

Klinische Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe und dem Hornhautmikroskop.

16. Mitteilung.

Über den feineren histologischen Bau der lebenden normalen Iris nebst Bemerkungen über den feineren Histomechanismus der Pupillarbewegung.

Von

Dr. med. Leonhard Koepe,

Privatdozent für Augenheilkunde an der Universitäts-Augenklinik zu Halle a. S.

Mit Tafel XII.

Inhalt.

- A. Einleitung; die speziellere Untersuchungstechnik der lebenden Iris.
- B. Der feinere histologische Bau der lebenden normalen Iris
 - a) im Bereiche der Irisoberfläche;
 - b) im Bereiche der vorderen Irisschichten;
 - c) im Bereiche der hinteren Irisschichten.
- C. Die Bedeutung des an der Spaltlampe erkenntlichen feineren Irisbaues für den Histomechanismus der Pupillarbewegung unter physiologischen und pathologischen Bedingungen; Zusammenfassung und Schlußbemerkungen.
- D. Literatur.

Kein Gebiet des vorderen Bulbusabschnittes bietet für den mit der Gullstrand'schen Spaltlampe und all den zahlreichen dazugehörigen neueren Verbesserungen arbeitenden Ophthalmologen ein so interessantes und dankbares Arbeitsfeld, wie gerade das Studium der normalen Irishistologie. Nicht nur die feinere normale Struktur dieses ungemein zarten und in seinem intravitalen Aufbaue noch größtenteils unerforschten Organes zeigt uns eine Fülle bisher nicht oder nur annähernd bekannter Einzelheiten, sondern vor allem auch der feinere Histomechanismus der Pupillarbewegung entwickelt sich uns im Bilde der Spaltlampe unter normalen und pathologischen Bedingungen mit derartiger Klarheit, daß es verständlich erscheint, wenn ich mich mit besonderem Eifer der Beobachtung dieses Kapitels der intravitalen Histologie des vorderen Bulbusabschnittes gewidmet habe.

Unter den für die Irisuntersuchung an der Spaltlampe besonders wichtigen Maßnahmen nenne ich einmal den teils mehr senkrechten,

teils mehr schiefen oder seitlichen Beleuchtungsmodus der zu untersuchenden Irispartie. Während die erstere Art der Beleuchtung sehr einfach ist und der gewöhnlichen, uns hinlänglich bekannten Spaltlichtbeleuchtung bei etwa 30 bis 40° Winkelgröße zwischen mittlerer Beleuchtungs- und Beobachtungsachse entspricht, kann man mit dem Spaltarme die Beleuchtungsachse auch so weit von der mittleren Beobachtungsachse entfernen, daß die Irisoberfläche nur noch mit mehr oder minder ausgesprochener streifender Incidenz beleuchtet wird und damit auf ihrer Oberfläche Einzelheiten sichtbar werden, die sich sonst unserer Beobachtung entziehen. Das gesehene Bild kann dann mitunter an das Fernrohrbild desjenigen Teiles der Mondoberfläche erinnern, der gerade im Grenzbereich zwischen beleuchtetem und unbeleuchtetem Teile gelegen ist und daselbst seine Oberflächengestaltung besonders gut zur Wahrnehmung kommen läßt.

Für die Untersuchung der mittleren und tieferen Irisschichten ist diese Beleuchtungsart naturgemäß weniger günstig, weil hier diese und jene der zu beobachtenden Gewebsobjekte meist schon unterhalb der schief incidierenden Grenzstrahlen des Spaltbüschels gelegen sind.

Trotz der in der genannten Weise variierenden Schiefe der Spaltbüschelincidenz muß natürlich der Beobachter bestrebt sein, möglichst senkrecht zur Hautoberfläche die Achse seines Mikroskopes zu dirigieren und auch während des Verlaufes der Untersuchung diese Richtung festzuhalten, um durch Ausschaltung komatischer Störungen an der Hornhautoberfläche ein möglichst scharfes und korrektes Abbild im Beobachtungsmikroskope zu erzielen. Unter Erfüllung dieses Postulates können wir unbedenklich unsere Vergrößerung bis zu über hundertfach linear steigern, was bei Verwendung von Objektivpaar a_3 mittels des Orthoskopokularpaares 6 erreicht wird. Voraussetzung für die Anwendung der zuletzt genannten Vergrößerung ist natürlich auch, daß der untersuchte Patient sein Auge möglichst ruhig zu halten vermag, so daß die physiologischen Augenzillationen auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Mitunter kann es vorkommen, daß zur Beobachtung bestimmter Einzelheiten auf oder in der Iris die geforderte senkrechte Beobachtungsrichtung nicht immer eingehalten werden kann. Dann muß man versuchen, den Fehler durch seitliche Verschiebungen des Mikroskopes oder ähnliche Manipulationen tunlichst gering zu gestalten.

Zweitens ist für die intravital-histologische Irisuntersuchung der indirekte und uns aus unseren früheren Mitteilungen geläufige Beleuchtungsmodus von besonderer Wichtigkeit. Das gilt auch hauptsächlich für die Irisoberfläche und die vordersten Irisschichten, während der direkte Beleuchtungsmodus uns hier wiederum mehr in der Tiefendurchforschung der Iris weiterzubringen vermag.

Drittens ist außer der hier unerläßlichen Dunkeladaptation des Beobachters die richtige und zweckmäßige Benutzung der verschiedenen Farbfilter vor dem leuchtenden Spalte von Bedeutung¹⁾.

Während wir nämlich bei der Spaltlampenuntersuchung der Iris eine Gelbscheibe regelmäßig dann benutzen werden, wenn es gilt, bei sehr heller und nur wenig oder kaum stromatisch pigmentierter Iris durch Verminderung resp. Ausschaltung der leichten Blendung an dem hellen Irisstroma feinere Einzelheiten des Gewebes in unserem Mikroskope abgebildet zu erhalten, empfiehlt sich umgekehrt bei stromatisch mehr dunkelpigmentierter Iris die Anwendung der schon früher erwähnten Blauscheibe.

Das bei dieser Beleuchtung an kurzwelligen Strahlen relativ reichere Licht läßt uns hier namentlich das dunkelbraune Pigment der Iris fast schwarz erscheinen und erleichtert damit besonders gut den Unterschied gegenüber dem stromalen Pigmente. Aber auch im Bereiche der Irisoberfläche wird es hier und da, wie wir noch sehen werden, mit Vorteil angewendet.

Das gilt auch für die Verwendung des rotfreien Lichtes für die Untersuchung der Iris im fokalen Spaltlampenlichte. Im Inneren auch der stromatisch nicht oder nur wenig pigmentierten Iris wird, ähnlich wie auf dem Augenhintergrunde in der Netzhaut, eine größere Undurchsichtigkeit des Gewebes für dieses Licht geschaffen und damit infolge der erhöhten inneren und diffusen Reflexion die Erkennung um so feinerer Gewebeeigentümlichkeiten ermöglicht, vor allem bei Anwendung der 50kerzigen Nitalampe von Zeiß, die wir jetzt verwenden.

Wir können die lebende Iris sowohl von temporal als von nasal her mit unserem fokalen Spaltbüschel beleuchten, und zwar sowohl die temporale wie auch die nasale Irishälfte. Dabei können wir wiederum bei Bedarf auch die Beleuchtung über den Nasenrücken hinweg in Anwendung bringen, doch hat sich gezeigt, daß speziell für die Irisuntersuchung durchweg die Beleuchtung von temporal her sich mehr empfiehlt.

Das hängt nämlich damit zusammen, daß bei der Beleuchtung von temporal her sowohl auf der nasalen wie auch auf der temporalen Irishälfte die sehr häufig bei der Irisuntersuchung anzuwendende indirekte Untersuchungs- resp. Beleuchtungsmethode bequem auszuüben ist als bei der Beleuchtung über den Nasenrücken hinweg. Hier läßt sowohl die Länge des schwenkbaren Doppelarmes der gesamten Spaltlampe wie auch die begrenzte Verschiebbarkeit der asphärischen Beleuchtungslinse des Spaltarmes diejenige Winkeleinstellung nicht oder kaum angenähert zu, die wir als die vorteilhafteste für die indirekte Irisuntersuchung empfehlen. Denn nur bei höheren Winkelgrößen ge-

¹⁾ Diese befinden sich jetzt in einer drehbaren Revolverblende vor dem Blendentubus (vgl. Mittlg., 15).

lingt es hier noch, ein wirklich fokales Spaltbüschel auf resp. in der Iris zu erzielen.

Vom Vorteil ist es für alle Fälle, daß sowohl die Beleuchtungs- wie auch die Beobachtungsachse möglichst senkrecht zur Hornhautoberfläche gerichtet sind, für erstere aus den obengenannten Gründen heraus, für letztere deshalb, um die scharf beleuchtete Gewebsstelle möglichst engbegrenzt zu gestalten. Am besten ist es, wenn der Winkel zwischen beiden Achsen von der dazwischen gelegenen Hornhautnormalen halbiert würde, eine Forderung, die natürlich nur annäherungsweise zu erfüllen ist, einmal durch entsprechendes Dirigieren des Spaltarms, andererseits des Mikroskopes resp. durch geringen Blickwechsel des Patienten. Auch die Iris untersucht man stets mit der früher genannten Diaphragmenblende von 9×13 resp. 10×15 mm.

Genügt die schräge Incidenz des Spaltbüschels auf der Iris, so mag man bei Bedarf ruhig die Beleuchtung über den Nasenrücken anwenden, natürlich beobachtet man dann immer temporal von dem betreffenden Spaltbilde, um im indirekten Lichte zu untersuchen.

Überhaupt empfiehlt sich für den letzteren Untersuchungsmodus die Beobachtung der unmittelbar an der Grenze des helleuchtenden Spaltbildes gelegenen Gewebspartien; auch die Beobachtung im oszillatorischen Felde, also bei geringen oszillierenden Bewegungen des Spaltarmes, ist hier bisweilen von Nutzen.

Schließlich ist für die Beobachtung der lebenden Iris an der Spaltlampe die in weitaus der Mehrzahl der Fälle mit Vorteil anzuwendende indirekte Untersuchung deshalb besser möglich, weil hierbei die mittlere Beobachtungsachse stets nasal von der Auftrefffläche des Spaltbüschels bei senkrechter Stellung zu der betreffenden Cornea zu verlaufen pflegt, während das bei der Beleuchtung über den Nasenrücken nicht so günstig der Fall wäre. Auch der obenerwähnte sehr schräge Spaltbüschelauffall wäre bei der Beleuchtung von nasal her nur zum Teile und nur unvollkommen möglich. Alle diese Momente sprechen mithin für die Beleuchtung von temporal her für alle Irispartien.

Nur bei Maculaabbildungen, welche die temporalen Corneahälften betreffen, würde je nach besonderer Lage des Falles allein die Beleuchtung von nasal her eine Untersuchung der Iris an der Spaltlampe ermöglichen können, doch dürften solche Fälle immerhin selten sein.

B. Der feinere histologische Bau der lebenden normalen Iris.

Wir beginnen unsere Untersuchungen mit der Betrachtung des feineren histologischen Baues der normalen Irisoberfläche.

Im Bilde der Gullstrandschen Spaltlampe erscheint diese keineswegs einheitlich. Kein Gebiet des normalen vorderen Bulbusabschnittes

läßt an unserer Apparatur so eminent zahlreiche individuelle Schwankungen erkennen, wie gerade das feinere Relief und die feinere Architektur der normalen Irisoberfläche.

Schon makroskopisch kommt das an der Binokularlupe zum Ausdruck, auch bei den schwächeren Vergrößerungen der letzteren. Um wie viel mehr tritt uns jedoch die Variabilität des Irisoberflächenreliefs im Bilde der Spaltlampe entgegen, und das vor allem bei den stärkeren und stärksten Vergrößerungen dieses Instrumentariums.

In der gesamten anatomischen Literatur ist bisher nichts über das feinere histologische Oberflächenrelief der normalen Iris zu finden. Das nimmt uns nicht wunder.

Abgesehen von einer genügend starken Vergrößerungsmöglichkeit und einer genügend hellen fokalen Lichtquelle blieb uns hier bisher nur das anatomische Präparat. Und das läßt uns bei keinem Organewebe so im Stich, wie gerade an der Iris. Die feinen Einzelheiten des äußerst zarten schwammartigen Organes werden selbst durch die schonungsreichste Konservierungsmethode so intensiv verändert, daß unmittelbare Rückschlüsse der beobachteten mikroskopisch-anatomischen Befunde auf das lebende Organ nicht ohne weiteres möglich sind. Hier tritt uns nun der Wert unserer Apparatur so recht evident entgegen und wir vermögen jetzt sehr wohl, von der lebenden Iris auf Grund unserer Studien ein histologisches Bild zu entwerfen.

Bei denjenigen Regenbogenhäuten, die nur wenig oder kein stromales hellgelbes Pigment in resp. unmittelbar unter ihrer Oberfläche beherbergen, sieht man vor allem im indirekten Lichte und mit schwacher Gelbscheibe eine über die ganze Iris verbreitete zarteste graugrünliche bis graugelbliche Oberflächenschicht, die in den meisten Fällen eine ganz bestimmte Konfiguration besitzt. Diese Oberflächenschicht erscheint hier nämlich durchaus nicht homogen und glatt, sondern läßt unschwer ein ungefähr radiär gestelltes feines Rinnensystem erkennen, das allem Anscheine nach einer feinsten radiär gestellten Fältelung der Irisoberflächenschicht entsprechen dürfte. Von dem Rinnensystem der Oberflächenschicht ist an der Binokularlupe nichts zu bemerken; denn mit den bekannten ebenfalls radiär gestellten und an der Binokularlupe sichtbaren gröberen Faltungen der Iris als solcher hat unser System nicht das geringste zu tun.

Im direkten Lichte pflegen die genannten Bildungen in den meisten Fällen zu verschwinden, doch auch bei der Anwendung der Blauscheibe treten sie an der Grenze des Spaltbildes häufig wieder in Erscheinung.

Während nun die groben und makroskopisch bekannten, bei enger Pupille verschwindenden und bei weiterer Pupille stärker sichtbaren Ring- oder Kontraktionsfalten der Iris sich in der feineren Konfiguration ihrer Oberflächenstruktur in nichts von dem erwähnten Baue

der übrigen Irisoberfläche unterscheiden, ist unmittelbar unter- resp. innerhalb des genannten Rillensystems bei einem großen Teile der genannten normalen Regenbogenhäute mit geringer oder kaum vorhandener stromatischer Pigmentierung ein allerfeinstes röhrenartiges und anscheinend unmittelbar unter der Oberfläche gelegenes System erkenntlich, das sich im indirekten, von den seitlich davon gelegenen tieferen Iristeilen reflektiertem Lichte als ein länglich verzweigtes Netzwerk silbergrau aufleuchtender zartester und durchsichtiger Hohlräume darstellt. Dieses Hohlraumssystem verzweigt sich nach der Pupille zu dichotomisch und folgt mitunter, aber durchaus nicht ausschließlich, dem Verlaufe der noch gesondert zu besprechenden Irisgefäße und -capillaren.

In der Jugend ist dieses Verhalten oft nicht so deutlich ausgeprägt wie im höheren Lebensalter. Man erkennt unter den genannten Versuchsbedingungen ferner eigentümlich silbergrau im Dunkelfelde sich darstellende und bläschenförmig aussehende Vorwölbungen der aller obersten Zellagen der Iris. Die Vorwölbungen liegen also zwischen den Rillen und stellen mithin deren Begrenzungen dar. Im ganzen genommen, macht die Iris mit dem beschriebenen Aussehen zunächst in toto den Eindruck, als sei sie im Spaltlampenbilde von zuckergußartiger Oberfläche. Die bläschenförmigen Vorwölbungen treten, im einzelnen betrachtet, teils enger aneinander, teils treten sie mehr als die genannten feinsten Röhrechen hervor unter mehr oder minder deutlicher Verzweigung nach der Pupille zu.

In der unmittelbaren Umgebung des Pupillarsaumes sind die Gebilde nur noch undeutlich zu verfolgen, schließlich hört ihre Sichtbarkeit im Spaltlampenbilde hier völlig auf.

Dagegen sind die Gebilde in der Krausengegend viel unregelmäßiger gestaltet und mehr von zirkulärem Verlaufe, im Ciliarteile der Iris sieht man sie entschieden vereinzelter beieinander stehen und bemerkt auch statt der länglichen Röhrechen mehr die solitären Vorwölbungen, die hier ebenso wie im Sphincterteile der Iris das Bild allerzartester Prominenz, Wärzchen oder Knöpfchen erzeugen.

In der Umgebung der noch zu besprechenden Iriskrypten werden die Gebilde wieder häufiger.

Im höheren Alter sehen wir die silbergrauen Vorwölbungen nicht selten deutlich vakuolär degeneriert und entschieden vergrößert, während andererseits auch die mehr länglich-röhrenförmigen Gebilde sich vakuolenähnlich oder ampullenförmig aufgetrieben zeigen können.

Wenn ein größerer Teil der länglich verzweigten Gebilde auch auf Rechnung unmittelbar unter der Irisoberfläche verlaufender feinsten Irisgefäße zu setzen ist, die bei der angewendeten Beleuchtungsart völlig durchsichtig und ohne Blutgehalt erscheinen können, so läßt

sich doch für den weitaus größten Teil ein irgendwie erkennbarer Zusammenhang mit Iriscapillaren nicht nachweisen, auch nicht mit den noch genauer zu besprechenden Lymphscheiden der feineren Irisgefäße, speziell im Sphincterteile.

Im übrigen ist die Frage nach der anatomischen Deutung der Röhren und Prominenzen recht schwierig.

Zunächst ist den Spaltlampenbildern nach am plausibelsten, an ein tatsächlich vorhandenes und unmittelbar subendothelial gelegenes System von Hohlräumen und speziell von lymphführenden Hohlräumen zu denken. Dafür spräche einmal auch der anatomisch bekannt gewordene Aufbau der obersten Iriszellagen.

Während Stöhr als „Endothel der vorderen Irisfläche“ eine einfache Lage abgeplatteter polygonaler Zellen beschreibt, die nach hinten zu in die sogenannte Grenzsicht oder die retikulierte Schicht übergehen, die ihrerseits wieder aus 3—4 Lagen von Netzen zusammengesetzt sind, welche durch sternchenförmige Stromazellen gebildet werden und das ganze Gewebe retikulär gestalten, ist nach Fuchs das Irisstroma an der vorderen Fläche von einem Endothelbelage bekleidet, der die ganze vordere Fläche der Iris bis zum Pupillenrande überzieht und nur an denjenigen Stellen fehlen soll, die den am Pupillarrande und am Ciliarrande befindlichen Krypten entsprechen.

Nach Ginsberg folgt nach vorn auf das eigentliche Stroma die aus zartem, retikulärem Bindegewebe und zahlreichen, dicht übereinander gelagerten mehr oder minder pigmentierten Zellen mit sich verflechtenden Fortsätzen bestehende gefäßlose vordere Grenzsicht, auf der sich ein Endothelüberzug befindet. Dieser ist nach Ginsberg nicht kontinuierlich, sondern fehlt an gewissen Stellen, so z. B. besonders in der Umgebung des kleinen Iriskreises.

Krückenmann leugnet ebenfalls einen geschlossenen Endothelüberzug der Irisoberfläche und läßt einen solchen nur durch die Stromazellen der Iris vorgetäuscht werden, die im Bereiche der vordersten Irisschichten mehrere Lagen bilden und „sich gelegentlich epithelartig zusammenschließen“. Ähnliches sah auch Gegenbaur.

Während nun nach Ginsberg in der Iris Lymphgefäße zu fehlen scheinen und anatomisch nur Lymphspalten nachweisbar sind, sollen nach Ginsberg und Fuchs nur die Krypten solche Lymphgefäße darstellen und in Lymphräume der Iris übergehen.

Die von Ginsberg zitierte Beobachtung, daß man bei älteren Leuten gelegentlich eine strukturlose dünne Glashaut an Stelle des Endothelbelags sehen solle, entspricht insofern unseren Beobachtungen, als wir im höheren Alter die zuckergußähnliche Beschaffenheit der Irisoberfläche im indirekten Lichte deutlicher ausgeprägt sahen, wobei das geschilderte Relief der Oberfläche ebenfalls deutlicher in Erscheinung trat.

Nach den mitgeteilten anatomischen Tatsachen müssen wir uns auf den Boden von Ginsberg und Fuchs stellen und einen geschlossenen Endothelüberzug an denjenigen Stellen der Irisoberfläche annehmen, die außerhalb der noch zu beschreibenden Krypten der verschiedenen Ordnungen gelegen sind. Bei den beschriebenen Bläschen, die im höheren Alter sich bisweilen vakuolär entartet darstellen, handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach ebenso wie bei den beschriebenen Gebilden überhaupt um Hohlräume, die als Lymphräume aufzufassen und unmittelbar subendothelial gelegen sind. Während nun die ampulläre und vakuoläre Degeneration dieser Bildungen offenbar in durch das Altern bedingten Ernährungsstörungen ihrer Wandungen zu suchen ist, würde für die Auffassung der Bildungen als subendothelial gelegene Lymphräume noch der Umstand sprechen, daß sie auch in der Nähe und unmittelbaren Umgebung der perivasculären Lymphscheiden der größeren und feineren Irisgefäße angetroffen werden. Wir sahen ja auch, daß die Gebilde dem Gefäßverlaufe aufs engste folgen konnten. Gerade entlang der Gefäßrichtung sind die Gebilde mehr langgestreckt und mitunter auch dichotomisch nach dem Pupillarrande zu verzweigt, während im Krausengebiete der Verlauf wieder mehr ein zirkulärer war, was ebenfalls der Hauptverlaufsrichtung der Gefäße daselbst entspricht.

Da jedoch die Zahl der Verzweigungen bei den fraglichen subendothelialen Lymphräumen eine etwas größere ist als bei den entsprechenden Sphintergefäßen der Iris, so können wir hier ein feines und stark verzweigtes subendotheliales Netzwerk der Gebilde annehmen, wenn auch ein eigentliches Anastomosieren der Gebilde miteinander an der Spaltlampe nicht deutlich ist. Auch ein direkter Zusammenhang mit den Lymphräumen der darunter befindlichen Irisgefäße bleibt unbestimmt.

Im direkten Lichte sieht man die beschriebenen subendothelialen Lymphräume im allgemeinen nicht, auch die subendothelialen Vakuolen- und Ampullenbildungen der mehr kugeligen oder länglichen Lymphräume wird man dabei vermissen können.

Ist die betreffende Iris auch in den vordersten Zellagen stärker stromatisch pigmentiert, so sieht man die Lymphräume entschieden seltener, bei sehr dicht pigmentierten Regenbogenhäuten kann man sie sogar sehr häufig scheinbar vermissen, weil hier die zu ihrem Nachweise notwendige indirekte Beleuchtung um vieles schwerer gelingt, und zwar auch trotz vorgeschalteter Gelb- oder Blauscheibe.

Ist die stromatische Pigmentierung nur mehr sektorenförmig oder auch segmentform gestaltet, so können die Bilder sehr wechselnd sein, je nach dem Pigmentgehalte der Irisoberfläche. Man muß hier von Fall zu Fall versuchen, weiterzukommen.

Während jedoch die feinere Pigmentkonfiguration der Irisoberfläche

uns hier nicht weiter zu beschäftigen braucht, da wir diesen Gegenstand bereits in der dritten Mitteilung ausführlich behandelt haben, so können wir hiermit zu der Frage der Iriskrypten und speziell zu ihrem Verhalten der geschilderten feineren Oberflächenstruktur im Bilde der Spaltlampe gegenüber übergehen.

Schon oben hatten wir Gelegenheit, darauf hinzuweisen, daß nach Ginsberg besonders in der Umgebung des kleinen Gefäßkreises der Iris das Endothel zu fehlen pflege und daß sich an diese Löcher im Endothel auch Lücken der Oberfläche überhaupt anschließen, die sich in das Stroma hinein erstrecken und hier mit perivaskulären Spalten zusammenhängen sollten. An solchen Stellen sah auch Fuchs das Endothel nur dann weiter in die Krypten hineinreichen, wenn deren Grund ganz allmählich zur Irisoberfläche emporstieg.

Die Beobachtung von Fuchs, daß sich die Krypten nur in der Gegend des Pupillarrandes und außen am Ciliarrande befinden, können wir nur für das Bild der Binokularlupe bestätigen.

An der Spaltlampe sehen wir diese gewissermaßen makroskopischen Krypten regelmäßig und groß ausgeprägt. Sie zeigen das von uns seinerzeit in Mitteilung II skizzierte Bild, erstrecken sich tief in das Irisgewebe hinein, so daß in ihrer Tiefe bei den meisten Fällen das Pigmentepithel gut sichtbar ist, und zwar auch bei den stärker oberflächlich pigmentierten Regenbogenhäuten.

Die mehr oder minder steilen Wandungen der Krypten sind im Bilde der Spaltlampe mit derselben Oberflächenstruktur versehen, wie wir sie oben für die übrige Iris geschildert hatten, dagegen scheint hier aber in den tieferen Teilen der Krypten ein eigentliches Oberflächenrelief zu fehlen und das Kammerwasser direkt an das locker gewebte schwammartige tiefere Stromagewebe der Iris daselbst anzustoßen.

Sehr häufig spannt sich, was schon Fuchs sah, über die besprochenen makroskopischen Krypten „erster Ordnung“ ein dickerer oder dünnerer, mit Endothel besetzter Gewebefaden der Iris hinweg, der natürlich seinerseits wiederum an der Spaltlampe die verschiedensten Variationen seines Verlaufes zeigen kann. So sind es entweder einfachere dickere oder dünnere Fäden, die sich unmittelbar aus den obersten Stromaschichten der Kryptenbegrenzung über diese spannen, oder auch mehrere, resp. ein ganzes verzweigtes Netzwerk, so daß die betreffende Krypte in mehrere gleiche oder verschieden große Abteilungen geschieden erscheinen kann, was von Fall zu Fall wiederum sehr wechselnd ist. Diese mehrfach gegliederten Abteilungen können auch zu zwei oder mehr Etagen übereinander gelegen sein, wobei zahlreiche schräg zur Pupille verlaufende dickere und dünnere Fäden in verschiedener Höhe von Wandung zu Wandung laufen und die genannte Teilung in Etagen bewirken können.

Die Abb. 1 illustriert die genannten Verhältnisse. Man erkennt die tiefe mehrfache Kryptenbildung, deren Etagen hier und da von dickeren oder dünneren, ziemlich dicht mit pigmentierten Zellen besetzten Fäden überzogen sind, während diese Pigmentierung in der Kryptentiefe entschieden geringer ist.

Während auch die Anzahl und Größe der Krypten erster Ordnung sowie auch ihre geometrische Konfiguration von Fall zu Fall recht verschieden zu sein pflegt, so ist ihr Bild ebenfalls verschieden, je nachdem, ob die betreffende Pupille in Miosis oder Mydriasis steht. Bei miotischer Pupille sind die Krypten erster Ordnung häufig von rhombusähnlicher Gestalt, wobei dieser Rhombus gewöhnlich von diesen und jenen der noch zu besprechenden Iristrabekel erster Ordnung begrenzt wird. Mit Erweiterung der Pupille wird der Rhombus immer flacher und flacher, bis schließlich mit stärkerer Mydriasis die gegenüberliegenden längeren Rhombuseiten sich dichter aneinanderlegen und konzentrisch zur Pupille verlaufen, so daß solche Fälle sogar den Eindruck erwecken können, als bilde die Krause daselbst nur einen einzigen ziemlich scharfen Kamm. Das Bild ähnelt dann sehr den auch außerhalb der Kryptenbildung gelegenen Krausenpartien, wobei ebenfalls eine solche Kamm- bildung durch Zusammenschiebung der Krausentrabekel erster Ordnung erzeugt werden kann.

Sowohl noch innerhalb als vor allem auch außerhalb der Krausengegend, also nach der Pupille wie auch nach dem Limbus zu, beobachten wir bei vielen normalen Regenbogenhäuten an der Spaltlampe hier und da etwas kleinere Krypten, die an der Lupe nur seltener noch sichtbar sind und im folgenden mit dem Namen der Krypten zweiter Ordnung belegt werden sollen. Die Form dieser Krypten entspricht im Spaltlampenbilde völlig dem Verhalten der Krypten erster Ordnung, sie können also auch über sie hinweg verlaufende und je nach Farbe der Regenbogenhaut verschieden dicht oberflächlich pigmentierte einfache oder mehrfache Fädenbildungen erkennen lassen, die aus ihren Wandungen entspringen und auf der gegenüberliegenden Seite wieder in der Wandung resp. deren oberflächlichsten Partien endigen.

In vielen Fällen sind die Krypten zweiter Ordnung etwas runderlicher und gleichmäßiger als die Krypten erster Ordnung und eine rhombische Gestalt ist bei ihnen nicht immer so deutlich. Sie gehen auch meist nicht so tief in das Irisstroma hinein wie die erstgenannten Krypten und sind in weitaus der Mehrzahl der Fälle nicht in Etagen resp. Fächer geteilt. Auch auf ihrem Boden ist die Konfiguration des Pigmentepithels noch immer sehr deutlich. Man findet die beschriebenen Krypten zweiter Ordnung mitunter bis dicht an den Pupillarrand heran ausgeprägt, andererseits auch bis weit über den Ciliarrand der Iris hin verstreut. Eine Bevorzugung der äußeren Peripherie dieses Iristeiles,

wie es Fuchs für die Krypten erster Ordnung feststellen konnte, kommt also bei den Krypten zweiter Ordnung nicht so zur Wahrnehmung.

Neben den Krypten zweiter Ordnung lösen nun die stärkeren und stärksten an der Spaltlampe anwendbaren Linearvergrößerungen in dem an der Binokularlupe scheinbar völlig glatten und außerhalb der genannten Krypten erster und zweiter Ordnung gelegenen übrigen Irsigewebe noch allerfeinste und zierliche Krypten dritter Ordnung auf. Diese wahrhaft mikroskopischen Krypten können in großer Anzahl über die gesamte übrige Irisoberfläche hin verstreut liegen und bald mehr, bald weniger einander benachbart sein. Das erstere pflegt der Fall zu sein, wenn wenige Krypten erster und zweiter Ordnung vorhanden sind, das letztere bei ausgesprochenerem Vorhandensein der ersten beiden Kryptengattungen. Wir werden später erst erkennen, von welcher Bedeutung dieses Verhalten für die Physiologie des Flüssigkeitswechsels in der vorderen Augenkammer sein dürfte.

Die Iriskrypten dritter Ordnung sind für gewöhnlich äußerst klein und an der Spaltlampe bei mindestens 65facher Linearvergrößerung gerade erkenntlich, bei der 108fachen Vergrößerung kann man alle ihre Einzelheiten zu sehen bekommen. Die Krypten dritter Ordnung sind im Sphincterteile bedeutend häufiger als im Ciliarteile anzutreffen und zumeist von radiär-lanzettförmiger Gestalt, also nicht so flach konzentrisch-rhombisch zur Pupille wie die Krypten erster Ordnung. Oft sieht man sie auch nur als leicht trichter- oder rißförmige Einsenkungen zwischen den oberflächlicheren Stromalagen der Iris bis etwa zu den mittleren Irisschichten hinabreichen.

Auch die Iriskrypten dritter Ordnung können von einfachen oder mehrfachen, ebenfalls je nach der stromatischen Pigmentierung der betreffenden Iris mehr oder minder mit Pigmentzellen besetzten resp. durchsetzten Fädenbildungen übersponnen sein. Auch netzförmiges, vielfach verzweigtes Gewebe dieser Art kann ihre Ausmündungen nach der Kammer zu bedecken, was wieder von Krypte zu Krypte und von Fall zu Fall stark wechseln kann. Deutlichere Abteilungs- oder Etagenbildungen werden jedoch bei den Krypten dritter Ordnung in der Regel zu vermissen sein.

Verschließt ein feinstes stromatisches Netzwerk anscheinend die feinen Kryptenöffnungen, so kann es vorkommen, daß die Krypten dritter Ordnung auch an der Spaltlampe nicht leicht aufzufinden sind. Namentlich bei pathologischen Veränderungen der Iris, speziell bei der stromatischen Irisatrophie im Gefolge des Glaukoms, tritt das besonders deutlich in Erscheinung. Ja, hier kann man bisweilen den Eindruck gewinnen, als handle es sich bei der die Krypten bedeckenden Oberflächenschicht um eine Art Endothelverdickung über den Krypteneingängen, eine Art hyaliner Sklerose der endothelialen Oberflächen-

schicht, vor allem bei bestehender glaukomatöser Pigmentverschiebung.

Bei Mydriasis pflegen sich die mehr radiär zur Pupille stehenden Krypten so zu verändern, daß sie sich dem Aussehen der Krypten erster und zweiter Ordnung bei nicht mydriatischer Stellung der Pupille nähern, bei ausgesprochener Miosis werden sie länglich-rhombisch resp. rein lanzettförmig. - Doch wechselt auch dieses Bild von Krypte zu Krypte und von Auge zu Auge etwas.

Sowohl in den Krypten dritter Ordnung, wie auch in ihrer unmittelbaren Umgebung läßt sich zum Teil das eingangs geschilderte eigentümliche Oberflächenrelief der Iris mehr oder minder deutlich nachweisen, wenn dieser Nachweis bei den kleinsten Krypten auch nur selten gelingen wird. Vor allem in der engeren Umgebung der Krypten wird man sehen können, daß die feinen Röhren und Knöpfchen bogenförmig um die rhombische oder länglich bis rund konfigurierte Krypte angeordnet sind.

Einfache Irisporen, die man im Bereiche der Irisoberfläche als Endothellücken bezeichnen könnte, sind im Spaltlampenbilde weder bei direkter noch indirekter Beleuchtung wahrnehmbar, auch nicht bei über 100facher Vergrößerung.

Nur bei stärker und sehr stark oberflächlich und stromatisch-pigmentierten Regenbogenhäuten vermessen wir in vielen Fällen die Krypten dritter Ordnung, dafür sind dann aber diejenigen erster und zweiter Ordnung in größerer Zahl und Ausdehnung ausgeprägt, was gewissermaßen als eine Art Kompensationserscheinung aufzufassen sein dürfte, wie wir noch gesondert sehen werden.

Während nun die anatomisch bekannte vordere Grenzschiebt der Iris an der Spaltlampe als ein vielfach verzweigtes und mehr oder minder dicht stromatisch-pigmentiertes Reticulum von Bindegewebszellen mit ihren Ausläufern uns entgegentritt und keine weiter auflösbaren Einzelheiten dem Beschauer darzubieten vermag, bieten die feineren histologischen Verhältnisse der normalen lebenden Iris bei der Untersuchung mit dem Gullstrandschen Instrumentarium ein desto höheres Interesse, wenn wir die unterhalb der vorderen Grenzschiebt befindlichen vorderen Gewebs- und speziell Gefäßschichten der Iris im Beobachtungsmikroskope durchmustern.

Die histologischen Bilder in diesem Kapitel sind noch vielgestaltiger als die geschilderten Reliefeigentümlichkeiten der Irisoberfläche. Doch lassen sich unter Benutzung der stärkeren und stärksten Vergrößerungen die subendothelial resp. unmittelbar unter der vorderen Irisgrenzschiebt gelegenen vorderen Irisschichten sowie vor allem das daselbst erkenntliche Trabekelwerk in eine Fülle von Einzelheiten auflösen. Aus dieser Reichhaltigkeit heraus können wir, um das Material in eine

übersichtliche Form zu kleiden, drei Gruppen von Trabekeln und Trabekelbündeln herauschälen, die sich unter folgende Einteilung bringen lassen:

1. Die Trabekel und Trabekelbündel mit an der Spaltlampe deutlich erkennbarem Gefäßeinschluß.

2. Die Trabekel und Trabekelbündel mit an der Spaltlampe nicht deutlich erkennbarem Gefäßeinschluß.

3. Die Trabekel und Trabekelbündel mit an der Spaltlampe sicher fehlendem Gefäßeinschluß.

Bevor wir die Betrachtung dieser drei Gruppen beginnen, wollen wir noch kurz definierend vorausschicken, daß wir „unter den Trabekeln der Iris diejenigen Formationen ihrer inneren Gewebsstruktur verstehen wollen, welche durch Zahl und Richtung, ferner durch ihre Anordnung sich als funktionell zusammengehörige Bildungen dokumentieren, während die Trabekelbündel einen unter denselben Gesichtspunkten erfolgenden Zusammenschluß solcher Gebilde darstellen sollen“.

Für die Besprechung der ersten Gruppe wollen wir von der Irisperipherie ausgehend diejenigen funktionell zusammengehörigen Gewebszüge der Regenbogenhaut verfolgen, die im Bilde der Spaltlampe in ihrem Inneren je ein deutlich erkennbares Blutgefäß beherbergen.

Zum Nachweise eines solchen zentral verlaufenden Blutgefäßes bediene man sich mehr des direkten als des indirekten Beleuchtungsmodus. Mitunter kann man hier auch die Blauscheibe oder das rotfreie Licht anwenden, wobei die zentrale Blutsäule des betreffenden Gefäßes um vieles dunkler rot bis schwärzlich sich darstellt. Das rotfreie Licht ist dabei nur für die allergrößten Irisgefäße anwendbar, weil der Lichtverlust ein beträchtlicher ist und, die um die Irisgefäße stets vorhandenen dichten Lymphscheiden, sowie das dichte und normalerweise wollige richtig Adventitialgewebe die Erkennbarkeit feinerer Einzelheiten an der strömenden Blutsäule verhindern.

Schon in Mitteilung 2 hatten wir ja von der Tatsache Kenntnis genommen, daß die Irisgefäße allseits von diesen Scheiden umgeben sind. Das Spaltlampenbild bestätigt hier durchweg die anatomischen Befunde.

So sah schon Fuchs die Gefäße, welche vom ciliaren zum pupillaren Rande verliefen, im Irisgewebe in eine dicke Adventitia eingehüllt und von einem lockeren Netzwerke verzweigter und pigmentierter Zellen umsponten, welche die Zwischenräume zwischen den Gefäßen ausfüllten. Ähnliches beobachteten auch Gegenbaur und Stöhr, ferner Ginsberg.

Nach Leber verlaufen die Irisgefäße, speziell die Arterien, vom

Ciliarrande her unter baumförmiger Verästelung in radiärer Richtung nach dem Pupillarrande hin, wobei sich ihre Äste bogenförmig verbinden. Die Gefäße haben, ebenso wie auch ihre Venen, sämtlich sehr dicke Wandungen. Nach Abgabe von Capillaren für den Ciliarteil der Iris bilden sie den bekannten kleineren Gefäßkreis.

An der Spaltlampe sieht man bei nicht oder doch kaum stromal pigmentierter Iris besser als bei den stärker stromal pigmentierten Regenbogenhäuten diese Irisgefäße, in ein weiches, wolliges Gewebe eingebettet aus der Gegend des Kammerwinkels herauskommen und nach dem kleinen Gefäßkreise in der Krause hin verlaufen. Die Gefäße sind auf diesem Wege je nach der Pupillenweite mehr oder minder geschlängelt und liegen unmittelbar unter der vorderen Irisgrenzschicht. Manchmal verlaufen zwei Gefäße erst einige Zeit direkt neben einander, um dann später zu einem zusammenzuzießen.

Die Irisgefäße geben auf diesem Verlaufe bisweilen schon einfache, mehrfache oder dendritenähnliche kleine Seitenäste ab, die sich unter einem durchschnittlichen Abzweigungswinkel von etwa $30-45^{\circ}$ seitlich in das Irisstroma hinein erstrecken, aber auch mit benachbarten daselbst sich verbinden können. In anderen Fällen sieht man wiederum die Gefäße als mehr oder minder parallele Stränge nebeneinander verlaufen, ohne daß es zu deutlicheren Verzweigungen und Anastomosen zu kommen braucht. Nicht immer halten bei ihrem radiären Verlaufe die Irisgefäße im Ciliarteile dasselbe Tiefenniveau inne, vielmehr sieht man häufig, daß sich die einen Gefäße mehr nach vorn, andere dahingegen wieder mehr nach hinten zu halten oder auch abwechselnd beide Tiefenlagen der Iris tangieren. Auch gerade oder bogenförmig nach rückwärts, also zur Irisperipherie, verlaufende Seitenästchen, die sich mit benachbarten Radiargefäßen oder deren Ästen verbinden können, kommen vor.

Bei Miosis der Pupille sind die Gefäße gestreckter, bei Mydriasis bekanntermaßen stärker geschlängelt sichtbar, wobei ebenfalls die annähernd parallele Richtung der Hauptstämme zum Ausdruck gelangt, während die eventuellen Verzweigungen in der beschriebenen Art verlaufen oder sich auch einmal über- resp. unterkreuzen können.

Eine Unterscheidung der Arterien von den Venen ist hier nicht immer möglich. Im Gegenteil! In den meisten Fällen wird man beide Gefäßarten nicht voneinander trennen können, wenn man nicht geneigt ist, die stärkeren Gefäße mit deutlicher sichtbarer Blutsäule für die Venen, die anderen für die Arterien zu halten. Obgleich die Adventitia wie auch die perivasculären Lymphscheiden der Irisgefäße im ciliaren Verlaufe meist recht gut durchsichtig sind, kann man aus den oben dargelegten Gründen die strömende Blutsäule, wie vor allem auch die sich vorwärts bewegenden Blutzellelemente, etwa so wie an den

neugebildeten Hornhautgefäßen, doch nicht zu Gesicht bekommen, auch nicht bei Anwendung der Lichtfilter.

Noch unmöglicher als bei den meisten gröberen Irisstämmchen ist hier im Ziliarteile der Iris an den kleineren Ästen und Verzweigungen der Stämmchen ein Unterschied zwischen arteriellen, und venösen Gefäßindividuen festzustellen, das gelingt nur ganz ausnahmsweise bei den alleroberflächlichsten capillaren Verzweigungen der Krausencapillaren, und zwar nur bei Anwendung des indirekten Lichtes, indem man die Richtung des Blutstroms wie auch die Gabelung berücksichtigt, was aber nur selten gelingt.

Bei der Mydriasis kann die Schlingelung der ciliaren Irisgefäße eine so bedeutende sein, daß die durch die Schlangenwindungen begrenzten rhombusähnlichen Figuren ganz plattgedrückt, ja unkenntlich als solche sich darstellen oder doch als konzentrisch zur Pupille verlaufende längere oder kürzere Einschnitte, ähnlich wie die um vieles tieferen Kontraktionsfurchen, welche bei der Mydriasis die makroskopisch bekannten Furchen bilden.

Anatomisch wurde nach Leber im Ciliarteile der Iris ein nur sehr lockeres Capillarnetz der Gefäße festgestellt, welches die verschiedenen Schichten des Irisstromas durchzieht und dadurch relativ eng erscheint, daß die in verschiedenen Ebenen befindlichen Maschen einander überlagern. An der vorderen Irisfläche ist das Stromagewebe nach Leber arm an Capillaren, während sich hier sehr zahlreiche kleine Gefäße von mehr als capillärem Kaliber und besonders Venen mit stark entwickelter Adventitia vorfinden.

An der Spaltlampe sieht man nur wenige der feineren und besonders präcapillaren Gefäße, speziell ihren Blutgehalt. Das gelingt mitunter nur im indirektem Licht, während hier das direkte Licht völlig versagt. Sowohl die zuerst beschriebenen gröberen, wie auch die zuletzt genannten zarteren Gefäße verlaufen im Spaltlampenbilde in mehr oder weniger auch im Ciliarteile der Iris ausgeprägten Gewebefaserbündeln, die wir auch hier als Trabekel bezeichnen können.

Wenn auch diese Trabekel im Ciliarteile oft nicht so deutlich ausgesprochen sind, so lehrt doch das besondere Studium des feineren Verlaufes für alle in diesem Iristeile an der Spaltlampe erkenntlichen Gefäße, daß sie einmal zarte und ziemlich durchsichtige Lymphscheiden besitzen, andererseits aber nach außen von diesen von einer graulich bis wollig aussehenden ziemlich dicken Adventitia eingehüllt sind, wodurch die oben angeführten Befunde bestätigt werden. Außerhalb dieser adventitiellen dichten Gewebseinhüllungen ist nun das in der weiteren Gefäßumgebung verlaufende Stromagewebe ebenfalls in dem Gefäßverlaufe etwa parallelen Zügen angeordnet und erscheint zu gröberen oder feineren mehr oder minder deutlich ausgeprägten Zügen zusammen-

gefaßt, welche die oben erwähnten Trabekel darstellen. Auch die verschiedenen Gefäßabzweigungen können im Inneren solcher Trabekel verlaufen und dasselbe Bild darbieten.

Bei Mydriasis sind die zentral in den Gefäßen gelegenen dunkelrötlichen Blutsäulen weniger gut sichtbar, vor allem in den feineren Gefäßen. Mit den Gefäßen machen auch die im Ziliarteil der Iris recht undeutlich ausgeprägten Trabekelzüge die oben für die Gefäße bei der Mydriasis geschilderten Veränderungen sämtlich mit und schlängeln sich bisweilen so stark, daß der gesamte Ciliarteil als eine fest zusammengepreßte wulstartige Gewebsmasse im Kammerwinkel gelegen sein kann und keine an der Spaltlampe besonders bemerkenswerte Struktur weiter darzubieten vermag.

Bei guter Myosis dagegen sind die Trabekel mit ihren zentral verlaufenden Blutgefäßen in den meisten Fällen gut zu erkennen, während in den feineren und feinsten Trabekeln dieser Art, wie wir noch gesondert sehen werden, das eben nicht der Fall zu sein braucht.

Die im Ciliarteile der Iris geschilderten Trabekel- und Verlaufsverhältnisse der Gefäße erfahren nun dadurch noch eine weitere Komplikation, daß bei diesen und jenen normalen Regenbogenhäuten ziemlich weit in der Peripherie des Ciliarteiles bisweilen auch schräg bis fast konzentrisch zur Pupille verlaufende vereinzelt Gefäße vorkommen können, die meist gröberer Natur und nur selten präcapillarer Größe sind. Sie tauchen an beliebiger Stelle unter dem Limbus auf, verlaufen meist ziemlich dicht unter der vorderen Irisgrenzschicht und überkreuzen resp. unterkreuzen einige der mehr typisch radiär verlaufenden ciliaren Gefäße. Dann gehen sie in diese über oder verzweigen sich vorher, um mit ihren Verzweigungen sich in mannigfachster Art den radiären Gefäßen beizugesellen. Auch die schräg verlaufenden peripheren Irisgefäße sind mit den genannten multiplen stromalen Scheiden versehen, während eigentliche Trabekel dabei seltener und nicht deutlich nachweisbar sind.

Die Tatsache, daß die radiären Irisgefäße im Ciliarteile sehr häufig bei ihrem leicht nebeneinander hergehenden und geschlängelten Verlaufe und ihren mannigfachen Verzweigungen sowie Anastomosen sehr gern rhombische Figuren und Felder im Gewebe umgrenzen, wobei sie nicht selten stärker abgelenkt erscheinen, erklärt wohl auch noch eine andere Erscheinung. Man sieht nämlich im Spaltlampenbilde an diesen beim Pupillenspiele stärker oder schwächer abgelenkt sich darstellenden Gefäßen sehr ausgeprägte Rillen oder Einknickungen der graulich-wolligen Einscheidungen. Diese Einknickungen sehen genau aus wie die Einkerbungen von Bleiröhren an den Biegungsstellen, besser kann man ihr Spaltlampenbild gar nicht definieren. Sie sind infolge des Pupillenspiels resp. durch die dauernde ruhelose Verschiebung im Sinne abwech-

selnder Streckung und Beugung entstanden und oft auch noch etwas außerhalb der eigentlichen Umbiegungsstellen der gefäßhaltigen Trabekel zu sehen. Sie finden sich mit Vorliebe ebenfalls im Ciliarteile der Iris.

Im Beginne des Iriskrausenbereiches pflegen die radiären Irisgefäße zum Teile auseinander zu weichen, zum Teile in ein mehr ringförmig angeordnetes und gefäßhaltiges Trabekelwerk daselbst überzugehen. Bei vielen normalen Regenbogenhäuten bilden sie in Miosisstellung der Pupille eine unregelmäßige Reihe von länglich-konzentrisch und im Kreise hintereinander folgenden Rhomben, die zwischen sich die oben gelegentlich Besprechung der Irisoberflächenschicht schon zum Teil behandelten größeren Krypten zwischen sich fassen. In der Umgebung dieser Krypten findet man dann hier einmal als direkte Grenztrabekel aus den Radiärgefäßen stammende und mit dichten Scheiden umgebene Gefäßäste, die meist von beträchtlichem Kaliber sich darstellen. Natürlich können hier und da auch schwächere Gefäße dieser Art dabei beteiligt sein, je nachdem die Krypte einfach ist oder aus mehreren Abteilungen resp. Etagen besteht (Abb. 1).

Auf der Tafelabbildung I sieht man sehr deutlich, wie kompliziert und außerordentlich formenreich bei normalen Augen in der Krausengegend das Relief der vorderen Irisschichten beschaffen sein kann. Je nach Ausbildung der Krypten verschiedener Ordnungen kann man hier von einer breiteren oder schmälere Krausenzonen reden. Ein festes Bild der Krausengegend an der Spaltlampe aufzustellen, ist ganz unmöglich. Bei Durchmusterung eines ausgedehnten Materiales normaler Regenbogenhäute kann man so ungezählte Bilder der Krausengegend erhalten, daß man erstaunt ist, daß diese Formenfülle der Natur in allen diesen Augen noch normal sein soll. Und doch ist dem so! Gerade bei starker Durchsetzung mit großen Krypten und ausgedehnter Trabekelisierung der Krausengegend ändert sich gewissermaßen als eine Funktion der Kryptenzahl in der Krausengegend die an der Spaltlampe erkenntliche Zahl der außerhalb der Krause im Sphincter- resp. im Ciliarbereiche befindlichen Krypten der höheren Ordnungen und schafft dafür einen offenbaren Ausgleich.

Auch in der mittleren Tiefe der Krausengegend resp. ihrer Krypten, sieht man allenthalben das Trabekelsystem der mittleren und vorderen Irisschichten ausgeprägt. Allerdings ist hier nicht mehr das Radiärprinzip der Trabekel- und zwar der gefäßhaltigen Trabekel erkennbar, sondern es zeigt sich dafür mehr das besagte konzentrisch angeordnete rhombische Konfigurationsprinzip sowohl im gröberen und feineren Trabekelwerke wie auch in der Kryptenbegrenzung.

Auch im Bereiche der Iriskrause verhält sich die feinere, an der Spaltlampe nachweisbare Architektur und Struktur der gefäßhaltigen

Trabekel genau wie im Ciliarteile der Iris. Auch im Krausenbezirk sehen wir an den Knickstellen der die polyformen Rhomben im Gewebe wie an den Krypten begrenzenden Trabekel hier und da die feinen Einknickungen, wenn vielleicht an der Krause bei vielen Fällen nicht ganz so deutlich wie im Ciliarteile.

Namentlich die während der Spaltlichtbeleuchtung spontan vorhandenen Pupillenbewegungen, die wir bei normalen Regenbogenhäuten stets während der Beobachtung wahrnehmen können, sind für das Studium aller dieser Verhältnisse ganz besonders lehrreich.

Auch ohne daß nämlich die Pupille selber direkt getroffen wird, sieht man schon von etwa 50facher Linearvergrößerung ab die besagte spontane Pupillenunruhe in jedem Falle außerordentlich gut ausgesprochen. Einmal darf man hier wohl annehmen, daß psychische Einflüsse für den steten spontanen Wechsel in der Pupillengröße von Bedeutung sind, andererseits dürfte es aber keinem Zweifel unterliegen, daß das durch die Iris in das Augeninnere hineingelangende und mit Bewegungen des Spaltbüschels im Inneren des Bulbus seine Richtung in geringeren Intervalle wechselnde Licht dabei eine Rolle spielt. Die Zahl der spontanen Oszillationen der normalen Pupille pro Sekunde beträgt nach meinen Erfahrungen etwa 1—2, doch schwankt das Verhalten von Fall zu Fall.

Bei den spontanen Oszillationen der Pupille greift im Krausenteile der Iris wie auch an den Übergangsstellen der Krause zum Ciliar- bzw. Sphincterteile das mannigfaltige Flechtwerk der gefäßhaltigen Iris-trabekel harmonikaartig ineinander und bedingt eine fortwährende Änderung der Kryptenkonfiguration. Da jedoch auch die scheinbar und wirklich gefäßlosen Trabekel sich daran beteiligen, werden wir am Schlusse der gesamten Trabekelschilderung zusammenfassend auf diese Frage zurückkommen.

Die außergewöhnliche Mannigfaltigkeit der trabekulären Gefäßaufsplitterung bekommt man namentlich beim Übergange der Krause zu den beiden angrenzenden Iristeilen gut zu Gesicht.

Sowohl ohne wie auch mit den Farbfiltern treten die Trabekel als glasig-gelblich durchscheinende Gebilde in Erscheinung, wobei diese Durchsichtigkeit naturgemäß von ihrem Pigmentgehalte abhängt. Eine besondere Struktur, etwa fibrillären Charakters oder ähnlicher Natur ist an der Spaltlampe nicht zu beobachten, nur vermag man eine feine Chagrinierung zu erkennen. Bei stärkerer stromatischer Pigmentierung oder auch mehr im Vordergrund stehender Pigmentierung der Trabekeloberfläche zeigt das feinere Oberflächenrelief weniger die oben geschilderte allgemeine Irisoberflächenstruktur, sondern mehr ein äußerst feines rauhes und gekörnelttes Aussehen, ein Befund, der ebenso wie die in diesen Zeilen dargestellte allgemeinere Struktur der gelblich durch-

sichtigen Trabekel aller Arten auch für die später zu besprechenden gefäßlosen Trabekelarten seine Gültigkeit besitzt. Das gilt auch für die feineren und feinsten Äste aller dieser wie auch der noch zu besprechenden Trabekelgattungen.

Die durch die größeren Krypten hindurchziehenden und bisweilen diese Krypten mehrfach teilenden Bälkchen und Fäden können auch gefäßhaltig sein, wie die direkte und vor allem indirekte Beleuchtung an der Spaltlampe unmittelbar zu lehren vermag. Sowohl bei der Aufsplitterung vom Ciliarteile zur Krause wie auch im Bereiche der Krause selbst folgen die sich abzweigenden Äste gern einem Abzweigungswinkel von 70 bis über 100°, was auch aus Abb. 1 hervorgeht. Natürlich schwankt auch hier dieser Winkel in individuellen Grenzen. Das Bestehen von Miosis ist dabei Voraussetzung, denn bei der Mydriasis sehen wir ja, daß der Winkel annähernd ein gestreckter werden kann.

Daß die Krypten nicht immer allseits von etwa gleichkalibrigen gefäßhaltigen Trabekeln umgeben zu sein brauchen, sondern auch hier alle möglichen Arten von gefäßhaltigen Trabekeln sich beteiligen, verdient besonders hervorgehoben zu werden. Auch ist in der Tiefe der Krypten derselbe Verzweigungs- und Verteilungsmodus der gefäßhaltigen Trabekel wie an ihren Oberflächenschichten zu sehen.

Die schon im Gebiete der Iriskrause stark ausgeprägte Mannigfaltigkeit der beschriebenen gefäßhaltigen Iristrabekel tritt nun noch um vieles hervorragender in Erscheinung, wenn wir das Sphincterbereich der Iris auf diese Verhältnisse hin durchmustern. Hier in die von Fall zu Fall sich im Spaltlampenbilde dem Beobachter darstellenden zahlreichen Verlaufseigentümlichkeiten der gefäßhaltigen Iristrabekel ein System zu bringen, erscheint noch entschieden undankbarer. Und doch läßt ein großes Untersuchungsmaterial auch hier eine deutliche Gesetzmäßigkeit erkennen.

Nach den bisher vorliegenden anatomischen Ergebnissen zieht nach Passieren der Krause die Mehrzahl der arteriellen Gefäße direkt zum Pupillenrande hin. Auf diesem Wege geben sie an ein engmaschiges Capillarnetz im Sphincter feine Zweige ab und biegen dann mit ihren letzten Enden in ziemlicher Feinheit am Pupillenrande schlingenförmig in die Anfänge der Venen um. An der vorderen Fläche ist dabei nach Leber das Gewebe an Capillaren relativ arm. Die Blutgefäße zeichnen sich auch hier besonders dadurch aus, daß sie eine schwache Muscularis, dagegen eine stark entwickelte feinfaserige, im Alter mehr homogen aussehende, bindegewebige Adventitia besitzen.

An der Spaltlampe sieht man zunächst eine Gruppe von Fällen, bei denen ziemlich parallel zueinander und auch in Miosis leicht geschlängelt verlaufende gefäßhaltige Trabekel von der Krause zum Pupillenrande hinziehen. In diesen Trabekeln finden wir ähnliche Gefäßscheiden

wie im Ciliarteile, doch sind sie hier im Sphincterbereiche um vieles schwächtiger vorhanden. In manchen von diesen Fällen sieht man diese und jene der gefäßhaltigen Trabekel dichter und von den benachbarten etwas getrennt verlaufen, doch wechselt das stark. Auf dem Wege zum Pupillensaume geben die Trabekel nur wenig gefäßhaltige Seitenäste ab; gelegentlich sieht man diese Seitenäste sich verbinden und kurze Bögen bilden, welche nach der Krause zu konvex geformt sind, doch mitunter auch nach der Pupille zu diese Konvexität zeigen können.

Bei einer anderen Kategorie von Fällen treten von vornherein dicke, riesentrabekelähnliche und auch an der Lupe gut zu unterscheidende Gewebsbündel in Erscheinung, die von der Krause zur Pupille verlaufen und in ihrem Inneren mehrere radiär zum Pupillarsaume ziehende Gefäße einschließen können. An dem Flechtwerke der Krause sind sie beim Abgange noch in der oben geschilderten Weise beteiligt, sie rekrutieren sich dort aus gefäßhaltigen Trabekeln, die teils unter etwa einem rechten Winkel, teils auch unter $70-80^\circ$ wieder zusammenfließen. Dann ziehen sie als zu dicken Bündeln vereinte radiäre Stränge nach der Pupille (vgl. Abb. 2).

Auf dem Wege dahin können sie sich nun entweder teilen und dann wieder zusammenfließen, oder sie bleiben geteilt und von den Teilbündeln können wiederum diese und jene Bündel zu benachbarten ziehen und mit diesen zusammen oder auch getrennt weiterverlaufen. Während wir für die erstgenannten, die Krause in der geschilderten Weise verlassenden, dicken Bündel die Bezeichnung der „Trabekelbündel erster Ordnung“ vorschlagen, möchten wir die letztgenannten Trabekelbündel als „Trabekelbündel zweiter Ordnung“ registrieren. Für die von diesen sich loslösenden einzelnen Trabekel ist die Bezeichnung „gefäßhaltige Trabekel erster Ordnung“ geeignet, sie sind also von den Trabekelbündeln, welche an der Lupe auch makroskopisch sichtbar sind, prinzipiell zu unterscheiden. Sowohl in diesen wie auch in den Trabekelbündeln erkennt man im indirekten Lichte der Spaltlampe das resp. die zentralverlaufenden Gefäße und kann beobachten, daß auch hier die im Krausen- und Ciliarbereiche der Iris geschilderten Gefäßscheiden sichtbar sind. Das Gewebe ist meist so durchsichtig, daß man wie auf Serienschnitten das lebende zentrale Gefäß resp. den zentral gelegenen rötlichen Blutfaden beobachten kann.

Auch in den gefäßhaltigen Trabekeln erster Ordnung vermag man so gut wie immer das zentrale Blutgefäß zu erkennen, ohne natürlich auch hier mit einiger Sicherheit die Entscheidung treffen zu können, ob das betreffende Gefäß eine Arterie oder Vene ist.

An den „gefäßhaltigen Trabekeln zweiter Ordnung“, welche die unter dem Winkel von meist etwa 60° abgehenden Seitenäste

der gefäßhaltigen Trabekel erster Ordnung darstellen, sieht man besonders gut die zentralen Gefäße wie auch die Struktur ihrer Scheiden.

Nicht immer gehen die Äste der gefäßhaltigen Trabekel zweiter Ordnung nach der Pupille zu in einem Winkel von ca. 60° ab, auch hier kommen Schwankungen vor und besonders sieht man sich verbindende benachbarte Äste, welche in ihrem Zusammenhange ähnlich wie die oben zuerst angeführten ebenfalls nach der Pupille konvex oder konkav geformten Bögen sich als gleiche längere oder kürzere Bögen darstellen können. Dabei liegen sie einmal mehr, das andere Mal weiter von der Irisoberfläche entfernt, und damit teils unter, teils über den Trabekeln zweiter und dritter Ordnung, meist jedoch im ersteren Sinne.

Von den gefäßhaltigen Trabekeln zweiter Ordnung gehen die entsprechenden gefäßhaltigen Trabekel dritter Ordnung in völlig individuell verschiedener Weise ab, meist befolgen auch diese Trabekel das oben geschilderte Verhalten bezüglich der Winkelgröße ihrer Abzweigungen. Ein zentral verlaufendes Blutgefäß ist in diesen Bildungen schon nicht mehr in allen Fällen erkenntlich, trotz genauester daraufhin gerichteter Untersuchungen. Hier tangieren wir die zweite Hauptgruppe der Iristrabekel überhaupt.

In Mydriasis wächst der von den gefäßhaltigen Trabekeln erster bis dritter Ordnung gebildete Winkel auf ca. $120\text{--}160^\circ$, so daß das ganze gefäßhaltige Trabekelwerk sich mehr konzentrisch zur Pupille zu strecken pflegt und die geschilderte Struktur sich mehr oder minder verwischt.

Erwähnen müssen wir noch in der Tiefe unter den geschilderten Trabekeln aller Ordnungen verlaufende gefäßhaltige Trabekel, die, meist von einem Trabekel erster oder zweiter Ordnung an beliebiger Stelle abgehend, schräg zur Pupille hinverlaufen. Sie können sich dort weiterhin in verschiedenster Weise aufteilen resp. mit den oben beschriebenen Trabekeln der höheren Ordnungen verbinden. Auch mehrfache Gebilde dieser Art kommen vor; diese können sich wieder untereinander mannigfach verbinden. Ich möchte alle diese Bildungen, welche mir für den Histomechanismus der Pupillarbewegung von einer gewissen Bedeutung zu sein scheinen, als „Trajektorien“ bezeichnen. Daß auch scheinbar und sicher gefäßlose Trajektorien beobachtet werden können, sei schon hier vorweggenommen.

Die von Leber am Pupillarsaume gesehenen Umbiegungen der arteriellen in die venösen Capillaren sind im Bilde der Spaltlampe als solche gewöhnlich nicht erkenntlich. Nur selten wird es hier gelingen, einen zentralen Blutgehalt der letzten Ausläufer der oben beschriebenen gefäßhaltigen Trabekel erster Ordnung wahrzunehmen, wenn auch

ein zentraler Hohlraum bei diesen Bildungen vor allem im Dunkelfelde bei vielen Fällen unzweifelhaft wahrnehmbar ist. Diese Bildungen gehören somit mehr in die Besprechung der nächsten Hauptgruppe und sollen dort auch mit den Trabekeln ohne deutlichen und an der Spaltlampe erkenntlichen Gefäßgehalt abgehandelt werden.

Wir haben die erste Hauptgruppe der an der Spaltlampe sicher gefäßhaltig erscheinenden Iristrabekel sehr ausführlich behandelt und werden uns nun des weiteren bei der Besprechung der zweiten Hauptgruppe, die wir als die an der Spaltlampe nicht deutlich gefäßhaltig erscheinenden Trabekel umfassend festgesetzt haben, aus mehreren Gründen ganz bedeutend kürzer fassen.

Einmal nämlich sind diese Trabekel den oben beschriebenen gefäßhaltigen Trabekeln gegenüber bedeutend in der Minderheit, andererseits nähern wir uns hier schnell der dritten Hauptgruppe, weil die genauere Spaltlampenuntersuchung die zur zweiten Hauptgruppe gehörigen Trabekel nur bis auf einen sehr geringen Bruchteil als solche erkennen läßt.

Genau wie die gefäßhaltigen Trabekel der ersten Gruppe sieht man die an der Spaltlampe nicht sicher als gefäßhaltig anzusehenden Trabekel der zweiten Gruppe unter dem Limbus als undeutliche, zu länglich gewellten Bündeln geordnete Gewebkonglomerate hervorkommen und genau wie die Trabekel erster Ordnung nach der Krause hinverlaufen, woselbst sie sich aufspießen und unter mehr oder minder zahlreicher Teilung entweder das Krausengeflecht selber mit bilden helfen oder sich daselbst den gefäßhaltigen Trabekeln beigesellen. Das geschieht einmal in der Weise, daß die nicht deutlich gefäßhaltigen Trabekel direkt in Trabekel mit Gefäßgehalt übergehen, andererseits aber auch dadurch, daß die anscheinend gefäßlosen Trabekel sich den gefäßhaltigen anlagern und mit ihnen gemeinsam weiterverlaufen resp. unter eventueller Teilung späterhin sich mit diesen verbinden.

Ein Prädilektionssitz für die scheinbar gefäßlosen Trabekel ist nicht nachzuweisen, sie können sowohl in größerer Tiefe wie auch dicht unter der Irisoberfläche gelegen sein oder auch ihre Tiefenlage wechselnd ändern. Auch hierin gleichen sie, wie überhaupt, aufs genaueste den im Spaltlampenbilde sicher gefäßhaltigen Trabekeln der verschiedenen Ordnungen.

Im indirekten Lichte sieht man sehr häufig in den ohne zentralen dunkelrötlichen Blutfaden sich darstellenden Trabekeln einen anscheinend vorhandenen zentralen Kanal, jedoch ohne jede Spur flüssigen Blutes. Da mit Sicherheit hier nicht zu sagen ist, ob es sich bei der zentralen Kanalbildung in diesem Hohlraume um ein Blutgefäß handelt oder nicht, mußte diese Hauptgruppe aufgestellt werden. Um Lymphgefäße dürfte es sich hierbei nicht handeln, da sonst solche von

dieser Größe bisher hätten anatomisch nachgewiesen werden müssen, was aber nicht der Fall ist¹⁾).

Auch eine optische Täuschung ist sicher auszuschließen. Eine zentrale Kanalbildung ist in den Gebilden sicher vorhanden, das sieht man auch an ihren genau dem bei der ersten Hauptgruppe geschilderten Modus folgenden Seitenverzweigungen und Anastomosen mit teils gleich gebauten Gebilden, teils mit Trabekeln der ersten Gruppe. Vielleicht sind es doch Blutgefäße, die entweder nur zu bestimmten Zeiten bluthaltig sind oder wegen der dichteren Beschaffenheit ihrer Scheiden den zentralen Blutgehalt nicht erkennen lassen.

Auch bei den Trabekeln ohne an der Spaltlampe nachweisbaren zentralen Blutgehalt kommen rückwärts umbiegende Seitenäste im Ciliarteile vor, ferner ebenfalls unter den oder über die anderen hinwegverlaufende trajektorienähnliche Bildungen im Sphincterteile, ferner dendritenähnliche, mehrfache Verzweigungen und ähnliches.

Im Krausenbereiche wie vor allem in der oberflächlicheren sowie auch tieferen Begrenzung der Krausenkrypten verschiedener Ordnungen verhalten sich die Trabekel ohne deutlichen Gefäßgehalt an der Spaltlampe den Trabekeln erster Ordnung ebenfalls völlig analog, so daß wir hier auf eine Wiederholung verzichten dürfen. Nur das eine sei noch hervorgehoben, daß im Krausenbereiche, und zwar speziell in der oberflächlicheren und besonders tieferen Umgebung der Krypten die gefäßhaltigen Trabekel sich mit den scheinbar gefäßlosen sehr gerne zu verbinden resp. direkt in diese überzugehen scheinen²⁾. Auch findet man gerade an den anscheinend gefäßlosen Trabekeln der Krause mit Vorliebe die teils knöpfchen- oder zapfen-, teils mehr flaschenförmigen Gewebsanhänge embryonaler Natur, die mit oder ohne anhaftende und sich ins Pupillareich fortsetzende zarte Fäden der früheren Pupillarmembran in Erscheinung treten können, bei den spontanen Pupillenbewegungen lebhaft zittern oder im Kammerwasser flottieren.

Durchmustern wir zahlreiche normale Augen auf diese äußerst durchsichtigen Krausenanhänge der Iris, so werden wir die besagten Bildungen so außerordentlich oft und auch mehrfach an derselben Iris zu Gesicht bekommen können, daß wir die Anhänge keineswegs mehr als etwas Besonderes zu bezeichnen brauchen. Die physiologischen Krausen-

¹⁾ Solche als Lymphgefäße anzusprechende Gebilde konnten bis jetzt auch an der lebenden Iris weder in den tieferen noch auch in den unterhalb der vorderen Grenzschicht gelegenen Gewebspartien mit Sicherheit nachgewiesen werden. Auch feinste Gebilde dieser Art wurden bisher bei jedem Beleuchtungsmodus an der Spaltlampe regelmäßig vermißt.

²⁾ Dabei sieht man namentlich in der Krausengegend nicht selten „schwimmhautähnliche“ Gewebszüge, den Einmündungs- resp. Anlagerungswinkel zu einem mehr oder minder großen Teile überbrückend, von einem zum anderen ziehen. Das Verhalten sieht man mitunter mehrfach an demselben Falle.

anhänge können sogar an derselben Iris nicht nur mehrfach, sondern auch als sich dendritisch aufspießende Gebilde, die mit weiter in die Kammer hinein verlaufenden einfachen oder mehrfachen Fäden zusammenhängen, sichtbar sein. Auch ohne die Fäden kommen die mehrfachen Endaufspießungen vor. Das Bild wechselt auch hier ganz außerordentlich, ebenso wie überhaupt die Größe und Ausbildung resp. die Form der Gebilde.

Im Sphincterteile der Iris spielen die an der Spaltlampe scheinbar gefäßlosen Trabekel eine größere Rolle als im Krausen- und Ciliarbereiche. Hier vermag man sehr gut die wirklich bluthaltigen von den zwar scheinbar einen Hohlraum, aber keine sichtbare Blutsäule führenden Trabekeln zu unterscheiden. Auch im Sphincterteile haben die scheinbar gefäßlosen Trabekel dieselbe Verlaufsart und Verzweigungsordnung, so daß wir uns mit dem Hinweise darauf begnügen können, daß auch im Sphincterteile scheinbar gefäßlose Trabekel erster, zweiter und dritter Ordnung angetroffen werden.

Diese Trabekel können wie im Ciliarteile mit den sicher gefäßführenden Trabekeln sich verbinden oder auch getrennt von ihnen zum Pupillarsaume hinverlaufen, um an diesem entweder mehr zu Trabekelbündeln vereint oder auch mehr vereinzelt resp. mittels der noch zu besprechenden, sicher gefäßlosen Trabekel unmittelbar unter den pigmentierten Pupillarsaunihöhen zu inserieren, so daß die Täler des pigmentierten Pupillarsaumes den an der Spaltlampe sichtbaren Einsenkungen zwischen den verschiedenen sich zusammensetzenden Trabekelbündeln entsprechen würden. Dabei können auch hier, ähnlich wie an den Krausentrabekeln, feine embryonale Gewebshänge¹⁾ sichtbar sein.

Schon an den Abgangsstellen der scheinbar gefäßlosen Trabekel verschiedener Ordnungen von der Trabekelbegrenzung und -architektur der Krause kommt einmal die völlige Analogie mit dem Abgange der geschilderten gefäßhaltigen Trabekel, andererseits aber auch die individuell enorm verschiedene Verlaufsart auch der scheinbar gefäßlosen Trabekel aller Ordnungen zum Ausdruck.

Die dritte Hauptgruppe, welche die Trabekel ohne Gefäßein-schluß umfaßt, beansprucht ebenfalls nicht allzuviel Raum, da ihr Spaltlampenbild wie vor allem auch ihr feinerer Verlauf ziemlich klar und eindeutig zu zeichnen ist.

Allerdings mag hier noch vorausgeschickt werden, daß zu den Trabekeln ohn Gefäßein-schluß in weiterem Sinne auch das zwischen allen Trabekel- und Gefäßarten gelegene intrastromale Bindegewebe gerechnet werden muß. Das ist einmal darin begründet, daß nur an den

¹⁾ Diese können ihrerseits wiederum mit feinen Fäden der Pupillarmembran zusammenhängen.

wenigsten Irisstellen von einem eigentlichen, sozusagen gesetzlos angeordneten, intrastromalen Gewebe im Spaltlampengebilde gesprochen werden kann, andererseits aber gerade auch dieses den Zwischenraum zwischen allen den genannten Trabekeln ausfüllende Gewebe bei genauerem Studium eine ganz bestimmte Verlaufsart und zweckentsprechende Struktur wahrnehmen läßt.

Wir können daher für die dritte Hauptgruppe unserer Trabekel zwei Unterabteilungen aufstellen, nämlich einmal die eigentlichen, wirklich gefäßlosen Trabekel der Iris, ferner aber das stromale und intertrabekuläre Bindegewebe dieses Organes.

Die im Spaltlampenbilde sich dem Beobachter darstellende Verlaufsart der erstgenannten Unterabteilung ähnelt in allen Teilen der vorderen Irisschicht weitgehend und bringt damit auch eine ausgesprochene gleichartige funktionelle Tätigkeit bei der Pupillarbewegung zum Ausdruck. So sehen wir zunächst im Ciliarteile der Iris die wirklich gefäßlosen Trabekel stets als ziemlich zarte und viel schwächiger als die Trabekel der erstgenannten beiden Trabekelarten sich darstellenden Trabekel als solide und sicher nicht einen zentralen Hohlraum führende Gewebskonglomerationen, die zumeist zwischen den wirklich gefäßhaltigen und anscheinend gefäßlosen Trabekeln der verschiedenen Ordnungen gelegen sind resp. in gleichem Sinne wie diese verlaufen.

Wir finden daher einmal den ersten beiden Trabekelarten parallel ziehende, sehr schmale solide Züge stromalen Bindegewebes, die ihrerseits aber wieder um vieles dichter gewebt sind als das eigentliche Zwischenstromagewebe. Im Ciliarteile verlaufen diese soliden Gewebsbündel teils wie die Hauptstämme der dort zur Krause ziehenden oberflächlicheren Irisgefäße samt ihren außerordentlich mannigfachen Verzweigungsarten, teils bilden sie auch mehr solitäre Bündel mit eigener, ebenfalls sehr wechselnder Verlaufsart. Mitunter strahlen die im ganzen um vieles schwächigeren soliden Bündelchen teils fächerähnlich, teils wieder mehr sternchenförmig nach einem dichter gewebten Pseudoknötchen der Iris hin, Gebilde, die wir in Mitteilung II besprachen und die zum Teil auch an der Lupe wahrnehmbar sind.

So beherrscht hier eine außerordentliche Mannigfaltigkeit das Bild und diese Mannigfaltigkeit gilt ganz besonders auch für die Krausen-gegend, woselbst die gefäßlosen Trabekel sich teils mit den gefäßhaltigen direkt verbinden, teils mit diesen auch weiterverlaufen, wobei sie sowohl sich gegenseitig wie auch die gefäßhaltigen Trabekel in verschiedener Weise über- und unterkreuzen können. Ein festeres Verlaufsgesetz gilt hier im Krausenbereich noch weniger als in der Ciliargegend.

Dagegen bietet das Studium der Gebilde im Sphincterteile schon bedeutend mehr des Gesetzmäßigen. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, bilden die gefäßlosen Trabekel zarteste Bälkchen und Bündelchen, die an

und für sich genau wie die sicher und scheinbar gefäßhaltigen Trabekel von dem Krausenflechtwerke resp. deren Krypten zum Pupillarrande ziehen. Auch hier können wir wieder Trabekel erster Ordnung sehen, die aber ihrerseits bedeutend zarter als die entsprechenden oben behandelten gefäßhaltigen Trabekel zu sein pflegen. Die gefäßlosen Trabekel erster Ordnung verlaufen ebenfalls entweder mehr solitär oder sie verbinden sich einmal oder mehrfach mit benachbarten und erreichen ganz oder in gefäßlose Trabekel zweiter Ordnung geteilt den Pupillarrand. Auch die Teilbündel, in die sie auf diesem Wege zum Pupillarrande zerfallen können, dürfen wir als gefäßlose Trabekel zweiter Ordnung ansehen¹⁾.

Während nun die letztgenannten mit Vorliebe unter einem Durchschnittswinkel von ungefähr 60° von den gefäßlosen — resp. auch einmal gefäßhaltigen — Trabekeln erster Ordnung abzugehen pflegen, wobei natürlich eine Mittelweite der Pupille vorausgesetzt ist, können die gefäßlosen Trabekelchen zweiter Ordnung nicht selten auch rechte Winkel zueinander bilden, auch bei den Über- resp. Unterkreuzungen.

Von den gefäßlosen und an der Spaltlampe auch im indirekten Lichte völlig solide erscheinenden Trabekeln zweiter Ordnung gehen nun im Sphincterteile der normalen Iris allenthalben, also sowohl in den mehr oberflächlichen als auch in den tieferen Gewebsschichten allerfeinsten und im Bilde der Spaltlampe mit den stärkeren Vergrößerungen gerade erkennbare solide und sicher gefäßlose Trabekelchen dritter und von diesen vereinzelt noch solche höherer Ordnung ab. Diese unendlich feinen soliden Stromabälkchen bilden in allen den genannten Gewebsschichten ein ungemein zierliches Netzwerk, das aber bei seinem näheren Studium folgende Eigenschaften feststellen läßt.

Einmal können auch hier die Verzweigungen des Netzwerkes rechtwinklig zueinander statthaben, an vielen anderen Stellen, bald mehr nach der Kräuse, bald nach dem Pupillarrande zu findet man jedoch vielfach auch einen ebenfalls nur etwa 60° betragenden Abgangswinkel. Das Bild schwankt zwar etwas, läßt aber die beiden Winkelgrößen der Verzweigungen ziemlich konstant immer wieder wahrnehmen, so daß dieses Verhalten kein Zufall sein kann.

In den Maschen des Verzweigungswerkes sieht man nur selten eine Krypte höherer Ordnung, dagegen erscheint bei den meisten Fällen das Netzwerk in seinen Maschen vielfach von einer Art äußerst locker gewebten stromalen Zwischenzellgewebes ausgefüllt.

Dieses Zwischengewebe stellt nun das oben genannte eigentliche oder stromale Bindegewebe der Iris dar:

¹⁾ Ob es sich hier, namentlich mit Gelb- oder Blauscheibe gesehen, vielleicht auch einmal um feine Irisnerven handeln kann, ist sehr fraglich, da ein Nachweis der lebenden Irisnerven bisher an der Spaltlampe nicht gelungen ist.

Im Ciliarteile füllt es in Form eines zartesten, völlig gesetzlos und eist sternchenförmig verzweigt sich darstellenden retikulären und mehr oder minder hellgelbbraun pigmentierten Gewebes die Zwischenräume zwischen den gefäßhaltigen und gefäßlosen Trabekeln aller Ordnungen soweit aus, als nicht die Bildung der Krypten sichtbar ist. An diesen Stellen fehlt es naturgemäß.

Unmittelbar unter der Irisoberfläche ist es ebenso angeordnet wie auch in den tieferen Irisschichten, speziell in der Tiefe der Krypten verschiedener Ordnungen. Auch dort sieht man das beschriebene Reticulum.

Während nun in der gesamten Krausengegend das intertrabekuläre Reticulum in genau der gleichen Weise angeordnet und allenthalben bald mehr sternchenförmig, bald mehr als völlig regelloses Netzwerk in Erscheinung zu treten pflegt, das die Krypten verschiedener Ordnungen daselbst mannigfach umgibt resp. die Einschnitte zwischen den übrigen, zur Krause ziehenden oder von ihr kommenden Trabekeln in mannigfacher Weise ausfüllt, sieht man auch im Sphincterteile keine besonders gesetzmäßig hervortretende Anordnung des stromalen Zwischenwebes.

Je nach dem Grade der mehr oberflächlichen oder auch tiefen stromalen Pigmentierung sind dann die Maschen des besagten Gewebes scheinbar enger oder weiter, ja, bei dichterem Pigmentierung kann man sie partienweise oder auch fast in toto völlig vermissen. Überall zwischen den gefäßhaltigen und gefäßlosen Sphinctertrabekeln sieht man, wenn die stromale Pigmentierung dies gestattet, das die intertrabekulären Räume in mannigfachster Weise ausfüllende Zwischengewebe teils als feinstes Netzwerk, teils als von diesem oder jenem Punkte auch einmal strahlen- oder fächerförmig ausstrahlende Partien, die ihrerseits wieder mannigfach an stärkeren Partien ihresgleichen inserieren oder auch an den verschiedenen Trabekeln endigen können. Ist das Netzwerk vorherrschend, so beobachtet man auch hier mit Vorliebe entweder den mehr rechtwinkligen oder den mehr zu annähernd 60° betragenden und nach der Pupille hin gerichteten Verzweigungsmodus.

Das speziellere Verhalten der an dem pigmentierten Pupillarsaume inserierenden Trabekelchen der verschiedenen Ordnungen sei noch einmal im besonderen gekennzeichnet.

Nach allem, was wir im vorhergehenden über die Art und Verlaufsweise aller der im Spaltlampenbilde der Iris beobachtbaren Trabekel kennengelernt haben, möchte es auf den ersten Blick scheinen, als sei dieses Verhalten nicht einheitlich. Und doch ist es dem nicht so! Zwar sieht man bei Durchmusterung eines größeren Materiales normaler Augen das feinere Bild der Gewebenanordnung unmittelbar am Pupillarsaume individuell recht verschiedenartig ausgeprägt, indem einmal die daselbst inserierenden Trabekelchen verschiedenster Art und Ordnung einmal

ganz als solche, dann wieder mehr vor der eigentlichen Insertion in zwei oder gar mehrere gespalten oder auch in feinste trabekuliforme Gewebsbälkchen höherer Ordnung zerspalten sich anheften können. Die Gefäßumbiegung feinsten capillärer Arterien in die entsprechenden Venen sieht man hier nur ausnahmsweise und dann nur bei kaum oder nicht pigmentiertem Stroma in Ausnahmefällen, während andererseits auch die Dichtigkeit der sozusagen pro Quadratmillimeter am Pupillarsaume inserierenden Gewebsbälkchen eine individuell verschiedene zu sein pflegt.

Diese Tatsache ändert jedoch nichts an der Stärke der Funktion, weil nämlich bei geringer ausgebildetem Zwischengewebe regelmäßig die Trabekel mehr in Form der zusammenverlaufenden Trabekel niedriger Ordnungen in Erscheinung treten, also als radiär gestellte Trabekel erster oder zweiter Ordnung, und zwar sowohl gefäßlos als auch gefäßhaltig. Umgekehrt pflegt bei stärker entwickeltem Zwischengewebe das Konfluieren von Trabekeln zweiter zu solchen erster seltener zu sein und das Bild der wurstförmlich zum Pupillarsaume hinstrebenden radiären stärkeren und solitären Trabekel seltener zu sein.

Wie schon eingangs einmal kurz bemerkt, inseriert im allgemeinen unter je einer Pupillarsaumhöhe ein Trabekel zweiter oder erster Ordnung, und zwar entweder gefäßlos oder gefäßhaltig. In den zwischen den Trabekelzügen liegenden radiären Einschnitten ist das Zwischengewebe häufiger und das letztere strebt nach den Pupillarsaumtälern hin, woselbst es mit seinen feinsten Gewebsfädchen teils mehr vereinzelt, teils mehr retikuliform inseriert. Während die Pupillarsaumhöhen sich sowohl bei Miosis als überhaupt bei mittlerer Pupillenweite im Spaltlampenbilde leicht nach der Kammer zu umbiegen pflegen, dagegen die Höhen bei zunehmender Mydriasis sich abflachen und langsam nach hinten überzusinken scheinen, sieht man unter den physiologischen Pupillenoszillationen bei der Spaltlampenuntersuchung diese Verkürzung und Verlängerung der Höhen sehr gut und kann mit Leichtigkeit das Gesagte insofern bestätigt finden, als schon bei diesen Pupillarschwankungen der geschilderte Bewegungsmodus der Pupillarsaumhöhen in Erscheinung tritt.

Erwähnen wollen wir noch kurz, daß im höheren Alter eine gewisse Rarefaktion der unter den Pupillarsaumhöhen und -tälern inserierenden Trabekel- und Zwischengewebszüge mitunter deutlich, aber durchaus nicht regelmäßig vorhanden ist. Das gesamte Gewebe kann dann um vieles durchsichtiger sein als sonst und infolge einer dadurch bedingten gewissen Erschlaffung an den hauptsächlich von der Altersrarefaktion ergriffenen Pupillarsaumpartien eine deutliche physiologische Ectropiumverminderung der Höhen bei Miosis und Mittelstellung der Pupille erkennen lassen. Da das Verhalten nicht rings um die Pupille

herum gleichmäßig vorhanden zu sein pflegt, sondern vor allem der untere Quadrant besonders betroffen wird, so wird man hier vor allem die Erscheinung bei älteren Leuten bisweilen wahrnehmen können.

Bei der Altersrarefizierung des peripupillaren Gewebes sieht man bisweilen auch eine leichte Ausfranzung der oberflächlichsten Irislagen, vor allem auf den Kämmen der verschiedenen Trabekel. Ähnlich wie die in Mitteilung IV beschriebenen „Baumfiguren des depigmentierten Irishinterblattes“ zeigen sich die genannten ausgefranzten Gewebsteile in Form von mitunter baumförmigen Gewebsaufspaltungen, die mit stromalen Pigmentresten bedeckt sein können. Die Gebilde kann man rings um den gesamten Pupillarsaum herum sehen, am meisten aber augenscheinlich ebenfalls im Gebiete des unteren Quadranten.

Des weiteren gelange ich nun zur Besprechung des Spaltlampenbildes der tiefer gelegenen hinteren Irisschichten.

Hier ist uns eines von vornherein klar, daß wir nämlich für die Betrachtung dieser Gewebsteile so gut wie völlig von dem stromalen Pigmentgehalte der betreffenden Iris abhängig sind. Ist eine Iris gleichmäßig sehr dicht stromal pigmentiert, so wird es uns nur im Bereiche der Krypten niederer Ordnung gelingen, uns einigermaßen über das histologische Bild der lebenden hinteren Irisschichten zu orientieren, und das auch nur unvollkommen, weil auch hier nicht selten bei diesen Regenbogenhäuten das stromale Pigment reichlicher vertreten zu sein pflegt als sonst.

Ist dagegen eine Iris nur streckenweise oder wenig resp. nicht stromal pigmentiert, so vermögen wir uns bei größerer Übung sehr gut innerhalb gewisser Grenzen ein brauchbares Bild zu entwerfen. Aber eine größere Übung ist hier mehr als je unerlässlich.

Nehmen wir also eine stromal möglichst wenig pigmentierte Iris zur Untersuchung, so finden wir zunächst im Ciliarteile auch in den größten hier noch an unserer Apparatur erreichbaren Tiefen, die sich fast bis an das retinale Epithel erstrecken, noch genau denselben Konstruktionsmodus des Irisgewebes vor, wie wir ihn für die mittleren und vorderen Schichten oben ausführlich auseinandergesetzt haben. Bisweilen hatten wir den Eindruck, als seien die wolligen Einscheidungen der Gefäße, die im Spaltlampenbilde der vorderen Irisschichten eine so hervorragende Rolle spielen, in den hinteren Irislagen nicht so stark ausgeprägt. Vor allem in den höheren Jahren war das zu sehen. Oft sah man auch in dieser Tiefe die Trabekel, deren Gefäßgehalt hier naturgemäß nicht immer, ja bisweilen überhaupt nicht festzustellen war, viel unregelmäßiger verzweigt. Mitunter gingen auch anscheinend völlig regellos durch das Stroma nach den vorderen Irisschichten verlaufende Seitenzweige ab, die sich dann in den vorderen Stromalagen ebenfalls völlig gesetzlos den dort vorhandenen gefäßlosen oder auch gefäßhaltigen Trabekeln

beigesellten resp. erst ein Stück mit diesen gemeinsam verliefen. Auch auf diesem Verlaufe war die wollige Einscheidung zwar etwas vorhanden, aber um vieles zarter und dünner. Häufig schimmerten diese sich in der Iristiefe mannigfach verzweigenden tiefen Trabekel wie dünne, ziemlich weiße und vielfach gegabelte Äste durch die vorderen Schichten hindurch, bis sie mit größerer Annäherung an die Irisoberfläche genauer zu untersuchen waren und das geschilderte Bild darboten.

Im Krausenbereiche sieht man die tiefen Trabekel sich ebenfalls in mannigfachster Weise den uns bekannten Krausentrabekeln beimischen oder unter diesen die Krypten in der Tiefe begrenzen, und zwar in genau derselben Weise wie im Bereiche der Oberfläche. Auch in den kleineren und kleinsten Krypten der Krausengegend wie auch des Ciliarteiles ist das der Fall, nur wird man hier um vieles seltener einen genügenden Einblick erhalten können.

Die feinere Struktur der tiefen Trabekel ist in der Tiefe der großen Krypten vorzüglich zu studieren, wenn die Iris stromal nicht oder kaum pigmentiert ist. Eine Konglomeration zu Trabekelbündeln ist in den hinteren Irisschichten seltener, auch die Verzweigungen sind trotz ihrer Mannigfaltigkeit offenbar nicht so häufig, während die weißlichen Einscheidungen besonders schön das geschilderte Bild darbieten.

Das Zwischengewebe ist sowohl im Ciliarbereiche wie auch in der Tiefe der Krausengegend nicht gesondert wahrzunehmen, da die davor befindlichen Irisschichten das im allgemeinen verwehren. Auch hier sind wir auf das Studium der Kryptentiefen angewiesen, sehen aber auch dort den gleichen strukturellen Modus, wie wir ihn in den vorderen Irislagen feststellten.

Bei stärkerer Ausbildung der radiären Sphinctertrabekel gelingt ein näherer Einblick auf die tieferen Schichten der Sphinctergegend nur in den seltneren Fällen. Sind mehr zartere Trabekel höherer oder zum mindesten der zweiten Ordnung da, so sieht man bisweilen zwischen ihnen hindurch das Gewünschte, da das Reticulum des Zwischengewebes den Einblick nicht allzusehr erschwert.

Ausgesprochenerer Trabekelbildung sieht man dann in den tieferen Sphincterteilen nicht so häufig wie in den vorderen Lagen, welches Verhalten auch im Ciliarteile zum Ausdruck kam. Die spärlichen Trabekel verschiedener Ordnung streben dann hier unter mannigfacher Verzweigung ebenfalls zu den vorderen Schichten empor, wobei sie längere Zeit unter der Oberfläche als weißliche, mannigfach verzweigte Stränge sichtbar werden und sich dann erst nach längerem Verlaufe den oberflächlicheren gefäßlosen oder gefäßhaltigen Trabekeln beigesellen. Das Bild wechselt in jedem Falle innerhalb weitgesteckter physiologischer Grenzen. So sieht man in dem einen Falle auch bei genügendem Einblicke kaum etwas von zur Oberfläche emporstrebenden Verzweigungen

dieser Art, während wiederum andere Regenbogenhäute im Sphincterteile unterhalb der Oberfläche teils mehr weitgabelige, teils mehr dendritisch verzweigte, weißliche und häufig ausgesprochen konzentrisch angeordnete Verzweigungen und Anastomosen darbieten.

In der Tiefe sehr großer Krypten erster Ordnung sieht man bisweilen bei minimalem Stromapigmente das Pigmentepithel in der in Mitteilung II geschilderten Weise hervortreten. Ist der darüber gebreitete zarte Gewebsschleier der tiefsten Irislagen zufällig nur schwach ausgeprägt, gelingt es sehr leicht, sich die eigentümlich körnig aussehende, dunkel- oder mehr rotbraune Fläche sichtbar zu machen, während in nicht so günstigen Fällen mehr eine undeutliche, aber diese und jene Einzelheiten immer noch erkennen lassende Abbildung im Mikroskope zu erfolgen vermag. Das gilt vor allem auch für die nächste Nähe des Pupillarsaumes, und zwar speziell im höheren Lebensalter, wenn die erwähnte leichte Rarefizierung ausgesprochen daselbst vorhanden ist.

Als ein neues und bisher noch nicht beschriebenes Phänomen nenne ich nun die in manchen Fällen mögliche Sichtbarkeit des v. Michelschen Pigmentspornes auf dem retinalen Pigmentepithel im Spaltlampenbilde.

Bekanntlich bildet derselbe mikroskopisch-anatomisch eine zarte Faltenbildung des Pigmentblattes der Iris. Diese Faltenbildung ist nach der Irisoberfläche zu gerichtet und entstanden zu denken aus einer Zugwirkung derjenigen Muskelbündel des M. sphincter, die in der Peripherie dieses Muskels sich leicht tangential bis annähernd radiär von dem Hauptteile des Sphincters abzweigen und sich mit den hintersten Irisschichten, speziell mit einzelnen Fasern des M. dilatator verbinden, eine Tatsache, auf die vor allem Grunert hinwies. Nach den ausgedehnten Untersuchungen dieses Autors besteht zugleich mit der Kontraktion der zirkulären Sphincterfasern eine Zusammenziehung der schrägen Verbindungsfasern, sie sind also gewissermaßen die Insertionsfasern des M. sphincter.

Namentlich also in der Tiefe der großen Krypten kann man diese Ringfalte tatsächlich zu sehen bekommen, was bisher in etwa einem Dutzend der Fälle gelang. Man sieht dann eine eigenartige dunkle und ziemlich breite Linie etwa an der Grenze des mittleren zum inneren Drittel die Pupille im Sphinctergebiete konzentrisch umkreisen, wenn auch außerhalb der Krypten die Erscheinung zumeist aus den besagten Gründen zu verschwinden pflegt.

Bei sich erweiternder Pupille resp. bei Mydriasis verschwindet in der Tiefe der den Michelschen Sporn zeigenden Krypten die undeutlich durchschimmernde Ringfalte vollständig und kommt dann bei enger werdender Pupille wieder zum Vorschein. Nach außen und innen von der Falte sieht man das Pigmentepithel in der uns bekannten fein-

körnigen, mehr oder minder deutlichen Beschaffenheit. Bei den physiologischen Pupillenschwankungen flacht sich die ringwallähnliche Pigmentschichtvorwulstung wechselnd ab unter entsprechender Verschiebung der davor befindlichen tiefsten Irisschichten.

Außer dieser stets streng konzentrisch zur Pupille verlaufenden Ringfalte kann man bei durch Weite und Tiefe der größeren Lacunen geeigneten Fällen gelegentlich auch einmal typisch radiär verlaufende Faltungen des Pigmentepithels wahrnehmen, welche den allgemein bekannten und anatomisch auf der Rückfläche der Pigmentschicht nachgewiesenen radiären Faltungen dieser Irislage entsprechen. Ihr Spaltlampenbild zeigt auch diese Falten als vereinzelt radiär gerichtete, undeutliche Wälle in den Kryptentiefen, die sich beim Pupillenspiele abwechselnd abflachen und verstärken. Weitere Besonderheiten bieten sie nicht, nur wird man sie ebenfalls relativ selten sehen können, speziell dann nur in den größeren Krypten der Krausen-
gegend.

Nun wäre noch gesondert die Frage einer Prüfung zu unterziehen, wie weit wir imstande sind, den intravitalem Nachweis des Musculus sphincter¹⁾ selber an der Spaltlampe vorzunehmen.

Zahllose normale Regenbogenhäute haben wir an der Gullstrandschen Spaltlampe auf diese Frage hin durchmustert. Am besten eignen sich naturgemäß auch hier wieder die stromal nur wenig oder nicht pigmentierten Regenbogenhäute, welche einen guten Einblick in das Stroma der Sphinctergegend gestatten und daselbst die Trabekel mehr in Bündel verlaufend enthalten, so daß die intertrabekulären Gewebsspalten deutlich ausgeprägt sind und darin nur wenig retikuläres Stromagewebe enthalten ist.

Unter diesen Voraussetzungen sieht man gelegentlich ziemlich dicht vor dem pigmentierten Irishinterblatt den Ringmuskel als zarte, vielfach verflochtene feinste und deutlich zirkulär angeordnete Faserzüge, die hier und da auch stärker auseinanderweichen können. Das unmittelbar darüber gelegene Stromanez von Bindegewebszellen pflegt allerdings in jedem Falle die Ringstruktur wesentlich zu verschleiern, so daß ein genaueres Studium der Ringstruktur nicht möglich war, wozu noch als sehr störend der Umstand kommt, daß die Ringstruktur sich von der Radiärstruktur in keiner Weise zu unterscheiden scheint. Sind viele Klumpenzellen in dieser Gegend, was nicht selten ist, ist ferner das Stromagewebe daselbst stärker hellgelb pigmentiert, so vermag man nicht oder nur andeutungsweise die Ringstruktur zu erkennen; der Anfänger wird sie jedenfalls regelmäßig vermissen.

Damit wollen wir die Darstellung der einzelnen Irisgewebsteile im

¹⁾ Der Nachweis des Musculus dilatator pupillae entzieht sich uns naturgemäß an der Spaltlampe vollkommen.

Bilde der Spaltlampe beschließen und nun das Irisgewebe in seiner Gesamtheit betrachten.

Einmal sei wiederum der dominierende Einfluß der stromalen Irispigmentierung für die Sichtbarkeit der einzelnen geschilderten Gewebeeigentümlichkeiten hervorgehoben. Man denke stets daran, daß namentlich die mehr oder minder dichte Oberflächenpigmentierung der Iris das gesehene Bild seiner Güte und Deutlichkeit nach bestimmt und verlange nicht etwa, alle die besagten Einzelheiten nun an jeder Iris finden zu wollen.

Ist die Deutlichkeit und Durchsichtigkeit des Gewebes unter Berücksichtigung der angeführten Faktoren hinreichend, so beachte man bei der Durchmusterung der gesamten Iris noch die Mannigfaltigkeit der die Trabekelumgrenzung der verschiedenen Krypten bisweilen über- oder untergreifenden, scheinbar völlig gesetzlos das Stroma von den tieferen oder mittleren Stromalagen quer durchziehenden atypischen entweder gefäßhaltigen oder auch anscheinend gefäßlosen Trabekel erster Ordnung.

Interessant ist die scheinbar wechselnde Zahl und Ausbildung der Krypten verschiedener Ordnungen in ihrer Gesamtheit. So haben wir den Eindruck gewonnen, daß die in Miosis meist radiär-rhombischen Krypten dritter Ordnung im Sphincterteile häufiger anzutreffen sind als im Ciliarteile und gerade hier auch bei stärker stromal pigmentierter Iris das Pigment in der Kryptenumgebung nicht so dicht angehäuft zu sein scheint, wie speziell im Ciliarteile. Sehr häufig begegnet man hier einer ausgesprochenen Sternchenform des pigmentierten Stromagewebes und das Reticulum kommt besonders schön zum Ausdruck, wobei die mehr oder minder dichte Pigmentdurchsetzung der Stromazellen vor allem an den Netzknoten des Reticulums sichtbar ist.

Berücksichtigt man bei der Durchmusterung der gesamten Iris die Gesamtzahl der zu beobachtenden Krypten, so kann man auf Grund zahlreicher Untersuchungen normaler Augen als Gesetz aufstellen, daß der Gesamtflächengehalt aller an der Spaltlampe zu beobachtenden Iriskrypten unabhängig von der Stärke und Ausbildung der Stromapigmentierung und ziemlich konstant zu sein scheint. Und in der Tat! Selbst wenn wir in der Krausengegend nur wenige und scheinbar gering ausgesprochene Krypten niederer Ordnung zu Gesicht bekommen, so finden wir dafür wieder im Ciliarteile und vor allem in der Krausengegend entsprechend mehr Krypten höherer Ordnungen.

Die schon von Nuel und Benoit, ferner von Fuchs, Hamburger und Schieck, sowie in Mitteilung III von uns selbst vertretene Ansicht, daß die Krypten verschiedenster Größe sowie die darin sich gewissermaßen schwammartig dokumentierende Struktur der normalen Iris dem Abflusse wenigstens eines Teiles des Kammerwassers dienen

dürfte, gewinnt dadurch eine bedeutend greifbarere Gestalt und läßt uns schon aus dem oben entwickelten Gesetz retrospektiv auf diese Ab-saugfunktion der Iris schließen.

Die Schwammstruktur der Iris kommt besonders gut zur Ausbildung, wenn nur kleine Krypten oder solche höherer Ordnung allein vorhanden sind und speziell auch das Stroma sowie die Oberfläche stärker pigmentiert sind. Dann tritt die Schwammstruktur der normalen Iris an der Spaltlampe so zwingend in Erscheinung, daß verständlich wird, auch hier keinen reinen Zufall der Natur, sondern — sei es durch die Funktion als solche selbst, sei es aus der Phylogenese oder auch tatsächlich aus Zweckmäßigkeitsgründen heraus — ein wohlbegründetes und zu hoher Funktion berufenes regulatorisches, hydrostatisches Ventil des vorderen Bulbusabschnittes anzunehmen, das neben dem Kammerwinkel seines Amtes als abführende Strombahn der Ciliarkörperflüssigkeit waltet. Je nach der Pupillenweite wird dann ein größerer oder geringerer Teil des Kammerwassers durch die Iris oder durch den Kammerwinkel gehen, da mit zunehmender Pupille, wie die Spaltlampe ad oculos zeigt, sämtliche Krypten ihre mehr oder minder vorhandene rhombische Gestalt verlieren und unter Annahme von mehr rundlich-länglicher bis zu einfacher oder angedeutet verzweigter und zur Pupille konzentrisch-abgeplatteter Gestalt ihre Öffnungen entsprechend verkleinern.

Inwieweit das unter der Irisoberfläche sichtbare und eingangs beschriebene Hohlraumssystem zu den Krypten aller Ordnungen sowie auch zu den perivasculären Scheiden der Irisgefäße Beziehungen besitzt, darüber vermag die Theorie allein nicht weiterzukommen, hier müssen weitere Untersuchungen abgewartet werden, wenn auch ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen allen diesen flüssigkeitsabführenden Gebilden zweifellos vorhanden sein dürfte. Zumal für die anscheinend gefäßlosen, aber im Spaltlampenbilde deutlich einen Hohlraum führenden Trabekel besitzt das Gültigkeit. Auch hier können wir vorderhand nur Hypothesen aufstellen, da ja auch anatomisch noch nichts über solitäre Lymphgefäße der Iris bisher bekannt wurde. Daß andererseits aber die perivasculären Scheiden der Gefäße lymphführende Eigenschaften und Funktionen besitzen, darüber dürfte nach all dem Gesagten wohl kein Zweifel mehr obwalten, wenn auch die näheren Direktiven dieser Strombahn noch nicht geklärt sind. Vielleicht existieren am Boden der verschiedenen Krypten noch allerfeinste Poren, die direkt in solche perivasculäre Scheiden oder Lymphspalten führen, vielleicht existieren solche Poren auch noch auf der Irisoberfläche neben den genannten feinsten Krypten höherer Ordnung. Da diese sowie auch die größeren Krypten bis zu den größten Tiefen hinabreichen können, so scheinen Zusammenhänge dieser Öffnungen sowohl mit den tieferen als auch mit den höheren Gefäßscheidungen zu bestehen. Da aber

die tieferen sehr viel schwächer zu sein pflegen als die oberflächlicheren, so müssen wir mit Leber annehmen, daß die tieferen Gefäße der Iris tatsächlich die Arterien, die oberflächlicheren die Venen darstellen und daß die hypothetische Einmündung der verschiedenen tiefen Krypten aller Ordnungen in die Lymphscheiden beider Gefäßarten nach bisher nicht näher zu definierenden Gesetzen zu erfolgen vermag. Hier bleibt der physio-pathologischen Forschung noch ein reichliches Arbeitsfeld, das uns vielleicht auch in der Frage der Existenz tieferer solitärer Lymphgefäße der Iris weiterzubringen berufen sein wird.

Die beschriebene Erscheinung, daß im Spaltlampenbilde die bei Mydriasis länglich-konzentrisch zur Pupille angeordneten Kryptenöffnungen auch leicht zackig und angedeutet schräg verzweigt sich darstellen können, sieht man ebenfalls sehr häufig auch an den im Ciliarteile der Iris ausgeprägten schon makroskopisch sichtbaren Kontraktionsfalten. Auch diese, die im Spaltlampenbilde die vorderen Irisanlagen betreffen, können in Mydriasis länglich-verzweigt sich darstellen und auch zu mehreren hinter- bzw. übereinander sichtbar sein, wobei ihre Länge wie auch ihre Lage zur Horizontalen individuell mannigfach wechseln kann. In starker Mydriasis sind die Falten bisweilen so dicht aneinander gedrängt, daß ihr „Grund“ kaum oder nicht sichtbar ist, namentlich bei stärkerer stromatischer Pigmentierung. In anderen Fällen erscheint der Grund der Falten eigentümlich pigmentarm und bisweilen das Licht stärker reflektierend und glänzend, was auf einer stärkeren Spannung infolge der Einrollung des Grundes beruhen dürfte. Daher erklärt sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch die etwas geringere Pigmentdichtigkeit im Faltenrunde, eben auch bedingt durch einen gewissen Pigmentverlust infolge der durch die zahlreichen Einrollungen bedingten Strapazierungen des Faltengrundes.

Schließlich seien noch die speziell im höheren Lebensalter zu beobachtenden spezifischen Gewebsveränderungen des normalen Irisstromas in ihrer Gesamtheit besprochen.

An erster Stelle steht hier die oft schon gegen Ende der vierziger Jahre zu beobachtende ganz leichte Rarefizierung des gesamten Stromas, und zwar sowohl der Oberfläche wie auch der tieferen Stromalagen. An der Oberfläche kann sich die Rarefizierung äußern einmal in einem stumpferen Aussehen der beschriebenen Oberflächenarchitektur. Es kommt dann ein Bild zur Wahrnehmung, wie es z. B. Ginsberg bei alten Leuten erwähnte, bei denen gelegentlich eine strukturlose dünne Glashaut an Stelle des Endothels sichtbar wird. Mitunter wird auch die Irisoberfläche im höheren Alter relativ unregelmäßiger konfiguriert, es läßt dann gewissermaßen der physiologische Gewebsturgor nach und die Oberfläche wird „weicher“. Namentlich in der Kryptenumgebung ist das nicht selten.

Auch das Oberflächenpigment zeigt bei alten Leuten sehr häufig deutlichere Rarefikation, die sich in den in Mitteilung III ausführlich beschriebenen Erscheinungen zu äußern pflegt.

Im Stroma erkennt man die Altersrarefikation daran, daß sowohl die graulich-weißlichen Gefäßeinscheidungen wie überhaupt die bindegewebigen Trabekelchen aller Ordnungen eine ausgesprochene Verdünnung eingehen. Die Trabekel erscheinen dann verdünnt, wobei man bei gefäßhaltigen Trabekeln die zentrale Blutsäule um vieles deutlicher sehen kann, namentlich an den oberflächlicher verlaufenden Venen. Aber auch die tiefer liegenden mehr arteriellen Trabekelgefäße sind deutlich verdünnt.

Der gleiche Prozeß betrifft auch das Zwischengewebe. Die zierlichen Maschen und Netze samt ihrem eventuell vorhandenen Pigmente werden grobmaschiger, es kann hier geradezu zum Auftreten feinsten Lücken kommen, ja, ganze Gewebspartien können auf diese Weise zum Schwunde gelangen. Dann sieht man durch das um vieles durchsichtiger gewordene Gewebe tiefer in das Irisstroma hinein, was für das Spaltlampenstudium der tieferen Irispartien von großer Bedeutung zu sein vermag.

Wenn bei diesen Augen das Sphincterbild nicht deutlicher als sonst sichtbar zu sein pflegt, so liegt das dann wohl daran, daß mit dem Schwunde des Stromas auch die Sphincterfaserung sich mehr oder minder zu rarefizieren pflegt. Allerdings muß man hier auch daran denken, daß, wie vor allem auch Fuchs wieder neuerdings zeigen konnte, die Stärke und Ausbildung des Sphincters, seine Breite und Lage von Fall zu Fall schon unter normalen Bedingungen ziemlich zu wechseln pflegt.

Auch die Krypten können unter dem Einfluß der Altersatrophie grobmaschiger und poröser werden, ebenso natürlich auch das Bälkchengeflecht ihrer Wandungen wie auch ihrer Tiefe. Die feinere Histologie des Gewebes entspricht den oben geschilderten Veränderungen, so daß sich eine weitere Besprechung erübrigen dürfte.

Der große Einfluß, den die Altersatrophie des Irisstromas auf die Pupillarbewegung auszuüben vermag, soll im nächsten Abschnitte in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen werden. Es ist jedoch noch von einem gewissen prinzipiellen Interesse, zu erwähnen, daß im höheren Alter die Gewebsatrophie der Iris das Sphinctergebiet um vieles stärker in Mitleidenschaft zu ziehen pflegt als die Krause oder gar den Ciliarteil. Diese Erscheinung hängt offenbar mit der Abnutzung des Gewebes durch das im Sphinctergebiete die Iristeile stärker als in den übrigen Partien in seiner gegenseitigen Lage verändernde Pupillenspiel zusammen, wie wohl vor allem auch die dabei zu beobachtenden oberflächlichen und von Höhmann und uns (Mitteilung III) erwähnten retinalen Pigmentveränderungen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch ganz kurz angeführt, daß die infolge der Altersatrophie mitunter bessere Einblicksmöglichkeit in die tieferen Iristeile vor allem in den größeren Krypten sowohl den v. Michelschen Pigmentsporn wie auch die oben genannten Radiärfalten des Pigmentepitheles besser sichtbar machen kann, wenn auch wiederum nicht in allen Fällen. Allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß mit einer gewissen Schlaffheit des Sphincters die Ringwallbildung schon als solche schwächer ausgeprägt sein kann. Ein größeres Material gehört auch hier dazu, sich über diese Spaltlampenbilder ein einigermaßen zuverlässiges Urteil zu bilden.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt, daß trotz der Altersatrophie des Irisgewebes in dessen vorderen wie hinteren Lagen die sehr oberflächlich verlaufenden Irisgefäße stets noch von einem, wenn auch entschieden verdünnten, so aber doch noch in jedem Falle deutlichen Grenzgewebe gegenüber der eigentlichen Irisoberfläche bedeckt zu sein pflegen, während unter pathologischen Bedingungen das nicht immer der Fall zu sein braucht. So erhalten wir auch ein differentialdiagnostisches Kriterium für die Entscheidung der Frage, ob die in diesem oder jenem Falle, z. B. beim Glaukom oder auch nach längerer Iritis sehr oberflächlich und bisweilen ganz atypisch verlaufenden vereinzelt Gefäßzweige präexistente Gefäße darstellen, deren Scheiden sich durch den pathologischen Prozeß nur hochgradig verdünnten, oder ob wir es in dem betreffenden Falle mit tatsächlich neugebildeten Gefäßen zu tun haben.

Im letzteren Falle pflegt nämlich die Struktur der über den betreffenden Gefäßen gelegenen Gewebsteile eine andere und speziell massivere zu sein als bei präexistenten und nur durch die pathologische Veränderung in ihrer Struktur alterierten Gefäßen. Stargardt hat bereits auf diese Frage hingewiesen. Eine nähere Differentialdiagnostik dieser Verhältnisse wird an anderer Stelle zu geben sein.

Der letzte Abschnitt unserer heutigen Mitteilung soll sich nun befassen mit der

C. Die Bedeutung des an der Spaltlampe erkenntlichen und im vorhergehenden geschilderten feineren Irisbaues für den Histo-Mechanismus der Pupillarbewegung unter physiologischen und einigen pathologischen Bedingungen.

Der Vorgang der physiologischen Pupillarbewegung war schon öfters der Gegenstand anatomischer und physiologischer Betrachtungen. Uns interessiert hier jedoch nicht der rein nervöse oder muskuläre Vorgang bei der Pupillarbewegung in seiner Gesamtheit, als vielmehr derjenige, den bisher noch niemand gesondert beschrieb — der feinere histo-

mechanische Vorgang der Pupillarbewegung direkt unter dem Mikroskop.

Von wesentlicher Bedeutung für die hier anzustellenden Betrachtungen ist die gesonderte Betrachtung der Statik und Mechanik des Irisaufbaues an der Hand des oben ausführlich gezeichneten Spaltlampenbildes.

Das kommt in für unsere Zwecke völlig genügender Weise bei den physiologischen Pupillaroszillationen zum Ausdruck. Da sehen wir vor allem im Sphincter- und Krausengebiete das wunderbare Uhrwerk der Pupillarbewegung in dem Bewegungsspiele aller Trabekel uns mit einer Präzision entrollen, die uns mit der Exaktheit des Experimentes Ablesungen gestattet, aus denen wir tiefere Schlüsse auf den feineren Histo-Mechanismus der Pupillarbewegung zu ziehen vermögen.

Beachten wir zunächst einmal in toto das Trabekelspiel der Iris im Sphincterbereiche. Welch eine Fülle der Konstruktionsvariationen offenbart sich uns da! Gleichwie die Träger und das Gestänge einer Gewölbekonstruktion sehen wir im Trabekelgebälke der Sphinctergegendarchitektur im Spaltlampenbilde ihrer Anordnung nach zwei Arten von Trabekelverläufen, wobei der tatsächliche oder scheinbare bzw. nicht vorhandene Gefäßgehalt keine Rolle zu spielen scheint: Einmal diejenigen Trabekel verschiedenster Ordnung, die auf Druck und andere, die ihrer Anordnung nach offenbar auf Zug berechnet sind.

Die ersteren sind entschieden in der Minderzahl. Sie spielen jedenfalls nicht die Rolle wie die auf Zug berechneten Elemente. Es handelt sich hier nach den Gesetzen der Statik vor allem um das intertrabekuläre Zwischengewebe sowie die Trabekelchen höherer Ordnung, soweit sie zwischen den Trabekeln erster bis dritter Ordnung gelegen sind.

Während unter der Wirkung der Sphincteraktion die Pupille sich verengt, wird das zwischen den soeben genannten Trabekeln niederer Ordnung befindliche teils einfach reticuliforme, teils in Form eines feinsten Netzwerkes mit länglichen oder sternchenförmigen Maschen angeordnete Stromazellgewebe mehr oder minder zusammengedrückt, wobei es sich leicht wulstig verdickt und nach vorn zu ausweicht. Die Maschen des Netzwerkes gehen von der in der Pupillennittelstellung vorherrschenden senkrechten Über- bzw. Durchkreuzungsart in eine mehr spitzwinklige bis zu 30° betragende „Scherenstellung“ über, die sofort mit Nachlassen der Sphincterwirkung wieder der alten Konfiguration Platz macht. Bei pigmentierten Regenbogenhäuten ist das natürlich undeutlicher zu sehen, aber ebenfalls vorhanden. Der geschilderte Verdickungs- und Kompressionsmodus des Zwischengewebes wie der Trabekelchen höherer Ordnung ist so oder so in jedem Falle zu sehen. Offenbar wird durch ihn eine zwischen die Trabekel niederer Ordnung eingelagerte mehr oder minder elastische Polsterschicht einge-

schaltet, die durch die ihr eigene spezifische Stabilität eine allzu schnell eintretende Pupillarkontraktion nach Art eines synchro- wirkenden Antagonisten verhindert, natürlich unabhängig von einer eventuell durch den Dilatator selbst bewirkten Gegenaktion.

Bis in die Krause hinein ist das zu beobachten, namentlich bei geringer Pigmentierung. Natürlich ist dabei in der engeren und weiteren Umgebung namentlich der Krausenkrypten das Verhalten der unter einer gewissen Druckwirkung stehenden Zwischenzellagen und Trabekelchen höherer Ordnung je nach der Öffnung, der Tiefe und übriger Konfiguration der Krausenkrypten individuell verschieden ausgesprochen. Das gilt auch für das die Wandungen wie den Grund der Krausenkrypten auskleidende Zellgewebe bzw. auch die dort befindlichen Trabekelchen höherer Ordnung. Bei stärkerer Oberflächenpigmentierung sieht man die Druckverschiebung naturgemäß etwas schwerer, doch wird man auch hier noch den Verschiebungsmodus beim Pupillenspiele zu sehen bekommen können, wenn man speziell darauf achtet.

Im gesamten Ciliarteile kommt eine deutliche Druckwirkung auf das Zwischengewebe sowie die allerfeinsten Gewebstrabekel bei der Miosis nicht so zum Ausdruck, da hier die Gewebsverschiebung proportional der Entfernung vom Pupillenrande eine immer geringere wird. Ja, man kann fast sagen, daß sich der Ciliarteil gewissermaßen in vers verhält und mehr bei fortschreitender Mydriasis eine Druckwirkung auf das Zwischenreticulum bewirken müßte. Und in der Tat sieht man bei stärkerer Mydriasis das intertrabekuläre Gewebe gelegentlich derartig zusammengedrückt, daß eine deutlichere Strukturanordnung auch an der Spaltlampe nicht mehr auflösbar erscheint. Vor allem bei stärkerer Oberflächen- bzw. Stromapigmentierung ist das der Fall.

Außer der reinen Druckwirkung vermag durch diese selbst wohl auch eine gewisse Durchbiegungstendenz vereinzelter stärkerer Trabekel höherer Ordnung eine Rolle zu spielen. Man sieht das gelegentlich in Gestalt deutlicherer Bogenbildung an kürzeren und etwas dickeren Trabekeln, wenn ihre Richtung z. B. im Sphincterteile bei der Miosis so verläuft, daß bei der intertrabekulären Gewebskompression die statischen Bedingungen für eine Durchbiegung der Gebilde gegeben sind. Auch in Krause und Ciliarteil kann das der Fall sein, doch entzieht sich eine nähere Kenntnis dieser Dinge vorläufig noch unserer Kenntnis.

Von um vieles höherer Bedeutung aber wird für die Statik der Pupillarbewegung außer den geschilderten Momenten der Druckwirkung und der Durchbiegung des Iriszwischenwebes, bzw. der Trabekel höherer Ordnung das Moment der Zugwirkung an den Trabekeln der verschiedenen Ordnungen bei der Sphinkterkontraktion.

Da sehen wir im Spaltlampenbilde bei den physiologischen Pupillarschwankungen ein äußerst interessantes Bild, wenn wir das unaufhörliche

Spiel der Trabekel, und zwar vor allem der Trabekel niederer Ordnungen betrachten.

Alle diese Trabekel sind unaufhörlich in Bewegung. Ununterbrochen sehen wir die Trabekel ihre Kreuzungs- und Abzweigungswinkel gegeneinander ändern, und zwar periodisch ändern. Die Dauer der Periode entspricht naturgemäß der Dauer der jeweiligen physiologischen Pupillarkontraktion. So ändern sich im Sphincterteile der Iris alle die genannten, unter einem Winkel von annähernd 90° sich schneidenden oder verzweigenden Trabekel in ihrer gegenseitigen Lage gewöhnlich dergestalt, daß der Winkel bei Miosis ab- und bei mydriatischer Gegenrichtung der Pupillarbewegung zunimmt. Andere Trabekel hinwiederum, die sich unter 60° bzw. 30° verzweigen oder schneiden, ändern diese Winkel bei Miosis ebenfalls im abnehmenden, bei sich erweiternder Pupille im zunehmenden Sinne.

So resultiert bei den physiologischen Pupillarszillationen das Bild eines fortwährend neben- und über- bzw. untereinander schneidend arbeitenden, höchst zierlichen und vielgestaltigen Scherenwerkes, dessen Arme sich gruppenweise unter den genannten verschiedenen Winkeln schneiden bzw. kreuzen.

Da nun auch im sphincternahen Teile der Krause derselbe Bewegungsmodus der Scherenarme statthat, so begreift man das unendlich vielgestaltige Spaltlampenbild dieser ganzen pupillaren Irishälfte vollkommen.

Die physiologische Einrollung des Pupillarpigmentsaumes tritt bei dem geschilderten Bewegungsspiele der Trabekel unter der Sphincterkontraktionswirkung besonders gut hervor, den darüber bekannt gewordenen Tatsachen (Grunert, Fuchs u. s.) hat auch die Diskussion des Spaltlampenbildes dieser Gegend nichts wesentlich Neues hinzuzufügen.

Während nun die Sphincterkontraktion unter Verengerung der Pupille, Streckung der Trabekel und Faltung des pigmentierten Iris-hinterblattes wie auch des Pupillarsaumes eine gewisse scheinbare Verlängerung der Trabekel bewirken muß, wobei die Oberfläche der Trabekel eine glattere wird und die feine Dellung derselben sich mehr oder minder auszugleichen pflegt, erfolgt umgekehrt bei der Pupillenerweiterung, also bei Nachlassen der Sphincterkontraktion, ein Nachlassen ihrer Oberflächenspannung unter mitunter deutlicher Einknickung der Trabekel, wie die letztere oben bereits genauer beschrieben wurde. Sind die Trabekel dabei oberflächlich stärker mit Pigment besetzt, erscheinen sie sowohl bei enger als auch bei weiterer Pupille etwas rauher, so daß man auch hier unter den gesehenen Spaltlampenbildern etwas individualisieren muß.

In der peripheren Hälfte der Krausengegend, sowie auch nach der

Peripherie zunehmend im Ciliarteile, findet man bei der Verengerung der Pupille die Streckung aller Trabekel unter Abflachung der Oberflächendellung, die, wenn man die Irisoberfläche in ihrer Gesamtheit betrachtet, sehr häufig und namentlich in der Ciliargegend, in aufeinanderfolgenden und nach der Pupille leicht konvexen Bögen angeordnet ist. Das verschwindet dann bei starker Schlängelung und Erschlaffung der Trabekel in der Mydriasis.

Da der *Musculus dilatator pupillae* an der Spaltlampe weder irgendwie nachweisbar ist noch seine Wirkung im Rahmen dieser Betrachtungen eine wesentlichere Rolle spielt, so dürfen wir an dieser Stelle auf eine Stellungnahme gegenüber seinem Wirkungsanteile bei der Pupillenerweiterung verzichten. Wir wenden uns daher, bevor wir zur eigentlichen Schlußbetrachtung übergehen, noch ganz kurz zur Besprechung einer weiteren an der Spaltlampe besonders schön in Erscheinung tretenden Tatsache bei der Betrachtung der gesamten Iris. Diese Tatsache haben wir mit Absicht bis zu jetzt aufgespart.

Wenn man nämlich bei vielen normalen Regenbogenhäuten die Stärke und Ausbildung der oben von uns ausführlich geschilderten Irisstruktur an den verschiedenen Quadranten der Iris miteinander vergleicht, so fällt auf, daß bei diesen und jenen Fällen in den mittleren Partien der temporalen Irishälfte die mannigfache und dabei doch typische Trabekel- wie auch Zwischengewebsstruktur weniger kräftig ausgebildet zu sein pflegt als in den übrigen Irisquadranten. Die Trabekel sind nicht so voluminös, sie springen nicht so stark vor, sie sind etwas länglicher und zierlicher. Auch das Reticulum des gesamten Zwischengewebes ist entschieden spärlicher ausgebildet. Ja, es können in den mittleren Jahren bereits Bilder sichtbar sein, die an eine leichte und frühzeitige stromale Atrophie der Iris in den genannten Partien erinnern. Und doch handelt es sich hier wohl kaum um solch eine frühzeitige Atrophie. Dagegen spricht die im übrigen vollkommen den anderen Iristeilen gleiche, wenn eben auch etwas proportional schwächere Ausbildung der spezifischen Gewebsbilde.

Eine Deutung der Erscheinung wird mit aller Wahrscheinlichkeit in der von Gullstrand, Knapp, v. Pflugk und zahlreichen anderen Autoren beobachteten physiologischen Dezentration der Pupille nach der nasalen und etwas nach unten gelegenen Irisperipherie zu suchen sein, einer Erscheinung, die mit dem in dieser Gegend stattfindenden embryonalen Verschlusse der Augenspalte in Zusammenhang steht. Durch diese physiologische Dezentration der Pupille verteilt sich die spezifische Irissubstanz der temporal gelegenen Iris- und speziell Sphincterpartien gewissermaßen auf einen größeren Raum und die Elemente erscheinen daselbst etwas weiter voneinander entfernt. Da ferner die Kontraktion der Pupille, wie hier die Spaltlampe lehrt, im temporalen mittleren

Sphincterquadranten etwas schwächer zu erfolgen scheint, so darf man vielleicht den Analogieschluß ziehen und auch für die temporalen Partien des Musculus sphincter eine vielleicht etwas geringere Ausbildung annehmen.

Die in diesem Bezirke im Spaltlampenbilde ersichtliche etwas geringere Zusammenziehung der Pupille braucht sich nicht in einer Entrundung zu äußern, was erklärlich ist, wenn wir an die Wirkung der dort gelegentlich etwas zahlreicher entwickelten und die anderen Trabekel über- oder unterkreuzenden sehr schräg verlaufenden Trajektorien verschiedener Ordnungen, also mannigfacher Länge, Stärke und Ausbildung denken. Diese Trajektorien haben offenbar die Funktion, trotz um eine bestimmte kleine Größe geringer erfolgender Wirkungsintensität des Sphinctermuskels dadurch für die Gesamtform und -rundung der Pupille Kraft zu sparen, daß sie bei erfolgender Zusammenziehung selbst eines gewissen Bruchteiles der schwächeren Pupillengegend soundso viele Trabekelgruppen gewissermaßen „mitreißen“ und damit dennoch die Rundung der Pupille bei der ungleichmäßigen Wirkungsweise des Sphincters gewährleisten.

Eine weitere Erforschung des Verhältnisses der Trajektorienanzahl zur Entwicklung der temporalen Iris- und speziell Sphincterpartien müßte deshalb von einem großen Interesse sein. Auch wir werden an der Spaltlampe diesen Weg weiter verfolgen. Vor allem müßte man die Jahre der Trajektorien in den übrigen Irispartien zur Anzahl der im schwächeren temporalen Anteile vorhandenen in Beziehung zu setzen suchen und die Möglichkeit erwägen, daraus ein biologisches Teilgesetz abzuleiten.

Sowohl die Trajektorien aller Irispartien wie auch die sämtlichen Trabekel, und vor allem die Trabekel niederer Ordnung, lassen uns im Spaltlampenbilde den Gedanken aufkommen, daß auch ihnen außer einer gewissen Elastizität eine gewisse Contractilität zukommen müsse. Hier betreten wir ein ganz neues Gebiet, über das bisher wohl kaum Mutmaßungen möglich waren, zumal wir die Contractilität bisher nur den anatomisch spezifisch muskulären Elementen beizulegen gewohnt waren. Wer täglich lange Zeit mit der Biohistologie der lebenden Augengewebe des vorderen Bulbusabschnittes sich beschäftigt, wird sich jedoch diesen Argumenten kaum entziehen können, so paradox diese Mutmaßung zuerst auch klingen mag.

Anatomisch ist, soweit wir die Literatur über den Gegenstand zu übersehen vermögen, nichts über die Elastizität und Kontraktilität derjenigen rein stromatischen Gewebelemente der Iris, die wir als die Trabekel der verschiedenen Ordnungen geschildert haben und an der Spaltlampe beschrieben haben, bekannt geworden. Auch hier waltet augenscheinlich dieselbe Unmöglichkeit eines einwandfreien Contractilitäts-

nachweises wie seinerzeit bei dem uns wohlbekannten langen Streite über die Contractilität der geheimnisvollen Bruchschen Membran oder der sogenannten hinteren Grenzsicht, die sich dann doch als muskulär und contractil herausstellte¹⁾. So erinnere ich hier nur an die bekannten Untersuchungen und Kontroverse von Fuchs, Grunert, Frankenhäuser, Schwalbe, Schultz und vielen anderen.

Die Contractilität der eigentlichen Gefäßwandungen spielt dabei für die gefäßhaltigen Trabekel insofern kaum eine Rolle, als einmal nach Leber und Stöhr diese Wandungen in der Iris kaum eine Muscularis besitzen. Andererseits würden auch die Gefäßmuskeln als solche kaum einen derartigen „Aktionsradius“ des Trabekelspieles bewirken können. Ferner aber sind bei der wahrscheinlichen Contractilität im Spaltlampenbilde auch die sicher gefäßlosen Trabekel beteiligt. Die aktive Gefäßmuskelwirkung bei der Pupillenerweiterung leugnet auch Grunert.

Nur Münch sucht für die augenscheinlich große Kraft der aktiven Pupillenerweiterung einen weiteren Muskelapparat und glaubt denselben im Stromazellennetz gefunden zu haben, was wiederum von Hesse bestritten wird. Die Theorie von Münch deckt sich nach dem Gesagten zum Teil mit unserer Auffassung.

Die anatomisch festgestellten Tatsachen betreffs der Sphincter-anordnung, seines Verhaltens zum Dilatator und vor allem seiner schrägen Insertion mit abzweigenden, schief verlaufenden Bündeln, die über dem Dilatator gegenüber dem v. Michelschen Pigmentsporne inserieren, was vor allem Grunert sah und Fuchs neuerdings wieder bestätigen konnte, geben uns unter Berücksichtigung unserer Deduktionen über den feineren histomechanischen Trabekelverlauf in der gesamten Iris weiterhin zu denken.

Wir dürften nämlich nicht unberechtigt sein, die Frage aufzuwerfen, warum denn überhaupt die Pupille annähernd als Kreis erscheint und diese Kreisform sich bei der Verengerung und Erweiterung der Pupille nicht wesentlich ändert, wobei wir von den minimalen Verlagerungen bei der Akkommodation (v. Heß, Gullstrand, v. Pflugk u. a.) hier ganz absehen wollen.

Abgesehen von der kreisförmigen Anordnung der Hauptpartien des Sphincters, welche die eine Wirkungsgröße beim Pupillenspiel darstellt, bewirken die schräg inserierenden Außenbündel des Sphinctermuskels nach Grunert, daß der Dilatator nur am Pupillenrande und nicht auch am peripheren Sphincterrande inseriert

¹⁾ Für die Iris liegt dabei die erweiternde Kraft der Pupille nach Hesse zum geringsten Teile in dieser Grenzsicht, vor allem aber in der Gewebsspannung der in der Peripherie befestigten Iris. So ist nach Hesse der „statische Gleichgewichtszustand“ (Münch) eben die weite Pupille.

und daß die muskulösen Verbindungsstränge zwischen diesen beiden Muskeln dem Sphincter ganz allein zukommen. Sie verstärken aber nicht, wie Grunert betont, die Pupillenverengerung im Sinne von Grünhagen, sondern sie fixieren den peripheren Sphincterrand und platten den ganzen Muskel bei der Kontraktion ab, was ein zweites Moment der Sphincterwirkung darstellt.

Diese Sphincterabplattung wirkt nun für die Entfaltung des dritten Wirkungsmomentes zur Erzielung einer kreisförmigen Pupille äußerst günstig.

Jetzt sind nämlich diejenigen Faktoren unbehindert in Aktion, welche durch die gleichmäßig um die Pupille herum wirksame Statik ihres Gefüges zusammen mit der besagten Sphincterwirkung die Kreisform erst vervollständigen und erhalten können, und das sind wiederum die wahrscheinlich elastischen und hypothetisch vielleicht auch contractilen Trabekel. Ich halte es für gar nicht zu absurd, unter der Voraussetzung einer tatsächlich vorhandenen Trabekelcontractilität eine Art regulatorischer Wirkung des gesamten Trabekelwerkes auf Ungleichheiten der Sphincterkontraktion im Interesse einer Erhaltung der Kreisform der Pupille anzunehmen, das geht auch aus den sich in der Art der Trabekelanordnung dokumentierenden statomechanischen Momenten unmittelbar hervor. So wär fast zwingend die Annahme einer gewissen Trabekelcontractilität gegeben trotz noch fehlenden absolut bindenden Nachweises derselben. Ob ohne die Annahme einer auch noch so geringen Trabekelcontractilität die regulatorische Wirkung auf die Kreisformerhaltung der Pupille durch die histo-mechanische Trabekelanordnung allein gegeben wäre, steht dahin. So viel ist wohl sicher, daß das Trabekelgestänge schon allein als solches unter der Sphincterwirkung weitgehende Garantien für die Erhaltung der Pupillenkreisform dadurch zu leisten vermag, daß es infolge seiner rings um die Pupillenöffnung annähernd gleichmäßig vorhandenen Art der Anordnung einer stärkeren Deformation der Pupille einen gewissen Widerstand entgegenzusetzen vermag. Vielleicht sprechen geringe im Trabekelgestänge des einzelnen Auges zu beobachtende Variationen, speziell solche der Trajektorien, für eine individuelle Zweckmäßigkeit des betreffenden Gestängeaufbaues, die in bestimmten uns nicht sichtbaren Unregelmäßigkeiten des Sphincters begründet sind und damit von der Natur selber ihren Ausgleich erhalten.

Die im höheren Alter zu beobachtende geringere Beweglichkeit des Pupillenspieles drückt sich auch im Spaltlampenbilde aus. So sehen wir bei Vorhandensein der oben besprochenen Altersveränderungen der verschiedenen Irisschichten eine entschieden trägere Beweglichkeit der Trabekel, die einmal mit der stromalen und trabekulären Gewebsatrophie und -rigidität zusammenhängen dürfte.

Dabei pflegt aber die Pupille trotzdem immer annähernd rund zu bleiben. Andererseits spielt hier aber auch die Sklerose wie auch die geringere Kontraktionsfähigkeit des Sphincters selbst aus denselben Gründen eine Rolle, ferner auch die Sklerose des Irisgefäße, welche den Gefäßen nicht mehr gestattet, dem feinen Pupillenspiele mit der gleichen elastischen Anpassungsfähigkeit wie vordem zu folgen¹⁾. Aus denselben Gründen erfolgt ja im höheren Alter auch nicht mehr diejenige starke Mydriasis trotz reichlichsten Gaben von Atropin, die wir an jungen Augen zu sehen pflegen.

Daß umgekehrt wiederum eine bestimmte Lockerung des Trabekelspielles, sowohl unter den einzelnen Trabekeln verschiedener Ordnungen selber wie auch gegenüber der engeren und weiteren Nachbarschaft ohne größeren Schaden für die Kreisform der Pupille möglich ist, beweisen uns die verschiedenen partiellen Reiz- und Lähmungszustände der Pupille.

So bieten z. B. die allbekannten wurmförmigen Sphinkterkontraktionen ganz besonders schön an der Spaltlampe das Bild der stetigen Trabekelwinkeländerung im Sphinkterbereiche, während die weitere Nachbarschaft relativ in Ruhe verharrt. Auch die Pupillenalterationen bei Tabes, bei Kontusionen und ähnlichem bieten analoge Spaltlampenbilder, d. h. sie zeigen die gewisse Lockerung der Beziehungen zwischen dem Trabekelspiele dieser oder jener Sphinktergegend gegenüber der engeren oder weiteren Nachbarschaft an.

Von den oben genannten drei Wirkungskomponenten können wir die zweite und dritte in weiterem Sinne zusammenfassen und sie der reinen Sphinkterwirkung als solcher gegenüberstellen. Bezeichnen wir die erste Kräftegruppe mit A , die reine Sphinkterwirkung mit B , so wirkt A der Kräftesumme B insofern entgegen, als B bei der Sphinkterkontraktion der Kräftesumme A einen gewissen Widerstand entgegensetzen vermag. Unter der Voraussetzung, daß dabei A ebenso groß ist wie B , dürfte die Pupille in einer Mittelstellung stehenbleiben. Tritt jedoch ein Überwiegen der einen oder anderen Kräftesumme ein, so entsteht eine Ungleichung und die Pupillengröße verändert sich im positiven oder negativen Sinne, wozu dann noch im letzteren Falle, also bei der Pupillenerweiterung, die Dilatatorwirkung als vierte Komponente dazutritt.

An der Hand unserer in den heutigen Mitteilungen niedergelegten Spaltlampenuntersuchungen der lebenden normalen Iris gelangten wir unter Berücksichtigung aller erörterten Gesichtspunkte zur Aufstellung einiger bestimmterer

¹⁾ Wirklich sklerosierte Gefäße dürfte man an der Spaltlampe in der Iris kaum als solche erkennen und von nicht deutlich gefäßhaltigen Trabekeln nicht unterscheiden können, trotz besserer Durchsichtigkeit der Gefäßscheiden resp. Trabekel überhaupt.

Schlußfolgerungen.

1. Die Spaltlampenuntersuchung der vordersten Zellagen der normalen Iris legt uns die Annahme nahe, daß unmittelbar unter der lebenden Irisoberfläche Hohlrumbildungen zu beobachten sind, die ihrem Aussehen und ihrem Verlaufe nach vielleicht als ein subendotheliales Lymphraumsystem aufgefaßt werden dürfen.

2. Die Flächensumme aller auf der normalen lebenden Iris verteilten Krypten sämtlicher Ordnungen ist von der Stromapigmentierung unabhängig und nahezu eine Konstante.

3. In der normalen lebenden Iris existiert neben dem gefäßhaltigen noch ein gefäßloses Trabekelsystem verschiedener Ordnungen, das seiner statomechanischen Konfiguration und Anordnung nach für die Erhaltung der Pupillenkreisform bei der Sphinteraktion einen determinierenden Faktor darstellt und eine zur Sphinterwirkung direkt konjugierte Veränderliche bildet.

4. Das Spaltlampenbild des gesamten Trabekelsystems der lebenden Iris gestattet uns mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit den Schluß, daß es neben den eigentlichen spezifisch muskulären Elementen des normalen Irisgewebes eine eigene Contractilität besitzt, die von der anatomisch bekannten und gering ausgebildeten Gefäßmuskulatur bis zu einem gewissen und vorläufig noch nicht näher zu definierenden Grade unabhängig ist.

Literatur.

1. Fuchs, E., Lehrbuch der Augenheilkunde.
2. — Beiträge zur normalen Anatomie des Augapfels. Archiv f. Ophthalmol. **30**, 4. 1884.
3. — Beiträge zur Anatomie der menschlichen Iris. Archiv f. Ophthalmol. **31**, 3. 1885.
4. — Über den Sphinct. pupill. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Juli 1918.
5. Frankenhäuser, Die Nervenendigungen in den glatten Muskelfasern. Med. Zentralbl. 1866, S. 865.
6. Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie. Leipzig 1903.
7. Ginsberg, S., Grundriß der pathologischen Histologie. Berlin 1903.
8. Greeff, R., Lehrbuch der pathol. Anatomie der Augen. Berlin 1902/06.
9. Grünhagen, Über die vermeintliche Dilatat. pupill. usw. Zeitschr. f. rat. Med. **36**. 1869; ferner Pflügers Archiv **53**, S. 348.
10. — Zur Frage der Irismuskulatur. Archiv f. mikroskop. Anat. **9**, 286.
11. Grunert, K., Der Dilat. pupill. des Menschen. Archiv f. Augenheilk. **36**. 1896.
12. Gullstrand, A., zit. (24).
13. Hamburger, zit. (18).
14. Hesse, R., Beitrag zur Mechanik der Irisbewegung. usw. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Febr. 1912.
15. — Beitrag zur Mechanik der Irisbewegung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. **58**. 1917.

16. Höhmann, Archiv f. Augenheilk. **72**, 60. 1912.
 17. Koeppe, L., Klinische Beobachtungen mit der Nernstspaltlampe usw. Mitt. II. Archiv f. Ophthalmol. **92**, 1. 1916.
 18. — Mitt. III. Archiv f. Ophthalmol. **92**, 3. 1916.
 19. — Mitt. IV. Archiv f. Ophthalmol. **93**, 2. 1917.
 20. Krückmann, zit. nach Axenfeld, Lehrbuch der Augenheilkunde. 1917.
 21. Leber, Th., Die Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse der Augen. Handb. v. Graefe-Sämisch **2**, 2, XI. 1903.
 22. Münch, Über die Mechanik der Irisbewegung. Archiv f. Ophthalmol. **63**.
 23. — Zur Anatomie der Dilatat. pupill. Zeitschr. f. Augenheilk. **13**.
 24. — Zur Mechanik der Irisbewegung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., April 1912.
 25. Nuel et Benoit, Des espaces lymph. de l'iris du chat. Ann. d'Oculist. **120**, 40. 1898.
 26. — — Des voies d'élimination des liquid. etc. Arch. d'Ophthalmol. **20**. 1900.
 27. v. Pflugk, Beitrag zur Pupillenbewegung. Archiv f. wissensch. u. prakt. Tierheilk. **44**, Suppl. 1918.
 28. Salzmann, Die normale Anatomie des menschlichen Augapfels. 1900.
 29. Schieck, F., zit. (18).
 30. Schwalbe, Beitrag zur Kenntnis der glatten Muskelfasern. Archiv f. mikr. Anat. **4**. 1868.
 31. Schulz, P., Die glatte Muskelfaser der Wirbeltiere. Archiv f. Anat. u. Physiol., physiol. Abt. 1895, S. 517.
 32. Stargardt, K., Über Pseudotuberkulose und gutart. usw. Archiv f. Ophth. **55**. 1903.
 33. Stöhr, Ph., Lehrbuch der Histologie. Jena 1905.
-



Abb. 1.



Abb. 2.