläufig besitzen wir keine genauen Angaben darüber, ob in diesen Fällen, wo die Mengenverhältnisse eine gewaltige Zunahme erfahren haben, die

Zusammensetzung tatsächlich eine der molekulardispersen sehr nahe-stehende bleibt. Es ist aber sehr naheliegend, daß letztere Annahme sich bewahrheiten wird, und somit wäre eine selbständige Gruppe der Kammerwasserveränderungen, die Gruppe der quantitativen Veränderungen, abzugrenzen. In diese Abteilung gehören Veränderungen, bei welchen nicht die chemische Zusammensetzung, sondern nur die Menge des Kammerwassers einer Alternierung unterworfen ist.

Gegenüber der rein quantitativen Veränderungen stehen dann die qualitativen Alterationen in der Zusammensetzung des Kammerwassers. Die charakteristischen Merkmale der qualitativen Alteration bilden das Übertreten der Eiweißteilchen und das durch letzteres bedingte Kolloidwerden der Lösung. In dieser kolloiden Lösung können auch chemisch definierbare Bestandteile des Serums übertreten, so wurde im menschlichen und tierischen kolloiden Kammerwasser gleichfalls Bilirubin nachgewiesen. Der Gehalt an Bilirubin ist aber keine konstante Begleiterscheinung des Kolloidwerdens der Lösung, aber die Übertrittsmöglichkeit ist beim Menschen gleichfalls nachgewiesen worden. Es besteht also eine Analogie in bezug auf die Natur der qualitativen Veränderungen, und eine gleiche Analogie zeigt sich betr. Konstantbleiben der Salz- und Aminosäurewerte im menschlichen und tierischen kolloiden Kammerwasser.

Das menschliche physiologische Kammerwasser muß dem tierischen physiologischen, das menschliche kolloide dem tierischen kolloiden nach Bau und Zusammensetzung gleichgestellt werden. In der Art des Aufbaues ergeben sich keine oder nur ganz unwesentliche Unterschiede. Dagegen besteht ein tiefgreifender Unterschied in der Art, wie menschlicher und tierischer kammerwasserabsondernder Mechanismus Reize von gleicher Intensität beantworten. Wir haben ja öfters gesehen, daß bei sämtlichen Versuchstieren die partielle Entleerung geeignet ist, das Kolloidwerden des Kammerwassers herbeizuführen, und daß die totale Entleerung sogar zum Durchlassen der größten Eiweißteilchen Anlaß gibt. Demgegenüber ist die Punction nicht imstande, im Menschenaug eine ähnliche Veränderung in der Konstitution der Lösung hervorzurufen. Ganz im Gegenteil beweisen unsere Versuche, daß das Kammerwasser des Menschen nach stattgehabter Entleerung der Vorderkammer mit der Refraktometrie und mit chemischer Fällung gleichfalls keinen erhöhten Eiweißgehalt aufkommen läßt, wenn auch Wessely behauptet, eine Erhöhung des Eiweißgehaltes aufgefunden zu haben. Wir können zwar aus den angeführten Gründen seine Behauptung selbst nicht gelten lassen, doch wenn auch diese bestünde, wäre sie kaum geeignet, als Analogie der Eiweißvermehrung im tierischen Kammerwasser zu dienen, da die selbst von Wessely angeführte Eiweißvermehrung doch eine verschwindend kleine ist. um



damit die Unterschiede im Eiweißgehalt mit der relativen Größe der Vorderkammer beim Menschen und bei verschiedenen Versuchstieren klarzustellen. Wesselys Ansicht, daß die vasomotorischen Einflüsse den Eiweißgehalt des Kammerwassers wesentlich beeinflussen können, fand eine im mäßig erhöhten Eiweißgehalt des Humor aqueus nach partieller Entleerung begründete Bestätigung. Doch scheint er zu weit zu gehen, wenn er mit dem Unterschiede des Kammerinhaltes zum gesamten Bulbusvolumen die veränderte chemische Zusammensetzung der Lösung nach Punktion beim Menschen und bei Tieren allein erklären will. Erstens müssen wir die Vermehrung der Eiweißteilchen im menschlichen Regenerat nach Punktion verneinen, zweitens stehen die ermittelten Eiweißwerte im tierischen Regenerat und die von Wessely im menschlichen nach Punktion entstandenen Regenerat nicht im direkten Verhältnis zum Verhältnis Vorderkammerinhalt und Gesamtvolumen des Auges.

Wenn auch angenommen werden muß, daß das Menschaug auf Punktion nicht mit gleicher Lösungszustandsveränderung reagiert wie das Tierauge, so muß desto eher hervorgehoben werden, daß das menschliche Auge unter pathologischen Verhältnissen die gleiche Lösung hervorbringen kann. Entzündungen des vorderen Abschnittes sind geeignet, die Zellpermeabilität der absondernden Zellen so zu beeinflussen, daß schon das primäre Punktat einen kolloiden Charakter aufbringt, und in diesen Fällen ist das Regenerat auch von gleichem Bau. Es gelang uns nicht nur die kolloide Beschaffenheit im Punktat und im Regenerat beim Menschen aufzufinden, sondern auch der Bilirubinnachweis ist per analogiam gelungen. Es kann also die Absonderung des Kammerwassers beim Menschen und Tier nicht verschiedenen Ursprungs sein, viel eher muß ein gleicher Mechanismus postuliert werden, der unter physiologischen Bedingungen eine qualitativ gleiche molekular-disperse Flüssigkeit produziert. Dieser Mechanismus steht in direktem Abhängigkeitsverhältnis mit den örtlich gegebenen Druckdifferenzen. Letztere sind vielleicht imstande, die rein quantitativen Veränderungen (Vermehrung des physiologischen Kammerwassers) herbeizuführen.

Bei den qualitativen Veränderungen des Kammerwassers muß dagegen schon mit der spezifischen Permeabilitätsänderung der absondernden Zellen gerechnet werden, welche das Übertreten von Eiweißteilchen und anderer Serumbestandteile nicht mehr verhindern können. Dieser Zustand kann beim Menschen und bei Versuchstieren gleichfalls eintreten, wenn Entzündungen im vorderen Abschnitte etabliert sind. In dieser Beziehung besteht keine Differenz. Demgegenüber zeigt die Punktion differente Verhältnisse, da beim Menschen das Regenerat weiterhin ein molekular-disperses bleibt, dagegen

bei Tieren ein kolloides wird. Auf gleichen Reiz resultiert ein anderer Effekt. Diese Tatsache läßt nur die Erklärung zu, daß die absondernden Zellen bei Tieren schon nach Punktion ihre normale Permeabilität einbüßen, dagegen bewirkt die Punktion beim Menschen keine Änderung in der Zellpermeabilität. Seidel, vom gleichen Gedankengang geleitet, nahm eine verschiedene Porengröße der Ciliarepithelien beim Menschen und Tier an, da die Größe der Eiweißmoleküle keine Differenzen ergab. Wir möchten uns nicht ohne weiteres diesem Gedankengange anschließen, da wir statt von Eiweißmoleküle eher von Eiweißteilchen sprechen möchten, und da weiterhin die verschiedene Porengröße im Filtrationsapparat wohl angenommen, jedoch nicht bewiesen werden kann. Das Hauptgewicht liegt darin, daß der Mechanismus der Absonderung beim Menschen und Tier ein gleicher ist, wenn auch die Punktion ein verschiedenes Resultat liefert. Die Punktion stellt nur einen Reiz dar, demzufolge der Mechanismus, das normale Permeabilitätsvermögen bei Tieren, verloren geht, dagegen beim Menschen vermag derselbe Reiz keine Änderung der physiologischen Zellfunktion, in der Zurückhaltung mancher Serumbestandteile auszulösen. Bei Tieren führt die Punktion zur Aufhebung der physiologischen Tätigkeit, zu einer geänderten Zellpermeabilität. Das menschliche Auge reagiert mit ähnlichem Effekt nur auf pathologische Veränderungen des vorderen Abschnittes, die Punktion kann die Permeabilität nicht störend beeinflussen. Wenn aber letztere verloren geht, so ist das Produkt ein ebenso geschaffenes kolloides Kammerwasser wie das bei Tieren nach Punktion der Vorderkammer entstandene Regenerat.

Es würde sicherlich verfehlt sein, andere weitgehende Schlüsse zu ziehen als diese, die aus unseren Versuchen direkt abzuleiten sind. Wir wollen uns daher nicht näher auf die verschiedenen Anschauungen einlassen, ob das Kammerwasser ein Transsudat, Sekret oder Dyalisat sei. Bei den äußerst komplizierten Verhältnissen und oft einander stark widersprechenden Ergebnissen der einzelnen Autoren ist die Beurteilung eine besonders schwierige. Gegen den Sekretcharakter spricht der Umstand, daß im Kammerwasser eigentlich keine spezifisch gebauten Produkte enthalten sind, daß sämtliche Bausteine des Kammerwassers in anderen Mengenverhältnissen auch im Blutserum vorhanden sind. Wenn wir unter Sekret nur ein Produkt mit für das sezernierende Organ spezifischen Stoffen verstehen wollen, so kann das Kammerwasser sicher nicht als Sekret betrachtet werden. Besonders scheinen aber Schlüsse, wie von Elschnig<sup>1)</sup>, daß das tierische Kammerwasser ein Transsudat, das menschliche dagegen ein Sekret sei, ungerechtfertigt zu sein. Beide liegen demselben Mechanismus ob, welcher viel

<sup>1)</sup> Elschnig, Bericht der deutschen ophthalm. Gesellschaft, Heidelberg, 42, 65. 1920.

vom transsudativen Charakter hat. Die chemische, nur quantitativ vom Blutserum sich unterscheidende Zusammensetzung sowie der Übertritt mit transsudativem Charakter lassen nur einen Filtrationsprozeß zu, welcher durch verschiedene Reize geschädigt werden kann und dadurch die spezifischen Eigenschaften mehr oder weniger ausgesprochen verliert. Unterschiede bestehen nur insofern, als bei Tieren schon die einfache Punktion eine Insuffizienz der Permeabilität veranlaßt und dadurch die physiologische Filtration eine Störung erfährt, welcher zufolge aus der molekulardispersen eine kolloide dem Blutserum näherstehende Lösung resultiert. Die gleiche Zusammensetzung des Kammerwassers des entzündlichen Menschauges stellt ähnlich einen gestörten Filtrationsmechanismus, eine Insuffizienz der normalen Permeabilität, des physiologischen Retentionsvermögens der Zellen dar.

Dieser Filtrationsprozeß ist äußerst kompliziert. Es kann kein einfaches Übertreten der Bestandteile des Serums sein, da auch im grobdispersen Kammerwasser die quantitative Zusammensetzung vom Blutserum noch immer stark abweicht. Die Brechungsindices, d. h. der prozentuelle Eiweißgehalt des Kammerwassers bleibt auch nach totaler wiederholter Entleerung der Vorderkammer weit hinter dem Eiweißgehalte des Serums zurück, der Salzgehalt ist im molekulardispersen und im kolloiden Kammerwasser gleichfalls konstant, weiterhin bewiesen unsere Versuche, daß die Aminosäuren auch keiner Erhöhung unterliegen, daß sie aus dem Serum mit der rapiden Zunahme der Eiweißteilchen nicht einfach mitgerissen werden. Diese Gesetzmäßigkeiten im Filtrationsmechanismus fordern eine elektive Zell-tätigkeit. Eine elektive Wirkung kann wohl nicht den verschiedensten Zellen eigen sein, es kann nur in den höher differenzierten Epithelzellen gelegen sein. Diese Verlegung des elektiven Filtrationsmechanismus scheint die wichtige Lehre von Leber zu rechtfertigen, der die Lehre von der spezifischen Tätigkeit des Ciliarepithels bei der Absonderung des Kammerwassers begründete. Die nachgewiesenen Feinheiten und der gesetzmäßig strenge Aufbau nicht nur der physiologischen, sondern der gestörten pathologischen Permeabilität und Zusammensetzung erbrachten den Beweis, daß sogar bei der Insuffizienz des Zurückhaltungsvermögens die absondernden Zellen eine elektive Wirkung ausüben. Dieses Verhalten kann wohl nicht in Einklang gebracht werden mit Behauptungen, daß der elektive Mechanismus nicht nur gewissen Zellen zukommt.

#### Zusammenfassung.

1. Das physiologische Kammerwasser stellt beim Menschen und bei Tieren gleichfalls eine der molekulardis-

persen sehr nahestehende Lösung dar. In diesem Kammerwasser kann mit 90proz. Alkohol überhaupt keine oder eine kaum nachweisbare Opalescenz erzielt werden.

2. Das pathologische Kammerwasser stellt eine kolloide Lösung dar, in welcher von der hochdispersen bis zu der grobdispersen Phase sämtliche Übergänge, entsprechend der verursachten Störung in der Zellpermeabilität, vertreten sein können.

3. Bei Tieren entsteht als Effekt der einfachen Entleerung der Vorderkammer ein kolloides Kammerwasser.

4. Beim Menschen hat die Punction nie den gleichen Effekt. Nach Punction ist im menschlichen Kammerwasser refraktometrisch und mittels Fällung durch 90proz. Alkohol kein Übertritt der Eiweißteilchen nachweisbar.

5. Da die Refraktometrie in ihren untern Grenzwerten schon unverlässlich wird und die Fällungsmethoden mit Esbach, Salpetersäure zu nicht spezifischen Fällungen führen können, wird zum positiven Eiweißnachweis die Fällung mit 90proz. Alkohol erfordert.

6. Entzündliche Prozesse des vordern Abschnittes verursachen schon im primären Punktat des Menschengauges Veränderungen, die denen bei Tieren nach Punction der Vorderkammer auftretenden gleichzustellen sind.

7. Im kolloiden Kammerwasser befindet sich keine Zunahme des Salz- und Aminosäuregehaltes.

8. Die partielle Entleerung der Vorderkammer bewirkt bei Tieren eine der entnommenen Menge entsprechende Eiweißvermehrung.

9. Je kürzere Zwischenzeit zwischen beiden Punctionen gewählt wird, desto gröbere Eiweißteilchen befinden sich im Regenerat. Die durch die Punction verursachte Permeabilitätsstörung ist von kurzer Dauer und nimmt mit der Zeit rasch ab.

10. Eine Xantochromie des Kammerwassers kann beim Menschen und bei Tieren gleichfalls in Begleitung des Kolloidwerdens auftreten.

11. Der erfolgte Bilirubinnachweis kann auch dabei mitwirken, daß bei Iridocyclitiden eine grünliche Verfärbung der Iris sichtbar wird.

12. Die Störungen in der Kammerwasserabsonderung sind quantitativer und qualitativer Natur. Bei den ersten variiert die Menge des qualitativ gleichen Kammerwassers, bei der zweiten entsteht durch quantitative Änderung

der im Serum praeformierten Bestandteile eine kolloide Lösung.

13. Physiologische und pathologische Produkte sind beim Menschen und bei Tieren ähnlich zusammengesetzt. Der Mechanismus der Absonderung ergibt keinen Unterschied, nur die Art, wie derselbe Mechanismus gleiche Reize beantwortet. In dieser Beziehung verhalten sich die absondernden Zellen verschiedener Spezies diskrepant.

14. Den Vorgängen entspricht ein elektiver Filtrationsmechanismus, der auch im gestörten insuffizienten Zustande Gesetzmäßigkeiten aufkommen läßt. Diese gestörte Permeabilität gibt einen weiteren Grund ab, daß der elektive Mechanismus nicht allen beliebigen Zellen zukommen kann. Die spezifische Tätigkeit wird in die höher differenzierten Epithelzellen verlegt.

---