

Aus der Universitätsklinik für Augenkrankheiten Berlin  
(Direktor: Prof. Dr. W. LÖHLEIN).

## **Goniodynamometrie, eine Funktionsprobe im Kammerwinkel des lebenden Auges.**

Von

**Dr. med. E. G. A. VAN BEUNINGEN,**

Lehrbeauftragter und wissenschaftlicher Assistent der Klinik.

Als THEODOR LEBER vor fast einem halben Jahrhundert in seinem Handbuchartikel über die Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges den SCHLEMMschen Kanal als einen Venenkanal oder Venensinus beschrieb, glaubte man damals, in der Beurteilung der Abflußverhältnisse der intraokularen Flüssigkeit ein gutes Stück weitergekommen zu sein. Seine Lehre konnte anfangs auch nicht durch die ersten Kammerwinkeluntersuchungen am lebenden Auge von SALZMANN und TRANTAS erschüttert werden. Zwar war man insofern schon etwas zweifelnd geworden, als ja ein blutführender SCHLEMMscher Kanal sich durch eine rote Linie abzeichnen müßte. Dies konnte aber nur in seltenen Fällen beobachtet werden. In der Mehrzahl der Fälle wurde der SCHLEMMsche Kanal als ein graues Band im Trabeculum corneosclerale beschrieben.

Durch die Verbesserung der gonioskopischen Untersuchung gelang es vor allem TRONCOSO, das Problem über den Inhalt des SCHLEMMschen Kanals weiter zu klären. TRONCOSO fand im Jahre 1925 die SCHLEMMsche Kanalzone niemals in ihrer ganzen Ausdehnung als rotes Band, sondern beobachtete immer nur auf kurzen Strecken eine Rotfärbung. Er schließt daraus, daß der SCHLEMMsche Kanal kein Venensinus sein kann, da er sonst in seinem gesamten Umfange rot gefärbt sein müßte.

Auch TRANTAS, SUGAR u. a. fanden gelegentlich eine Rotfärbung im SCHLEMMschen Kanalgebiet. Dabei kommt TRANTAS merkwürdigerweise in seinen späteren Veröffentlichungen zu der Ansicht, daß das rote Band nichts mit dem SCHLEMMschen Kanal zu tun habe. Er drückt seinen Zweifel in einer seiner letzten Veröffentlichungen aus dem Jahre 1948, bei der Untersuchungen mit dem KOEPPESchen Kontaktglas und Hornhautmikroskop beschrieben sind, sogar in ganz prägnanter Form aus, indem er sagt: „Der rote Ring ist der Ausdruck des Zusammenfließens der durch Blut angefüllten Capillaren, hervorgerufen

durch Stauung, die durch den Druck des Kontaktglases auf den ciliaren Bezirk ausgeübt wird. Der rote Ring ist dem roten tiefen pericornealen Ring analog, den man bei verschiedenen Augenerkrankungen sieht. Ein Fehlen des roten Ringes bei Glaukom zeigt eine Zirkulationsstörung der Capillaren . . ." Vermutlich meint TRANTAS, daß der rote Ring dem durchschimmernden Plexus internus entspricht. Er zweifelt vor allem deshalb an einem echten roten SCHLEMMschen Kanal, weil sich diese rote Zone auch auf die Skleralwand des Ciliarkörpers ausdehnt. Ich werde im einzelnen auf Grund experimenteller Ergebnisse noch später auf diese Ansicht von TRANTAS zurückkommen.

Bis zum Augenblick haben sich die Verhältnisse um den SCHLEMMschen Kanal durch die gonioskopischen Untersuchungen zahlreicher Autoren etwa wie folgt aufklären lassen:

Gonioskopisch kann bewiesen werden, daß der SCHLEMMsche Kanal am lebenden Auge unter normalen Bedingungen niemals Blut führt. Erst durch den Druck des Haftglases oder durch andere artefizielle Einwirkungen tritt Blut im SCHLEMMschen Kanal auf. Somit ist die Füllung des SCHLEMMschen Kanals mit Blut bis zu einem gewissen Grade von der Methode der Untersuchung abhängig.

Nichts beweist schöner als die Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse von TRANTAS selbst, der mit dem KOEPPESchen und GOLDMANNschen Kontaktglas die Kammerwinkelverhältnisse prüfte, daß nur die Untersuchungsmethodik, in diesem Falle also der Druck auf die episkleralen Venen und den ciliaren Bezirk, verbunden mit einer gewissen Hypotonisierung des Bulbus, zum Auftreten von Blut im Kanal führt. TRANTAS findet bei Anwendung des KOEPPESchen Glases in 75% seiner 112 normalen Fälle Sanguis im SCHLEMMschen Kanal, GOLDMANN dagegen mit seinem eigenen Haftglas nur 40% bei 50 normalen Patienten. Die Anwendung der statistischen Wahrscheinlichkeitsrechnung ergibt, daß es sich bei den beiden Prozentzahlen um einen echten methodischen Unterschied handelt, durch den der sog. rote Ring erzeugt wird. Der Unterschied ist sicher darin zu suchen, daß das KOEPPESche Kontaktglas schwerer ist als das GOLDMANNsche. Der stärkere Druck auf den Limbus erzeugt anscheinend häufiger Sanguis im SCHLEMMschen Kanal.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß der gegenüber den episkleralen Venen niedrigere intraokulare Druck ein entscheidender Faktor für die Füllung des SCHLEMMschen Kanals mit Blut ist, machten KRONFELD, MCGARRY und SMITH entsprechende Untersuchungen zur künstlichen Füllung des SCHLEMMschen Kanals mit Blut. Diese Autoren prüften zunächst den Einfluß des Kontaktglases auf die episkleralen Venen und das Erscheinen von Blut im Kanal. Dabei benutzten sie die Methode von MIZUO. Es wurden ein Lidsperrer nach ARRUGA eingesetzt und die Lider vom Bulbus etwas abgehoben. Nachdem der Bindehautsack mit

Wasser gefüllt worden war, konnte man ohne Druck auf den Bulbus die Verhältnisse am SCHLEMMschen Kanal mit dem Hornhautmikroskop studieren. Um Drucksenkungen im Bulbus zu erreichen, wandten KRONFELD und seine Mitarbeiter zwei verschiedene Verfahren an: Bei Augen, die infolge Erkrankung hinsichtlich ihrer Sehkraft nicht sehr gefährdet waren, wurden mit einer Kanüle 0,01—0,03 cm<sup>3</sup> Kammerwasser aus der Vorderkammer abgesaugt. Danach trat regelmäßig eine Drucksenkung von etwa 6—12 mm Hg ein. Nach der Absaugung färbte sich der SCHLEMMsche Kanal immer rot. Etwa 20—30 min nach der Vorderkammerpunktion begann KRONFELD zu gonioskopieren. Bei anderen Augen wurde an Stelle der Vorderkammerpunktion das Ophthalmodynamometer von KUKÁN verwendet. Bei diesem Experiment wurde gelegentlich auch schon während der Unterdruckeinwirkung gonioskopiert. Die Autoren ließen 2 min lang 250 mm Hg Saugdruck auf den Bulbus einwirken. Hierbei trat immer erst nach Abklingen des Unterdruckes Blut im SCHLEMMschen Kanal auf. Auf diese Weise beobachtete man in fast allen Fällen Sanguis im SCHLEMMschen Kanal. Nach etwa 10 min verschwand die Rotfärbung aus dem Kanalgebiet.

Es ist klar, daß die Autoren bemüht waren, das „Sanguisphänomen“ (wie wir, entsprechend KRONFELD, das Erscheinen von Sanguis im SCHLEMMschen Kanal von nun ab nennen wollen) bei Glaukomfällen und bei normalen Fällen vergleichend zu beobachten. Jedoch gelang es bisher noch nicht, die Methode so weit auszubauen, daß das „Sanguisphänomen“ im SCHLEMMschen Kanal zur Differentialdiagnose bei Glaukom herangezogen werden kann. Die Methode der Vorderkammerpunktion ist als Spezialfunktionsprobe sicher nicht gut brauchbar, da die Patienten nicht in jedem Fall gewillt sein werden, sich diesem Eingriff zu unterziehen. Immerhin ist es den Autoren bisher gelungen, wie die letzte Mitteilung aus dem Jahre 1948 zeigt, das „Sanguisphänomen“ mit Hilfe einer Halskompression von 40 mm Hg und einem dynamometrischen Druck von 20 mm Hg bei 90% der kontrollierten Augen auszulösen.

Das „Phänomen“ wird von dem Verfasser und seinen Mitarbeitern eingeteilt in

1. ein „typisches Phänomen“,
2. ein „typisches Phänomen mit Austritt von Blut in die Vorderkammer“ und
3. eine Gruppe „atypischer Phänomene“.

1. Das „typische Phänomen“ wird wie folgt beschrieben: Es handelt sich um ein rotes, begrenztes Band, das in den hinteren zwei Dritteln des trabeculären Bezirkes liegt. Die Breite des Bandes wechselt von  $\frac{1}{3}$  bis zu  $\frac{2}{3}$  der Trabekelbreite. Die Intensität der roten Farbe und die Breite des Bandes ist in den unteren Winkelpartien gewöhnlich

größer als oben. Die anatomische Begrenzung stimmt mit der gonioskopischen Begrenzung nicht ganz überein, auch ist der vordere Rand des roten Bandes gewöhnlich schärfer als der hintere. Es wird angenommen, daß eine dünne Trennwand das Blut vom Trabekel fernhält und eine sichtbare Infiltration von Blut verhindert. Bevor das Band verschwindet, wird es an einzelnen Stellen heller und zerfällt dann in Segmente und Inseln.

2. Das „typische Phänomen mit dem Austritt von Blut in die Vorderkammer“ soll dadurch zustande kommen, daß Kanälchen, die am Ende Poren tragen, im Trabekelmaschenwerk liegen, durch die Blutropfen hindurchsickern und auf das Ciliarkörperband fallen. Allerdings läßt sich das Blut auf dem Ciliarkörperband im Gegensatz zum Blut im SCHLEMMschen Kanal makroskopisch nicht erkennen.

3. „Atypische Phänomene“. Diese werden durch 4 Gruppen charakterisiert:

- a) durch ein sehr enges rotes Band;
- b) durch starke Segmentbildung und unregelmäßige Füllung des Kanals;
- c) durch die Dichte des Trabekels, die gewöhnlich mit starker Pigmentinfiltration verbunden ist. Letztere kann das Erkennen von Blut im SCHLEMMschen Kanal völlig verhindern;
- d) durch das Unvermögen, den SCHLEMMschen Kanal mit den angewandten Methoden zu füllen.

Bemerkenswert scheint noch die Feststellung KRONFELDS zu sein, daß es ihm bei einem Weitwinkelglaukom mit stark herabgesetzter Durchleuchtbarkeit des Trabekels nicht gelang, den SCHLEMMschen Kanal mit Blut zu füllen. Diese Erscheinung wird auf eine „Sklerosis“ des Trabekels zurückgeführt.

Zusammenfassend kann man zu den sehr exakten Untersuchungen KRONFELDS sagen, daß durch die Klärung der Regulationsverhältnisse um den SCHLEMMschen Kanal ein großer Fortschritt erreicht worden ist. Wir wissen heute dank der Experimente KRONFELDS, daß eine intraokulare Drucksenkung unter 15 mm Hg zwangsläufig zur Blutfüllung des SCHLEMMschen Kanals führt und daß damit die LEBERSche Lehre vom SCHLEMMschen Venensinus experimentell einwandfrei widerlegt ist. Wenn der episklerale bzw. intrasklerale Venendruck höher ist als der intraokulare Druck, so muß sich der SCHLEMMsche Kanal rot färben, wie KRONFELD ja überzeugend nachgewiesen hat. Nach der Ansicht von TRONCOSO und anderen Autoren dürfte demnach die Schlußfolgerung, die unter anderen DUKE-ELDER in Bestätigung der LEBERSchen Lehre aus seinen eigenen Untersuchungen zieht, insofern nicht richtig sein, als das Ergebnis seiner Untersuchungen zwangsläufig bedeuten würde, daß ständig Blut im SCHLEMMschen Kanal sein

muß. Man kann im Gegenteil wohl auf Grund späterer Experimente von TRONCOSO annehmen, daß der Druck im SCHLEMMschen Kanal um etwa 1—2 mm Hg unter dem intraokularen Druck liegt und daß der Druck im SCHLEMMschen Kanal immer noch etwas höher liegen muß als der intra- und extrasklerale Venendruck.

Ohne Kenntnis der Untersuchungen von KRONFELD, dessen Veröffentlichung mir durch die Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse erst vor kurzem zugänglich wurde, begann ich vor längerer Zeit mit dynamometrischen Untersuchungen unter gleichzeitiger Beobachtung des Kammerwinkels. Dabei hatte ich die Absicht, wenn möglich, eine klinisch brauchbare Funktionsprobe zu entwickeln, die als ein weiteres Differentialdiagnosticum bei Glaukom verwendet werden kann. Allgemeine dynamometrische Untersuchungen und das Verhalten des Augapfels nach stärkeren mechanischen Belastungen führten mich über die Gonioskopie zur speziellen Betrachtung der Verhältnisse am SCHLEMMschen Kanal.

Ich untersuchte zunächst 16 Patienten, von denen etwa die Hälfte sicher kein Glaukom hatte, während die andere Hälfte nachweislich an Glaucoma simplex chronicum litt.

#### Methodik.

Im Gegensatz zu KRONFELD benutzte ich nicht das Dynamometer von KUKÁN, sondern das Ophthalmodynamometer nach H. K. MÜLLER. Damit liegen meine gesamten experimentellen Voraussetzungen auf einer ganz anderen Grundlage als die KRONFELDS.

F. P. FISCHER hat in glänzenden druckphysiologischen Experimenten die Wirkungsweise des KUKÁnschen Dynamometers klargelegt. Im Gegensatz zu KUKÁN beweist er eindrucksvoll, wie der intraokulare Druck sich durch die Saugwirkung des KUKÁnschen Dynamometers praktisch nicht ändert. Als einzige Veränderung tritt eine Bulbusvolumenvergrößerung ein, einhergehend mit einer Erniedrigung des Druckes in den extra- und intraokularen Venen. Die Rigidität der Bulbushülle nimmt durch die Saugwirkung infolge Dehnung der Bulbuswand zu. Mir scheint, daß damit meine Untersuchungsmethode in einem gewissen Gegensatz zu der von KRONFELD steht.

Denn mit dem Dynamometer von H. K. MÜLLER wird der intraokulare Druck erhöht und das Blut aus dem Aderhautkissen ausgetrieben. Nach Absetzen des dynamometrischen Druckes herrscht intraokular dadurch eine Druckherabsetzung, daß Raum im Bulbus frei geworden ist, weil ja das Blut aus dem Aderhautkissen weitgehend beseitigt wurde.

KRONFELD dagegen erhält mit dem KUKÁnschen Dynamometer eine Bulbusvolumenvergrößerung, wobei der intraokulare Druck gleich bleibt, weil mit der Volumenvergrößerung eine weitere Auffüllung des Aderhautkissens einhergeht, während der Druck in den extra- und intraokularen Venen herabgesetzt wird. Dies erklärt sich vermutlich aus einem Leerlaufen entsprechender Venen. Bei plötzlichem Absetzen des Unterdruckes wird dann wohl vor allem durch den Recurrensast, der vom Ciliarkörper zum SCHLEMMschen Kanal führt, die Blutfüllung des Kanals entstehen; denn dadurch, daß der Bulbus vergrößert worden ist, besteht nach Absetzen des Unterdruckes die Tendenz der Bulbushülle, sich

elastisch zusammenzuziehen, wobei die überreichliche Blutfüllung des Aderhautkissens spontan beseitigt wird. Bei der Beseitigung der übermäßigen Blutmengen aus dem Aderhautkissen kann der SCHLEMMSCHE Kanal über den als Ramus recurrens von THEOBALD dargestellten Zweig wohl mit Blut gefüllt werden, und erst in zweiter Linie entsteht eine Rotfärbung des SCHLEMMSCHEN Kanals von den epi- und intraskleralen Venen aus.

Die Blutfüllung des SCHLEMMSCHEN Kanals bei Absetzen des dynamometrischen Druckes (Ophthalmodynamometer nach H. K. MÜLLER) erklärt sich dagegen vor allem aus dem höheren Druck in den epi- und intraskleralen Venen gegenüber dem stark erniedrigten intraokularen Druck. Es handelt sich also bei der Anwendung des Dynamometers von H. K. MÜLLER vor allem um eine Blutfüllung vom episkleralen Venennetz her, wobei der Gefäßdruck gegenüber dem intraokularen Druck ein Übergewicht bekommt. Bei der Anwendung des KUKÁNSCHEN Dynamometers dagegen bekommt das Aderhautkissen nach Ablassen des dynamometrischen Unterdruckes einen geringen Überdruck und dürfte so, wie oben erwähnt, den SCHLEMMSCHEN Kanal über die Rami recurrentes mit Blut füllen.

Im wesentlichen besteht der Gegensatz zwischen der Wirkungsweise des Dynamometers von H. K. MÜLLER gegenüber dem von KUKÁN darin, daß bei Anwendung des MÜLLERSCHEN Dynamometers während der Blutfüllung des SCHLEMMSCHEN Kanals auch das Aderhautkissen mit Blut aufgefüllt wird, während bei Benutzung des KUKÁNSCHEN Dynamometers dagegen das übernormal mit Blut aufgefüllte Aderhautkissen durch die Elastizität der Bulbushülle wieder zu einer normalen Blutfüllung zurückgebracht wird.

Daß die Rückkehr des hypotonisierten Auges zur Normotonie bei Anwendung des MÜLLERSCHEN Dynamometers im wesentlichen durch die Auffüllung des Aderhautkissens geschieht und daß die Kammerwasserbewegung sowohl hinsichtlich des Zuflusses als auch des Abflusses keinen wesentlichen Einfluß auf die Herstellung der Normotonie hat, habe ich experimentell nachgewiesen, jedoch soll diese Untersuchung einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Bei der Festlegung der Höhe des dynamometrischen Druckes auf den Bulbus ging ich von physiologischen Gesichtspunkten aus, indem ich versuchte, mit der Druckwirkung etwas unterhalb des systolischen Netzhautarteriendruckes zu bleiben. Ich beobachtete durch das GOLDMANNSCHE Kontaktglas mit Hilfe der GULLSTRANDSCHEN Spaltlampe am Hornhautmikroskop bei 22facher Vergrößerung zunächst den systolischen Arterienpuls solange, bis die Pulsschwankungen nicht mehr bemerkbar waren, aber der Blutstrom noch nicht vollständig unsichtbar war. Darauf ließ ich den dynamometrischen Druck so viel auf das Auge einwirken, bis gerade die erste Pulsschwankung bemerkbar wurde. Im allgemeinen verwendete ich dabei einen Druck von weniger als 100 g, was bei dem durchschnittlich herrschenden intraokularen Druck von 20—30 mm Hg einem Wert von 70—80 mm Hg entsprechen würde. Dieser Druck wurde 4 min lang auf das Auge ausgeübt, wobei der Kammerwinkel mit Hilfe des GOLDMANNSCHEN Kontaktglases und der GULLSTRAND-SPALTlampe durch das ZEISSSCHE Hornhautmikroskop laufend beobachtet wurde. Neben einer Hilfe, die dynamometrierte, wurde durch eine weitere Assistenz Uhrzeit verglichen, das Protokoll geführt und der Dynamometerdruck beobachtet. Ich selbst beobachtete während des Dynamometrierens laufend Fundus und Kammerwinkel. Nach Ablauf von 4 min wurde das Dynamometer schnell abgesetzt und die Beobachtungen am Kammerwinkel solange durchgeführt, bis der Kammerwinkel etwa die gleichen Verhältnisse zeigte wie vor Beginn der goniodynamometrischen Untersuchung. Danach nahm ich das Haftglas ab und tonometrierte. In jedem Falle wurde die Tensio auch vor der Untersuchung festgestellt.

### Ergebnisse.

Bei den 16 untersuchten Patienten handelt es sich um 7 Patienten mit normalen Augen, von denen wir 9 Augen goniodynamometrierten, und um 9 Patienten mit Glaucoma simplex chronicum, von denen wir 9 Augen untersuchten. In einzelnen Fällen wiederholten wir bei den Glaukoma Patienten und bei den Nichtglaukoma Patienten die Untersuchung am selben Auge, um Vergleiche über den Ablauf des „Sanguisphänomens“ zu erhalten.

Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, lag das Lebensalter fast aller Patienten über 50 Jahren. Von den 9 normalen Augen hatte 1 Auge einen engen bis mittelweiten, spitzschnabelförmigen, 8 dagegen einen weiten, stumpfschnabel- bis grabenförmigen Kammerwinkel. Bei den 9 Glaukomaugen fanden sich 5 enge bis mittelweite, spitzschnabelförmige Kammerwinkel und 4 weite, stumpfschnabel- bis grabenförmige Kammerwinkel. Zwei Glaukomaugen wiesen eine sehr starke Pigmentinfiltration des SCHLEMMschen Kanals auf.

Während der Beobachtung des SCHLEMMschen Kanals von normalen und glaukomatösen Augen notierte ich die Zeit, die bis zum Bluteinstrom in den Kanal verging. Danach legte ich die Zeiten für die einzelnen Stadien des Verschwindens von Sanguis aus dem SCHLEMMschen Kanal sowohl für die unteren als auch die oberen Kammerwinkelpartien fest. Im Gegensatz zu KRONFELD will ich nicht nur das Phänomen hinsichtlich seines Erscheinens oder Ausbleibens klassifizieren, sondern ich habe bei allen Messungen größten Wert gerade auf den „Zeitfaktor“ gelegt, weil die Zeit ein Maß für die Wiederherstellung normalen intraokularen Flüssigkeitswechsels sein muß. Hauptsächlich Beachtung widmete ich der roten Farbe des SCHLEMMschen Kanals, ihrem Abblassen und dem „körnigen Zerfall im Kanal“, wie ich die Beobachtung von KRONFELD, die er Zerfall in Segmente und Inseln nennt, bezeichnen möchte. Besonderer Wert galt außerdem der Feststellung, ob zeitliche Unterschiede in den einzelnen Kammerwinkelpartien hinsichtlich des Abstromes von Blut in die episkleralen Venen vorhanden sind.

Aus der Tabelle 2 läßt sich erkennen, daß sowohl für normale als auch glaukomatöse Augen die Einstromgeschwindigkeit nach Absetzen des Dynamometers etwa zwischen 20 und 60 sec liegt.

### *Ciliarkörper.*

Der Ciliarkörper veränderte sich auch, und zwar färbte sich das Ciliarkörperband etwa zur gleichen Zeit rötlich, zu der auch der SCHLEMMsche Kanal rot wurde. Teilweise trat die Rotfärbung des Ciliarkörperbandes etwas früher oder später ein, jedoch wichen die Zeiten allgemein nicht sehr voneinander ab. In einzelnen Fällen äußerer

Lfd. Nr.	Name	Geschlecht	Alter Jahre	Untersuchungsdatum	Auge	Art der Erkrankung	Kammerwinkelform	Tra-
								Farbe
1	Es., J.	♂	52	19. 10. 48	Re.	s. m.	weit grabenförmig	grau
2	Wein., E.	♀	16	19. 10. 48	Re.	s. m.	weit grabenförmig	hellgrau
3	Red., M.	♀	69	13. 11. 48	Li.	s. m.	weit grabenförmig	gelbl.-grau
4	Red., M.	♀	69	13. 11. 48	Re.	s. m.	weit grabenförmig	gelbl.-grau
5	Herz., M.	♀	69	20. 11. 48	Re.	s. m.	weit grabenförmig	grau-weiß
6	Herz., M.	♀	69	20. 11. 48	Li.	s. m.	weit grabenförmig	grau-weiß
7	So., Fr.	♂	56	11. 12. 48	Re.	s. m.	weit, stumpfschnabelförmig	gelb
8	Ho., H.	♂	38	19. 1. 49	Li.	s. m.	weit grabenförmig	weißlich
9	Fu., M.	♂	55	13. 10. 48	Re.	s. m.	eng bis mittelweit in der Tiefe spitzschnabelförmig	weiß-grau
10	Berg., E.	♀	63	23. 10. 48 und 30. 10. 48	Li.	Glaucoma simpl. chron.	weit stumpfschnabelf.	gelb-grau
11	Weig., F.	♂	72	30. 10. 48	Li.	Glaucoma simpl. chron.	weit grabenförmig	gelbl.-weiß
12	Müllv., E.	♂	63	4. 12. 48	Li.	Glaucoma simpl. chron.	sehr weit grabenförmig	gelb-grau
13	Kus., Fr.	♂	78	11. 12. 48	Re.	Glaucoma simpl. chron.	weit grabenförmig	gelb-braun
14	Scho., Kl.	♀	68	9. 10. 48	Re.	Glaukomverdacht (Glaucoma capsulare?)	mittelweit, spitzschnabelförmig bis stumpfschnabelf.	weiß-grau
15	Dam., G.	♀	52	13. 10. 48	Re.	Glaucoma simpl. chron.	mittelweit spitzschnabelf.	weiß-grau

belle 1.

bekel	SCHLEMMscher Kanal, Farbe und Größe	Pigment			Ciliarkörper Farbe u. a.
		auf Trabekel	im C. S.	auf hinterer Böschung des Schwalberinges	
breit mitteltief	grau-bräunl. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ d. Br. d. Trab.			schwarze, feinkörnige Pigmentlinie	dunkelgrau vereinzelt weiße Flecke
breit mitteltief	grau $\frac{1}{4}$ d. Br. d. Trab.				dunkelgrau
mittelbreit flach	dunkelbraun wie Nr. 2		stark innen pigmentiert	zart schwarz feinkörnig	graubraun
mittelbreit flach	graubräunlich wie Nr. 2		stark innen pigmentiert	zart schwarz feinkörnig	graubraun
breit normaltief	graubräunlich wie Nr. 2		wenig, innen	schwarz	bräunlich z. T. gelb-weiß
breit normaltief	graubräunlich wie Nr. 2		wenig, innen	schwarz	bräunlich z. T. gelb-weiß
normalbreit normaltief	blaßbraun wie Nr. 2	diffus, feinkörnig, schw.	innen	schwarz feinkörnig	grau-weiß fleckig
breit flach	blaßbraun $\frac{1}{2}$ d. Br. d. Trab.		nur oben, wenig innen	breit schwarz	braungrau
breit mitteltief	dunkelgrau, $\frac{1}{3}$ d. Br. d. Trab.		b. 5 <sup>00</sup> wenig innen	schwarz, mittelgrob	
mittelbreit flach	dunkelbraun $\frac{1}{2}$ d. Br. d. Trab.	über SCHLEMM- schem Kanal gelbl., insel- förmig	innen	schwarz-braun	grau mit weiß-grauen Belegen
mittelbreit flach	blaßbraun wie Nr. 10		innen, bes. stark nasal u. temporal unten	braun-schwarz	grau, matt
breit normaltief	dunkelbraun wie Nr. 10	braun-schwarz über d. C. S.	innen	braun-schwarz	grau-gelb matt
breit-tief	dunkelbraun wie Nr. 10		innen	schwarz feinkörnig	gelbgrau matt
breit normaltief	grau $\frac{1}{3}$ d. Br. d. Trab.				grau-gelb (capsul.)
breit mitteltief	dunkel- graubraun $\frac{1}{3}$ d. Br. d. Trab.		zart, innen	grau-schwarz feinkörnig	hellgrau transparent

Tabelle 1.

Lfd. Nr.	Name	Geschlecht	Alter Jahre	Untersuchungsdatum	Auge	Art der Erkrankung	Kammerwinkelform	Trab.
								Farbe
16	Wu., A.	♀	66	16. 10. 48	Re.	Glaucoma simpl. chron.	mittelweit, spitzschnabelf., in der Tiefe sehr eng	grau-braun
17	Möll., H.	♀	61	13. 11. 48	Re.	Glaucoma simpl. chron.	eng, spitzschnabelförmig	gelb-braun
18	Bey., B.	♀	61	13. 11. 48	Re.	Glaucoma simpl. chron.	sehr eng, spitzschnabelf., Ventilverschlußgefahr	grau

und innerer Pigmentverstopfung des SCHLEMMschen Kanals färbte sich das Ciliarkörperband allein rot, ohne daß Blut im SCHLEMMschen Kanal beobachtet werden konnte. Die Entfärbung des Ciliarkörperbandes geschah etwa in der Hälfte der Zeit, die das Blut im unteren Kammerwinkelabschnitt benötigte um den SCHLEMMschen Kanal zu verlassen. Ein zeitlicher Unterschied zwischen normalen oder Glaukomaugen fand sich für die Färbung und Entfärbung des Ciliarkörperbandes nicht. In einzelnen Fällen konnte ein rotes Ciliarkörperband nicht beobachtet werden.

#### Trabekel.

Neben der deutlichen Rotfärbung des SCHLEMMschen Kanals und Ciliarkörpers beginnt sich nach etwa 1—2 min das Trabekelmaschenwerk zwischen Sporn und unterem Kanalrand ebenfalls rötlich zu färben; gelegentlich tritt diese Erscheinung auch später auf. Hier handelt es sich ganz ohne Frage um eine sanguinolente Imbibition des Maschenwerkes an einer anscheinend besonders bevorzugten Filtrationsstelle, die im hinteren Drittel des trabeculären Raumes liegt. Die Beobachtung konnte ich sowohl im unteren als auch im oberen Kammerwinkelabschnitt machen, jedoch war dieses Phänomen unten häufiger und immer deutlicher als oben. Wenn das Ciliarkörperband sichtbar war, entfärbte es sich nach etwa 1—2 min wieder, während die Rotfärbung zwischen Sporn und SCHLEMMschem Kanal weiter anhielt. Oft erstreckte sich die sanguinolente Imbibition des Trabekelmaschenwerkes nicht nur auf den Bezirk zwischen unterem Kanalrand und Sporn, sondern wanderte auch noch über das Sporngebiet zu den skleralen Anteilen des Ciliarkörperbandes herüber. In der Mehrzahl der Fälle blaßte der rötlich gefärbte Trabekelbezirk zwischen unterem Kanalrand und Sporn nach etwa 3—6 min wieder ab. Übrig blieb dann weiterhin das rote SCHLEMMsche Kanalband. Jedenfalls färbte sich das Gebiet zwischen Sporn und

(Fortsetzung.)

bekel		Pigment			Ciliarkörper Farbe u. a.
Form	SCHLEMMscher Kanal, Farbe und Größe	auf Trabekel	im C. S.	auf hinterer Böschung des Schwalberinges	
schmal flach	dunkelgrau liegt in d. hinteren Hälfte d. Trab. wie Nr. 15	diff. bräunlich gelbbraune Pigmentflecke		schwarz mittelgrob	braun-grau fleckig
normalbreit flach	dunkelbraun wie Nr. 15	außen über d. C. S.	innen	schwarz schmal	grau matt
normalbreit flach	dunkelbraun wie Nr. 15		innen	schwarz	graubraun matt

unterem Kanalrand in sehr wechselnden Zeiten. Bei anderen Fällen war zunächst das ganze Trabekel von einem Rotton erfüllt, und erst später zog sich die rötliche Färbung allein auf das Gebiet zwischen Kanal und Sporn zusammen. Andererseits wieder färbte sich neben dem SCHLEMMschen Kanal das Gebiet zwischen Kanal und Sporn ausschließlich ohne Beteiligung der übrigen Trabekelabschnitte. Die Entfärbung des Spornkanalgebietes (hinteres Drittel des Trabekels) geschah allgemein etwas später als die Entfärbung des Ciliarkörpers. In allen Fällen von Pigmentinfiltration des Kanalgebietes konnte eine Färbung des SCHLEMMschen Kanals oft nicht beobachtet werden, dafür aber eine rötliche Färbung im Gebiet zwischen Sporn und unterem Kanalrand.

Die hier beschriebene Rotfärbung des Trabekels war immer wesentlich blasser als die des SCHLEMMschen Kanals und unterschied sich deutlich von dessen satterem roten Farbton.

Hier sei noch ein Wort zu TRANTAS' Zweifel hinsichtlich einer echten Rotfärbung des SCHLEMMschen Kanals selbst eingefügt. Im optischen Schnitt gelingt es nach einiger Übung leicht, die Tiefe des Trabekels zu beurteilen. Ebenso kann man im optischen Schnitt der Spaltlampe einen Teil des SCHLEMMschen Kanals umfassen und bis zur Sklera gelangen, d. h. dem Skleralseptum. Hier ist es dann unmöglich, optisch tiefer einzudringen.

Wiederholt man aber die gleichen Untersuchungen nach Füllung des SCHLEMMschen Kanals mit Blut, so werden die letzten Zweifel beseitigt, daß es sich etwa nicht um eine Rotfärbung des SCHLEMMschen Kanals handeln könnte. Der optische Schnitt läßt sogar die Beurteilung der Lage und Größe des SCHLEMMschen Kanals im Trabekel zu. Den pericornealen roten Ring von TRANTAS kann man aber keineswegs im optischen Schnitt fassen, da das Skleralseptum nicht transparent genug ist.

Lfd. Nr.	Tensio		Therapie	Nach Absetzen des Dynamometers Rotfärbung des		
	vor	nach		SCHLEMMschen Kanals nach	Ciliarkörpers nach	trabeculären Gebietes zwischen Kanal und Sporn nach
	Gonio- dynamo- metrie in mm Hg					
1	26	23		15 sec		8 min
2	21	18		15 sec		
3	24	9		1 min		30 sec
4	26	17		15 sec		
5	26	17		15 sec	30 sec	4 min 45 sec
6	24	12		20 sec	15 sec	20 sec
7	18	12		20 sec	20 sec	1 min
8	23	24		oben 50 — 60 sec unten 20 sec		2 min
9	26	14				6 min
10	26	26	Prostigmin Normaltherapie	30 sec		
11	26	23	4× Prostigmin abends Salbe	1 min		
12	24	14	Pilocarpin Normaltherapie	10 sec	10 sec	3 min
13	19	13	5× Prostigmin abends Salbe		30 sec	2 min
14	30	21	ohne Therapie	15 sec		6 min
15	23	17	2× Prostigmin abends Salbe	1 min		
16	26	23	Prostigmin Normaltherapie	10 sec		5 min 15 sec
17	19	11	Prostigmin Normaltherapie	2 min 15 sec		
18	17	12	Prostigmin Normaltherapie			2 min 15 sec

telle 2.

Entfärbung		Körniger Zerfall des Bandes unten nach	Entfärbung		Bemerkungen
des Ciliar- körpers nach	Gebiet zwischen SCHLEMMschem Kanal und Sporn nach		des Kanals unten nach	des Kanals oben nach	
		8 min 30 sec	12 min	21 min	
	3 min	4 min 30 sec	8 min 30 sec	9 min	
			3 min	4 min	
		2 min 45 sec	6 min 15 sec	5 min 30 sec	
			9 min 45 sec	7 min 15 sec	
4 min	5 min 30 sec	4 min 45 sec	7 min		
			8 min	oben beginnt körn. Zerfall nach 8 min	
6 min		5 min 30 sec	6 min 30 sec bis 8 min 30 sec	9 min 30 sec	
		6 min	9 min bis 15 min		
		4 min 30 sec bis 5 min 45 sec	9 min 45 sec	12 min 30 sec	
			4 min 38 sec	4 min 18 sec	
2 min		4 min 10 sec	5 min 10 sec	6 min 30 sec	
3 min			0 min		innere und äußere dunkel- braune Pigment. des SCHLEMM- schen Kanals
		4 min bis 5 min 30 sec	10 min 30 sec		
		2 min	7 min		
		6 min 20 sec bis 7 min 40 sec	7 min 43 sec		
			5 min	5 min	
			0 min		innere dunkel- braune Pigment. des SCHLEMM- schen Kanals

*SCHLEMMscher Kanal.*

Im allgemeinen begann nach den oben geschilderten Ereignissen das SCHLEMMsche Kanalband zwischen der 6. und 12. min blaß zu werden und „körnig“ zu zerfallen — dies fast immer zuerst in den unteren Kammerwinkelpartien. Allerdings sahen wir auch Fälle, wo die Abblassung und der „körnige Zerfall“ in den oberen Partien schneller vonstatten gingen als unten. Bei der sorgfältigen Beobachtung, wie dieser Zerfall und das Verschwinden von Sanguis aus dem Kanal vor sich gehen, fällt auf, daß mit gewisser Regelmäßigkeit an ganz bestimmten Stellen das Blut zuerst aus dem Kanal verschwindet. Zum Beispiel konnte ich bei einer Gruppe von Patienten beobachten, daß unmittelbar bei 6 Uhr Sanguis früher schwand als in den Gebieten von 7 und 5 Uhr, wie überhaupt recht auffällig war, daß sich an ganz bestimmten Stellen — dies ist individuell verschieden — Sanguis gern länger aufhielt als zu erwarten war. In anderen Fällen war es wieder umgekehrt: bei diesen schwand Sanguis zuerst bei 7 und 5 Uhr aus dem Kanal und blieb bei 6 Uhr lange liegen. Diese Erscheinung ließ sich am gleichen Patienten wiederholen, wenn ich einige Tage später erneut eine Goniodynamometrie ausführte. Besonders gern saß das Blut in solchen Stellen im Kanal fest, wo eine innere Pigmentierung des Kanals vorhanden war. Diese Pigmentierungen wurden bei beginnender Pigmentinfiltration besonders bei 5 und 7 Uhr gefunden, während bei 6 Uhr häufig noch kein Pigment zu sehen war. Wie gesagt, es handelt sich hier nur um ganz geringe, vielleicht um eine eben beginnende innere Pigmentierung des SCHLEMMschen Kanals. Die Lage des Pigmentes und das längere Verweilen oder der schnellere Abfluß von Sanguis an bestimmten Stellen im SCHLEMMschen Kanal dürften ein Hinweis für die individuell verschiedene Lage der Kammerabflußwege sein. Die bevorzugte Abflußpartie des unteren Kammerwinkels könnte ein Hinweis auf eine Verbindung mit den häufig im unteren Abschnitt liegenden Wasservenen sein. Einzelne Beobachtungen ließen darauf schließen, daß bevorzugte Abflußstellen des Kammerwinkels immer mit entsprechender Lage der Wasservenen übereinstimmen.

*Hauptabflußstellen im Kammerwinkel.*

Wenn aber das Kammerwasser nicht an allen Stellen gleichmäßig leicht abfließen kann, so hat man durch meine angegebene goniodynamometrische Methode die Möglichkeit, den verschiedenen Abflußwert der einzelnen Kammerwinkelpartien individuell für jedes einzelne Auge festzulegen.

Ein weiteres Kriterium für den verschiedenen Abflußwert der einzelnen Kammerwinkelpartien kann noch folgender Hinweis sein:

Die beim akuten Glaukomanfall allgemein hochovale Pupille und der häufig bei Augen mit Drucksteigerungen vorhandene inverse Astigmatismus sprechen sehr auffällig für Hauptabflußrichtungen des Kammerwassers. Da wir wissen, daß die Mehrzahl der Wasservenven temporal und nasal unten und in den oberen Partien gefunden werden, ergibt sich damit ein enger *Zusammenhang zwischen der mechanischen Verziehung der Pupille und den entsprechenden Abflußwegen*. Denn die Iriswurzel wird der Abstromrichtung und dem stärksten Abstromdruck folgen, wodurch die Verziehung der Pupille wohl ihre Erklärung finden dürfte.

So glaube ich, daß durch die Ergebnisse der „Goniodynamometrie“, durch die hochovale Pupille bei akutem Glaukomanfall, durch das häufige Vorhandensein von *inversum Astigmatismus* bei länger währenden Drucksteigerungen und durch die Lage der Wasservenven ohne Frage genügend Beweise gegeben sind, die auf den verschiedenen Abflußwert der einzelnen Kammerwinkelpartien hindeuten. Danach ist es auch nicht gleichgültig, an welchen Stellen Pigmentverstopfungen des Trabekelmaschenwerkes bzw. des SCHLEMMschen Kanals liegen, und es klärt sich so vielleicht auch ein noch ungelöstes Problem, warum wir nämlich bei normalen und auch bei glaukomatösen Augen Pigmentinfiltrationen finden, ohne daß diese im ersten Falle Drucksteigerungen begünstigen.

Dabei ergibt sich gleichzeitig eine klare Forderung, die wir an ein augendrucksenkendes Mittel stellen müssen. Das Mittel muß den Kammerwinkel öffnen und die Sekretion des Ciliarkörpers, d. h. den Kammerwasserstrom, hemmen. Denn ein erhöhter Kammerwasserstrom, wie wir ihn fast immer bei Glaucoma simplex finden können, scheint häufig zu einer erhöhten Pigmentausschwemmung und zunehmender Verstopfung des SCHLEMMschen Kanals zu führen. Gleichzeitig wird durch die erhöhte Filtrationsbeanspruchung das Trabekelmaschenwerk verdichtet und sklerosiert. Es ist also klar, daß ein Auge mit einem dem Alter entsprechend mäßig pigmentierten SCHLEMMschen Kanal durchaus noch keine Drucksteigerung aufzuweisen braucht, wenn die Kammerwasserabsonderung des Ciliarkörpers nicht erhöht ist und das Pigment nicht die Hauptabflußstellen ernstlich verstopft. Andererseits kann nach GOLDMANN natürlich eine zunehmende Verstopfung des SCHLEMMschen Kanals ihrerseits sekretionssteigernd wirken, weil der Abfluß langsam unterbrochen wird. Man erkennt daraus, wie ein Auge mit Glaucoma simplex, auf die Dauer gesehen, sich sein eigenes Grab gräbt und wird andererseits verstehen, wie wichtig es ist, daß ein Mioticum nicht nur den Kammerwinkel öffnet, sondern auch die Kammerwasserabsonderung bremst. Zu diesem Problem soll aber später noch in einer besonderen Arbeit Stellung genommen werden.

### Zusammenfassende Diskussion.

Fassen wir nun die zeitlichen Ergebnisse hinsichtlich des Abflusses von Blut aus dem SCHLEMMschen Kanal bei normalen und bei glaukomatösen Augen zusammen, so scheint sich auf den ersten Blick eine gesteigerte Abflußgeschwindigkeit von Sanguis aus dem SCHLEMMschen Kanal vorwiegend bei den glaukomatösen Augen anzudeuten. Die mittlere Abflußgeschwindigkeit bei 9 glaukomatösen Augen liegt bei 5 min und 33 sec, vom Absetzen des Dynamometers an gerechnet. Die mittlere Abflußgeschwindigkeit bei 9 normalen Augen liegt bei 8 min und 40 sec. Trotz des großen zeitlichen Unterschiedes besteht jedoch bei Anwendung statistisch-biologischer Vergleichsrechnung zwischen der Abflußgeschwindigkeit bei normalen und glaukomatösen Augen kein statistisch echter Unterschied. Wenn man die 9 Glaukomaugen in zwei Gruppen aufspaltet, nämlich in eine solche, die durch die goniodynamometrische Untersuchung nach Schwinden des Sanguisphänomens einen intraokularen Druckabfall von 24 auf 12 mm Hg zu verzeichnen hat, und in eine andere Gruppe, deren Druck sich nur von 26 auf 23 mm Hg ändert, so ergibt sich für die erste Gruppe eine Abstromgeschwindigkeit mit einem Mittelwert von 3 min 26 sec und für die zweite Gruppe ein Mittelwert von 8 min und 9 sec. Korrelationsstatistische Rechnungen unter Berücksichtigung der kleinen Zahl ergeben mit der ersten Glaukomgruppe (Abflußzeit 3 min 26 sec) und den 9 normalen Augen eine statistisch gesicherte Differenz. Damit kann die Austrittsgeschwindigkeit von Sanguis aus dem SCHLEMMschen Kanal unter Beachtung der Druckdifferenzen vor und nach dem Sanguisphänomen differentialdiagnostischen Wert bei Glaucoma simplex haben. Zu beachten bleibt allerdings, daß die Höhe des Druckanstieges zur Normotonie nach der Goniodynamometrie unter Zugrundelegung der beiden zuletzt charakterisierten Gruppen in keinem sehr festen Zusammenhang mit der Austrittsgeschwindigkeit von Sanguis aus dem SCHLEMMschen Kanal zu stehen scheint. Der Grund für diesen nur lockeren Zusammenhang dürfte in den individuell unterschiedlichen Hypotonisierungseffekten nach Dynamometrie zu suchen sein.

Faßt man im einzelnen die Ergebnisse meiner goniodynamometrischen Untersuchungen zusammen und vergleicht sie mit den Beobachtungen von KRONFELD, so ist das Übereinstimmende ohne Frage die Tatsache, daß der „Zeitfaktor“ ebensowenig ein allein ausreichendes differentialdiagnostisches Kriterium für Glaukom darstellt wie die Feststellung des intraokularen Druckminimums, bei dem gerade Sanguis in den SCHLEMMschen Kanal einströmt. Jedoch scheint sich bei meinen Untersuchungen ein zeitlich gerichteter Unterschied hinsichtlich der Abstromgeschwindigkeit bei glaukomatösen und normalen Augen anzudeuten, besonders dann, wenn man die Druckdifferenzen der intra-

okularen Druckhöhe vor und nach dem Sanguisphänomen im SCHLEMMschen Kanal berücksichtigt. Im Zusammenwirken mit anderen wichtigen funktionellen Untersuchungen wird man dennoch eine brauchbare zusätzliche Funktionsprobe haben, die die feinen, besonderen Eigenarten jedes Auges berücksichtigt. Aber was viel wichtiger zu sein scheint und worauf die amerikanischen Autoren in der mir zugänglichen Literatur nicht hingewiesen haben, weil sie vielleicht infolge der Anwendung des KUKÁNSchen Dynamometers daran gehindert worden sind, ist die Tatsache des verschiedenen Abflußwertes der einzelnen Kammerwinkelpartien.

Mit meiner Methode kann man leicht feststellen, an welchen Stellen ein verzögerter Abfluß herrscht und welche Bedeutung die Pigmentlage in den einzelnen Kammerwinkelpartien hat, ja, man kann sogar mit Hilfe der Goniodynamometrie und des „Sanguisphänomens“ im SCHLEMMschen Kanal in einzelnen Fällen entscheiden, wo das Pigment im SCHLEMMschen Kanal liegt, ob an der skleralen oder an der medialen Wand.

Im übrigen kann ich die Beobachtungen KRONFELDS weitgehend bestätigen. Allerdings gelang es mir bei 22- bzw. 32facher Vergrößerung niemals, die von ihm geschilderten Poren, aus denen Blut austritt, nach der Anwendung des Dynamometers zu beobachten. Vielleicht sind die von KRONFELD beobachteten Risse durch die Anwendung des KUKÁNSchen Dynamometers zu erklären.

#### *Veränderung des Kammerwinkels während der Goniodynamometrie.*

Ich beobachtete bei allen Versuchen auch die Veränderung des Kammerwinkels während der Einwirkung des dynamometrischen Druckes, also in der anämisierenden Phase des Bulbus. Auch hier stimme ich mit KRONFELD überein, der während der Anwendung des Dynamometers kein Sanguis im SCHLEMMschen Kanal beobachtet hat. Ich kann sogar noch einen Schritt weitergehen und von einzelnen Beobachtungen berichten, bei denen sich das Maschenwerk während des Dynamometerdruckes blasser färbte, die Transparenz abnahm, um nach Beendigung der ganzen Untersuchung wieder Werte zu zeigen, die hinsichtlich der Transparenz dem der Ausgangswerte entsprachen. Während der sanguinolenten Phase des SCHLEMMschen Kanals war die Transparenz des Trabekels häufig noch mehr herabgesetzt.

Auch glaube ich, bei den einzelnen Kammerwinkelformen verschiedene Formen des Kammerwinkelschlusses unter gleichbleibendem dynamometrischen Druck beobachtet zu haben. Es gibt Kammerwinkel, die sich auf den dynamometrischen Druck kaum schließen. Bei anderen wieder nähert sich die periphere Iriswurzel der höchsten Erhebung oder

der hinteren Böschung des Schwalberinges um das 2—3fache des Ausgangsabstandes von Iriswurzel und Schwalbering. In wieder anderen Fällen nähert sich die periphere Iriswurzel sehr stark dem Trabekelmaschenwerk, ohne die Tendenz zu haben, sich dem Schwalbering anzulagern. Bei engen Kammerwinkeln gelingt es, durch mehrmaliges An- und Absetzen des Dynamometers den Abstand zwischen peripherer Iriswurzel und Sporn um das 2—3fache zu vergrößern und sich so durch Hypotonisierung einen besseren Einblick in den Kammerwinkel zu verschaffen. Vielleicht wird es bei späteren Untersuchungen noch möglich sein, besondere Arten des Kammerwinkelverschlusses zu analysieren, was ja für die Charakterisierung des Glaukoms nicht ohne Bedeutung sein kann.

Die vergleichende Betrachtung der KRONFELDSchen Ergebnisse mit meinen eigenen Untersuchungen gibt durch das Druckminimum für Sanguiseinstrom und die Abstromgeschwindigkeit von Sanguis aus dem SCHLEMMschen Kanal weitere Einsicht in das umfassende Glaukomproblem.

Unter Berücksichtigung beider Methoden wird man einen tiefen Einblick in den funktionellen Zustand des Gebietes zwischen SCHLEMMschem Kanal und episkleralem Venenbett mit seinen dazwischenliegenden venösen Plexen bekommen, was auch medikamentös und operativ nicht ohne Bedeutung für neue therapeutische Maßnahmen sein kann. Es handelt sich bei der Goniodynamometrie wohl zum Teil auch um eine Capillarfunktionsprobe. Die Goniodynamometrie hilft weiterhin den Kreis der Funktionsproben einzelner Teilabschnitte des Auges schließen und wird vielleicht später einmal bei Vervollkommnung und Ausbau weiterer Methoden die Möglichkeit bieten, die zentralnervösen Einflüsse funktionell an den einzelnen Teilorganen des Auges eingehender studieren zu können.

#### *Zusammenfassung.*

An Hand einer neuen goniodynamometrischen Methode werden vergleichende Untersuchungen an normalen und glaukomatösen Augen vorgenommen. Dabei ergeben sich für glaukomatöse und normale Augen hinsichtlich des Kammerwasserabflusses für die einzelnen Kammerwinkelpartien zeitlich unterschiedliche funktionelle Werte. Für den Abfluß des Kammerwassers haben also nicht alle Kammerwinkelpartien den gleichen funktionellen Abflußwert.

Die Abstromgeschwindigkeit von Blut aus dem SCHLEMMschen Kanal ist kein sehr sicheres Kriterium für Glaukom, aber immerhin bei Beachtung des intraokularen Druckes vor und nach der Goniodynamometrie und im Zusammenspiel mit anderen Funktionsproben ein sehr wichtiger Hinweis auf den funktionellen Zustand des Gebietes

zwischen SCHLEMMschem Kanal, Plexus internus und episkleralen Venen. Weiterhin zeigt sich, daß dem Abschnitt zwischen Sporn und Kanal für die Filtration eine größere Bedeutung zukommt als der Region zwischen Kanal und Schwalbering. Eine Differentialdiagnose hinsichtlich der funktionell hemmenden Bedeutung des Pigmentes und seiner Lage im SCHLEMMschen Kanal ist mit der Goniodynamometrie möglich. Gleichfalls kann eine Obliteration des SCHLEMMschen Kanals und eine Sklerose des Trabekels durch die Goniodynamometrie ziemlich sicher entschieden werden.

### Literatur.

BANGERTER, A., u. H. GOLDMANN: *Ophthalmologica* **102**, 321 (1941). — BEUNINGEN, E. G. A. VAN: Über Gonioskopie. Diskussionsbemerkungen. Ges. für Augenheilk. an der Universität Berlin 1949. — Postoperative gonioskopische Untersuchungen drucksenkender Eingriffe bei Glaucoma simplex. *Graefes Arch.* **149**, 620 (1949). — DUBOIS, H. F. W., u. F. P. FISCHER: *Ophthalmologica* **102**, 164 (1941). — DUKE-ELDER, W. ST.: *Brit. J. Ophthalm.* **10**, 513 (1926). — KOEPPE, L.: *Münch. med. Wschr.* **1919**, 708. — KRONFELD, P. C.: *Amer. J. Ophthalm.* **31**, 1506 (1948). — KRONFELD, P. C., H. I. MCGARRY and H. E. SMITH: *Amer. J. Ophthalm.* **25**, 1163 (1942). — KUKÁN, F.: *Klin. Mbl. Augenhk.* **98**, 678 (1937). — LÖHLEIN, W.: *Zbl. Ophthalm.* **22**, 1 (1930). — Intraokularer Flüssigkeitswechsel und intraokularer Druck. Glaukom. Hypotonie. Abdruck aus: Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde. Begründet von TH. AXENFELD, 8. Aufl. Jena: Gustav Fischer 1935. — MIZUO, S.: *Klin. Mbl. Augenhk.* **52**, 561 (1914). — MÜLLER, H. K., A. BRÜNING u. H. SOHR: Ein Dynamometer. Ber. 52. Tagg der Dtsch. ophthalm. Ges., S. 434. Heidelberg 1938. — SALZMANN, M.: *Z. Augenhk.* **34**, 26, 160 (1915). — THEOBALD, G. D.: *Trans. amer. ophthalm. Soc.* **32**, 574 (1934). — TRANTAS, A.: *Ann. Ocul. (Fr.)* **181**, 385 (1948). — TRONCOSO, M. U.: *A Treatise on Gonioscopy*, 2. Aufl. Philadelphia: F. A. Davis Company 1948.

Dr. med. E. G. A. VAN BEUNINGEN, (I) Berlin-Lankwitz, Galiwitzallee 27.