

Über die fettähnlichen Substanzen im Glaskörper des Pferdeauges.

Von

Dr. Franz Valentin.

(Aus dem Laboratorium für medizinische Chemie der Tierärztlichen Hochschule in Wien.)
(Der Redaktion zugegangen am 16. August 1918.)

Im Glaskörper des Pferdeauges finden sich nicht selten Trübungen, welche durch Kryställchen von verschiedener Form bedingt sind. Diese Trübungen sind zwar häufig eine Begleiterscheinung von Erkrankungen des Auges, insbesondere der als Mondblindheit bezeichneten Iridocyclochorioiditis, scheinen aber auch in normalen Augen als Alterserscheinungen vorzukommen. Ihr Auftreten geht häufig mit der Verflüssigung des Glaskörpers einher, jedoch ist dies nicht immer der Fall. Über die Natur dieser Krystalle liegt zwar eine Reihe von Untersuchungen vor, doch sind die Ergebnisse nicht derart, daß eine einwandfreie Charakterisierung der Kryställchen möglich ist.

Nach den Untersuchungen Steinbecks⁽¹⁾ u. Kirstens⁽²⁾ sollen rund 25% der Pferde mit Glaskörpertrübungen behaftet sein und diese Trübungen auch in ganz gesunden Augen zu finden sein. Ebenso steht es mit der Synchronie corporis vitrei, der Verflüssigung des Glaskörpers, von der auch Bayer⁽³⁾ schreibt, daß er nicht jeden Fall von Synchronie als pathologisch erklären könne; er weist darauf hin, daß der Glaskörper des Pferdes wasserreicher sei, als der der Menschen und der übrigen Tiere; die Verflüssigung dürfte ein physiologischer Vorgang beim Altern der Pferde sein. Letztere Ansicht bestätigt auch die Angabe Kirstens (l. c.), daß der Prozentsatz der Trübungen bei alten Pferden höher ist, während Steinbeck (l. c.) fast

zum gegenteiligen Resultat gelangt. Steinbeck beschreibt die gefundenen Trübungen als mehr oder weniger durchsichtige, bewegliche Körper verschiedener Größe und mannigfaltiger Form. Gleichzeitig bestand Verflüssigung des Glaskörpers. Die Trübungen waren entweder sehr zahlreich, fein und staubförmig, in anderen Fällen stellten sie einzelne, kleine, schillernde Körper, weiße Flocken verschiedener Größe vor oder auch dünne, verschlungene Fäden, mehrmals zarte, weiße netz- oder schleierartige Gebilde. Bei schwachem Lichte aus der Nähe glitzernde Punkte auf dunklem Grunde.

Daß eine Erscheinung, wie das Glitzern, schon sehr lange die Aufmerksamkeit der Ophthalmologen auf sich gezogen und zu mancherlei Erklärungen Anlaß gegeben hatte, ist nicht zu verwundern, zumal, da diese Erscheinung auch im Auge des Menschen vorkommt. Die folgenden Literaturangaben beziehen sich auf das menschliche Auge.

Desmarres⁽⁴⁾ nannte diese Erscheinung zuerst Synchronismus étincillant und erklärte sie in der Weise, daß infolge Verflüssigung die Zellen nicht genügend gespannt seien und so, infolge Faltenbildung, das Licht zurückwerfen. Die Erklärung, die Erscheinung sei durch bewegliche Körper bedingt, weist er zurück, da diese ja in die vordere Augenkammer dringen müßten, wenn sich der Patient auf den Bauch legte. Sichel⁽⁵⁾ erklärt sie als durch metallisch-glänzende, goldgelbe Blättchen hervorgerufen, infolge Reflexion des Lichtes, während Stout⁽⁶⁾ das Leuchten als eine Refraktion des Lichtes bezeichnet. Als Entstehungsursache vermutet er, daß sich infolge zu hoher Salzkonzentration des Glaskörpers Krystalle ausscheiden. Blasius⁽⁷⁾ vergleicht die Krystalle mit den Cholesterin-Krystallen, wie sie in der Flüssigkeit einer Hydrocele vorkommen. Er glaubt, aus dieser Ähnlichkeit auf Cholesterin schließen zu dürfen, um so mehr als in den exsudativen Ausscheidungen der Linsenkapsel Cholesterin nachgewiesen worden war und das Funkeln nur mit gleichzeitigem entzündlichem Exsudat zu finden war. Durch einen originellen Versuch suchte Hervier⁽⁸⁾ die Anwesenheit von Cholesterin plausibel zu machen, indem er in eine Glaskugel Augenflüssigkeit füllte, Cholesterin zusetzte

und dann durch Bewegen der Kugel von unten nach oben dieselbe Leuchterscheinung hervorbringen wollte. Bouisson⁽⁹⁾ glaubt, daß im Glaskörper gelöstes oder fein verteiltes Fett unter pathologischen Verhältnissen sich teilweise krystallinisch ausscheidet. Erwähnen möchte ich noch die Angabe von Schöler⁽¹⁰⁾, daß man bei genauem Studium, kleine, weiße Tyrosinkrystalle und größere, gelbliche Cholesterinkrystalle unterscheiden könne, von denen sich letztere oft zu Drüsen zusammenballen. Leider fehlen in seiner Veröffentlichung die Grundlagen, die ihn zu seiner Diagnose Cholesterin und Tyrosin geführt haben. Schließlich beschreibt auch Westphal⁽¹¹⁾ einen Fall, bei dem er auf chemischem und mikrochemischem Wege Cholesterin nachgewiesen hat; leider verschweigt auch er, welche Reaktionen er angestellt hat. Einen interessanten Befund von H. Müller⁽¹²⁾ glaube ich hier nicht übergehen zu dürfen, da ich auch in fünf Fällen den gleichen mikroskopischen Befund erhoben hatte. Es handelt sich um einen Fall von morbus Brightii. Das eine Auge war normal, im anderen Auge fanden sich Trübungen, bestehend aus Glaskörperzellen und Stäbchen von 0,001 mm Dicke und sehr wechselnder Länge (0,005—0,006 mm). Er unterscheidet zwischen kürzeren und längeren Stäbchen. Die kurzen Stäbchen hatten eine beträchtlichere, aber gleichmäßigere Dicke, die langen waren scharf zugespitzt. Die langen waren dabei etwas gekrümmt und konnten durch Verschieben in einen dichten Knäuel verwirrt werden. Mehrstündige Behandlung mit Äther löste nicht, Essigsäure veränderte nicht, in Kalilauge nach längerer Einwirkung schwanden sie.

Zusammensetzung des Glaskörpers.

So wie die Entstehung der Harnsedimente und -konkremente aufs innigste mit der Zusammensetzung des Harns zusammenhängt, so wird auch bei der Beurteilung von Ausscheidungen aus dem Glaskörper die Zusammensetzung des Glaskörpers zu berücksichtigen sein. In dieser Beziehung liegen Untersuchungen von Lohmeyer⁽¹³⁾, Pautz⁽¹⁴⁾ und Mörner⁽¹⁵⁾ vor, welche mit Rinderaugen gearbeitet haben.

Lohmeyer zerlegt den Glaskörper durch Filtration in einen flüssigen Anteil und in einen festen, welcher letzteren er als «Membranen» bezeichnet. Nach seinen Analysen besteht der gesamte Glaskörper in Prozenten aus:

Wasser	98,6400
Membranen	0,0210
Natrium-Albuminat	0,1360
Fett	0,0016
Kochsalz (NaCl)	0,7757
Kaliumchlorid (KCl)	0,0605
Kaliumsulfat (K_2SO_4)	0,0148
Calciumphosphat ($Ca_3[PO_4]_2$)	0,0101
Magnesiumphosphat ($Mg_3[PO_4]_2$)	0,0032
Eisenphosphat ($Fe_2[PO_4]_2$)	0,0026
Calciumcarbonat ($CaCO_3$)	0,0133
Extraktivstoffe	0,3208

Die Reaktion ist alkalisch. Außerdem enthält die Glaskörperflüssigkeit Zucker, Harnstoff und Rechtsmilchsäure.

Die Membranen bestehen nach Mörner aus einer glutinliefernden Substanz (durch Erhitzen auf 105—108° im geschlossenen Rohr geben sie eine gelatinierende Flüssigkeit). In der Flüssigkeit selbst befindet sich ein Hyalomucoid, das nach Mörner folgende Reaktionen gibt: Koaguliert nicht beim Kochen, wird durch Säuren, auch Gerbsäure, gefällt, im Überschuss der Säure wieder löslich; Kochsalz, Natriumacetat, gelbes Blutlaugensalz hindern die Fällung durch Säure, daher erhält man auch beim Versetzen des Glaskörpers mit Essigsäure keinen Niederschlag, sondern erst nach Verdünnen desselben mit destilliertem Wasser. Das freie Mucoid zeigt saure Reaktion, ist in Wasser unlöslich, dagegen leicht löslich in sehr verdünnten Alkalien. Zinnchlorür, Platinchlorid, Mercurinitrat, Kupfersulfat, basisches Bleiacetat, Eisenchlorid und Alaun fällen, positiv fallen ferner aus: die Reaktionen nach Millon, Adamkiewicz, Liebermann und die Xanthoproteinsäurereaktion. Nebstbei soll nach verschiedenen Autoren (zitiert nach Mörner l. c.) koagulierbares Eiweiß in Mengen von 0,07 bis 0,17 Prozent vorkommen.

Bei meinen orientierenden Untersuchungen über die Zusammensetzung des Glaskörpers habe ich auf Traubenzucker

in der Weise geprüft, daß ich die durch Filtration aus dem Glaskörper erhaltene Flüssigkeit mit Bleizucker ausfällte und mit Fehlingscher Lösung prüfte. Sie zeigte mit ganz vereinzelten Ausnahmen Reduktion, auch dann, wenn das Auge ein bis zwei Tage gelegen war. Das Filtrat des Glaskörpers zeigte auch immer beim Erhitzen Trübungen, freilich manchmal nur spurenweise, in anderen Fällen aber sehr deutlich. Auch Milchsäure konnte ich in jedem Falle nachweisen. Sie wurde durch Extraktion mit Äther isoliert, an der sauren Reaktion, Reaktion gegen Eisenchlorid und der optischen Aktivität erkannt. Sieht man von dem Mucoïd ab, so sind die aufgezählten Bestandteile des Glaskörpers ihrer Natur nach solche, daß sie im Wasser löslich bleiben, auch dann, wenn die Flüssigkeit ihre Reaktion ändert. Es ist daher von vorneherein wenig wahrscheinlich, daß diese Stoffe in analoger Weise, wie etwa die Harnsäure oder die Erdphosphate im Harn Bestandteile von trübenden Partikelchen werden können.

Abgesehen von den früher erwähnten, krystallinischen Ausscheidungen kommen im Glaskörper auch weiße, strukturlose Flocken vor; sie lösen sich, wie ich konstatieren konnte, in warmer Lauge auf und dürften vermutlich aus geronnenem Eiweiß bestehen. Es ist jedoch kaum anzunehmen, daß sie aus normalen Bestandteilen des Glaskörpers stammen, sie dürften vielmehr mit einer Exsudatbildung zusammenhängen.

In den vorgedachten Untersuchungen des Glaskörpers wurde einer Gruppe von Stoffen bis jetzt nur sehr geringe Aufmerksamkeit geschenkt, nämlich den fettähnlichen Substanzen. Die bei *Synchysis scintillans* vorkommenden Krystalle werden zwar in allen Lehrbüchern als Krystalle von Cholesterin und Tyrosin bezeichnet; leider fehlt aber in allen Fällen der chemische Nachweis dieser beiden Substanzen.

Was nun die letztere Substanz betrifft, die allerdings mit den Lipoiden in keinem Zusammenhange steht, so habe ich sie zunächst ohne Rücksicht auf Ausscheidungen in der Glaskörperflüssigkeit gesucht. Die filtrierte Glaskörperflüssigkeit gibt keine, oder in einzelnen Fällen beim Erwärmen mit Millon'schem Reagens nur eine schwache Rotfärbung. Tyrosin löst

sich, obwohl es in reinem Wasser sehr schwer löslich ist, in alkalischen Flüssigkeiten leicht auf. Soll demnach Tyrosin aus der Glaskörperflüssigkeit zur Ausscheidung gelangen, so müßte bei der alkalischen Reaktion des Glaskörpers die Tyrosinmenge relativ groß sein. Trotzdem versuchte ich, in einer Anzahl von Fällen, in welchen die Glaskörperflüssigkeit wenn auch nur schwache, so doch positive Millonsche Reaktion gab, Tyrosin nachzuweisen. Der gesamte Glaskörper samt seinen festen Gebilden wurde mit heißem ammoniakhaltigem Wasser ausgekocht und die Flüssigkeit heiß filtriert; das Filtrat auf dem Wasserbade verdampft, wobei sich geringe Mengen von Eiweiß und anorganischen Salzen ausschieden. Der Abdampfrückstand wurde mit Ammoniak aufgenommen, die Lösung filtriert und das Filtrat vorsichtig mit Essigsäure neutralisiert. Es bildete sich keine Trübung. Mit Millons Reagens geprüft, blieb die Flüssigkeit ohne die geringste Spur einer Rotfärbung. Die positive Millonsche Reaktion im Glaskörper bei den vorgedachten Fällen kann demnach nicht von freiem Tyrosin stammen, sondern rührt von anderen Verbindungen her, vermutlich von Eiweiß. Nun wäre es an sich denkbar, daß durch Spaltung dieser Eiweißstoffe Tyrosin zur Ausscheidung gelangt. Die schwache Millonsche Reaktion, die bestenfalls erzielt werden konnte, ließ aber darauf schließen, daß auch die Mengen an gebundenem Tyrosin im Glaskörper so gering sind, daß Ausscheidung von Tyrosin a priori in Zweifel gezogen werden muß.

Eigene Untersuchungen der Trübungen. Methodik.

In Untersuchung gezogen wurden mehr als zweihundert Pferdeaugen, die teils aus dem Wiener Pferdeschlachthaus, teils aus dem pathologischen Institute der Hochschule stammten. Zur Gewinnung des Glaskörpers wurden die Augäpfel zunächst durch Präparation mit Pinzette und Messer von dem äußerlich anhaftenden Muskel- und Bindegewebe gereinigt, hierauf mit einem reinen Tuche abgetrocknet und sodann wurde mit einem spitzen Messer ungefähr in der Mitte zwischen Cornealrand und Eintrittsstelle des Sehnerven die Sklera durchstoßen und die

Öffnung mit einem Scherenschlag im Verlaufe des halben Äquators erweitert. Bestand eine Verflüssigung des Glaskörpers, so floß der flüssige Teil rasch aus, während der noch intakte Glaskörper im Bulbus zurückblieb und sodann leicht mit einer Pinzette oder durch ganz geringen Druck aus der Kapsel herausgebracht werden konnte. Leider blieb aber immer ein Teil der Retina am Glaskörper haften, der dann so vollständig als möglich mit Pinzette und Schere entfernt wurde. Diese unangenehme Eigenschaft war es auch, weshalb alle bisherigen Untersuchungen an Rinderaugen angestellt worden waren. Enthielt die zuerst abfließende Flüssigkeit größere Mengen von Trübungen, so wurde sie gesondert aufgefangen. Zur chemischen Identifizierung der trübenden Partikel wurde teils der mikrochemische Weg eingeschlagen, zum anderen Teile wurde die Identifizierung auf makrochemischem Wege versucht. In letztem Sinne gelang es nicht immer die trübenden Partikel von der Flüssigkeit, bezw. der Gallerte zu isolieren. War dies möglich, dann war die anzuwendende Methode bereits gegeben, im anderen Falle jedoch mußte indirekt aus der chemischen Untersuchung des gesamten Glaskörpers auf die Natur der Trübungen geschlossen werden.

Von ausschlaggebender Bedeutung erschien in manchen Fällen die Untersuchung der trübenden Partikel auf Phosphor und Stickstoff. Trotz der an sich empfindlichen Methoden, die für diesen Zweck gewählt wurden, konnte doch aus dem Grunde, weil nur sehr kleine Substanzmengen für diese Untersuchung gewidmet werden konnten, nur einem positiven Ausfall der bezüglichen Probe Bedeutung beigemessen werden während ein negativer Ausfall der Annahme einer Phosphor- bezw. stickstoffhaltigen Substanz nicht widersprechen konnte. Zum Nachweise der Phosphorsäure wurde eine stecknadelkopfgroße Substanzmenge mit Hilfe eines dünnen Glasstäbchens entnommen, mit einem Tröpfchen Salpetersäure in einem kleinen Porzellantiegel versetzt und zur Trockene gedampft; hierauf mit kleiner Flamme vorsichtig verascht. Die Asche wurde mit Salpetersäure aufgenommen und in einer kleinen Eprouvette die Molybdänsäurereaktion angestellt. Hatte sich

ein Niederschlag gebildet, so wurde er auf einem kleinen Filterchen gesammelt, in verdünntem Ammoniak gelöst und sowohl unter dem Mikroskop als auch in der Eprouvette der für Phosphorsäure charakteristische Niederschlag mit Magnesia-mixtur hervorgerufen. Der Stickstoffnachweis geschah nach der Methode von Lassaigne. Ein etwa doppelt stecknadelkopfgroßes Stückchen Substanz wurde mit der ungefähr vier- bis fünfmal so großen Menge metallischen Kaliums in einer kleinen Eprouvette geschmolzen, die Schmelze sodann in Wasser gebracht und, nachdem die Reaktion vorüber war, zerrieben und filtriert. Mit der Lösung wurde in bekannter Weise die Berlinerblaureaktion angestellt.

Zur mikroskopischen Untersuchung der trübenden Partikel wurde aus dem verflüssigten Teil ein Tropfen mit Hilfe einer weiten Kapillare oder, falls sich die Trübung im normalen Glaskörperanteil befand, mit Hilfe von Schere und Pinzette auf den Objektträger gebracht.

Einen wichtigen Anhaltspunkt ergab die Untersuchung der trübenden Partikel im polarisierten Licht. Zu diesem Zwecke wurden zuerst die zu prüfenden Gebilde bei parallel gestellten Nikols scharf eingestellt, hierauf bei gekreuzten Nikols weiter beobachtet. Sodann wurde das Präparat langsam um 90° gedreht, um das Erlöschen bzw. Wiederaufleuchten der anisotropen Substanz festzustellen. Konnte anisotrope Substanz festgestellt werden, so wurde das Präparat über einer kleinen Flamme erwärmt und wieder beobachtet, ob die Doppelbrechung verschwunden war oder nicht.

Im weiteren wurde zur Charakterisierung der Trübungen ihre Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln geprüft. Als solche wurden verwendet: Natronlauge, Ammoniak, Salzsäure, Essigsäure, Alkohol, Aceton, Chloroform und Äther. In einzelnen Fällen konnten auch unter dem Mikroskope andere chemische Reaktionen angestellt werden, wie die Fällung von fettsauren Salzen durch Zusatz von Chlorbaryum, Chlorcalcium und schwefelsaurem Magnesium.

Endlich wurde noch das Verhalten der trübenden Substanz gegen gewisse Farbstoffe geprüft, in dem Sinne, wie

dies Kawamura⁽¹⁶⁾ in seiner Monographie «Cholesterinester-
verfettung» angegeben hat. Insbesondere soll auf die Unter-
suchung Kawamuras zurückgegriffen werden, welche er über
das Verhalten der drei Farbstoffe, Sudan III (S. III), Neutral-
rot (Nr.) und Nilblausulfat (Nb.), gegenüber verschiedenen fett-
artigen und fettähnlichen Substanzen angestellt hat. Bezüglich
der häufig in Betracht kommenden Substanzen gibt Kawamura
folgendes an:

	Sudan III	Neutralrot	Nilblausulfat
Glycerinester . . .	rot	ungefärbt	rot
Ölsäure	»	rot	blau
Stearinsäure . . .	gelblichrötlich	tiefrot	leicht rötlich od. bläulich
Seifen	gelbrot	rot	blau
Lecithin	gelblichrötlich	rötlich	bläulich
Cholesterinester . .	gelblichrot	ungefärbt	leicht rötl. u. ungefärbt
Cholesterin	»	»	leicht rötlich

Bei meinen Untersuchungen verwendete ich von Neutral-
rot und Nilblausulfat gesättigte wässrige Lösungen, während
von Sudan III eine gesättigte Lösung in 70%igem Alkohol zur
Verwendung kommen mußte. Bei der Verwendung der wässe-
rigen Farbstofflösungen von Neutralrot und Nilblausulfat wurde
unter dem Deckglas gefärbt, indem an den Rand des Deck-
glases ein Tropfen Farbstofflösung gesetzt wurde, welcher
durch Ansetzen von Filtrierpapier am gegenüberliegenden Rande
des Deckglases durch das Präparat gezogen wurde. Bei der
Färbung mit alkoholischer Sudanlösung mußte das Präparat
vor dem Auflegen des Deckglases mit der Farbstofflösung ver-
mengt werden, worauf sofort das Deckglas aufgesetzt wurde. Be-
obachtet wurde nach 15—20 Minuten dauernder Einwirkung bei
Sudan III, nach 5—10 Minuten dauernder Einwirkung bei Neutral-
rot und Nilblausulfat. Bei Neutralrot und Nilblausulfat wurde
kurz vor der Beobachtung die Farbstofflösung gewaschen,
indem ein Tropfen Wasser durch das Präparat gesaugt wurde.

Die eigentümlichen Verhältnisse des Glaskörpers und der
Glaskörperflüssigkeit versprachen einerseits noch weitere Auf-

schlüsse über die Natur der trübenden Partikel, als aus den Versuchen Kawamuras zu erwarten war, andererseits machte sie weitere Untersuchungen notwendig.

Der Farbstoff Sudan III ist ein Aminoazobenzol diaz. \pm β -Naphthol, also eine Base, welche sich in Alkohol mit bernsteingelber Farbe löst. Auf Zusatz von Alkali nimmt die Färbung eine hellere Nuance an, während sie durch Zusatz einer Säure in Rot übergeht.

Neutralrot, Dimethylamino-tolu-phenazin-chlorhydrat ist ein Salz, welches sich im Wasser mit dunkelroter Farbe löst. Zusatz von Säure verändert die Farbe nicht, Basen erzeugen einen Niederschlag, bestehend aus der freien Farbbase.

Nilblausulfat ist ein Salz, in neutraler oder saurer Lösung tiefblau. Auf Zusatz von Ammoniak- oder Natronlauge wird die Flüssigkeit rot, auf Zusatz von Soda violett. Nach längerem Stehen scheidet die mit Alkalien versetzte Flüssigkeit einen aus der Farbbase bestehenden Niederschlag aus.

Die chemische Konstitution der drei genannten Farbstoffe sowie das eben erwähnte Verhalten gegen Säuren und Basen läßt von vornherein erwarten, daß diese drei Farbstoffe außer den von Kawamura angegebenen Reaktionen noch Rückschlüsse darauf gestatten, ob die zu färbende Substanz sauren oder basischen Charakter besitzt. Um darüber noch nähere Aufschlüsse zu erhalten, habe ich mit einer Reihe von organischen Säuren Färbeversuche angestellt. Sie ergaben folgende Reaktion:

Capronsäure:	mit Nr.	dunkelrot,
	› Nb.	blau, die kleinen Tropfen dunkelblau,
	› S III	gelb, bei hoher Einstellung mit rötl. Schimmer,
Palmitinsäure:		wie Capronsäure,
Stearinsäure:	› S III	etwas mehr gelb als Capronsäure,
	› Nb.	blau oder blauviolett,
Ölsäure:	› S III	gelb mit rötlichem Stich, die kleinen Tropfen dunkelrot,
	› Nb.	violett,
	› Nr.	rot,
Benzoessäure:	› S III	an einzelnen Punkten rot,
	Nb. u. Nr.	nahm es nicht an,

- Salicylsäure: mit S III wie Benzoessäure,
 › Nr. fallen rote wetzsteinähnliche Krystalle aus, teilweise zu Drusen gruppiert,
 › Nb. dunkelblau.

Die Versuche ergaben, daß in dieser Hinsicht der Charakter der drei Farbstoffe nicht ganz eindeutig ist. Es muß daher, sollen nähere Schlüsse auf die Natur einer Substanz gezogen werden können, das Verhalten zu der in Frage kommenden Substanz bekannt sein. In erster Linie interessierte mich in dieser Hinsicht das Verhalten der Farbstoffe gegenüber einem Fettsäuregemisch, wie es aus natürlichen Fetten erhalten werden kann, sowie das Verhalten zu den zugehörigen Seifen. Um dies zu erkennen, wurde Schweinefett mit alkoholischer Kalilauge verseift, nach dem Verdampfen des Alkohols die Seifenlösung mit Schwefelsäure zerlegt und die so gewonnenen Fettsäuren wiederholt mit Wasser gewaschen. Um sie vollständig frei von Cholesterin und anderen Alkoholen zu bekommen, wurden diese Fettsäuren in verdünnter Lauge gelöst, die Lösung wiederholt mit Benzin ausgeschüttelt. Ein Teil der Seifenlösung wurde mit Schwefelsäure zerlegt und das so gewonnene Fettsäuregemenge mit den Farbstoffen geprüft, der andere Teil der Seifenlösung wurde mit Kochsalz ausgesalzen, die ausgeschiedenen Seifen abgepreßt und nochmals gefällt.

Das Verhalten dieser Fettsäuren, sowie der Seifen, war folgendes:

- Fettsäure: mit S III gelb bis rötlichgelb,
 › Nb. blau und bläulichviolett,
 › Nr. dunkelrot.
Seifen: › S III lichtgelb,
 › Nb. blau bis lichtblau,
 › Nr. dunkelrot, Ausscheidung der freien Farbbase.

Ich lasse nun die kurz gefaßten Versuchsprotokolle folgen.

Versuchsprotokolle.

Versuchsreihe I.

Aus einer größeren Anzahl von Augen (70—80) wurden zunächst diejenigen ausgesucht, deren bulbus die weichste Konsistenz besaß, also eine Verflüssigung vermuten ließ.

I. Ein Auge, Glaskörper vollständig verflüssigt und von gelblicher Farbe. Beim Stehen setzt sich ein feinsandiger Niederschlag ab. Außerdem sind noch Flocken vorhanden. Unter dem Mikroskop erschien der Niederschlag aus zelligen Gebilden zu bestehen, die in ihrer Mitte einen hellen, doppelbrechenden Tropfen eingeschlossen hatten. Außerdem fanden sich vereinzelt Krystalle von rhomboedrischer Form. Nach dem Schütteln der Flüssigkeit mit Äther konnten die Tropfen nicht mehr gefunden werden. Aus dem Äther krystallisierten die tafelförmigen Krystalle wieder aus, außerdem blieben nach dem Abdunsten des Äthers Tropfen zurück, welche teilweise Doppelbrechung zeigten. Der Rückstand gab, in Chloroform gelöst, sowohl die Reaktion nach Salkowski auf Cholesterin, als auch die Liebermannsche Cholestolreaktion.

II. Fünf Augen, Katarakt, Irisatrophie, Glaskörper wasserhell, teilweise verflüssigt, der nicht veränderte Teil bildete kleine, in der klaren Flüssigkeit schwebende Klumpen. Diese Teile hielten lange, sehr feine, weiche Nadeln von seidenartigem Glanze umschlossen. Unter dem Mikroskope zeigten sich die Nadeln als Fäden von verschiedener Länge, teils weich und schmiegsam, teils starr und steif, die Enden meist fein zugespitzt. Sie fanden sich nur in den nichtverflüssigten Partien und waren untereinander mehr oder weniger verflochten. Im polarisierten Lichte erwiesen sich die Nadeln als doppelbrechend, sie erglänzten bei gekreuzten Nikols in den verschiedensten Farben, die sich beim Drehen des Präparates änderten, um nach je 90° zu verschwinden. Wurden die Krystalle mit starker Lauge oder Essigsäure versetzt, so schwand augenblicklich die Doppelbrechung, dem sonstigen äußeren Ansehen nach wirkte weder Säure, noch Lauge ein. Nach längerem Einwirken blieb das mit Essigsäure behandelte Präparat auch weiterhin scheinbar unverändert, während die mit Lauge behandelten Nadeln quollen, indem sie eine rosenkranzähnliche Form annahmen, und ihre äußeren Konturen doppelt erschienen. Nach ungefähr einer halben Stunde waren an Stelle der Nadeln eine Menge feinsten Tröpfchen getreten. Die Nadeln selbst lösten sich nicht beim Behandeln des Präparates mit Chloro-

form, Alkohol und Äther; vermutlich deshalb, weil die gallertige Umhüllung die Krystalle vor der Einwirkung des Lösungsmittels schützte.

Beim Anblick dieser feinen, seidenglänzenden Nadeln dachte ich zuerst an Tyrosin, das ja in solchen Formen auskrystallisiert. Eine Probe der Gebilde, mit Millons Reagens gekocht, gab jedoch keine Färbung.

Nun wurden die Glaskörper — ihre Menge betrug ca. 200 ccm — über Kieselgur abgenutscht und der Rückstand auf dem Filter mit physiologischer Kochsalzlösung einigemal nachgewaschen. Das Waschwasser wurde gesondert aufgefangen. Sodann wurde der Kieselgur mit den Krystallen bei 105° getrocknet, in der Reibschale fein verrieben und im Soxhletschen Extraktionsapparat mit Äther extrahiert. Im Extrakt versuchte ich durch Behandlung mit heißem Aceton eine Scheidung zwischen Cholesterin und Cholesterinestern.⁽¹⁷⁾ Leider mißlang durch einen unglücklichen Zufall dieser Versuch und die Hauptmenge der Substanz ging verloren. Der geringe mir verbliebene Rest zeigte unter dem Mikroskop Doppelbrechung und gab sehr starke Cholestolreaktion. Da nun nach Kawamura die Doppelbrechung nur Eigenschaft der Cholesterinester bzw. von Cholesterin-Fettsäuregemischen ist, nicht aber des reinen Cholesterins, so darf ich annehmen, daß es sich um eine derartige Verbindung gehandelt hat. Die Entstehung der kleinen Tropfen wäre entweder als Quellung (Myelinbildung) oder als Verseifungsvorgang aufzufassen.

Das Filtrat wurde in einen Schacherl-Extraktionsapparat gebracht und mit Äther extrahiert. Auch hier ließ sich durch die Cholestolreaktion Cholesterin nachweisen.

III. Vier Augen. Vollständige Synchronie. Glaskörper eine gelbliche Flüssigkeit, in der sich zahlreiche Flocken und Krystalle befanden. Außerdem vereinzelte doppelbrechende Tröpfchen. Die gesamte Flüssigkeit wurde im Extraktionsapparat mit Äther durch vier Tage extrahiert. Der Äther wurde zunächst mit ammoniakhaltigem Wasser geschüttelt; die abgelassene wässrige Schicht schäumte stark und gab mit Calciumchlorid, Magnesiumchlorid und Baryumchlorid Niederschläge. (Seifen.)

Von der ätherischen Lösung wurde der Äther abdunsten gelassen, der Rückstand mit Alkohol aufgenommen und mit einigen Tropfen alkoholischer Digitoninlösung versetzt. Es bildete sich ein weißer Niederschlag aus Digitonincholesterid. (Freies Cholesterin.)

Die von diesem Rückstand abfiltrierte Flüssigkeit wurde mit Wasser verdünnt und mit Äther ausgeschüttelt, der Äther mit Wasser gewaschen. Der nach Abdunsten des Äthers verbleibende Rückstand gab deutlich die Cholestolreaktion, nach Salkowski reagierte die Substanz nicht. (Cholesterinester.)

IV. Eine größere Anzahl von Glaskörpern mit Kieselgur verrieben und auf dem Wasserbade, sodann im Trockenschrank bei 105° getrocknet und mit Äther extrahiert. Weitere Behandlung wie III.

Die wässrige alkalische Lösung gibt nur schwache Trübung mit Magnesiumsulfat und Calciumchlorid. Beim Schütteln geringe Schaumbildung.

Die Ätherlösung gab Cholestolreaktion.

Ein Teil davon wurde mit Salpeterschwefelsäure verascht und mit Molybdän auf Phosphorsäure geprüft. Es fiel eine bedeutende Menge eines gelben Niederschlages aus, der in Ammoniak sich leicht löste und mit Magnesiainmischung Fällung gab.

Stickstoffbestimmung nach Lassagne fiel fraglich aus. (Seifen, Cholesterin, Phosphatide).

Versuchsreihe II.

A. 25 Augen.

1. Zwei davon mit Synchronismus mit staubförmiger Trübung, bestehend aus kugeligen, stark lichtbrechenden Gebilden, von denen einige Doppelbrechung zeigten. Außerdem einige nadelartige Krystalle; sie waren in Aceton löslich. Mit S III nahmen sie rötlich-gelbe Farbe an.

Die Glaskörpermasse wurde mit doppeltem Volumen Aceton versetzt und filtriert. Der Acetonextrakt nach Abdunsten des Acetons mit Äther geschüttelt, gab in Wasser Tropfen, die sich mit S III gelblich färbten, mit Nb hellblau, einige nur außen blau, während sie innen ungefärbt blieben (konzentrische

Schichtung im Sinne Kawamuras?). Doppelbrechung nicht mehr vorhanden. (Unklares Resultat, vermutlich Cholesterinester).

2. Zwei Glaskörper von Pferden mit «Mondblindheit». Im Glaskörper eine geringe Blutung. Doppelbrechende Tropfen neben isotropen Tropfen.

Sudan III färbt die anisotropen Tropfen nicht,
die anderen rot (Neutralfett).

Mit Aceton gefällt zu gleichen Teilen. Im Niederschlag keine Tropfen mehr. Chloroformauszug des Niederschlags gibt keine Cholestolreaktion.

Nachdem aus der klaren Acetonlösung das Aceton vertrieben worden war, wurde die entstandene Trübung untersucht.

S III gelb, einzelne rot,
Nr. hellrot und dunkelrot,
Nb. dunkelblaue Tropfen mit violetter Umsäumung,
(Glycerinester und Phosphatide).

Die Flüssigkeit mit Äther ausgeschüttelt:

Nr. teils lichtrot, teils ungefärbt,
Nb. > rot, teils lichtblau,
Cholestolreaktion positiv,
Reaktion nach Salkowski negativ,
Phosphorsäure positiv.

(Phosphatide, Cholesterin. Neutralfett.)

3. Drei unveränderte Augen. Feine Membran. Wie oben behandelt eine sehr schwache Cholestolreaktion. Phosphor?

4. Ein Glaskörper gelblich, vollkommen flüssig mit zahlreichen Tröpfchen, von denen ein Teil Doppelbrechung aufwies. Nach Erwärmen traten Krystallbündel auf. Die Tröpfchen färbten sich:

S III teils gelb, teils rot,
Nr. Ausscheidung der Farbbase,
Nb. große, violette Tropfen, hellblaue und tiefblaue Tröpfchen.

Mit Aceton gefällt. Das Unlösliche enthält kein Cholesterin. Mit Äther geschüttelt. Ätherextrakt färbt sich mit:

S III teils gelb, teils rot,
Nr. rot, einige Tropfen farblos,
Nb. blau; daneben rötliche und rote Tropfen.
Phosphorsäure positiv.

(Phosphatide, Neutralfett.)

5. Sieben Augen, in Formalin konserviert. Wenig Tröpfchen.

S III gelb und rot,
 Nr. Ausscheidung der Farbbase,
 Nb. blau und rötlich.
 (Neutralfett.)

6. Ein Auge, Katarakt, Irisatrophie. Tröpfchen in Essigsäure unlöslich.

S III hellgelb oder rötlichgelb,
 Nr. Ausscheidung der Farbbase,
 Nb. blau und rötlich.

Mit Alkohol gefällt. Lösung mit Äther ausgeschüttelt. Ätherextrakt gibt:

Cholestolreaktion sehr stark,
 Phosphorsäure positiv,
 Fettsäure negativ,
 (Phosphatide, Cholesterin).

B. Aus einer größeren Anzahl Augen (70—80) wurden gefunden:

1. Teilweise Synchronismus und geringe Blutung in den Glaskörpern. Außerdem eine Anzahl kugelig gebaute Gebilde. Auf Essigsäurezusatz löste sich ein Teil.

S III teils rot, teils gelb,
 Nr. Ausscheidung der Farbbase,
 Nb. blau und ein Teil der Kugeln gelb.
 (Neutralfett.)

2. Augen mit kleinen Tropfen und kurzen stäbchenförmigen Gebilden, deren Umrisse unscharf waren. Millons Reaktion gaben sie nicht. Nach Behandlung mit warmer Lauge schwanden sie. Färbungen konnte ich wegen der Feinheit der Gebilde nicht deutlich wahrnehmen.

(Fettsäure, Phosphatide?)

3. Zwei Glaskörper wie oben 2.

S III gelb,
 Nr. Ausscheidung der freien Base,
 Nb. Tropfen blau und violett, Stäbchen blau.
 (Phosphatide?)

4. Auge mit Tropfen, auf Behandlung mit warmer Lauge lösten sie sich, nach dem Erkalten bildeten sich große Tropfen. Diese Tropfen färbten sich mit:

S III gelb, gelbrötlich,
in den gelben, großen Tropfen rote eingestreut
(Emulsion von Neutralfett in Seife?)

Die unbehandelten Tropfen färbten sich:

S III gelb, rötlichgelb, rot,
Nr. Ausscheidung der Farbbase,
Nb. blau, rot.
(Neutralfett.)

5. Ein Auge wie oben. Doppelbrechung undeutlich. Mit Äther ausgeschüttelt. Cholestolreaktion positiv. (Freies Cholesterin.)

6. 15 Augen. Aussehen und Färbung der Tropfen wie oben.

Mit Alkohol gefällt und Niederschlag mit zwei Teilen Alkohol und einem Teil Wasser gewaschen. Es blieb eine geringe Zahl von Tropfen im Niederschlag zurück. Durch

S III gelbrot,
Nb. rot
Nr. nicht gefärbt.

Doppelbrechung nicht vorhanden.

Mit Chloroform extrahiert gaben sie positive Reaktionen nach Liebermann und Salkowski.

Die alkoholische Lösung wurde auf dem Wasserbade bei ca. 70° vom Alkohol größtenteils befreit und sodann mit Äther dreimal ausgeschüttelt. Die wässrige Flüssigkeit wurde mit Salzsäure angesäuert und abermals ausgeschüttelt.

Die alkalische Ausschüttelung stellte eine durchscheinende, krystallinische Masse dar; in Wasser gebracht wurde sie undurchsichtig, quoll auf und bildete Tropfen. Es färbten:

S III gelb bis rötlichgelb,
Nr. dunkelrot,
Nb. bläulich und blau.

Ammoniak und Salzsäure wirkten auf die Tropfen nicht ein.

Auch Baryumchlorid und Calciumchlorid riefen keine Änderung hervor.

Saure Ausschüttelung: Der Rückstand bildete Krystalle von Blättchenform und Nadeln in büschelförmiger Anordnung. Es färbten:

S III gelb bis gelbrot,
Nr. dunkelrot,
Nb. blau und bläulich.

In Salzsäure unverändert, in Ammoniak größtenteils löslich.

(Cholesterinester, Seifen, Phosphatide?)

C. 85 Augen.

1. Sieben Augen mit vollständiger Verflüssigung, rötlichgelb; zahlreiche Schatten roter Blutkörperchen. Sonst keine auffälligen Bestandteile.

2. Zehn Augen mit überstandener Iridicyklochorioiditis, vier davon mit teilweise verflüssigten Glaskörpern; Tröpfchen und Stäbchen wie sub B. 2. beschrieben. Es färben:

S III gelb, rötlichgelb und gelbrötlich,

Nr. Ausscheidung der freien Farbbase.

Nb. Tropfen blau, bläulich, violett, Stäbchen blau.

Verdünt man mit Wasser und erwärmt, so geht ein Teil der Tropfen in Lösung, die Stäbchen schwinden (Tropfenbildung?).

Nach Zusatz von Salzsäure und Erwärmen nehmen die Tropfen krystallinische Struktur an. Die weitere Behandlung wie oben sub B. 6.

Chloroformextrakt (wenig) der Alkoholfällung enthielt noch stark lichtbrechende Tropfen.

Cholestolreaktion positiv.

Alkalische Ausschüttelung:

Weißer, fester Rückstand. Im Wasser Tropfen, deutliche Quellung, am Rand Doppelbrechung, auf Erwärmen verschwindend. Die Krystallblättchen bleiben dabei unverändert.

S III lichtgelb, rötlichgelb, die Blättchen teilweise nicht,

Nr. dunkelrot und rötlich,

Nb. rot, rötlich, blau, die Blättchen teilweise nicht.

Cholestolreaktion sehr stark.

Phosphorsäure positiv.

Saure Ausschüttelung:

Der Rückstand bildet einige Tropfen mit festen Bestandteilen. Die Tropfen erweisen sich als Milchsäure. Die festen Gebilde färben sich mit:

S III gelb und rötlichgelb,

Nr. nur ein kleiner Teil in der Kälte rot; nach Erwärmen dunkelrot, meist aber hellrot,

Nb. blau, lichtblau.

Mit Natronlauge versetzt und erwärmt, nach dem Erkalten krystallinische, nadelförmige Ausscheidung. Die Lösung schäumt, geschüttelt, stark.

(Cholesterinkrystalle, Phosphatide, Seifen.)

3. 5 Augen. Nur geringe Trübungen aus Tröpfchen und Stäbchen bestehend.

S III gelb, rötlichgelb,
Nr. nach Essigsäurezusatz rot,
Nb. blau und bläulich.

Calcium- und Baryumchlorid rufen keine Veränderung der Tropfen hervor. Salzsäure und darauffolgendes Erwärmen keine krystallinische Umbildung.

Mit Äther extrahiert; das vom Äther befreite Extrakt gibt mit Wasser Quellungsfiguren in Form von Tröpfchen und Stäbchen, die den im Glaskörper beobachteten völlig gleichen.

(Unklarer Befund.)

4. 6 Augen, teilweise Verflüssigung. Tropfenförmige Gebilde färben sich mit:

S III rötlichgelb, gelb und rot,
Nr. nach Essigsäurezusatz rot und farblos,
Nb. blau, bläulich, vereinzelt rot.

Tropfen lösen sich in Alkohol. Weitere Behandlung wie sub B. 6.

Alkalische Ausschüttelung:

Gelbliche, ölige Masse. In Wasser zerfällt sie in kleine Tröpfchen unter Quellung und in stäbchenähnliche Gebilde. Am Rande der quellenden Masse zeigten sich Doppelbrechung deutlich, die nach Erwärmen verschwindet. Es färbte:

S III lichtgelb und rötlichgelb,
Nr. lichtrot, nach Erwärmen kirschrot,
Nb. blau und rötlichblau.
Phosphorsäure positiv,
Stickstoff positiv.

Saure Ausschüttelung:

Krystallinische Massen, Milchsäure. Es färbte:

S III gelbrötlich,
Nr. dunkelrot.
Nb. blau.

Die gebildeten Tropfen und Kryställchen lösen sich in Ammoniak und Natronlauge.

Mit Baryumchlorid und Magnesiumsulfat entsteht ein Niederschlag, ebenso mit Calciumchlorid.

Chloroformextrakt: sehr wenig, keine Doppelbrechung.

S III rötlichgelb,
 Nr. rötlich und farblos,
 Nb. bläulich und farblos.
 (Phosphatide, Seifen.)

5. 7 Augen. Die erhaltene Flüssigkeit betrug 500 ccm teilweise Verflüssigung, Augen sonst normal. Tropfen. Es färbte:

S III gelb, rotgelb, rot und ungefärbt,
 Nr. Ausscheidung der Farbbase,
 Nb. blau, bläulich und rötlich.

Die ganze Glaskörpermasse wurde mit Salzsäure angesäuert und mit Alkohol gefällt. Es trat nach Stehen über Nacht Rotfärbung ein. Nach dem Filtrieren wurde der Alkohol bei möglichst niedriger Temperatur vertrieben und die übrig gebliebene Flüssigkeit mit Äther extrahiert. Der rote Farbstoff ging in den Äther über. Der Niederschlag wurde mit verdünntem Alkohol gewaschen und mit Chloroform extrahiert.

Chloroformextrakt:

Schwach rötlich gefärbt. Unter dem Mikroskop sah man in einer rötlichen Grundmasse kleine, anisotrope Tröpfchen eingelagert, die mit S III rötlichgelbe oder sehr schwache, gelbe Farbe annahmen; Nb. nahmen sie nicht an. Cholesterinreaktion fiel sehr stark aus.

Der Äther wurde zunächst mit ammoniakhaltigem Wasser geschüttelt. Die Flüssigkeit bildete ein sehr dichtes Magma, das sich erst durch Eintragen von Kochsalz löste. Die abgelassene wässrige Flüssigkeit bildete nach kräftigem Schütteln einen sehr beständigen Schaum und gab mit Calciumchlorid, Baryumchlorid und Magnesiumsulfat flockige Niederschläge. Nach Ansäuern mit Salzsäure wurde sie abermals mit Äther ausgeschüttelt.

Der Äther der alkalischen Ausschüttelung enthielt den roten Farbstoff; nach dem Abdunsten des Äthers blieb ein

tropfenförmiger, roter Rückstand, der, wie unter dem Mikroskope sich zeigte, eine Menge kleinster, mehr oder weniger deutlich rhomboedrischer Krystalle enthielt. Diese färbten sich mit S III schwach gelblich, mit Nb. nicht oder leicht rötlich, mit Nr. nicht. Die andere amorphe Masse bildete mit Wasser und Natronlauge rote Tropfen, über ihr färberisches Verhalten konnte ich wegen der intensiven roten Farbe keinen Aufschluß erhalten. Die Cholestolprobe fiel sehr stark aus, die Phosphorsäurereaktion dagegen negativ. Der Versuch, durch Umkrystallisieren aus Eisessig das Cholesterin rein zu gewinnen, mißlang, da sich beim Erwärmen die Krystalle mit der anderen Masse zu Tropfen vereinigten, die nach dem Erkalten sich nicht mehr trennten.

Die saure Ätherausschüttelung hinterließ nach dem Abdunsten des Lösungsmittels nur eine Spur einer flüssigen Substanz (Milchsäure), hingegen eine bedeutende Menge von blättchenförmigen und zu Büscheln vereinigten, nadelförmigen Krystallen. Sie färbten sich mit:

S III gelb bis gelbbrot,

Nr. dunkelrot,

Nb. blau, die Blättchen violett. Die Nadeln färbten sich sehr langsam blau.

Phosphorsäure und Cholesterin waren in der sauren Ausschüttelung, wie vorauszusehen, nicht nachzuweisen.

(Cholesterin, Cholesterinester, fettsäurehaltige Substanz.)

Untersuchung von Glaskörpern ohne besondere Trübung auf fettartige und fettähnliche Substanzen.

Aus den vorstehenden Versuchsprotokollen ergibt sich, daß fettartige und fettähnliche Substanzen in den Trübungen des Glaskörpers eine wichtige Rolle spielen. Es schien daher von Interesse zu wissen, ob solche Stoffe auch in einem normalen, d. h. nicht getrühten Glaskörper vorkommen. Zu diesem Behufe wurden 50 Augen, an denen Trübungen nicht wahrgenommen werden konnten, wie sub B. 6 beschrieben, behandelt.

Chloroformextrakt:

Doppelbrechende Tropfen und krystallinische Massen, in Wasser und Natronlauge keine Myelinbildung. Es färbte:

- S III hellgelb, einige Schollen rötlichgelb,
 Nr. teils rot, teils nicht,
 Nb. blau, bläulich oder nicht.
 (Cholestolreaktion stark.)

Alkalische Ätherausschüttelung:

In Wasser und Natronlauge Myelinbildung und Bildung von Tropfen; Doppelbrechung deutlich, nach Erwärmung verschwindet sie. Es färbte:

- S III gelb und rotgelb,
 Nr. dunkelrot und blaßrot,
 Nb. lichtblau und dunkelblau.

Die vorhandenen krystallinischen Gebilde färbte S III nicht.

Stickstoff positiv,

Phosphorsäure positiv,

Cholestolreaktion positiv,

Glycerin (Acroleinprobe) positiv (mit Kaliumbisulfat erhitzt).

Saure Ausschüttelung:

Viel Milchsäure, in der eine krystallinische Ausscheidung verteilt war in Form feiner Nadelbüschel oder Blättchen; teilweise auch Tropfen. Es färbte:

- S III Tropfen gelbrot, Nadeln und Blättchen mehr gelb,
 Nr. dunkelrot,
 Nb. blau und bläulichviolett.

In Lauge ist der Rückstand löslich, bildet beim Schütteln beständigen Schaum, mit Calcium- und Baryumchlorid, sowie mit Magnesiumsulfat Niederschlag.

Phosphorsäure negativ,

Cholestolreaktion negativ.

Um zu entscheiden, ob die phosphorhaltige Substanz Cholin enthält, wurde die Hauptmenge der alkalischen Ätherausschüttelung mit Barytwasser zerlegt, vom Niederschlage, der aus phosphorsaurem und fettsaurem Baryum bestand, abfiltriert, die Lösung zum Sieden erhitzt und bis zur Sättigung Kohlensäure eingeleitet. Nach dem Abfiltrieren und Ansäuern mit Salzsäure wurde die Lösung auf dem Wasserbade zur Trockne gedampft, mit Alkohol aufgenommen und ein Teil mit alkoholischer Sublimatlösung gefällt. Es fiel ein reichlicher Niederschlag aus. Der andere Teil wurde mit alkoholischer

Platinchloridlösung versetzt; es bildete sich ein reichlicher Niederschlag von gelber Farbe. Dieser wurde auf einer mehrfachen Lage von Filtrierpapier von der Mutterlauge befreit und in Wasser gelöst. Aus dem Wasser krystallisierte er wieder in oktoedrischen Krystallen aus. Zu diesen Krystallen ein Tropfen Jodjodkalium gebracht, rief lange schwarze Krystalle hervor, die nach einiger Zeit zerfielen. Es handelt sich also um Cholin.

Da nach den Angaben von Flury⁽¹⁸⁾ die Oxydationsprodukte des Cholesterins eine stark hämolytische Wirkung besitzen, die sogar die der Gallensäure übertrifft — es handelt sich um die sauren Oxydationsprodukte —, versuchte ich, ob der sauren Ausschüttelung eine derartige Wirkung zukomme. Zu diesem Zwecke wurde der Rückstand der sauren und alkalischen Ätherausschüttelung von C 2, 5 und die aus den Glaskörpern ohne Trübung mit je 10 ccm sterilisierter physiologischer Kochsalzlösung, die 0,004 % Lauge enthielt, aufgenommen und mit 0,1 ccm roter Blutkörperchen versetzt und gleichzeitig mit einer Kontrollprobe drei Stunden in den Brutschrank gestellt. Die Kontrollproben, sowie die Proben der alkalischen und sauren Ausschüttelung der ungetrübten Glaskörper, ferner der alkalischen Ausschüttelungen von 2 und 5 zeigten keine Hämolyse, während bei den Proben der sauren Ausschüttelung von 2 und 5 eine schwache Hämolyse zu beobachten war. Ob man diese schwache Reaktion auf Anwesenheit eines Oxydationsproduktes von Cholesterin deuten darf, scheint mir immerhin gewagt.

Zusammenfassung.

Aus den beschriebenen Untersuchungen ergibt sich, daß in der normalen Glaskörperflüssigkeit Seifen enthalten sind, die verschiedene lipoiden Substanzen in Lösung halten. Als solche konnten nachgewiesen werden:

Glycerinester (Neutralfett), Cholesterinester, freies Cholesterin und cholinenthaltendes Phosphatid.

Unter abnormen Verhältnissen kommen diese Substanzen, welche normalerweise in Lösung gehalten werden, in Form von Tropfen bzw. krystalloiden Gebilden als Niederschläge

zur Ausscheidung. Außerdem kommen auch Ausscheidungen von Seifen als trübende Substanzen vor. Als Beweis hierfür kann der Fall C 2 gelten. Übrigens kann die Sudan- und Neutralrotfärbung nach Zusatz von Essigsäure, wie sie in einzelnen anderen Fällen auftrat, sowie das sonstige Verhalten, gleichfalls in diesem Sinne gedeutet werden, ohne einen strikten Beweis für die Seifennatur der Gebilde zu liefern.

Im übrigen zeigt sich, daß die Trübungen in der Regel nicht durch eine einheitliche Substanz verursacht werden, sondern durch ein Gemenge mehrerer Substanzen, unter denen bald die eine, bald die andere an Menge hervorrägt. Alle diese trübenden Substanzen zeigen lipoider Natur, bald sind sie Neutralfett, bald freies Cholesterin, bald Cholesterinester, bald Phosphatid. Außer den vorbezeichneten Flocken (Exsudatrückstände) wurden außer Substanzen lipoider Natur keinerlei andere Substanzen als Bestandteile von trübenden Partikeln gefunden, trotzdem eine große Anzahl von Augen untersucht wurde, insbesondere wurde niemals eine Ausscheidung von Tyrosin beobachtet. Die Trübungen im Glaskörper scheinen demnach lediglich auf einer analogen Grundlage zu beruhen, wie die Ausscheidung der Gallensteine aus der Galle.

An dieser Stelle möchte ich der angenehmen Pflicht nachkommen, meinem verehrten Chef, Herrn Professor Dr. Th. Panzer für seine trefflichen Ratschläge und wirksame Unterstützung, die er mir bei allen meinen Arbeiten hatte zuteil werden lassen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1. Steinbeck, Zeitschrift für Veterinärkunde, Bd. 25, S. 365.
 2. Kirsten, Zeitschrift für Veterinärkunde, Bd. 21, S. 433.
 3. Bayer, Augenheilkunde 1914, S. 458.
 4. Desmares
 5. Sichel
 6. Stout,
 7. Blasius, Deutsche Klinik I, S. 1849.
 8. Hervier, nach Schmidts Jahrbüchern, Bd. 64.
- } nach Schmidts Jahrbüchern, Bd. 55.

9. Bouisson, nach Schmidts Jahrbüchern, Bd. 61.
 10. Schöler, Berliner klinische Wochenschrift, 1880, Nr. 29.
 11. Westphal, Archiv für Augenheilkunde, Bd. 78, S. 1.
 12. Müller, Würzburger medizinische Zeitschrift, Bd. 1, S. 459.
 13. Lohmeyer, Zeitschrift für rationelle Medizin, V, S. 56.
 14. Pautz, Zeitschrift für Biologie, Bd. 31, S. 212.
 15. Mörner, Diese Zeitschr., Bd. 18, S. 244.
 16. Kawamura, Die Cholesterinesterverfettung. Jena 1911.
 17. Panzer, Diese Zeitschr., Bd. 54, S. 240.
 18. Flury, Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. 66, S. 221.
-