

XIV.

Ueber die Structurverhältnisse des Annulus ciliaris bei Menschen und Säugethieren.

Von Georg Meyer, Stud. med. aus Bremen.

Eine von der medicinischen Facultät in Heidelberg gekrönte Preisschrift.

(Hierzu Taf. VII—VIII.)

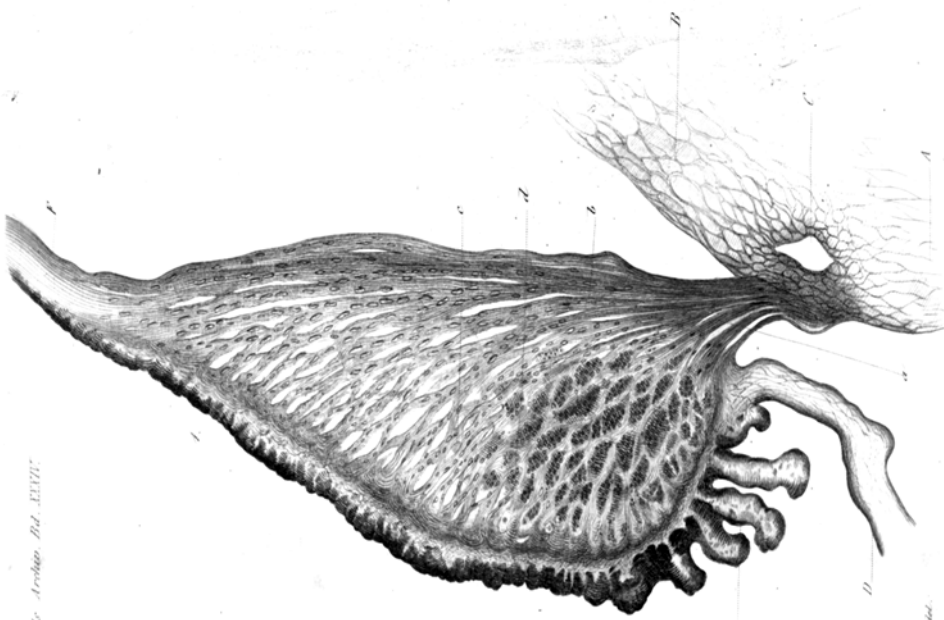
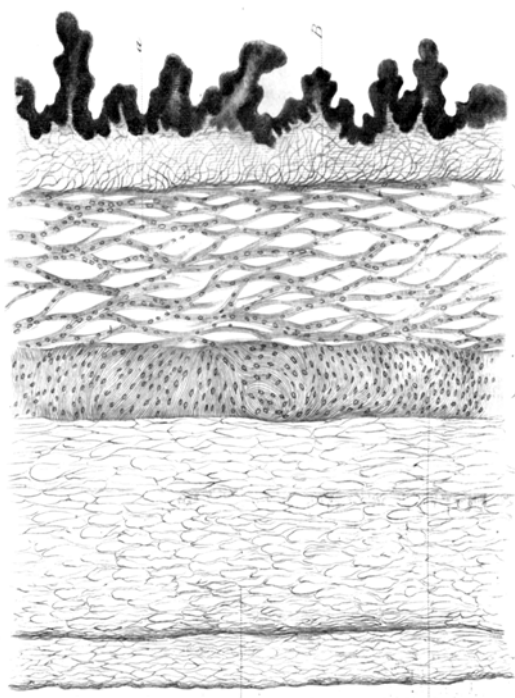
Wie wenig bestimmt die Vorstellungen über den Bau des Annulus ciliaris früher waren, beweist am besten die Thatsache, dass die verschiedensten Bezeichnungen, wie Commissura chorioideae, Ganglion ciliare, Plexus ciliaris für denselben im Gebrauch waren. Diese Eigenthümlichkeit erklärt sich am Einfachsten daraus, dass die Anschauungen über den Bau des hier in Rede stehenden Gebildes auf eine Prüfung des makroskopischen, nicht mikroskopischen Verhaltens desselben gegründet wurden.

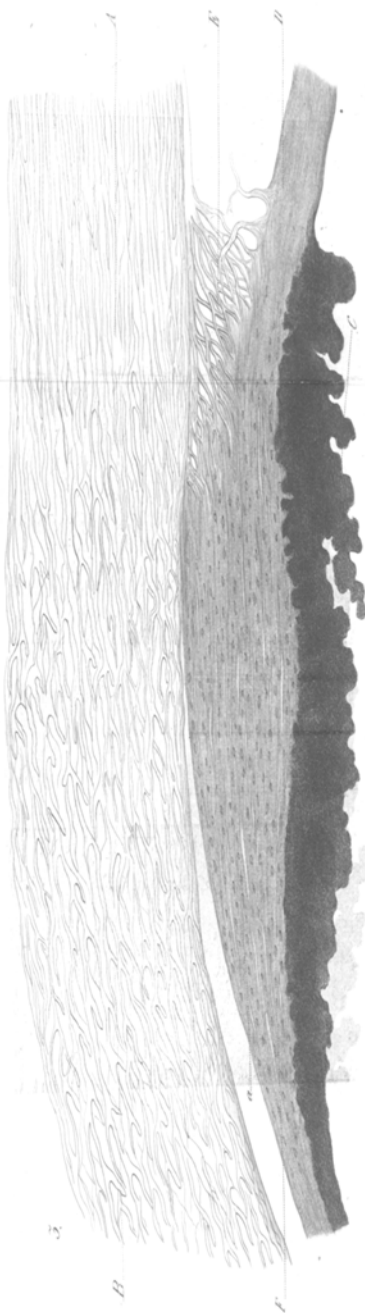
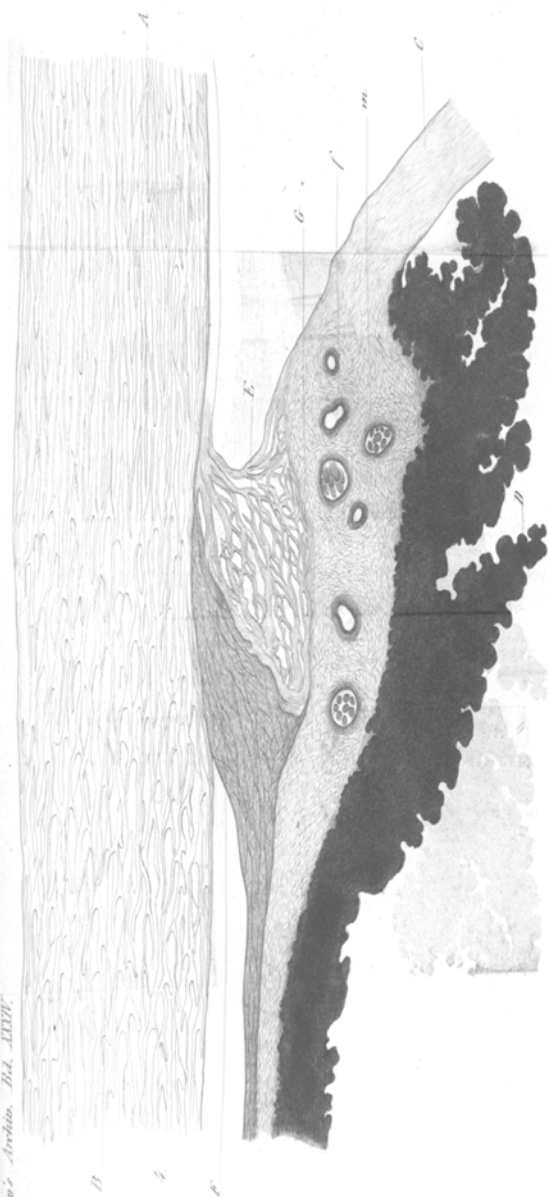
Die erste genauere mikroskopische Analyse des Annulus ciliaris verdanken wir Brücke. Derselbe beschäftigte sich anfangs mit dem Musculus Cramptonianus und tensor chorioideae im Vogelaugen und fand dann einen ähnlichen muskulösen Apparat auch im Auge der Menschen und Säugethiere und zwar in der Gestalt des Ligamentum ciliare, dessen Elemente bei Menschen und Affen täuschend den organischen Fasern des Darmkanals gleichen sollen, während ihnen für die Wiederkäuer Aehnlichkeit zugeschrieben wird mit Bündeln von Bindegewebsfibrillen, die regelmässig mit Kernen besetzt sind. Nach Brücke entspringt der Musculus ciliaris an der Innenseite des Canalis Schlemmii und heftet sich innerhalb einer ziemlich breiten Zone an den vorderen Theil der Chorioidea an.

Einige Jahre später machten Bochdalek**) und Kölli-

*) E. Brücke, Ueber den Musc. Cramptonianus und den Spannmuskel der Chorioide, in Müll. Arch. 1846.

**) Bochdalek, Beiträge zur Anatomie des Auges. Prager Vierteljahrsschrift 1853. Bd. I.





ker*) weitere Mittheilungen über den *Musculus ciliaris*, und zwar spricht sich Bochdalek unter Berufung auf Autoren, wie Sömmerring, Montain, H. Clouquet, M. J. Weber dahin aus, dass jenes räthselhafte Gebilde ein Ganglion sei und keine organischen Muskelfasern enthalte, während Kölliker das *Ligamentum ciliare* für durchaus muskulöser Natur hält. Er sagt: die Muskelfasern zeigten die charakteristische Stäbchenform nicht exquisit und könnten beim Menschen, leichter dagegen beim Schafe, wo dieselben 0,02 Lin. lang und 0,003—0,004 Lin. breit seien, isolirt werden. In Bezug auf den Ansatz des Muskels bestätigt Kölliker**) in einer anderen Schrift die Ansicht von Brücke mit dem Zusatze, dass sich bei den Wiederkäuern im *Annulus ciliaris* nur die Elemente des *Chorioidealstromas* statt der Muskeln finden. Am Ausführlichsten beschäftigte sich Heinrich Müller***) mit den Strukturverhältnissen des *Ligamentum ciliare*, welches nach seiner Meinung durchaus muskulöser Natur ist. Heinrich Müller machte zuerst auf die eigenthümliche Anordnung der einzelnen Muskelzüge aufmerksam und spricht sich darüber in folgender Weise aus: „Nicht alle Bündel des Muskels liegen in der Meridionalebene des Auges, sondern ein Theil derselben hat einen ringförmigen, dem Hornhautrande parallelen Verlauf, und diese kreisförmigen Bündel befinden sich vorzugsweise in der vorderen inneren Partie des Muskels nahe der Insertion der Iris.“ Hiermit stimmt die Abbildung überein, der zufolge weiter nach hinten immer mehr Längsbündel zwischen den einzelnen Partien des Ringmuskels auftreten. Ob Müller im *Musculus ciliaris* zwei ganz verschiedene, von einander zu trennende Muskel annimmt oder nicht, darüber lassen uns folgende Worte des Autors nicht im Zweifel: „Die oberflächliche Schicht longitudinaler Fasern lässt sich leicht ablösen, und es erscheint dann die tiefere als ein selbständiger, schmaler Ring von wechselnder Breite.“

*) Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. I. 1848.

**) Kölliker, Mikroskopische Anatomie. Bd. II. 1854.

***) H. Müller, Anat. Beitr. zur Ophth. im Arch. f. Ophthalmologie. Bd. II. 2. und Bd. III. 1.

Kurze Zeit nach dieser Arbeit veröffentlichte Arlt*) eine Beschreibung des *Musculus ciliaris*, nach welcher der Muskel an dem vorderen Winkel mit der Sclera, wie mit der Cornea so fest zusammenhängt, dass die Verbindung nur durch Zerreißen der bindenden Elemente gelöst werden kann. Diese Elemente beschreibt Arlt als eigenthümliche Fasern, welche einwärts vom Schlemm'schen Kanale von der Cornea, auswärts davon aber von der Sclera abgehen und füglich als die Sehne des Muskels betrachtet werden können, während die Ringmuskelfasern Ausläufer der radiären sein und die einzelnen kreisförmigen und longitudinalen Bündel sich so vielfach kreuzen sollen, dass ein förmliches Geflecht zu Stande kommt. Weiteren Aufschluss über die Anordnung der einzelnen Muskelbündel gibt eine Beschreibung von Lambl, welche Arlt seiner Arbeit beigelegt hat. Lambl macht auf die runden und länglichen Spalten im *Musculus ciliaris* aufmerksam und sagt: „Diese sind theils durch die Compression entstandene Kunstprodukte, theils kommen sie dadurch zum Vorschein, dass an einzelnen Stellen die Faserzüge auseinander treten, wobei dann die Spalten häufig der optische Ausdruck der Gefäßlumina oder der quer und schräg getroffenen, von vielem Bindegewebe begleiteten Muskelbündel sein können.“

Da die einzelnen Bündel der Quer- und Längsschicht auf das Innigste durchflochten sind, so kann nach Lambl's Ansicht von zwei Muskelpartien, welche von einander zu trennen wären, nicht die Rede sein. Den schmalen Ursprung des Muskels findet Lambl allein an der Innenseite des Schlemm'schen Kanals.

Auch von Mannhardt *) liegen Untersuchungen über den *Musculus ciliaris* vor, welche indessen zum grossen Theil auf das Vogelauge sich beziehen. Was den *Musculus ciliaris* des Menschen anbetrifft, so stellte Mannhardt die Ansicht auf, derselbe entspringe mit zwei Köpfen, ist hierin jedoch von Heinrich Müller **) seiner Zeit widerlegt worden. Ueber den *Musculus*

*) Arlt, Zur Anatomie des Auges. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. III. 2.

**) Mannhardt, Ueber die Accomodations-Apparate. Arch. f. Ophthalm. Bd. IV. 1.

***) H. Müller, Einige Bemerkungen über die Binnenmuskeln des Auges. Archiv f. Ophthalm. Bd. IV. 2.

ciliaris der Säugethiere sagt Mannhardt, dass dieser ein sehr verschiedenes Verhalten zeige; es seien ihm immer Züge elastischer Fasern beigemengt, welche oft so zahlreich zum Vorschein kommen sollen, dass die Auffindung muskulöser Elemente überall nicht gelingt.

Diese vergleichend anatomische Notiz führt mich zu der Besprechung einer Dissertation von Levy *), welche über das Ligamentum ciliare bei Menschen und Säugethieren handelt, und nach welcher zunächst das Strahlenband beim Menschen weiss, bei manchen Thieren dagegen schwarz ist. Diesem letzteren Umstande schreibt es Levy zu, dass andere Forscher namentlich im Ligamentum ciliare der Wiederkäuer die muskulösen Elemente nicht haben auffinden können, welche bei sorgfältiger Behandlung der Objecte leicht nachzuweisen sein sollen. Levy theilt dann weiter mit, dass die Form des Muskels bei einzelnen Thieren mannigfach wechsele, keineswegs immer befinde sich seine grösste Breite nahe der Cornea, vielmehr liege jene oft in der Mitte und spitze sich dann der Muskel nach beiden Seiten hin zu. Bei der Ziege und beim Schafe findet Levy an der Stelle, wo beim Menschen der *Musculus ciliaris* auftritt, einen eigenthümlichen weissen Ring, welcher aus elastischen Fasern bestehen, von dem weiter nach hinten gelegenen Ciliarmuskel entspringen und zur Hornhaut und zum Schlemm'schen Kanale sich erstrecken soll. Die weiteren Mittheilungen Levy's über die Structurverhältnisse des Ligamentum ciliare kann man kurz so zusammenfassen: die longitudinal verlaufenden Muskelbündel sind bei sämmtlichen Säugethieren zu finden und zwar bei ihnen zahlreicher als beim Menschen; ebenso sind die von Heinr. Müller zuerst beschriebenen ringförmigen Faserzüge überall nachzuweisen und zwar vorzüglich schön bei der Katze.

Nach diesem Bericht über die in der Literatur verzeichneten histologischen Untersuchungen des *Annulus ciliaris* wende ich mich zu der Darstellung der Resultate meiner Nachforschungen über den *Musculus ciliaris* beim Menschen und den Säugethieren.

*) Levy, De musc. cil. structura. Berol. 1857. Diss.

Der *Musculus ciliaris* zeigt an Schnitten, welche von vorn nach hinten in meridionaler Richtung oder mit anderen Worten durch seine ganze Länge geführt werden, eine deutlich ausgesprochene dreieckige Form; der vordere äussere Winkel legt sich an den Schlemm'schen Kanal, der vordere innere liegt den Ciliarfortsätzen zugewandt, während der hintere gegen die *Ora serrata* gerichtet ist. Die Partie, welche der Sclerotica zunächst anliegt, mag die äussere Seite heissen; diejenige dagegen, unter welcher die Aderhaut mit den Ciliarfortsätzen sich befindet, die innere. Diese beiden Seiten vereinigen sich mit einander am hinteren Winkel, divergiren demnach in der Richtung nach vorn, so dass wir hier die dritte Seite haben, welche am besten als die vordere bezeichnet wird. Auf ihr sitzen das *Ligamentum pectinatum* und die Iris.

Was zunächst die Verbindung des Muskels mit den Theilen der Sclerotica und Cornea betrifft, so ist es nicht ganz leicht sich darüber genügenden Aufschluss zu verschaffen. An frischen Augen Schnitte zu machen, ohne dass Verschiebungen stattfinden, ohne dass namentlich die Wandungen des Schlemm'schen Kanals verzerrt werden, ist kaum ausführbar; eher gelingt es vollständige Objekte zu erhalten an erhärteten Bulbi, in deren *Canalis Schlemmii* eine feine Borste eingeführt ist. So angefertigte Präparate zeigen, dass sich der Ansatz des Muskels an den Wandungen des Schlemm'schen Kanals befindet und keine Fasern über ihn hinaus nach vorn sich inseriren. Ja nicht einmal die vordere Wandung des Kanals selbst bildet einen Ansatzpunkt für die Muskelfasern, sondern nur seine hintere und untere Seite. Beide werden gebildet durch feste, kreisförmig verlaufende, bindegewebige Fasern, zwischen welchen die einzelnen Muskelbündel sich in der Weise befestigen, dass ein dichtes Netz von sich kreuzenden Fasern hergestellt wird.

So beschreibt auch Brücke in seiner ersten Arbeit über den *Musculus ciliaris* des Menschen die Insertion und Köl liker macht ähnliche Angaben. Beide Autoren sprechen von der Befestigung des Muskels an der Grenze zwischen Sclerotica und Hornhaut, sagen indessen nicht, ob einzelne Fasern auch an die Sclerotica

selbst sich inseriren. Dass nach hinten von dem Schlemm'schen Kanale Muskelbündel direkt an die Sclerotica treten und mit ihr fest verbunden sind, davon kann man sich leicht überzeugen. Löst man von hinten her die Chorioidea von der darüber liegenden weissen Augenhaut ab, so ist man, am Musculus ciliaris angelangt, die Trennung nicht bis zum Schlemm'schen Kanale ohne Gewebszerreissung auszuführen im Stande wegen einzelner Muskelbündel, welche mit dem Gewebe der Sclerotica verschmolzen sind. Wie breit die Strecke ist, innerhalb deren sich die Fasern an die Sclerotica inseriren, lässt sich kaum mit Sicherheit ermitteln, weil die einzelnen Präparate zu beträchtliche Verschiedenheiten zeigen. Arlt betrachtet diese Fasern als die Sehne des Muskels, wobei indessen zu bemerken ist, dass man an Objecten, die in Essigsäure gelegen haben, die stäbchenförmigen Kerne der einzelnen Muskelbündel bis nahe an die Sclerotica sehr deutlich verfolgen kann, dass also die eigentliche Sehne des Muskels von nur geringer Länge ist. So viel über die Befestigungsweise des Muskels an der Sclerotica und dem Schlemm'schen Kanal. Seine Verbindung mit der Aderhaut ist einfacher Art. Alle Autoren stimmen darin überein, dass der Ansatz, wie Brücke sagt, an einer ziemlich breiten Zone der Aderhaut stattfindet, und es ist diess eine Angabe, welcher ich nur beistimmen kann. Manchmal ist das hintere Ende des Muskels an der Chorioidea ziemlich genau zu bestimmen; in anderen Fällen wird diese Bestimmung unmöglich, weil die einzelnen Muskelbündel, an der Chorioidea nach hinten verlaufend, sich zu allmählig in dem Stroma der Aderhaut verlieren.

Nachdem jetzt die fixen Punkte des Musculus ciliaris besprochen sind, gehe ich über zu der Beschreibung der verschiedenen Muskelzüge und zwar zunächst zu dem Verlauf der meridionalen Schicht (Taf. VII. Fig. 1, b). Mit diesem Namen bezeichnet man diejenigen Muskelbündel, welche, am Schlemm'schen Kanal entsprungen, in longitudinaler Richtung nach hinten verlaufen und am hinteren Winkel mit der Aderhaut sich vereinigen. Diese meridionalen Muskelzüge liegen der Sclerotica immer unmittelbar an und zeichnen sich dadurch aus, dass

sie sehr dicht neben einander hinziehen und sich nur in der Nähe des hinteren Winkels etwas fächerförmig ausbreiten. Die Betrachtung von Längsschnitten, an welchen man die Faserzüge mit den stäbchenförmigen Kernen immer sehr deutlich sieht, lässt keinen Zweifel, dass man es hier ausschliesslich mit meridional verlaufenden Muskelbündeln zu thun hat. An Schnitten, welche in senkrechter Richtung, also vom äusseren Winkel zum inneren geführt werden, sieht man unmittelbar unter der Sclerotica immer nur quer durchschnitene Muskelfasern, zwischen denen man gar kein oder nur sehr spärliches Bindegewebe bemerkt (Taf. VII. Fig. 1, b).

Soweit sind die Verhältnisse bei allen Augen constant. Die Angabe Müller's, dass das vordere Ende der meridionalen Schicht ein wenig die tieferen Bündel überragt und dass ihr hinteres Ende die tieferen Muskelpartien völlig deckt, ist begründet. Was die Dicke der meridionalen Schicht anlangt, so sind die Verschiedenheiten an den einzelnen Objecten ungemein gross und es lassen sich genaue Angaben darüber wohl schwerlich machen.

Unterhalb der meridionalen Schicht findet sich ein Fasernsystem, über dessen eigenthümliche Anordnung zuerst Arlt und Lambl ausführliche Angaben gemacht haben. Gehen wir von dem Schlemm'schen Kanale und den angrenzenden Theilen der Sclerotica aus, so sieht man an Längsschnitten viele Muskelbündel, welche eine Strecke weit mit der Meridionalschicht nach hinten verlaufen, dann aber eine andere Richtung einschlagen. Sie weichen nämlich etwas auseinander und beschreiben in geringen Abständen Bögen, deren Concavität der vorderen Seite zugekehrt ist (Taf. VII. Fig. 1, c). Da der Muskel sich hinten allmählig verschmälert, so ergibt sich von selbst, dass da, wo am hinteren Theile die Meridionalschicht nicht mehr die ganze Breite des Muskels ausmacht, anfänglich die Sehnen der einzelnen Bögen nur klein sein können und mit dem Breiterwerden des Ciliarmuskels nach vorn zu jene auch allmählig grösser werden müssen. Die Fasern der Muskelzüge, welche ganz an der vorderen Seite liegen, laufen nicht erst an der Sclerotica hin, sondern vollführen gleich an ihrem Ursprunge die Biegung; mit anderen Worten, fassen wir die Innenseite des Schlemm'schen Kanals in's

Auge, so können wir sagen, die Fasern verbreiten sich von dort aus fächerförmig nach allen Richtungen und zwar dergestalt, dass sie oberhalb der Ciliarfortsätze am vorderen inneren Winkel am Meisten auseinandertreten, und wir daher hier die bedeutendsten Lücken in dem Gewebe der längsverlaufenden Muskelbündel vorfinden.

Ferner ist zu bemerken, dass diejenigen Fasern, welche anfänglich einen gemeinsamen Bogen beschreiben, sich häufig in ihrem weiteren Verlaufe trennen; sie divergiren, vereinigen sich auch wohl wieder miteinander, oder es treten isolirte Muskelbündel von einem Bogen zu dem nächstfolgenden. Man kann mit Recht sagen, die einzelnen Faserzüge anastomosiren mit einander oder mit anderen Worten, sie stellen durch wiederholtes Auseinanderweichen und gegenseitigen Austausch ihrer Fibrillen ein mehr oder weniger dichtes Geflecht dar.

Hiermit sind noch nicht alle Eigenthümlichkeiten, welche der Verlauf dieser Muskelbündel zeigt, angegeben, sondern wir müssen noch hinzufügen, dass viele Faserzüge die meridionale Richtung verlassen und zu Theilen des sogenannten Müller'schen Ringmuskels werden, und um diese Anordnungsweise besonders zu betonen, nennt man vielleicht am Besten die ganze zweite Partie des Muskels diejenige der Uebergangsfasern.

Für die Existenz solcher Uebergangsfasern spricht die That-
sache, dass nicht alle netzförmigen Muskelzüge von den Schnitten, welche man von den vorderen Winkeln zu dem hinteren führt, der Länge nach, sondern viele quer und schief getroffen werden. Dieses Verhältniss kann eben nur darin seinen Grund haben, dass viele Bündel aus der longitudinalen Richtung in die kreisförmige übergehen.

Es bleibt uns jetzt noch eine Frage zu erörtern übrig, nämlich diejenige: was befindet sich in den verschiedenen Spalten und Lücken, welche doch nothwendig entstehen müssen, wenn die Muskelbündel solche netzförmige Verbindungen eingehen? Lambl meint, dass einzelne Lücken wohl der optische Ausdruck von Gefässen sein können, dass dagegen in den meisten querdurchschnittene Muskelbündel enthalten

seien. Diese letzteren sind natürlich nichts anderes als die kreisförmig verlaufenden Faserbündel oder Theile des sogenannten Ringmuskels, den wir nun zu besprechen haben.

Heinrich Müller führt in seiner Beschreibung des sogenannten Ringmuskels an: derselbe bilde die tiefste vorderste Schicht des Ciliarmuskels. Diese Angabe stimmt damit überein, dass sich am inneren Winkel die grössten Lücken zwischen den longitudinal verlaufenden Fasern vorfinden, also auch hier am meisten Raum ist für die cirkulären Bündel. Dort bilden sie eine sehr dichte Masse, zwischen denen nur wenige Fasern auftreten, welche in anderer Richtung verlaufen. Die Zirkelfasern finden sich jedoch nicht allein an der bezeichneten Stelle vor, wenngleich die Vergleichung vieler Präparate lehrt, dass es nicht möglich ist scharfe Grenzen für sie aufzustellen. Es handelt sich bei dem sogenannten Müller'schen Ringmuskel nicht um einen einfachen Strang, welcher etwa von den meridionalen Schichten abgelöst und für sich hergestellt werden könnte, sondern man muss die Anordnungsweise der kreisförmig verlaufenden Bündel so auffassen, dass die meisten nach vorn gelegenen Lücken und Spalten zwischen den Längsbündeln von den Ringfasern mit dem sie begleitenden Bindegewebe ausgefüllt werden. Das letztere ist deshalb zu berücksichtigen, weil es sich zwischen den Zirkelfasern in so grosser Menge vorfindet, dass es an getrockneten und mit Essigsäure behandelten Präparaten seiner starken Quellbarkeit wegen leicht das Gewebe auseinander zerzt und so falsche Bilder veranlasst. Die Ringfasern gehen, ähnlich wie die Uebergangsfasern, zahlreiche Verbindungen unter einander ein (Taf. VII. Fig. 2, a). Natürlich kann man sich hiervon nur überzeugen durch Schnitte, welche parallel mit dem Hornhautrande, vom äusseren Winkel in gerader Richtung zum inneren geführt werden, weil diese allein den ganzen Verlauf der Ringfasern zeigen, während alle übrigen Präparate jene quer durchschnitten erscheinen lassen.

Nach diesen Mittheilungen sind noch in der Kürze die histologischen Elemente des *Musculus ciliaris* zu besprechen. Die beste Methode, um die Gewebstheile im *Musculus ciliaris* zu studiren ist die, mit sehr schwacher Essigsäure und mit 32 pCt. Kalihydrat-

lösung zu untersuchen. Durch das erstere Reagens wird das Gewebe licht und man sieht parallele, am Rande von Bruchstücken mehr oder weniger lang hervorragende Fasern mit länglichen Kernen, während durch das Kali die einzelnen contractilen Faserzellen isolirt werden können. Letzteres gelingt beim *Musculus ciliaris* verhältnissmässig schwierig, denn theils sind die Faserzellen zu vergänglich, theils scheint auch das ziemlich derbe Bindegewebe die Isolirung zu erschweren. Beim Erwachsenen habe ich allerdings auch mitunter isolirte Fasern dargestellt, aber nicht so häufig, wie bei den Augen neugeborner Kinder, deren Leichen ich in viel frischerem Zustande erhielt, was natürlich von wesentlichem Einflusse ist. Die Zellen sind verhältnissmässig kurz, haben namentlich einen geringen Dickendurchmesser, ihre Spitzen krümmen sich meistens nach der einen oder anderen Seite, die Länge beträgt 0,033—0,034 Linien und ihre Breite 0,0021—0,0022 Linien.

So viel über die Anordnungsweise und die elementare Zusammensetzung des *Musculus ciliaris* beim Menschen. Wenn Lambl sagt, dass man bei einer grossen Zahl von Präparaten keine gleichen Bilder bekomme, so ist diess gewiss richtig. Es sind in der That die Verschiedenheiten an den einzelnen Augen sehr bedeutend; manchmal sieht man z. B. in ungemein grosser Ausdehnung die Ringfasern auftreten, und dann wiederum bekommt man Objecte, wo sie sogar dicht an dem inneren Winkel fast gänzlich fehlen. So habe ich mich längere Zeit damit beschäftigt, über die einzelnen Seiten des *Musculus ciliaris* genaue Messungen zu machen, indessen die darüber angefertigten Tabellen ergaben so grosse Differenzen zwischen den einzelnen Zahlen, dass diese nicht zu verwerthen waren. Das hat zum grossen Theil in den nicht immer zu vermeidenden Verschiebungen seinen Grund. Es ist unbedingt nothwendig, sehr viele Präparate zu untersuchen, wenn man sich eine genauere Vorstellung über irgend welche Verhältnisse im Ciliarmuskel des Menschen verschaffen will.

Ehe ich die Resultate, welche die Untersuchungen des Strahlenbandes bei den Säugethieren ergeben haben, einzeln anführe, will ich vorausschickend bemerken, dass die Untersuchung des Strahlenbandes fast bei allen Säugethieren, mit Ausnahme der

Wiederkäuer, sehr wesentlich erschwert wird durch die starke Pigmentablagerung in und auf demselben. Leider ist es so gut wie unmöglich jene zu entfernen ohne das Gewebe anzugreifen, und man hat daher bei der Präparation oft grosse Schwierigkeiten zu überwinden. Am Leichtesten kommt man zum Ziele durch die Untersuchung der Augen junger Thiere, weil die Pigmentirung hier in dem Gewebe nicht so bedeutend ist, dieses daher lichter erscheint.

Als Repräsentanten der reissenden Thiere habe ich die Augen von Füchsen, Hunden, wilden und zahmen Katzen, Mardern und die einer Hyäne untersucht und zwar bei allen, mit Ausnahme der letzten, Zerfaserungen am frischen Annulus ciliaris vorgenommen. Diese Untersuchungsmethode führt bald zu der Ueberzeugung, dass das Ciliarband bei den Raubthieren entschieden muskulöser Natur ist. Ich habe bei ihnen sehr oft durch Behandlung mit Kali contractile Faserzellen isoliren können, welche die grösste Aehnlichkeit mit denen beim Menschen zeigten. Ihre Darstellung gelang am Besten bei den Katzen und Mardern, verhältnissmässig schwierig dagegen war sie beim Hunde; hierfür einen bestimmten Grund anzuführen ist mir nicht möglich, vielleicht hing dieser Befund von Zufälligkeiten ab, welche sich der Beachtung entzogen.

Bei der Betrachtung von Längsschnitten durch den Musculus ciliaris der reissenden Thiere fällt vor Allem das gewaltige Ligamentum pectinatum (Taf. VIII. Fig. 3 E) auf, dessen Ausdehnung selbst bei den kleinen Exemplaren dieser Ordnung sehr bedeutend ist. Die Netze von stärkeren Fasern, Blättern und Balken, in welche die Descemetsche Haut sich auflöst, reichen viel weiter nach hinten, als diess bei dem Menschen der Fall ist. Ferner besteht eine ziemlich feste Verbindung zwischen dem Ligamentum pectinatum und dem Musculus ciliaris, indem viele Faserzüge, welche vorwiegend bindegewebiger Natur sind, von dem einen Gebilde auf das andere übergehen. Diese Faserzüge eine längere Strecke im Ciliarmuskel zu verfolgen, ist aber kaum möglich, weil sie durch die dunkel gefärbten muskulösen Elemente verdeckt werden. Die Grenze zwischen dem Ligamentum pectinatum und Annulus ciliaris kann

man leicht erkennen; sie ist deutlich gegeben einmal durch den Farbenwechsel und dann dadurch, dass die einzelnen Bündel des *Musculus ciliaris* in ganz anderer Richtung verlaufen. Die Anordnungsweise der Faserzüge unterscheidet sich wesentlich von derjenigen, welche wir beim Menschen kennen gelernt haben; wir sehen bei den Raubthieren einen Muskel vor uns, welcher durchaus geradlinig von vorn nach hinten verläuft und dem namentlich die eigenthümlichen fächerförmig ausgebreiteten Partien, die sogenannten Uebergangsfasern fehlen. Man trifft keine Muskelzüge, welche von aussen nach innen verlaufen, sondern, wie gesagt, jene schlagen alle die Richtung von vorn nach hinten ein und liegen so dicht gedrängt bei einander, dass fast gar keine Lücken zwischen ihnen auftreten (Taf. VIII. Fig. 3 a). Nur in der Mitte sondern sich die Bündel etwas von einander und diese Partien erscheinen daher meistens dicker als das vordere Ende, dessen Schwächigkeit aber auch noch durch einen anderen Factor bedingt wird. Während nämlich beim Menschen, wie wir wissen, die Bündel des Müller'schen Ringmuskels in den vorderen Partien überall da auftreten, wo grössere Lücken zwischen den meridionalen Fasern vorhanden sind und namentlich sehr mächtig gerade oberhalb der Ciliarfortsätze am vorderen inneren Winkel sich zeigen, fehlen bei den Raubthieren die eigentlichen Spalten des Gewebes so gut wie gänzlich und daraus ergibt sich von selbst, dass die kreisförmig verlaufenden Muskelbündel auch nicht vorhanden sein werden. Für die Untersuchung dieser Verhältnisse muss man sehr sorgfältig die Präparate anfertigen, da es leicht vorkommen kann, dass die Schnitte zu weit nach hinten geführt werden, also an Stellen, wo man im menschlichen *Musculus ciliaris* ebenfalls vergeblich nach Ringfasern suchen würde. Um diess zu vermeiden, ist es nothwendig, viele verschiedene Schnitte anzufertigen und dann die Reste des in seinen natürlichen Verbindungen gebliebenen Muskels mikroskopisch zu untersuchen, um die Stellen zu controlliren, welche vom Messer getroffen sind. So angefertigte Objekte ergaben immer ein gleiches Resultat; man sah sehr schön die querdurchschnittenen, dicht an einander gereihten Muskelbündel und in diesen die kleinen Punkte, welche die Lage des Kerns andeuteten, aber niemals

wurden kreisförmig verlaufende Muskelbündel beobachtet. Demnach muss ich mich mit Bestimmtheit dahin erklären, dass den reissenden Thieren die Müller'schen Ringfasern fehlen.

Vor Beendigung der Arbeit erhielt ich zwei Affenaugen zur Untersuchung von *Macacus nemestrinus* und kann über das Ciliarband dieses Thieres Folgendes mittheilen. Dasselbe ist entschieden muskulöser Natur, und zwar sind hier die isolirten Faserzellen von verhältnissmässig sehr bedeutender Länge; auch der Ciliarmuskel selbst hat eine beträchtliche Ausdehnung. Die Anordnungsweise seiner Faserzüge hält, so zu sagen, die Mitte zwischen derjenigen, welche wir beim Menschen kennen gelernt haben und der, welche das Auge der reissenden Thiere darbietet. Die Form und Lage des *Musculus ciliaris* der Affen erinnert am meisten an den menschlichen. Er besitzt eine ziemlich scharf ausgesprochene, dreieckige Gestalt, wenn auch der Abstand zwischen den beiden vorderen und dem hinteren Winkel verhältnissmässig grösser ist, dagegen die vordere Seite etwas kürzer erscheint. Gleich dem Ciliarmuskel der Raubthiere fehlen auch demjenigen der Affen die Müller'schen Ringfasern. Obgleich ich in allen Richtungen Schnitte durch den Ciliarmuskel gemacht und untersucht habe, ist es mir niemals gelungen, zirkelförmig verlaufende Bündel aufzufinden, so dass also auch hier die Muskelzüge alle denselben Verlauf haben, wenn sie auch nicht so dicht gedrängt neben einander liegen, wie diess bei den Raubthieren der Fall ist.

Um die histologischen Verhältnisse des *Annulus ciliaris* bei den Wiederkäuern zu ermitteln, wandte ich dieselbe Methode, wie bei den reissenden Thieren und bei dem Menschen an. Schon makroskopisch gibt sich bei dieser Ordnung das *Ligamentum ciliare* durch seine weissgraue Farbe zu erkennen; man kann es mit Leichtigkeit aus seinen verschiedenen Verbindungen loslösen. Verdünnte Essigsäure bedingt schon nach kurzdauernder Einwirkung eine starke Quellung des Gewebes, eine Erscheinung, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit auf das vorwiegende Zusammengesetztsein aus Bindegewebe schliessen lässt. Diese Vermuthung bestätigte sich, als kleine Stücke des losgelösten *Ligamentum ciliare* unter das Mikroskop gebracht waren. Man sah deutlich, dass das Ligamen-

tum ciliare der Wiederkäuer jedenfalls zum grossen Theil aus Bindegewebe bestehe, und es war nur noch die Frage, ob überhaupt irgend welche muskulöse Elemente in demselben enthalten seien, zu beantworten.

Zu diesem Zwecke habe ich die Ciliarbänder von Rindern, Schafen, Ziegen und Rehböcken in grosser Zahl aus ihren Verbindungen gelöst, theils in verdünnte Essigsäure, theils in 32 pCt. Kalihydratlösung gelegt und dann contractile Faserzellen aufzufinden gesucht, aber immer ohne Erfolg. Da diese Untersuchungsmethoden bei dem Menschen und bei vielen Thieren in Betreff der muskulösen Elemente gute Resultate geliefert haben, da ferner die genannten Reagentien die Faserzellen immer deutlich erkennen lassen, so kann man wohl mit Recht sagen, dass das Ligamentum ciliare der Wiederkäuer gänzlich der Muskulatur entbehrt; es besteht nur aus Bindegewebe. Auch an frischen Augen habe ich häufig Längsschnitte durch das Ligamentum ciliare gemacht, um die Elemente desselben zu untersuchen; es liessen sich nie stäbchenförmige Kerne erkennen. Wenn das Ciliarband der Wiederkäuer früher mitunter für muskulös gehalten wurde, so hat das vielleicht darin seinen Grund, dass man keine Prüfungen mittelst der Kalihydratlösung gemacht hat.

Makroskopisch unterscheidet sich das Ligamentum ciliare der Wiederkäuer von dem menschlichen nur durch seine etwas hellere Farbe und dadurch, dass es massiger und dicker erscheint. Längsschnitte durch dasselbe von vorn nach hinten zeigen bei hinreichender Vergrösserung deutlich dicht gedrängte Faserzüge, welche im gegenseitigen Austausche mit den Elementen des Ligamentum pectinatum stehen; sie liegen der Sclerotica dicht an und sind mit ihr in einer mehr oder weniger langen Strecke vereinigt. Die Faserzüge gehen in geradliniger Richtung nach hinten (Taf. VIII. Fig. 4 F) und zeigen keine Ausbiegung nach irgend einer Seite. Da sie sich nach hinten mehr verschmälern, so ist das Ligamentum ciliare vorn breiter als hinten, es ist gleichsam keilförmig eingeschoben zwischen der Sclerotica einerseits und der Chorioidea mit den Ciliarfortsätzen andererseits. Von Lücken und Spalten ist in dem Gewebe sehr wenig zu sehen, das ganze Ligamentum zeigt

sich uns mehr als eine feste, zusammenhängende Masse und die Anordnung der einzelnen Faserzüge ist eine durchaus regelmässige. Da diese, wie gesagt, sehr dicht auf einander liegen, so können sie allerdings leicht für muskulös gehalten werden. So z. B. war ich bei den Augen von *Antilops leucorix* und einer Kuhantilope, welche ich bereits in Chromsäure erhärtet bekam, längere Zeit zweifelhaft, mit welchen Elementen man es zu thun habe, erst Vergleiche mit erhärteten menschlichen Augen und dann mit solchen von Kälbern, welche gleichfalls in Chromsäure gelegen hatten, führten mich zu der Ueberzeugung, dass auch der Kuhantilope und *Antilops leucorix* ein bindegewebiges Strahlenband zukommt; auch hier war in den einzelnen Faserzügen Nichts zu sehen von den stäbchenförmigen Kernen, welche in einem muskulösen *Annulus ciliaris* niemals fehlen.

Ehe ich zu einer anderen Ordnung von Säugethieren übergehe, muss ich noch auf ein eigenthümliches Gebilde aufmerksam machen, über welches ich bei den Autoren keine Angaben finde. Verfolgt man bei den Wiederkäuern, am Besten an Längsschnitten, die Iris von ihrem Pupillarrande her, so sieht man, dass sie eine keil- oder buckelförmige Erhebung nahe an ihrem hinteren Ende bildet, welche der vorderen Augenkammer zugewandt liegt. Unterhalb derselben befinden sich die *Processus ciliares*, während auf die Anschwellung selbst sich das *Ligamentum pectinatum* umschlägt. Zuerst bemerkte ich diese eigenthümliche Bildung beim Antilopenauge, bei welchem die ganze Iris von sehr beträchtlicher Dicke ist. Die von diesem Thiere gewonnenen Objekte zeigten sehr deutlich am vorderen Ende der Ausbuchtung dicke querdurchschnittene Nervenstämmе und daneben Lücken, deren Wandungen deutlich verriethen, dass sie von Gefässen herrührten (Taf. VIII. Fig. 4 G, f, m). Was das Gewebe selbst anbetrifft, so gleicht es vollkommen dem sogenannten *erectilen*. Als ich erst auf diese Bildung aufmerksam geworden war, habe ich die Augen vieler Wiederkäuer darauf untersucht und sie fast überall gefunden. Frische und getrocknete Augen eignen sich zu diesen Untersuchungen weniger, weil die von ihnen gemachten Schnitte zu stark quellen; man arbeitet daher am Besten mit erhärteten Präparaten. Feine Schnitte von solchen zeigen

beim Kalbsauge schon makroskopisch die buckelförmige Erhebung, deren genauere Untersuchung keine wesentlichen Schwierigkeiten darbietet.

Beim Schweine zeigten alle Objekte nur bindegewebige Elemente im Ciliarbande, genau in der Weise, wie ich sie oben geschildert habe, es gleicht das Strahlenband dieses Thieres in seiner histologischen Zusammensetzung vollkommen dem der Wiederkäuer, und es brauchen daher nur einige andere Verhältnisse besonders erwähnt zu werden. Einmal ist der Annulus ciliaris des Schweins sehr dunkel, meistens von fast schwarzem Aussehen, und dann ist er verhältnissmässig schmal, aber dafür von um so bedeutenderer Länge. Der Uebergang in die Chorioidea findet so allmählig statt, dass es fast niemals möglich ist, eine scharfe Grenze des Ligamentum ciliare am hinteren Winkel anzugeben. Längsschnitte durch das Strahlenband zeigen auch hier die dichten unmittelbar einander anliegenden Faserzüge, welche namentlich am hinteren Ende von so derber Natur sind, dass ich längere Zeit zweifelte, ob man es bei ihnen nicht mit muskulösen Elementen zu thun habe und ein besonderes Verfahren einschlagen musste, um hierüber Gewissheit zu erlangen. Ich trennte zu diesem Zwecke an vielen Längsschnitten von frischen und in Chromsäure erhärteten Augen nur die hinteren Partien des Ligamentum ciliare aus ihren Verbindungen, um eine Verwechslung mit dem Ligamentum pectinatum zu vermeiden und controlirte durch genaue Untersuchung, ob die richtigen Stellen getroffen seien oder nicht. Die abgelösten Stücke wurden sorgfältig zerzupft und ihre histologischen Elemente geprüft. Diese Untersuchungen führten immer zu dem Resultate, dass, wie gesagt, dem Schweine ein Ligamentum ciliare von durchaus bindegewebiger Natur zukommt.

Ich gehe jetzt über zur Schilderung des Ligamentum ciliare der Einhufer und namentlich des Pferdes. Das Ligamentum ciliare dieses Thieres ist ungemein klein und zart, man sieht makroskopisch eigentlich nur dünne Faserzüge querüber von der Sclerotica zur Chorioidea ziehen und bemerkt Nichts von einer compacteren Masse.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte mir nur einen ein-

zigen dichten Faserzug als Anfang des Annulus ciliaris unmittelbar hinter dem ziemlich derben Ligamentum pectinatum, und dieser Zug verlief nicht, wie bei den Wiederkäuern, gerade von vorn nach hinten, sondern ging in schräger Richtung von aussen nach innen, also von der Sclerotica zur Aderhaut. Hinter diesem Faserbündel, welches bei verschiedenen Präparaten nicht unerhebliche Differenzen in der Dicke zeigt, liegen noch einzelne, ziemlich weitmaschige, ebenfalls querübergespannte Fasernetze. Ich habe vergeblich versucht, hinter den geschilderten Faserzügen noch irgend ein Gebilde von vielleicht muskulöser Natur aufzufinden und glaube daher, dass die netzförmigen Bindegewebsbündel das Ligamentum ciliare des Pferdes repräsentiren.

Die Augen der Nagethiere beschäftigten mich lange Zeit und ergaben am häufigsten ungenügende Resultate; viele Thiere dieser Ordnung sind so klein, dass eine Untersuchung ihrer Augen grosse Schwierigkeiten darbietet. Ich wählte allerdings die grösseren Nager, so namentlich Hasen, Kaninchen und Eichhörnchen zu meinen Untersuchungen, aber dennoch waren diese von keinem sonderlichen Resultate, wenigstens nicht, was die topographischen Verhältnisse anbetrifft.

Mit muskulösen Elementen hat man es bei dem Strahlenbände der Nagethiere keinesfalls zu thun, davon habe ich mich durch zahlreiche Nachforschungen, welche wie die früheren angestellt wurden, überzeugt. Die Frage, was hier die Stelle der contractilen Faserzellen einnimmt, lässt sich nicht so leicht beantworten; entweder es ist subsclerales Gewebe oder eigentliches selbständiges Bindegewebe, was an der Stelle des Muskels auftritt.

Die Befunde am weissen Kaninchen sprechen für das erstere, die Resultate vom Hasenauge für das letztere. Wenn ich hinzufüge, dass das sehr kleine Ligamentum ciliare bei den Hasen, wie fast bei sämtlichen Nagern, stark pigmentirt ist und dadurch die Untersuchung wesentlich erschwert wird, so bekommen die Befunde vom weissen Kaninchen eine um so grössere Bedeutung, denn hier kann von einer dunklen Farbe nicht die Rede sein.

Im Allgemeinen hat das Strahlenband der Nager, wo es überhaupt deutlich ausgeprägt ist, grosse Aehnlichkeit mit dem der

Wiederkäuer; was den Verlauf der Fasern betrifft, so unterscheiden sie sich von einander nur dadurch, dass die einzelnen Züge bei den Nagethieren begreiflicherweise viel feiner und zarter sind, auch lange nicht so dicht gedrängt neben einander liegen.

Es ist noch übrig, wenige Worte über die angewandten Untersuchungsmethoden zu sagen. Ganz frische, getrocknete, in Chromsäure oder in der Müller'schen Flüssigkeit erhärtete Augen wurden zur Untersuchung verwendet. Die elementaren Bestandtheile des Ciliarbandes isolirt man natürlich am Besten an frischen Augen, womöglich unmittelbar nach dem Tode des Thieres. Je länger man wartet, um so grösser sind die Schwierigkeiten bei der Präparation.

Hinsichtlich der Salpetersäure, auf welche von Vielen Werth gelegt wird bei der Untersuchung muskulöser Gewebe, muss ich bemerken, dass diese für die Elemente des Ciliarbandes keine günstigen Resultate geliefert hat. Bekanntlich sollen alle muskulösen Elemente durch Acidum nitricum gelb gefärbt werden, bindegewebige dagegen licht bleiben. Ersteres ist entschieden der Fall. Legt man ein Muskelgewebe auch nur für kurze Zeit in Salpetersäure, so wird man bemerken, dass es eine gelbe Färbung annimmt; unter dem Mikroskop dagegen erscheinen die Bündel als einzelne, wie Lehmann *) richtig bemerkt, verhältnissmässig nur schwach gefärbte Fibrillen vertheilt. Das Verhalten des Bindegewebes gegen Salpetersäure ist kein charakteristisches; ich habe Stücke der Cornea, deren Fasersubstanz dem in Rede stehenden Gewebe sehr nahe verwandt ist, ferner die Binde substanz aus dem Unterhautzellgewebe und solche, wie sie sich zwischen den Muskeln befindet, wiederholt ausgewässert und mit Salpetersäure behandelt, und alle diese Theile, namentlich die Gefässe in ihnen, waren nach einiger Zeit gelb gefärbt, so dass also das genannte Reagens für die Unterscheidung des Bindegewebes von dem muskulösen nicht zu gebrauchen war.

Sehr häufig versuchte ich an frischen Augen Schnitte durch den Annulus ciliaris zu machen, ohne dass Verschiebungen der einzelnen Theile eintreten sollten; aber ich konnte auf diese Weise

*) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. III. S. 58.

nur wenige brauñbare Präparate bekommen. Die Chorioidea und Iris liegen so lose unter der Sclerotica und Cornea, dass der leiseste Druck Verschiebung veranlasst. Eher gelingt es genügende Objekte zu bekommen, wenn man die Augen sorgfältig trocknet. Diess geschieht am Besten so, dass man jeden Quadranten mit feinen Nadeln befestigt und ihn mit einer Gummilösung stark benetzt; dann legen sich die einzelnen Theile, welche natürlich in der ursprünglichen Lage gelassen sind, fest aufeinander und das Ganze trocknet unverändert ein. An solchen Präparaten kann man später sehr feine Schnittchen machen, welche in Essigsäure licht werden. Traten die einzelnen Gewebstheile nicht deutlich genug hervor, so färbte ich mit Carmin, was immer den gewünschten Erfolg hatte. Für die Bestimmungen der topographischen Verhältnisse eignen sich am Besten Augen, welche in Chromsäure oder in der Müller'schen Flüssigkeit erhärtet sind; an solchen gelingt es nach einiger Uebung leicht, Schnitte in jeder Richtung anzufertigen. Wo es nicht ausdrücklich bemerkt ist, habe ich bei den einzelnen Augen immer alle genannten Methoden angewandt, die erhaltenen Präparate mit einander verglichen und daraus die Schlüsse über die Anordnungsweise des Ciliarbandes im lebenden Zustande gezogen, welche der Hauptsache nach in folgenden Punkten bestehen:

Der Annulus ciliaris des Menschen setzt sich an die hintere und untere Wandung des Schlemm'schen Kanals mittelst eines sehr dichten Fasernetzes und in einer sehr kurzen Strecke an die angrenzenden Theile der Sclerotica. Die Faserzüge ziehen vom Schlemm'schen Kanale aus in verschiedenen Richtungen, einmal als meridionale Schicht gerade nach hinten, dicht neben einander liegend bis zum Ansatz an die Chorioidea, ferner bogenförmig von aussen nach innen. Die letztgenannten Bündel gehen zahlreiche Verbindungen unter einander ein, spalten sich in mehrere kleinere und vereinigen sich im weiteren Verlaufe häufig wieder; auf diese Weise entstehen viele Lücken und Spalten, welche zum grossen Theil von den Müller'schen Ringfasern ausgefüllt werden. Die Spalten sind am zahlreichsten oberhalb der Ciliarfortsätze, daher treten dort auch die meisten kreisförmig verlaufenden Bündel auf. Diese letzteren vereinigen sich auch unter einander netzartig; häufig

gehen einzelne Muskelbündel aus dem meridionalen Verlaufe in den kreisförmigen über.

Der Annulus ciliaris der Affen besteht aus sehr langen contractilen Faserzellen. Seine topographischen Verhältnisse haben die grösste Aehnlichkeit mit den menschlichen, was Ansatz, Ursprung und Form betrifft. Lücken sind in dem Gewebe nur sehr spärlich vorhanden und die Müller'schen Fasern fehlen gänzlich.

Der Annulus ciliaris der reissenden Thiere ist muskulöser Natur, seine Fasern laufen ganz gestreckt von vorn nach hinten und lassen keine Lücken zwischen sich. Die ringförmigen Muskelbündel und die sogenannten Uebergangsfasern fehlen gänzlich.

Der Annulus ciliaris der Nagethiere ist entweder nur aus subscleralem Gewebe oder aus eigentlichem Bindegewebe zusammengesetzt; jedenfalls ist er sehr unbedeutend, bei Einzelnen verschwindend klein.

Der Annulus ciliaris der Dickhäuter besteht aus Bindegewebe, dessen einzelne Bündel, ohne irgend welche Lücken zu zeigen, so dicht auf einander liegen, dass sie leicht für muskulös gehalten werden können. Das Ciliarband ist bei ihnen verhältnissmässig schmal, besitzt aber eine grosse Ausdehnung von vorn nach hinten.

Der Annulus ciliaris der Einhufer, namentlich des Pferdes, zeigt sich uns aus feinen bindegewebigen Netzen zusammengesetzt, welche quertüber von der Sclerotica zur Chorioidea gespannt sind. Das ganze Gewebe ist dünn und unscheinbar, man sieht auch makroskopisch Nichts von einer compacten Masse.

Der Annulus ciliaris der Wiederkäuer erscheint als eine derbe Masse von grauweisser Farbe und besteht aus Bindegewebe. Er ist keilförmig eingeschoben zwischen Sclerotica und Chorioidea und zeigt in seinen Dimensionen beträchtliche Verschiedenheiten. Die einzelnen Faserzüge liegen auch hier dicht neben einander, so dass keine Lücken gebildet werden.

Absichtlich habe ich bei dem eben angeführten Resumé immer den Ausdruck Annulus ciliaris gebraucht. Ich glaube nämlich, dass dieser unter allen Benennungen der passendste ist, wenn man jenes Gebilde zwischen Sclerotica und Chorioidea im Allge-

meinen bezeichnen will, denn der Name *Musculus ciliaris* kann eine nur beschränkte Anwendung finden, und die Benennung *Ligamentum ciliare* ist auch keine für alle Fälle richtige.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

- Fig. 1. Längsschnitt durch den *Musculus ciliaris* aus dem Auge eines erwachsenen Menschen. A Cornea. B Sclerotica. C Canalis Schlemmii. D Iris. E Processus ciliares. F Chorioidea. Der *Musculus ciliaris* ist von hinten her von der Sclerotica abgelöst bis zu der Stelle, wo sich dessen vorderes Ende (a) fest an sie anheftet. Von dem dichten Fasernetz um den Schlemmischen Kanal zieht die meridionale Schicht (b) nach hinten bis zum Ansatz an die Chorioidea, die Uebergangsfasern (c) zeigen den bogenförmigen Verlauf und bilden netzartige Geflechte, in welchen die Müller'schen Ringfasern liegen (d).
- Fig. 2. Querdurchschnitt durch den *Musculus ciliaris* aus dem Auge eines erwachsenen Menschen. A Sclerotica. B Processus ciliares. Der *Musculus ciliaris* (C) zerfällt in zwei Partien, in der einen (b) liegen die querdurchschnittenen Muskelbündel, die andere (a) zeigt die Anordnung der Ringfasern mit ihren Verbindungen unter einander.

Tafel VIII.

- Fig. 3. Längsschnitt durch den *Musculus ciliaris* einer wilden Katze. A Cornea. B Sclerotica. C Processus ciliares. D Iris. E Ligamentum pectinatum. F Der *Musculus ciliaris* mit seinen dicht neben einander liegenden Bündeln, welche gestreckt von vorn nach hinten verlaufen.
- Fig. 4. Längsschnitt durch den *Annulus ciliaris* aus dem Auge einer Kuhantilope. A Cornea. B Sclerotica. C Iris. D Processus ciliares. G Erhebung (Ausbuchtung) der Iris. f Querdurchschnitt eines Gefäßes. m Querdurchschnitt von Nervenstämmchen. E Ligamentum pectinatum. F Der *Annulus ciliaris* klein und aus derbem Bindegewebe bestehend.