Beiträge zur Anatomie
des
vorderen Augenabschnittes
der
Wirbeltiere.

Von

Hans Lauber

in Wien.

Mit 2 schematischen Figuren im Text und 28 Figuren auf Tafeln XXIX/XXXV.

Die physiologische Wichtigkeit der Kammerbucht des Auges hat seit langer Zeit Veranlassung gegeben, diese Gegend des Auges genau zu untersuchen. Insbesondere war es der Canalis Schlemmii und das ihm unmittelbar angrenzende Gewebe des Ligamentum pectinatum, denen sich immer wieder die Aufmerksamkeit der Forscher zuwendete. Seit den Arbeiten von Schwalbe und Leber ist speziell die Frage des Zusammenhanges des Canalis Schlemmii mit der vorderen Augenkammer und die Frage der Natur dieses Canales vielfach erörtert worden und die Forscher haben keine Mühe gescheut, die fraglichen Gebilde und ihre Funktion histologisch und experimentell zu untersuchen. Ich kann mir hier die Mühe ersparen, die ganze umfangreiche Literatur durchzugehen, welche im Laufe der Zeit über den Gegenstand entstanden ist, da erst vor Kurzem Leber (38, 39) eine vollständige Übersicht derselben gegeben hat.

Die hauptsächlichste Streitfrage, welche immer wieder aufgeworfen wurde, betrifft das Vorhandensein einer offenen Verbindung des Canalis Schlemmii oder Circulus venosus Schlemmii, wie ich ihn nach Leber nennen will, mit der vorderen Kammer. Gestützt auf die Ergebnisse einer Reihe von Injectionen hatte Schwalbe (61) die Behauptung aufgestellt, dass ein direkter Zusammenhang des Circulus venosus Schlemmii mit der vorderen Kammer bestehe. Dieser Anschauung pflichtete eine grosse Zahl von Autoren auf Grund ähnlicher Untersuchungen bei. Einen entgegengesetzten Standpunkt nahm Leber (34—40) ein, welcher auf den Unterschied zwischen den Ergebnissen der Versuche hinwies, wenn diffundierende und nicht diffundierende

Farbstoffe in die vordere Kammer injiziert wurden, und auf Grund seiner Untersuchungen das Bestehen offener Verbindungswege zwischen vorderer Kammer und Circulus venosus Schlemmii in Abrede stellte. Allmählich neigte die Mehrzahl der Untersucher letzterer Ansicht zu und auch Schwalbe (62) modifizierte seine früheren Behauptungen wesentlich. Es fiel nur auf, dass die Ergebnisse vollkommen gleich angestellter Versuche mit einander nicht in Einklang zu bringen waren. Die Erklärung hierfür gab Leber (40), der darauf hinwies, dass nicht nur diffundirende Farblösungen, sondern unter Umständen auch corpusculäre Elemente imstande seien durch die Kittleisten zwischen den Endothelien des Circulus venosus Schlemmii durchzutreten, wodurch jeder Widerspruch der Thatfachen in sich selbst zusammenbrach. Aus dieser Beobachtung Leber's ergibt sich die Unzulänglichkeit der bisher angewendeten Methoden und die Unzuverlässigkeit der darauf fussenden Ergebnisse. Es erschien daher geboten, sich nicht auf die experimentelle Prüfung der Verhältnisse zu verlassen, sondern auf dem Wege der genauen anatomischen Untersuchung die bisherigen Ergebnisse zu überprüfen.

Als ich auf Anregung meines hochgeehrten Chefs, des Herrn Hofrathes Professor Zuckerkandl, in dessen Institut Langer (32) seine Arbeit über die hinteren Lymphbahnen des Auges verfasst hat, diese Arbeit unternahm, beschloss ich mich auf eine möglichst genaue anatomische Untersuchung zu beschränken. Das Studium der Verhältnisse bei verschiedenen Tieren ergab so viele nicht unwesentliche Verschiedenheiten des anatomischen Baues des fraglichen Augenabschnittes, dass eine umfassende vergleichend anatomische Untersuchung der Frage sich von selbst aufdrängte, da umfängliche vergleichend anatomische, sich auf diese Frage beziehende Untersuchungen aller Wirbeltierklassen in der Literatur nicht vorhanden sind. Ich habe im Laufe der Zeit eine grössere Zahl von Wirbeltier-

augen untersucht. Das Material, welches ich mir selbst verschaffen konnte, wurde lebensfrisch in Formol fixiert und dann mittels des gewöhnlichen Verfahrens in Celloidin eingebettet. Bei der Fixierung mittels Formol habe ich bei grösseren Augen mit einer Stichcanüle die Formollösung in den Glaskörperraum injiziert. Die eingestochene Canüle wurde liegen gelassen und 24 Stunden lang die Formollösung unter einem konstanten Drucke von ungefähr 40 cm Wasser injiziert. Es ergab sich eine schnelle Fixierung und eine bessere Erhaltung der Gebilde des Augeninnern, als es gewöhnlich der Fall ist. Ausser diesem Materiale habe ich auch in Müller-Formol fixierte Augen untersucht. An dieser Stelle möchte ich Herrn Dozenten Th. Beer, welcher mir eine Anzahl Augen von Seefischen zur Verfügung stellte, sowie Herrn Professor Schaffer, dem ich mehrere Vogelaugen verdanke, für ihre liebenswürdige Zuvorkommenheit meinen besten Dank ausdrücken.

Sämtliche Augen wurden in Schnittreihen zerlegt. Ich habe im allgemeinen an der Schnittdicke von 20μ festgehalten; nur bei grösseren Objekten, wo es technische Rücksichten nicht erlaubten, musste ich auch dickere Schnitte verwenden. Die Schnitte wurden entweder mit Hämatoxylin-Eosin oder nach van Gieson mit Hämatoxylin-Pikrinsäure-Säurefuchsin gefärbt. Dabei wurde, wenn es mir möglich war, zwei oder mehrere Serien von einer Tierspecies zu schneiden, die eine Serie nach der ersten, die andere nach der zweiten Methode gefärbt oder es wurden die Schnitte der aufeinander folgenden Objektträger abwechselnd nach den beiden Methoden tingiert. Ich habe mich durchwegs des Verfahrens der Färbung mittels Fliesspapierstreifen bedient und auch bei der Färbung nach van Gieson gute Resultate erzielt. Zum Studium des Verhaltens der elastischen Elemente habe ich teils die Färbung mit Orcein, teils diejenige mit der Weigert'schen Farblösung angewendet.

Von einigen Tieren standen mir bloss einzelne Schnitte zur Verfügung. Ich habe sie nur wenig berücksichtigen können, da mir das Studium der Schnittreihen zeigte, dass die anatomischen Beziehungen der Gebilde der Kammerbucht zu einander sich an wenigen Schnitten nicht genau feststellen lassen und nur die genaue Durchsicht ganzer Schnittreihen ein Verständnis der Verhältnisse erlaubt. Es ist dies auch das einzige Verfahren, welches mit Sicherheit gestattet, die Zusammengehörigkeit der verschiedenen in der Nachbarschaft vorkommenden Gefässlichtungen zu ermitteln und welches vor verhängnisvollen Irrtümern schützen kann. Wurden doch wiederholt die verschiedenen Hohlräume dieser Gegend mit einander verwechselt und z. B. der Circulus venosus Schlemmii für etwas von Lebers Plexus venosus ciliaris Verschiedenes gehalten.

Für die Klassifizierung der untersuchten Tiere war diejenige von Claus maßgebend. Es wurden Augen von folgenden Tieren untersucht:

Pisces.		Anzahl der Serien
Selachii.		
1.	<i>Alopias vulpes</i>	1
2.	<i>Odontaspis ferox</i>	1
3.	<i>Zygaena malleus</i>	1
4.	<i>Cephaloptera giorna</i>	1
Teleostei.		
5.	<i>Hippocampus antiquorum</i> .	2
6.	<i>Cyprinus carpio</i>	3
7.	<i>Carassius auratus</i>	2
8.	<i>Belone acus</i>	2
9.	<i>Dactylopterus volitans</i> . .	1
10.	<i>Xiphias gladius</i>	1
11.	<i>Blennius ocellaris</i>	2

Amphibia.

		Anzahl der Serien
Urodela.		
12.	<i>Triton cristatus</i>	1
13.	<i>Salamandra maculosa</i>	2
Batrachia		
14.	<i>Rana esculenta</i>	2

Reptilia.

Ophidia.		
15.	<i>Python molurus</i>	1
16.	<i>Tropidonotus natrix</i>	3
17.	<i>Coryphodon Blumenbachii</i>	2
18.	<i>Vipera ammodytes</i>	2
Saurii.		
19.	<i>Lacerta viridis</i>	2
20.	<i>Lacerta agilis</i>	2
Hydrosaurii.		
21.	<i>Alligator lucius</i>	2
Chelonia.		
22.	<i>Thalassochelys caretta</i>	1
23.	<i>Testudo graeca</i>	1

Aves.

Natatores.		
24.	<i>Larus</i> (species?)	1
Rasores.		
25.	<i>Gallus bankhiva</i>	1
Columbinae.		
26.	<i>Columba domestica</i>	1

		Anzahl der Serien
Conirostres.		
27.	Fringilla carduelis	1
28.	Corvus cornix	1
29.	Pica caudata	1
Raptatores.		
30.	Syrnium aluco	1
31.	Gyps fulvus	1
Cursores.		
32.	Struthio camelus	1
Mammalia.		
Marsupialia.		
33.	Phascolomys wombat . . . einzelne Schnitte	
34.	Macropus (species?) . . .	1
Edentata.		
35.	Dasyus septemcinctus . . einzelne Schnitte	
Catacea.		
36.	Delphinus delphis	1
Perissodactyla.		
37.	Equus caballus	1
Artiodactyla.		
38.	Sus scropha domestica . . .	1
39.	Camelus dromedarius . . .	1
40.	Cervus axis	1
41.	Ovis aries	1
42.	Bos taurus	1
Rodentia.		
43.	Lepus cuniculus	2
44.	Cavia cobaja	1
45.	Mus rattus	2

		Anzahl der Serien
Insectivora.		
46.	<i>Erinaceus europaeus</i> . . .	1
47.	<i>Talpa europaea</i>	1
Pinnipedia.		
48.	<i>Phoca vitulina</i>	1
Carnivora.		
49.	<i>Viverra zibetha</i>	einzelne Schnitte
50.	<i>Canis familiaris</i>	3
51.	<i>Canis lupus</i>	1
52.	<i>Felis domesticus</i>	4
Chiroptera.		
53.	<i>Vesperugo noctula</i>	2
Prosimiae.		
54.	<i>Lemur viridis</i>	einzelne Schnitte
55.	<i>Lemur varius</i>	einzelne Schnitte
Primates.		
56.	<i>Cynocephalus hamadryas</i> . . .	2
57.	<i>Papio mormon</i>	1
58.	<i>Macacus</i> (species?)	1
59.	<i>Hylobates leuciscus</i>	2
60.	<i>Troglodytes niger</i>	1
61.	<i>Homo sapiens</i>	7

Im nachfolgenden soll eine möglichst eingehende Beschreibung der Gebilde der Kammerbucht dieser Tiere gegeben werden, wobei diejenigen, welche gleiche Verhältnisse zeigen oder bei welchen nur geringe Abweichungen von einander vorhanden sind, zusammengefasst werden sollen.

Fische.

Die vier von mir untersuchten Selachier, *Alopias vulpes*, *Odontaspis ferox*, *Zygaena malleus* und *Cephaloptera giorna*, zeigen eine solche Uebereinstimmung in dem Bau des vorderen Augenabschnittes, dass ich mir erlauben kann, mich auf die Beschreibung einer Species zu beschränken. Die deutlichste Differenzierung der einzelnen Gebilde findet sich bei *Odontaspis ferox* (Fig. 1, Taf. XXIX/XXX).

Die Hornhaut besteht aus verhältnismässig wenigen Lagen dicker, einander parallel liegender Lamellen, welche im Centrum der Cornea bedeutend dünner sind, als an den Rändern. Die von Berger (5) beschriebene Lagerung der Hornhautfibrillen innerhalb der Lamellen, abwechselnd parallel und senkrecht zur Oberfläche der Hornhaut, konnte ich undeutlich nur bei *Odontaspis ferox* wahrnehmen. Dagegen scheint der Austausch einzelner Fibrillen zwischen benachbarten Lamellen recht häufig vorzukommen. Leider erlaubte es mir die mangelhafte Konservierung der Objekte nicht, genauere Einzelheiten zu unterscheiden. Der Kernreichtum der Hornhaut ist in allen ihren Teilen ziemlich gleich. Die Kerne der Hornhautkörperchen sind länglich und liegen meist parallel zur Cornealoberfläche, spärlicher in den Hornhautlamellen selbst, reichlicher zwischen denselben. Wie bei den meisten Fischen ist das Epithel der Hornhaut im Vergleich zum bindegewebigen Teil derselben sehr dick. Es besteht aus einer regelmässigen Lage cylindrischer Zellen, welche unmittelbar der vollständig homogenen Bowman'schen Membran aufliegt, die sich mit Eosin viel heller färbt, als der übrige Teil der Hornhaut. Ueber dieser Schichte liegen rundliche Zellen, welche sich mit der Annäherung an die Oberfläche immer mehr abplatten, um schliesslich beinahe voll-

kommen flach zu werden. Das Epithel setzt sich gleichmässig auf die Conjunctiva fort und nimmt, soweit ich es an den enucleirten Augen verfolgen konnte, kein Pigment an. Während eine Bowman'sche Membran bei den untersuchten Selachiern deutlich zu sehen ist, konnte ich eine Descemet'sche Membran, wie sie Berger beschrieben hat, nicht finden. Vielleicht hängt dies mit der Konservierung der Objekte zusammen, die es mir auch nicht erlaubte, genaueren Aufschluss über das Endothel der Hornhaut zu erlangen.

Die Cornea ist bei ihrem Übergange in die Sclera, wie schon erwähnt, bedeutend dicker, als in der Mitte. Die Dickenzunahme erfolgt anfänglich allmählich, um am Rande besonders stark zu werden. Im Vergleiche mit den drei anderen untersuchten Selachiern vollzieht sich diese Dickenzunahme besonders rasch bei *Zygaena malleus*. Der Übergang der Cornea in die Sclera ist leicht kenntlich durch eine grosse Zahl von Pigmentzellen, welche bei *Cephaloptera giorna* besonders reichlich vorhanden sind. Sie liegen auf Meridionalschnitten in einer Linie die schräg von innen nach aussen zieht und zwar so, dass die vorderen Hornhautlamellen weiter nach aussen reichen als die hinteren. Gleichzeitig mit dem Auftreten von Pigmentzellen verliert sich die Regelmässigkeit in der Anordnung der Hornhautlamellen, indem sie nunmehr in Scleralfasern übergehen.

Die Beschreibung der ganzen Sclera, so viel interessantes sie auch bietet, gehört nicht in den Rahmen dieser Arbeit, vielmehr soll hier nur derjenige Teil beschrieben werden, welcher mit zur Begrenzung der vorderen Kammer beiträgt. Hier, wo Cornea und Sclera zusammentreffen, ist letztere bedeutend dicker als die Hornhaut. Die Fortsetzung der Hornhaut zieht in gleicher Dicke, nur mit modifizierter Anordnung der Lamellen, an der vorderen Fläche des Scleralknorpels hin. Dieser Knorpel ist an seinem vorderen Ende verdickt, so dass er auf dem Durchschnitte keulenförmig erscheint und besitzt ausser der be-

schriebenen vorderen bindegewebigen Hülle eine solche, nur dünnere, an seiner hinteren Fläche. Die Ora serrata liegt bei den Selachiern unweit des vorderen Randes des Scleralknorpels. Das retinale Blatt zeigt hier kleine Falten, doch kommt es nicht zur Bildung von Ciliarfortsätzen. Muskelfasern fehlen hier vollständig; nach vorne von der Ora serrata verdickt sich das chorioideale Bindegewebe und geht kontinuierlich in das Stroma der Iris über. Da diese letztere mit ihrer vorderen Fläche in der Fortsetzung derselben Ebene liegt, wie die hintere Fläche des Scleralknorpels, begrenzt die Sclera und das ihr aufliegende Gewebe beinahe ihrer vollen Dicke nach seitlich die vordere Kammer. Das Endothel der Hornhaut setzt sich ohne Unterbrechung über das an die vordere Kammer grenzende Gewebe, ein Analogon des Ligamentum annulare bei den Teleostiern, auf die vordere Fläche der Iris fort. Da der Name Lig. annulare für das dem Lig. pectinatum der höheren Säuger entsprechende Gebilde bei den Fischen seit jeher gebräuchlich ist, habe ich ihn beibehalten, obgleich er überflüssig ist. Pigmentzellen, ähnlich denen, welche an der Corneoscleralgrenze zu sehen sind, finden sich auf der ganzen vorderen Fläche der Iris und des Ligamentum annulare. Sie sind sternförmig, etwas länglich und besitzen ziemlich viele Fortsätze. Dieselben bilden an der Oberfläche beider Organe ein dichtes Filzwerk, durch das kaum etwas von der eigentlichen Grundsubstanz der Iris, bezw. des Ligamentum annulare zu sehen ist.

Das Ligamentum annulare besteht in seinem vorderen Teile aus ziemlich breiten, stark lichtbrechenden Bindegewebsbündeln, ähnlich denen, welche die vordere Fläche des Scleralknorpels überziehen, deren Fortsetzung sie auch sind. Ein Unterschied besteht darin, dass das Lig. annulare kernreicher ist, dass die Bindegewebsbündel lockerer gefügt sind und dass sich darin zahlreiche Gefäße zeigen. Der Kernreichtum des Bindegewebes nimmt in den hinteren Teile des Lig. annulare stetig zu, ebenso

wie die Auflockerung des Bindegewebes. Die dem Ende des Scleralknorpels anliegenden Bindegewebsbündel sind dichter und zellärmer als die übrigen. Der hintere Teil des Lig. annulare zeigt in seinem Bau mehr Ähnlichkeit mit der Iris und dem Chorioidalgewebe, dessen Fortsetzung er darstellt. Er besteht im wesentlichen aus einem lockeren, sehr zellreichen Bindegewebe, dessen Fasern vorwiegend eine meridionale Richtung besitzen. Im allgemeinen geht das Lig. annulare kontinuierlich in die Iris über. An einzelnen Stellen findet man jedoch eine weitere Differenzierung des Lig. annulare. Von der Vorderfläche der Iris erhebt sich ein Fortsatz, bestehend aus Bindegewebe, mit einem reichlichen Besatze von Pigmentzellen an seiner Oberfläche versehen. Dieser konisch geformte Fortsatz senkt sich mit seiner Spitze in den vorderen Teil des Lig. annulare ein. Man findet dann an einem Meridionalschnitte einen von der vorderen Kammer durch den Irisfortsatz abgegrenzten dreieckigen Raum, den man als Fontana'schen Raum bezeichnen kann. Die erwähnten Fortsätze habe ich den Irisfortsätzen Iwanoffs und Rollets (26) homologisiert, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, dass sie sich nicht unmittelbar mit der Sclera verbinden, sondern mit dem Lig. annulare verschmelzen. Die von der Kammer abgewendete Spitze des Fontana'schen Raumes zieht sich mitunter noch mehr aus und dringt in meridionaler Richtung in das Gewebe des Lig. annulare vor. Nur durch ein lockeres Maschenwerk aus Endothelien und Pigmentzellen von der vorderen Kammer getrennt, beginnt gegenüber einer Ausbuchtung der vorderen Kammer ein in meridionaler Richtung verlaufender Kanal. Dieser Kanal verläuft unmittelbar an der hinteren Fläche des Scleralknorpels, von diesem nur durch einige Bindegewebsbündel getrennt. Er teilt sich mitunter und anastomosiert mit den aus der Iris kommenden Venen, mit denen er gemeinschaftlich in das suprachorioidale Gewebe zieht. Der beschriebene

Kanal, welcher wohl ein Analogon des Circulus venosus Schlemmii der höheren Tiere darstellt, besitzt eine deutliche endotheliale Auskleidung aus platten Zellen mit etwas in die Lichtung des Kanales vorspringenden Kernen. Da in diesem Kanale mitunter Blutkörperchen zu finden sind, ja derselbe sogar strotzend mit Blut gefüllt sein kann und mit den Irisgefäßen in offener Verbindung steht, so handelt es sich hier zweifellos um eine Vene. An einzelnen Stellen habe ich eine Verdoppelung dieser Vene gesehen. Eine offene Verbindung derselben mit der vorderen Kammer habe ich niemals wahrnehmen können.

Die in dem vorderen (scleralen) Teile des Lig. annulare beschriebenen Venen treten mitunter, wenn auch selten, in Verbindung mit dem Circulus venosus Schlemmii. Ihre Abflusswege lassen sich deutlich in das episclerale Bindegewebe und die Conjunctiva verfolgen.

Von dem eben beschriebenen Befunde bei *Odontaspis ferox* finden sich nur wenige Abweichungen bei den anderen untersuchten Selachiern. Bei *Zygaena malleus* scheint die Verbindung des Circulus venosus Schlemmii mit den episcleralen über diejenige mit den suprachorioidalen Gefäßen zu überwiegen. Ebenso kommen bei dieser Species mehr Irisfortsätze vor, so dass der Fontana'sche Raum auf den meisten Schnitten zu sehen ist.

Die untersuchten Teleostier können nach den anatomischen Merkmalen der Gebilde der Kammerbucht in drei Gruppen zusammengefasst werden. Zur ersten gehören *Hippocampus antiquorum*, *Dactylopterus volitans*, *Blennius ocellaris* und *Belone acus*; zur zweiten *Cyprinus carpio* und *Carassius auratus*; schliesslich muss *Xiphias gladius*, dessen Auge ganz besondere Verhältnisse zeigt, eine gesonderte Stellung als dritte Gruppe zugewiesen werden.

Die Hornhaut der vier erstgenannten Fische besitzt einen

beinahe übereinstimmenden Bau, von dem nur *Blennius ocellaris* eine wichtigere Abweichung zeigt.

Das Hornhautepithel ist verhältnismässig dünn, indem kaum mehr als 3—5 Schichten von Zellen vorkommen. Die oberflächlichen Epithelzellen sind abgeflacht, während die der Bowman'schen Membran aufsitzenden Zellen kubisch sind. Unmittelbar unter dem Conjunctivalepithel befindet sich eine Schichte Pigmentzellen. Dieselbe hört bei *Belone acus* (Fig. 4) schon in einiger Entfernung vom Limbus auf, während sie sich bei den drei anderen Species bis an den Rand der Hornhaut, bei *Hippocampus antiquorum* sogar bis in deren Bereich erstreckt. Die Bowman'sche Membran hebt sich bei Hämatoxylin-Eosin Färbung deutlich von der Substantia propria corneae ab. Der bindegewebige Antheil der Hornhaut lässt sich deutlich in zwei Teile scheiden. Die vorderen Lamellen, mehr als die halbe Gesamtdicke der Hornhaut darstellend, bilden die Fortsetzung der subkutanen Bindegewebsbündel, während die tiefen Lamellen, die eigentliche Grundsubstanz der Hornhaut, die direkte Fortsetzung des Bindegewebes der Sclera darstellen. Am undeutlichsten ist die Zusammensetzung der Hornhaut aus zwei Teilen bei *Hippocampus antiquorum*, wo nur am Rande der Hornhaut ein deutlicher Unterschied zwischen den mehr lockeren vorderen und mehr kompakten hinteren Schichten wahrnehmbar ist. Auf vielen Schnitten zeigt sich an derselben Stelle eine Trennung der beiden Teile der Hornhaut, indem sich hier der oberflächliche Teil derselben von dem tieferen Teile ablöst. In der Mitte der Hornhaut verschwindet dieser Unterschied vollkommen. Deutlicher kennzeichnet sich die Zusammensetzung der Hornhaut aus zwei verschiedenen Teilen bei *Dactylopterus volitans*; hier wird das subkutane Bindegewebe unter allmählichem Verluste seines Pigmentes bereits eine beträchtliche Strecke vor dem Rande des Scleralknorpels fester und weist eine parallele Lagerung seiner Bündel auf. Zwischen

diesem Gewebe und dem scleralen, dem Knorpel unmittelbar aufliegenden Bindegewebe zieht ein Pigmentstreifen, der kleine Pigmentzellen und freies körniges Pigment zwischen den Zellen aufweist, bis tief in die Cornea hinein und verliert sich erst in der Höhe der Kammerbucht vollständig. Am deutlichsten ist die Zusammensetzung der Hornhaut aus zwei Teilen bei *Blennius ocellaris* und *Belone acus* zu sehen. Die vordere Hälfte des bindegewebigen Anteiles der Hornhaut verhält sich wie bei den vorhin beschriebenen Fischen. Bei *Blennius ocellaris* sind die hintersten Schichten dieses Teiles der Cornea heller, homogener, ärmer an Kernen, so dass sie sich deutlich vom übrigen Bindegewebe abheben. Der hintere Anteil der Hornhaut, die Substantia propria, stellt die unmittelbare Fortsetzung des scleralen, den Knorpel beiderseits umhüllenden Bindegewebes dar. Er besteht aus einander parallel liegenden Lamellen, die in der Hornhautmitte enger aneinander liegen, als in der Peripherie und zahlreiche, besonders zwischen den Lamellen liegende Kerne enthalten. Der vorderste Teil der Substantia propria corneae stellt eine vollkommen homogene Membran dar, welche bedeutend dicker als die Lamellen der Substantia propria, ja bei *Belone acus* sogar breiter als die ganze Substantia propria ist. An der Peripherie löst sich diese Membran in einige Lamellen auf und weist zwischen denselben Kerne auf. Von einer Membrana Descemetii konnte ich bei keinem der untersuchten Fische etwas wahrnehmen, obwohl ich diesem Punkte eine besondere Aufmerksamkeit zuwendete. Berger (5) will bei allen untersuchten Fischen eine solche gesehen haben, während Lightbody (44) sie nicht wahrnehmen konnte und Angelucci (1) das Vorkommen derselben bei den Fischen nicht erwähnt.

Der Bau des Ligamentum annulare ist bei den vier Fischen der ersten Gruppe ein ziemlich übereinstimmender. Es besteht aus einem mehr oder weniger weitmaschigen Netzwerke, welches aus endothelialen Elementen aufgebaut zu sein scheint. Bei der

Färbung nach van Gieson konnte ich wenigstens nirgends Bindegewebe auffinden. Die Elemente zeigen sich als spindelförmige, dünne Zellen, deren Kerne deutlich den Zelleib in der Mitte vorbuchtet. Sie verbinden sich zu polyedrischen Maschen und auf Durchschnitten imponieren die Verbindungsstellen mehrerer Zellen als Kerne und rufen leicht den Eindruck hervor, als hätte man es mit grossen bläschenförmigen Zellen zu thun. Das Gewebe des Lig. annulare scheint die Fähigkeit zu besitzen sich in verschiedenem Grade auszudehnen und wieder zu retrahieren. Man findet mitunter im selben Auge an verschiedenen Stellen eine verschiedene Beschaffenheit des Lig. annulare. Während es an einer Stelle ein aus gleichgrossen Maschen bestehendes Netzwerk darstellt, bildet es an anderen Stellen sehr grosse Maschen, deren Wände aus mehreren aufeinander liegenden Zellen bestehen. Dieses verschiedene Verhalten des Lig. annulare habe ich bei *Belone acus* in besonders hohem Grade gesehen. Hier füllte es zuweilen den ganzen Raum zwischen Iris und Cornea aus. Das Lig. annulare entspringt an der Hornhaut und zieht bogenförmig zur Iris, die es bis zu deren Pupillarrande überzieht. Hier hängt es mit den Zellen der Argentea zusammen und liegt hie und da auch dem Irisstroma, so weit es zwischen den Zellen der Argentea auf ihre vordere Fläche vordringt, an. Die Länge des Lig. annulare in meridionaler Richtung ist an der Hornhaut ungefähr halb so gross wie an der Iris. Das Endothel der Hornhaut setzt sich in continuirlicher Schichte auf das Lig. annulare bis zum Pupillarrande der Iris fort. In dem zwischen Sclera und Iris befindlichen Winkel, wo das Gewebe des Lig. annulare in das suprachorioidale Gewebe übergeht, findet sich häufig der Durchschnitt eines oder mehrerer Blutgefässe. Sie sind häufiger bei *Dactylopterus volitans* zu finden und sind bei ihm, ebenso wie bei *Belone acus*, sehr dünnwandig, nur aus einem Endothel und einer sehr dünnen Bindegewebshülle bestehend. Bedeutend

dickwandiger sind sie bei *Blennius ocellaris*. Diese Gefässe hängen alle mit den Irisgefässen zusammen, zu denen sie durch die Wurzel der Iris gelangen. Elastische Elemente habe ich im Lig. annulare nicht nachweisen können.

Die Verhältnisse bei *Cyprinus carpio* (Fig. 2, Taf. XXIX/XXX) und *Carassius auratus* sind, abgesehen von dem Grössenunterschiede, dieselben. Das Hornhautepithel, eine direkte Fortsetzung der Epidermis, ist sehr dick, in den untersten Schichten cylindrisch, näher der Oberfläche sich mehr abplattend. Die tiefste Schichte stellt ein Cylinderepithel dar, welches der homogenen Bowman'schen Membran aufsitzt. Pigment erscheint in ziemlicher Menge unter dem Epithel erst ausserhalb des Bereiches der Hornhaut. Die Substantia propria, in der Mitte dünner, an den Rändern dicker, ist eine Fortsetzung des scleralen Bindegewebes, während das subkutane Bindegewebe keinen Antheil am Aufbau der Hornhaut zu haben scheint. Die einander parallel gelagerten Hornhautlamellen besitzen überall einen gleichen Kernreichtum. Bemerkenswerth ist, dass man zuweilen beinahe mitten in der Cornea Durchschnitte von Kapillaren antreffen kann. Das Endothel der Hornhaut ist sehr flach, so dass die Kerne der Zellen deutlich in die vordere Kammer hineinragen. Er setzt sich auf das Lig. annulare und mit letzterem auf die Iris fort.

Die Ora serrata liegt bei den beiden Fischen dieser Gruppe gegenüber dem Ende des Scleralknorpels. Vor derselben liegt im Glaskörperraume konstant der Durchschnitt eines ziemlich grossen Blutgefässes, welches in äquatorialer Richtung verläuft und einen vollständigen Ring zu bilden scheint. Eine Ausbildung von Ciliarkörper oder Ciliarfortsätzen tritt nicht auf. Die Iris ist an ihrer Wurzel sehr dick; ihr bindegewebiges Stroma ist zellreich und enthält grosse Blutgefässe. In ihrem vorderen Teile enthält sie zweierlei Pigment; ein dunkelbraunes, welches dem Chorioidalpigment der höheren Tiere gleicht und ein der Argentea angehörendes grau-grünes, auf dessen Be-

schreibung ich weiter unten eingehen werde. Die Pigmentlage der Chorioidea und der Argeutea bilden eine continuirliche Schichte, welche bis zur Spitze der Iris zieht.

Das Lig. annulare, welches fast den ganzen Raum zwischen Iris und Hornhaut ausfüllt, giebt der Kammerbucht auf meridionalen Schnitten ein parabolisches Aussehen. Auf der Hornhaut reicht das Lig. annulare weiter als auf der Iris, die es bis zu ihrer Spitze überzieht. An der Iriswurzel zieht das Gewebe des Lig. annulare an der inneren Fläche der Sclera nach hinten und lässt sich ziemlich weit in der Chorioidea verfolgen. Das Lig. annulare besteht aus polygonalen Zellen, welche je nach den verschiedenen Abschnitten des Ligamentes in ihren Grössenverhältnissen schwanken. Im spornartigen Fortsatze des Lig. annulare an der hinteren Cornealoberfläche, auf der Iris und ebenso im Winkel zwischen letzterer und Sclera sind die Zellen etwas abgeplattet, ihre Längsachsen meridional gestellt, auch die Kerne sind länglich. In der Mitte des Lig. annulare und besonders in der Nähe der Kammer sind die Zellen gross, polygonal, die Kerne länglich, feinkörnig, mitunter zu zweit in einer Zelle liegend (Fig. 3, Taf. XXIX/XXX). An dieser Stelle findet man zwischen den Zellen auch spärliche Bindegewebsfasern; sie sind am dicksten in der Nähe der Iris und nehmen allmählich in den vorderen und mehr scleralwärts gelegenen Teilen des Lig. annulare an Dicke ab, um schliesslich ganz zu verschwinden. Die Zellen färben sich nach van Gieson gelb; die Kerne sind mit Hämatoxylin nur schwach färbbar. Elastisches Gewebe liess sich im Lig. annulare nicht nachweisen. An der Grenze des Lig. annulare gegen die Iris befindet sich ein weitmaschiges Bindegewebsnetz, als dessen Fortsetzung das zwischen den Zellen des Lig. annulare liegende Bindegewebe erscheint, in welchem einzelne, dem Endothel des Lig. annulare angehörige Zellen liegen; sie haben hier eine spindelige Form angenommen und verschwinden vor der Argentea vollkommen. Letztere besteht aus

mehreren Lagen von Pigmentzellen, welche im Gegensatze zu den gewöhnlichen Pigmentzellen der Iris grau-grün und flach erscheinen und nur wenige Fortsätze haben. Es sind dies die von delle Chiaje*) und Berger (5) beschriebenen Iridocyten welche nach den Angaben dieser beiden Autoren nadelförmige Krystalle (Ophthalmolithen) enthalten. Die Angabe Berger's (l. c.) über die am Pupillarrande der Iris meist zirkuläre, am Ciliarrande radiäre Anordnung der Pigmentzellenzüge sowie über das Vorkommen von Kernen in den Iridocyten kann ich vollkommen bestätigen. Zwischen den Pigmentzellen liegen spärliche Bindegewebsfasern, welche mit denen des Lig. annulare zusammenhängen und das Stroma der Iris bilden. Wie bei den früher beschriebenen Fischen kann man bei *Cyprinus carpio* und *Carassius auratus* im Winkel zwischen Iris und Sclera Blutgefässe finden, die mit den Gefässen der Iris zusammenhängen. Diese Gefässe sind bereits von Angelucci (l. c.) beschrieben worden. Zirkuläre und radienförmige Gefässe, wie sie Berger (l. c.) bei einigen Fischen beschreibt, habe ich bei keiner der von mir untersuchten Arten gefunden. Einen Zusammenhang der erwähnten Gefässe mit conjunctivalen, bezw. subkutanen Gefässen konnte ich nirgends finden.

Höchst merkwürdige und interessante Verhältnisse bestehen bei *Xiphias gladius* (Figg. 5 und 6, Taf. XXIX/XXX). Der Bulbus, welcher mir zur Verfügung stand, hatte leider bei der Konservierung gelitten und liess nicht alle Einzelheiten mit wünschenswerter Genauigkeit erkennen. Die dünne Hornhaut weist keine Besonderheiten auf. Am meridionalen Durchschnitte des Auges findet der Uebergang der Cornea in den bindegewebigen Anteil der Sclera in einer schrägen, von der Kammerbucht nach vorn und aussen ziehenden Linie statt und ist durch das Auftreten grosser

*) Citirt nach Berger (5) delle Chiaje St. Progresso delle scienze, lettere et Arti, Anno IX.

Pigmentzellen charakterisiert. Das sclerale Bindegewebe überzieht die knöcherne Sclera in einer Lage, welche ebenso dick ist wie die Hornhaut. Die knöcherne Sclera stellt eine spongiöse Knochenplatte dar, welche sich bis hinter den Äquator des Auges erstreckt. In ihrem hinteren Teile, der etwa bis zum Äquator reicht, ist sie 1,0—1,25 mm dick, verdünnt sich dann um mehr als die Hälfte und schwillt an ihrem vorderen Ende kolbig an, wobei sie eine Dicke von 5 mm erreicht. In allen seinen Teilen zeigt der Scleralknochen von *Xiphias gladius* eine aus Knochenbälkchen gebildete Spongiosa, welche regelmässige Maschen bilden. Die Zwischenräume zwischen den Knochenbälkchen sind von einem Fettgewebe erfüllt.

Schon makroskopisch zeigt die Iris höchst interessante Verhältnisse. Sie erscheint 7—8 mm breit, leicht radiär gestreift. Bei genauerer Betrachtung sieht man in ihrem ciliaren Anteil hart an der Sclera einen dunklen ringförmigen Streifen, dem auf dem Durchschnitte ein annähernd dreieckiger Kanal entspricht. Dieser von der vorderen Kammer, eine Stelle ausgenommen, vollständig abgeschlossene Kanal zeigt entsprechend dem untersten Punkte desselben eine offene Verbindung mit ihr in Gestalt einer dreieckigen Oeffnung, deren eine Ecke pupillärwärts gerichtet ist, während die Basis des Dreieckes am Ciliarande der Iris liegt. Auf einem meridionalen Schnitte erkennt man, dass die Iris mit ihrer Wurzel sich an das Ende des Scleralknochens anheftet und hier ebenso dick ist wie der letztere. Sie läuft nach dem Pupillarrande rasch spitz zu und stellt ein beinahe regelmässiges Dreieck dar. Vorne hängt die Iris mit der bindegewebigen Sclera unmittelbar zusammen und steht an der Kammerbucht mit der Hornhaut in Verbindung, ohne das Dazwischentreten eines dem Lig. annulare anderer Fische analogen Gebildes. Das Bindegewebe der Cornea und Sclera geht, ohne eine wesentliche Veränderung seiner Struktur zu erleiden, in das Stroma der Iris über, nur ist das Bindegewebe

unmittelbar an der Kammerbucht etwas lockerer gefügt. Das Endothel der Hornhaut geht in kontinuierlicher Schichte auf die Iris über. Hinten hängt die letztere mit dem periostalen Bindegewebe des Scleralknochens zusammen und nimmt noch die Fortsetzung des Bindegewebes der Chorioidea in sich auf. Der erwähnte Kanal der Iris erweist sich auf dem Durchschnitte als dreieckig; die eine abgerundete Spitze des Dreieckes ist dem Pupillarrande der Iris zugewendet. Die entgegengesetzte Wand des Kanales besteht aus einer meist mit dem periostalen Gewebe des Scleralknochens zusammenhängenden Gewebsschicht und ist, entsprechend der Form des letzteren, nach dem Kanal zu convex. Die beiden anliegenden Winkel des Dreieckes sind dementsprechend spitz.

Zwischen der Kammerbucht und dem periostalen Gewebe des Scleralknochens sieht man an einzelnen Stellen die Lichtung eines kleinen dreieckigen oder unregelmässigen Kanales (auf den Abbildungen nicht zu sehen), der sich als schmaler Spalt zwischen das periostale Gewebe des Scleralknochens und die Gewebsschicht, welche die Basis des grossen Iriskanales darstellt, fortsetzt und der sich schliesslich im suprachorioidalen Bindegewebe verliert. Dieser kleine Kanal besitzt keine scharfe Begrenzung, indem er von einem sehr lockeren Maschenwerke ausgefüllt ist, in welches sich das umliegende Bindegewebe auflöst. Ob noch andere histologische Elemente sich am Aufbau dieses Maschenwerkes beteiligen, konnte ich an der Hand des mir vorliegenden Materiales nicht entscheiden.

Das Stroma der Iris besteht aus kernreichem Bindegewebe, welches an der Oberfläche der Iris straff und parallelfaserig ist. Im Innern der Iris ist es bedeutend lockerer und die einzelnen Bündel ziehen oft bogenförmig um die Spitze des Kanales herum. Die Iris weist einen grossen Reichtum an Blutgefässen auf. Die grösseren liegen in der Mitte des Irisquerschnittes im lockeren Bindegewebe. Das dichtere Gewebe an der hinteren und insbesondere an der vorderen Fläche der Iris ist bedeutend

ärmer an Gefässen, die hier auch nur aus Kapillaren bestehen. Die Irisgefässe stehen ausschliesslich mit denjenigen der Chorioidea in Verbindung. An der hinteren Fläche der Iris, unmittelbar über ihrem retinalen Anteile liegt eine Gewebsschichte, welche sich nach van Gieson gelb färbt und zahlreiche Kerne besitzt. Sie ist am stärksten am Pupillarrande der Iris, verschmälert sich nach dem Ciliarrande und verschwindet ungefähr in der Mitte zwischen Pupillar- und Ciliarrand der Iris. Es dürfte sich hier um glatte Muskulatur handeln, doch war ich leider nicht imstande, nähere histologische Einzelheiten zu erkennen. Grosse, dunkelgefärbte Pigmentzellen finden sich namentlich in den vorderen Anteilen der Iris unregelmässig im Stroma verteilt. Ein Teil von ihnen ist vollkommen den in der Sclera vorkommenden Pigmentzellen ähnlich und zeigt, ebenso wie diese, fast keine Fortsätze. Ein anderer Teil dagegen zeigt zahlreiche wohl ausgebildete Fortsätze, die jedoch keine beträchtliche Länge erreichen. Eine regelmässige Anordnung besitzen die Pigmentzellen nur in der Umgebung des Iriskanales, indem sie in ziemlich regelmässiger, einfacher Schichte in geringer Entfernung seine Lichtung umsäumen. Eine der Argentea anderer Teleostier ähnliche Bildung scheint sich bei *Xiphias gladius* nicht zu finden. Der retinale Anteil der Iris zeigt deutlich eine dem Stroma zugewendete äusserst pigmentreiche Schichte und eine pigmentlose Schichte hoher cylindrischer Zellen mit einem basal liegenden grossen, länglichen Kerne.

Der bereits mehrfach erwähnte grosse, auf dem Durchschnitte dreieckige Kanal der Iris besitzt, wie erwähnt, eine direkte Verbindung unter der vorderen Kammer. Sie ist in Fig. 6, Taf. XXIX/XXX zu sehen. Sie kommt dadurch zustande, dass die vordere Wand des Iriskanales sich zuerst beträchtlich verdünnt und schliesslich am Ciliarrande der Iris eine Lücke aufweist, die auf den folgenden Schnitten immer grösser wird. Zuletzt fehlt die vordere Wand des Iriskanales vollständig, so dass an dieser Stelle der Kanal eine Rinne darstellt, die nach

der Kammer hin offen ist. Der Iriskanal wird von einem sehr feinen Maschenwerke ausgefüllt. Es besteht aus einem feinen Gerüste von Bindegewebe, einer direkten Fortsetzung der Irisstroma, welches den Kanal umschliesst. Die zahlreichen Zellen des Bindegewebes sind oft sternförmig und erinnern in ihrer Gestalt an Schleimzellen. Während am Rande des Kanales der fibrilläre Aufbau im Maschenwerke überwiegt, wird es im Centrum immer reicher an Zellen, während die Fibrillen mehr zurücktreten und schliesslich das ganze Gewebe aus verzweigten Zellen zu bestehen scheint, deren Fortsätze sich mit einander verbinden. Dieses Bild, welches in Fig. 5, Taf. XXIX/XXX zu sehen ist, verändert sich an vielen Stellen des Kanales, indem sich das feinmaschige Gewebe zu gröberen Zügen vereinigt, die den Kanal durchziehen. An einzelnen Stellen findet man im Kanale kleine Blutgefässe, die aus den Gefässen der Iris stammen. An der hinteren Fläche der Sclera setzt sich der Iriskanal, ohne seine Beschaffenheit zu ändern, in einen Spalt fort, der, sich allmählich verengernd, bis in das suprachorioidale Gewebe reicht, mit dessen Maschenräumen er in Verbindung steht. An einzelnen Stellen liess dieser Spalt, ebenso wie die Wandung des Iriskanales, einen Endothelbelag erkennen. Die scleralwärts gelegene Wand des Iriskanales zeigt einen vom periostalen Scleralgewebe, ebenso wie vom Irisstroma abweichenden Aufbau. Schon der die vordere Spitze des Iriskanales begrenzende Teil der Iris wird von diesem Gewebe gebildet, welches, dem periostalen Ueberzuge des Scleralknochens anliegend, ihn an seiner dem Iriskanal zugewendeten Fläche vollständig und an seiner hinteren Fläche eine Strecke weit begleitet und sich im suprachorioidalen Gewebe verliert. Es besteht aus einem kernreichen parallelfaserigen Gewebe, das sich mit Eosin heller färbt als das Irisstroma, nach van Gieson tingiert gelb erscheint. Ob es sich hier etwa um glatte Muskulatur handelt, lässt sich auf Grund meiner Präparate nicht sicher feststellen.

Amphibien.

Der grossen Mannigfaltigkeit, die sich im Bau des vorderen Augenabschnittes bei den Fischen zeigt, steht bei den Amphibien eine merkwürdige Übereinstimmung der Verhältnisse gegenüber. Wenigstens die Augen der drei von mir untersuchten Arten: *Triton cristatus*, *Salamandra maculosa* und *Rana esculenta* sehen einander sehr ähnlich und im Bau der die Kammerbucht begrenzenden Gebilde lässt sich kaum ein Unterschied zwischen Urodelen und Batrachiern feststellen. Ich beschränke mich daher auf die Beschreibung des vorderen Augenabschnittes von *Rana esculenta* (Figg. 7 und 8, Taf. XXIX/XXX) und auf die Angabe der geringen Abweichungen im Bau der Augen der beiden anderen genannten Arten.

Während die Hornhaut der Fische manche Eigentümlichkeiten darbietet, zeigt sich im Bau der Hornhaut der höheren Wirbeltiere eine grosse Übereinstimmung der Verhältnisse, so dass ich auf Einzelheiten nicht eingehen werde, zumal schon genaue Untersuchungen auf diesem Gebiete vorliegen und eine vergleichend anatomische Untersuchung der Hornhaut zu geben von mir nicht beabsichtigt ist.

Die dünne, stark gewölbte Hornhaut der Amphibien zeigt beim Übergange in die Sclera eine Einlagerung von Pigment in die oberflächlichsten Schichten der Substantia propria. Der Scleralknorpel endigt bei *Rana esculenta* so weit hinten, dass er bei der Betrachtung des vordersten Augenabschnittes nicht im Betracht kommt. Bei den beiden Urodelen fehlt er vollständig.

Die Ora serrata liegt unmittelbar hinter der Iriswurzel; vor ihr liegt ein äquatorial verlaufendes zirkuläres Gefäss, ähnlich dem bei *Cyprinus carpio* beschriebenen. Eine dem Ciliarkörper

oder den Ciliarfortsätzen entsprechende Bildung fehlt vollständig. Ebenso kommt den Amphibien kein Ciliarmuskel zu.

Das Lig. pectinatum ist nicht besonders stark entwickelt und lässt bei *Rana esculenta* zwei Teile unterscheiden, welche besonders deutlich an tangentialen Schnitten erscheinen (Fig. 8, Taf. XXIX/XXX). Der vordere, der Sclera innig anliegende Teil besteht aus grossen Zellen, die mehrere Fortsätze und einen stark färbbaren Kern besitzen. Indem sich die Fortsätze dieser Zellen mit einander verbinden, bilden sie ein ziemlich kompaktes Netzwerk, bei dessen Aufbau bindegewebige Fasern mitbeteiligt sind. Der Teil des Lig. pectinatum, welcher der Iris unmittelbar anliegt, besteht aus grossen, flachen, mit Fortsätzen versehenen Pigmentzellen, die sich zu einem grossmaschigen Netzwerke verbinden und unmittelbar in die Pigmentzellen der Iris übergehen. In spärlicher Anzahl finden sich diese Pigmentzellen auch an der inneren Fläche der Sclera und ordnen sich häufig um das hier liegende Gefäss an. Die bei den Amphibien dünne, aber sehr deutlich hervortretende Descemet'sche Membran hört an der Anheftungsstelle des Lig. pectinatum auf, doch kann ich über Einzelheiten ihrer Endigung nichts genaueres mitteilen. Das Endothel der Hornhaut überzieht das Lig. pectinatum, grenzt es gewissermassen von der vorderen Kammer ab, und geht ohne Unterbrechung auf die vordere Fläche der Iris über. Die Urodelen zeigen im Aufbau des Lig. pectinatum insofern Unterschiede gegenüber *Rana esculenta*, als das ganze Lig. pectinatum aus grossen, braunes Pigment führenden Zellen besteht, und viel grössere Maschenräume enthält. Bindegewebe scheint bei den Urodelen im Lig. pectinatum zu fehlen.

Ziemlich in der Mitte des Lig. pectinatum befindet sich die Lichtung eines Gefässes (Fig. 7, Taf. XXIX/XXX), das häufig mit Blut gefüllt ist. Die Wandung dieses Gefässes, welches oft hart an der Innenfläche der Sclera liegt, besteht nur aus einer Lage von Endothelzellen. In der Umgebung dieses Gefässes sammelt

sich beinahe konstant viel Pigment, teils in Zellen, teils auch frei an, so dass es mitunter schwierig ist, die Endothelwand des Gefässes zu sehen. Letzteres besitzt keine Verbindungen mit den Conjunctivalgefässen, die in ziemlich grosser Anzahl vorhanden sind, sondern zieht nach hinten und lässt sich in das suprachorioidale Bindegewebe verfolgen. Mitunter liegen auch grössere Gefässdurchschnitte in der Iris am Ciliarrande und könnten Anlass zu Verwechslungen mit dem eben beschriebenen Gefässe geben, welches wohl als Analogon des Circulus venosus Schlemmii zu deuten ist, doch lassen sie sich in der Serie immer in die Iris verfolgen und liegen auch nie so nahe der Sclera wie das vorerwähnte Gefäss.

Bei *Rana esculenta* findet sich die Lichtung des Circulus venosus Schlemmii auf vielen Schnitten. Im Gegensatze dazu war es mir bei den Urodelen nur an wenigen Schnitten möglich, das dem Circulus venosus Schlemmii homologe Gefäss zu finden.

So einfach auch die Ausbildung des Circulus venosus Schlemmii bei den Amphibien ist, so beansprucht sie besondere Aufmerksamkeit, da sie sich einerseits an die Verhältnisse der Fische, andererseits an diejenigen der Reptilien anschliesst.

Reptilien.

Mit der höheren Ausbildung, welche das Auge bei den Angehörigen dieser Tierklasse erreicht, zeigen sich in der Gestaltung des vorderen Augenabschnittes kompliziertere Verhältnisse. Bei den von mir untersuchten Reptilien verhält sich der vordere Augenabschnitt verschieden, doch ist es möglich, mehrere Typen aufzustellen, von denen die einzelnen Tiere nur in unwesentlichen Details abweichen.

Ein gemeinsamer Typus lässt sich für die Ophidier *Python molurus*, *Tropidonotus natrix*, *Coryphodon Blumenbachii* und *Vipera ammodytes* aufstellen; die Beschreibung der Lacertiden, sowie die der Chelonier, kann auf je einen Typus zurückgeführt werden, während *Alligator lucius* eine ganz besondere Stellung einnimmt.

Als Beispiel für den ersten Typus, den der Ophidier, will ich *Tropidonotus natrix* (Figg. 9, Taf. XXIX/XXX und 10, Taf. XXXI/XXXII) benutzen, da er hier seine höchste Ausbildung erreicht. Die Hornhaut, welche in der Mitte am dünnsten ist, reicht mit ihren hinteren Schichten weiter gegen die Peripherie, als mit den vorderen. Der Übergang der Cornea in die Sclera, welche bei den Schlangen nur aus Bindegewebe, ohne Knorpel- oder Knocheneinlage besteht, ist durch das Auftreten von Pigment gekennzeichnet, das bei *Tropidonotus natrix* sehr reichlich, bei *Vipera ammodytes*, *Coryphodon Blumenbachii*, besonders aber bei *Python molurus*, nur spärlich vorhanden ist. Die Sclera ist an ihrer Verbindungsstelle mit der Cornea dünner, als letztere, so dass an der der Kammer zugekehrten Seite auf dem Durchschnitte an der Corneoscleralgrenze eine Stufe entsteht. Gegen die Irisanheftung hin verdickt sich die Sclera, um weiter nach hinten wieder dünner zu werden. Von der Stelle der Sclera, welche in die vordere Kammer vorspringt, zieht das Lig. pectinatum bis zur Iris, die Scleralrinne und einen Teil des Kammerwinkels ausfüllend. Die Ora serrata liegt nahe an der Iriswurzel; unmittelbar vor ihr lässt sich das bei *Cyprinus carpio* und den Amphibien beschriebene Gefäß erkennen, das aber bei den Ophidiern keinen vollkommen geschlossenen Kreis zu bilden scheint, da es nicht auf allen Schnitten sichtbar ist. An der Iriswurzel macht sich bereits eine Falte in dem retinalen Blatte bemerkbar, welche eine konstante Lage und Ausbildung besitzt und zweifellos den Ciliarkörper darstellt, der bei den Schlangen bekanntlich des Ciliarmuskels entbehrt.

Das Lig. pectinatum füllt die Scleralrinne vollständig aus, so dass seine Grenze gegen die vordere Kammer in der Fortsetzung der Innenfläche der Hornhaut liegt. Es besteht aus feinen elastischen Fasern, denen meist flache, nur mitunter rundliche endotheliale Zellen aufliegen. Diese Fasern bilden ein Netzwerk, dessen längliche Maschen der Scleraloberfläche parallel liegen und gegen die Cornea zu kleiner sind als in dem der Iris anliegenden Teile des Lig. pectinatum. An der Vorderfläche der Iris reicht letzteres mit einem spornartigen Fortsatze in die vordere Kammer hinein, so dass es hier breiter ist, als an seiner vorderen Anheftungsstelle. Hart an der Corneoscleralgrenze, innerhalb der Sclera, gegenüber der tiefsten Stelle der Scleralrinne, findet sich ein verschieden geformtes Lumen eines nur mit einer Endothelwand versehenen Blutgefäßes. Meist stellt sich die Lichtung dieses Gefäßes als ein langgestrecktes Oval dar, dessen Längsachse parallel zur Innenfläche der Sclera liegt. Die dünne Schichte von Scleralgewebe, die das Gefäß von der vorderen Kammer trennt, ist lockerer gefügt, als die übrige Sclera und ist stark pigmenthaltig. Bei dem zweiten Exemplar von *Tropidonotus natrix* fanden sich häufig statt eines Lumens zwei, selten noch mehr Gefäßlichtungen in der Sclera, welche dann immer eng aneinander lagen und nur durch schmale Brücken intensiv pigmentierten Gewebes von einander getrennt waren. Es handelte sich, wie man aus der Serie ersehen konnte um Inselbildungen des Gefäßes. Letzteres setzt sich, wie man an günstigen Schnitten sehen kann, nach hinten fort, teilt sich in seinem Verlaufe mitunter und lässt sich in das chorioidale Gewebe verfolgen. Nur in wenigen Fällen konnte ich eine Verbindung dieses Gefäßes mit den Venen der Iris wahrnehmen, wie sie z. B. Fig. 9, Taf. XXIX/XXX, zeigt. Während in den meisten Fällen das Gefäß noch durch eine deutliche Schichte Scleralgewebe von der Kammer, bezw. dem Fontana'schen Raum getrennt ist, zieht es mitunter an der Innenfläche der

Sclera nach hinten, so dass es wohl nach aussen hin von scleralem Bindegewebe begrenzt ist, nach innen jedoch bloss durch seine Endothelwand von dem Fontana'schen Raum getrennt ist. In diesen Fällen findet sich in der Nachbarschaft dieses Gefässes, welches wohl ein Homologon des Circulus venosus Schlemmii darstellt, reichlicheres Pigment im Lig. annulare, als es sonst der Fall ist. Eine Verbindung des beschriebenen Gefässes mit den Conjunctivalvenen habe ich nicht wahrgenommen.

Von dem Verhalten der in Frage kommenden Gebilde bei *Tropidonotus natrix* weichen die übrigen Schlangen in folgenden Einzelheiten ab. Die Lichtung des Circulus venosus Schlemmii liegt bei ihnen der Irisanheftung näher und hat insbesondere bei *Python molurus*, oft eine runde oder annähernd dreieckige Gestalt, wobei eine Spitze des Dreieckes kammerwärts gekehrt ist. Die Verbindung des Circulus venosus Schlemmii mit den Irisvenen habe ich im Gegensatz zu *Tropidonotus natrix*, wo sie gelegentlich vorkommt, bei den übrigen Schlangen nicht beobachtet.

Die von mir untersuchten Lacertiden: *Lacerta viridis* (Fig. 11, Taf. XXXI/XXXII) und *Lacerta agilis* zeigen im Bau ihrer Augen grosse Verschiedenheiten gegenüber den Ophidiern. Die stark gewölbte und im Verhältnis zur Grösse des Auges kleine Hornhaut zeigt beim Übergange in die Sclera keine deutliche Grenze. Letztere, die bei den Schlangen durchaus bindegewebig ist, besteht bei den Lacertiden zum grössten Teile, und zwar in dem hinteren Abschnitte, aus Knorpel, während der vordere Teil aus Bindegewebe besteht. Im vordersten Abschnitte der Sclera liegt der knöcherne, aus zahlreichen Plättchen bestehende Scleralring.

Die Ora serrata liegt weiter hinten als bei den Schlangen, eine Strecke weit von der Iriswurzel. Das retinale Blatt der vorderen Bulbushälfte bildet keine Falten; an der Iriswurzel findet sich zwischen retinalem Blatte und Sclera, ausser der Fortsetzung der Chorioidea, ein Teil des aus quergestreiften

Muskelfasern bestehenden Ciliarmuskels. Es ist also ein Ciliarkörper vorhanden; zur Bildung von Ciliarfortsätzen kommt es jedoch nicht. Die Anheftungsstelle der Iris liegt ungefähr in der Höhe des Überganges des mittleren Drittels in das vordere Drittel des scleralen Knochenringes. An der hinteren Seite dieses Knochenplättchens befindet sich im scleralen Bindegewebe ein Streifen Pigmentzellen, der cornealwärts um die vordere Spitze des scleralen Knochenringes herum biegt. Von dem periostalen Bindegewebe entspringt der recht ansehnliche Ciliarmuskel, der stellenweise nahezu bis an den vorderen Rand des scleralen Knochenringes reicht. Medial-, d. h. kammerwärts, liegt ihm eine Bindegewebsschicht auf, welche nach hinten dünner wird und schliesslich verschwindet. Von diesem Bindegewebsstreifen, welchem elastische Elemente beigemischt sind, entspringt das Lig. pectinatum. Es ist schwach entwickelt und besteht aus äusserst feinen Bindegewebsfasern zum Teil elastischer Natur, denen sehr spärliche Endothelzellen aufliegen. An seiner Verbindungsstelle mit der Iris wird das Lig. pectinatum intensiv pigmentiert. Die Maschenräume des Lig. pectinatum sind verhältnismässig gross, an der scleralen Anheftungstelle jedoch bedeutend kleiner, als im hinteren Abschnitte.

Auf den meisten Schnitten findet sich, dem hinteren Teile des vorerwähnten Bindegewebsstreifens aufliegend, der Durchschnitt eines Gefässes. Die Gefässlichtung, deren Längsachse der Innenfläche der Sclera parallel gerichtet ist, stellt ein langgestrecktes Oval dar. Auf der einen Seite liegt das Endothel dieses Gefässes dem scleralen Bindegewebe eng an, während auf der anderen Seite nur die Endothelwand die Lichtung des Gefässes vom Fontana'schen Raume trennt. Nur an einzelnen Stellen legen sich auch an die innere, der Kammer zugekehrte Wand des Gefässes einige Bindegewebsfasern an, doch konnte ich dies Verhalten nur am vorderen Pole des Querschnittes wahrnehmen. Wie bei der ersten Gruppe der

Reptilien besitzt auch bei den Lacertiden das dem Circulus venosus Schlemmii homologe Gefäss eine Verbindung mit den Venen des suprachorioidalen Bindegewebes. Eine Kommunikation mit den Irisvenen habe ich niemals gesehen. Dagegen habe ich an einer Stelle deutlich eine Verbindung der in Betracht kommenden Vene mit den Conjunctivalgefässen festgestellt, indem die Vene vorne um den Rand des scleralen Knochenringes nach aussen verlief und mit den Conjunctivalvenen anastomosierte. Diesen Befund habe ich jedoch in den vier Schnittreihen von Lacertidenaugen nur einmal bei *Lacerta viridis* erhoben.

Vom *Alligator lucius* habe ich je einen Bulbus eines ganz jungen (Fig. 12, Taf. XXXI/XXXII) und eines erwachsenen (Fig. 13) Exemplares untersucht. Die dünne Hornhaut zeigt eine gut kenntliche Abgrenzung gegenüber der Sclera, welche bedeutend kernreicher ist, als die Cornea; diese Abgrenzung wird durch das Auftreten von Pigment besonders hervorgehoben. Die Sclera besitzt einen wohl ausgebildeten Knorpel, welcher ziemlich weit nach vorne reicht. Ein scleraler Knochenring geht bekanntlich den Crocodiliern ab. Der vordere Teil der Sclera besteht aus einem derben Bindegewebe, dessen Fasern keine regelmässige Anordnung erkennen lassen.

Die Ora serrata liegt gerade gegenüber dem vorderen Ende des Scleralknorpels. Der Ciliarkörper ist stark entwickelt und zeigt eigentümliche, an die Augen der Raubvögel erinnernde Verhältnisse. In seinem hinteren Winkel liegt ein Teil des Ciliarmuskels, welchen Mercanti (47) als Brücke'sche Portion anspricht. Am vorderen Ende dieses Muskels vollzieht sich die Teilung des Ciliarkörpers in zwei Teile; dies ist eine Thatsache, die meines Wissens bis jetzt von keinem Forscher hervorgehoben worden ist; die beiden Teile bezeichne ich nach ihrer Lage und ihren Beziehungen zu den Nachbargebilden als Pars iridica und Pars scleralis corporis

ciliaris. Die Pars iridica besteht aus einer Bindegewebsplatte, welche beim erwachsenen Tier spärlich, beim jungen intensiv pigmentiert ist und dem retinalen Blatte des Ciliarkörpers aufliegt; es ist dies nach den Autoren die Grundplatte des Ciliarkörpers. Dieses Bindegewebe ist reich an elastischen Fasern (Fig. 13) und geht in das Stroma der Iris über, welches viel ärmer an elastischen Fasern, dagegen sehr pigmentreich ist. Die Ciliarfortsätze sind stark entwickelt, stellenweise beinahe ebenso lang wie die Iris und heften sich an der Linsenkapsel an. Die Pars iridica corporis ciliaris ist beinahe rechtwinkelig nach vorne abgebogen; ihr sitzt die Iris wieder rechtwinkelig auf, so dass die Iris parallel der Grundplatte des Ciliarkörpers, nur näher zur Cornea liegt (Fig. 12, Taf. XXXI/XXXII). Bei dem alten Exemplar (Fig. 13, Taf. XXXI/XXXII) sind beide Winkel spitz.

Einen der wichtigsten Bestandteile der Pars scleralis corp. cil. bildet der unmittelbar von dem Brücke'schen gelegene Müller'sche Muskel. Weiter vorn liegt der Crampton'sche Muskel, welcher tief in dem subscleralen Bindegewebe eingegraben ist. Mitunter sieht man ihn allseits von Bindegewebe eingeschlossen. Eine Eigentümlichkeit charakterisiert den Ciliarmuskel des Alligators; es ist dies das wechselnde Verhalten seiner Portionen. Auf manchen Schnitten sieht man die eine oder andere Portion sehr stark ausgebildet, während sie auf anderen Schnitten zu fehlen scheint. Der Ciliarmuskel hat auf seiner der Kammer zugewendeten Seite einen bindegewebigen Überzug. Dieses Bindegewebe wird kammerwärts lockerer und es entspringen von demselben die feinen Bindegewebsfasern, welche das Lig. pectinatum bilden. Sie verbinden sich vielfach mit einander und bilden ein weitmaschiges Netzwerk, welches zwischen den beiden kompakten Teilen des Ciliarkörpers gespannt ist. Die Maschen des Netzwerkes sind im vorderen Teile langgestreckt, die Gewebsbalken verbinden sich meist unter

spitzem Winkel. Im hinteren Teile des Lig. annulare werden die Maschen enger, es treten mehr meridional verlaufende Gewebsbalken auf, welche sich von der Pars iridica corp. cil. lösen. Nach vorne hin findet man fast konstant einen stärkeren Strang, welcher von der Corneoscleralgrenze zum Ciliarrande der Iris und dem angrenzenden Teile des Ciliarkörpers zieht. Er besteht aus sich spitzwinkelig mit einander verbindenden Gewebszügen, die eng aneinander liegen und nur spaltförmige Maschen begrenzen. Dieser Strang ist dem Lig. pectinatum Hueck's (24) homolog. Ich werde mich im Nachfolgenden an Iwanoff und Rollet (26) halten und stets diejenigen Gewebsbalken, welche von der Iris selbst durch die vordere Kammer zur Sclera ziehen, als Irisfortsätze bezeichnen, während ich für den übrigen Teil den Namen Lig. pectinatum verwenden werde. Histologisch stellt sich das Lig. pectinatum als aus feinen Bindegewebsfasern bestehend dar, denen reichliche elastische Fasern beigemischt sind und die einen endothelialen Überzug besitzen. Das elastische Gewebe lässt sich an der Corneoscleralgrenze bis zur Descemet'schen Membran verfolgen, welche sich auch mit Orcein intensiv färbt (Fig. 13, Taf. XXXI/XXXII). Der vordere Teil des Lig. pectinatum ist wie die Pars scleralis corp. cil. wenig pigmentiert, während der hintere Teil wie die Pars iridica einen viel grösseren Pigmentreichtum aufweist, der besonders beim jungen Alligator sehr bedeutend ist (Fig. 12, Taf. XXXI/XXXII).

In der Sclera, zum Teil auch in das Bindegewebe der Pars scleralis corp. cil. hineinragend, finden sich eine oder zwei grosse Venen, deren Wand sehr dünn ist und zwischen denen und der vorderen Kammer nur eine dünne Schichte lockeren, stellenweise von Endothelzellen durchsetzten Bindegewebes liegt. In der Umgebung dieser Venen verlaufen die Bindegewebslamellen der Sclera vorwiegend äquatorial. Die grossen Venen stehen mit kleineren Ästen in Verbindung, die zum Teil nach vorn ziehen und dann stets in den inneren Schichten der Sclera liegen, zum Teil mit einander anastomosierend nach hinten ver-

laufen und mit den Chorioidalgefässen in Verbindung stehen. Stellenweise durchsetzen die grossen Venen die Sclera, in der Richtung nach vorn in ihrer ganzen Dicke (so dass es auf manchen Schnitten den Anschein hat, als habe die Sclera eine halbmillimeterdicke Unterbrechung) und verbinden sich mit den sehr starken Conjunctivalvenen. Fig. 12, Taf. XXXI/XXXII zeigt ein ähnliches Bild, nur ist oft die nach vorne ziehende Vene bedeutend stärker, als sie in der Abbildung erscheint.

Das ganze Gewebe der Pars scleralis corp. cil. ist durch den Gehalt an Pigment gekennzeichnet, das, wie erwähnt, bei dem jungen Exemplar reichlicher vorhanden war, als bei dem alten. Im hinteren Teile der Pars scleralis corp. cil. findet sich ein Nervengeflecht, welches wohl zum grössten Teil für den Ciliarmuskel bestimmt ist; einzelne Äste desselben ziehen quer durch den Fontana'schen Raum zur Wurzel der Iris.

Die beiden von mir untersuchten *Chelochier*, *Testudo graeca* (Fig. 14, Taf. XXXI/XXXII) und *Thalassochelys caretta* weisen beinahe denselben Bau des vorderen Bulbusabschnittes auf. An der Corneoscleralgrenze von *Testudo graeca*, die ich jetzt beschreiben will, tritt Pigment nicht nur in der bindegewebigen Augenhülle, sondern auch im Conjunctivalepithel auf. Der Scleralknorpel, der die ganze hintere Bulbushälfte stützt, reicht nach vorne nur unbedeutend über den Äquator des Auges hinüber und endigt stumpf im scleralen Bindegewebe, gerade gegenüber der Ora serrata. Vorne und aussen legt sich ihm unmittelbar die Knochenplatte der Sclera an, die erst gegenüber der Kammerbucht endigt; somit nimmt der Scleralknochen ungefähr ein Sechstel der Circumferenz des Bulbus ein. Bei *Thalassochelys caretta* herrscht bezüglich des Verhaltens des Scleralknorpels ein vom geschilderten abweichendes Verhältnis. Der Scleralknorpel reicht viel weiter nach vorn und endigt erst gegenüber dem Anfang des Corpus ciliare. Das sich ihm von aussen anfügende Knochenblatt verhält sich am vorderen Ende, wie bei *Testudo*

græca, ist somit, da es nicht so weit nach hinten reicht, bedeutend kürzer als das entsprechende Gebilde bei *Testudo græca*. Der Scleralknorpel von *Thalassochelys caretta* zeigt eine Eigentümlichkeit, welche bereits Leuckart (42) erwähnt, und die ich mit einigen Worten streifen möchte. Der Knorpel enthält nämlich nicht nur in seiner Grundsubstanz, besonders an der Grenze gegen die Chorioidea, Pigment, sondern es findet sich dasselbe in abwechselnder Menge auch in den Knorpelzellen selbst. Letztere sind teils rundlich, teils mit mehreren Fortsätzen versehen und besitzen einen ansehnlichen Kern. Das Pigment findet sich in Gestalt kleiner gelbbrauner Körnchen im Protoplasma der Knorpelzellen, lässt aber deren Kern frei. Dass es sich nicht um durchschimmerndes Pigment der Grundsubstanz handelt, ergibt sich daraus, dass es den einzelnen Fortsätzen der Zellen genau folgt, ausserhalb derselben aber nicht vorhanden ist. Von einer genaueren histologischen Untersuchung des Knorpels habe ich, als nicht in den Bereich dieser Arbeit gehörig, Abstand genommen; ich habe vielmehr das Material Herrn Prof. Schaffer zu allfälliger Untersuchung überlassen.

Bei *Testudo græca* zeigt sich ungefähr in der Hälfte der Scleralknochenplatte eine Vermehrung des medial von derselben liegenden Bindegewebes; dasselbe ist sehr pigmentreich und locker gefügt. Es enthält hie und da mit einander in Verbindung stehende dünnwandige Gefässe, welche sämtlich ihren Abflussweg um das vordere Ende des Scleralknochens nehmen. Wie erwähnt bildet der letztere auch noch einen Teil der Begrenzung der Kammerbucht. Von der Ora serrata läuft das retinale Blatt ohne Faltenbildung nach vorn und zeigt erst am Ciliarrande der Iris eine Stufe. In der hinteren Hälfte dieser Strecke liegt es, nur durch die Chorioidea von der Sclera getrennt, dieser auf. In der vorderen Hälfte schiebt sich der Ciliarmuskel zwischen retinales Blatt und Sclera ein. Die Spaltung des Ciliarkörpers in zwei Teile erfolgt ziemlich bald nach

dem Auftreten des Ciliarmuskels. Die Pars iridica besteht aus einem so intensiv pigmentierten Bindegewebe, dass die Grundplatte, sowie auch die Iris, beinahe vollständig schwarz erscheinen. Der Übergang der Pars iridica corp. cil. in die Iris ist folgendermaßen gekennzeichnet. Die Grundplatte des Ciliarkörpers verdickt sich plötzlich durch das Auftreten des Irisstroma, so dass am Durchschnitte eine förmliche Stufe entsteht; an dem vorspringenden Winkel dieser Stufe endigt das Lig. pectinatum und es findet sich hier sehr häufig der Durchschnitt einer ansehnlichen Arterie. Dieses Gefäss verläuft von der ungeteilten Partie des Ciliarkörpers quer durch das Lig. pectinatum in grösserer Entfernung von der Grundplatte des Ciliarkörpers zur Iris.

Die Pars scleralis corp. cil. besteht zum grössten Teil aus dem der Sclera eng anliegenden Ciliarmuskel, der so stark von Pigment durchsetzt ist, dass die muskulösen Elemente stellenweise von demselben verdeckt werden. Vor dem Muskel findet sich in der Kammerbucht das Maschenwerk des Lig. pectinatum, welches sich nach vorn bis zur Corneoscleralgrenze erstreckt. Es besteht aus feinen elastischen Fasern, die mit einem endothelialen Belage ausgestattet sind. Im hinteren Teile des Lig. pectinatum, der zugleich viel pigmentreicher ist, als der vordere Teil, fehlen die elastischen Fasern. Hier verengern sich nach hinten hin die Maschen immer mehr, bis sich das Maschenwerk zur Grundplatte des Ciliarkörpers verdichtet.

Im vorderen Teile des Lig. pectinatum, in nächster Nähe der Corneoscleralgrenze, liegt, auf den meisten Schnitten sichtbar, der Durchschnitt einer grossen Vene, die nur mit einer Endothelwandung versehen ist. Sie stellt das Analogon des Circulus venosus Schlemmii bei den Cheloniern vor. An einzelnen Stellen kommen auch zwei neben einander liegende Lichtungen vor, welche auf weiteren Schnitten der Serie immer bis zu ihrem Zusammenflusse verfolgt werden können. Dieses venöse Gefäss

besitzt zwei Abflusswege. Der mächtigere führt nach hinten durch das Lig. pectinatum zu den Venen des Ciliarkörpers und verläuft parallel der Scleraloberfläche. Der vordere schwächere dringt in gerader Richtung nach vorn in die Sclera ein, anastomosiert mit den Scleralvenen und findet seine Endigung in der Conjunctiva.

Bei *Thalassochelys caretta* liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei *Testudo graeca*. Das Lig. pectinatum ist aber in seinem inneren, der Iris anliegenden Abschnitte pigmentärmer und dichter gefügt. Es finden sich auch beinahe konstant statt einer grösseren Vene mehrere kleinere, die zerstreut im Lig. pectinatum liegen und auch öfters getrennt von einander in die Sclera eindringen. Hier besteht nun ein viel stärker entwickeltes System von Venen mit zahlreichen Anastomosen, die alle ihren Abfluss nach vorn um den Rand des scleralen Knochenringes nehmen. Doch ist auch die Verbindung des Circulus venosus Schlemmii mit den Venen des Ciliarkörpers stets gut ausgebildet.

Vögel.

An der hohen morphologischen Entwicklung des Vogel-
auges nimmt insbesondere der vorderste Abschnitt desselben
Teil. Bei den Vögeln treffen wir die mächtigste Ausbildung
des Lig. annulare und des Circulus venosus Schlemmii sowie
der angrenzenden Gebilde. Die einzigen mir bekannten Tiere,
bei denen wir annähernd ähnliche Verhältnisse finden, sind die
Crocodilier.

Die von mir untersuchten Vögel kann man in Bezug auf
den in Frage kommenden Augenabschnitt in zwei Gruppen
teilen, welche grosse Verschiedenheiten von einander aufweisen.

Die erste Gruppe umfasst sämtliche untersuchten Arten mit Ausschluss der Raubvögel, die zweite Gruppe diese letzteren selbst. Innerhalb dieser beiden Gruppen finden sich nur verhältnismässig geringe Abweichungen, so dass ich nur zwei Typen zu beschreiben brauche.

Den ersten Augentypus besitzen *Larus*, *Gallus bankhiva*, *Columba domestica*, *Fringilla carduelis*, *Corvus cornix*, *Pica caudata* und *Struthio camelus*. Die Hornhaut ist bei diesen Vögeln mässig gewölbt und verhältnismässig klein. Massgebend für die Gestaltung der Kammerbucht und der angrenzenden Gebilde ist jedoch die Form der Sclera. Bei den oben aufgezählten Vogelarten ist der Bulbus von annähernd sphärischer (*Struthio*, *Fringilla*) oder ellipsoider (die übrigen Arten) Gestalt; im letzteren Falle ist die äquatoriale Axe des Auges bedeutender als die meridionale. Doch ist bei allen Augen der vordere Theil der Sclera abgeplattet. Die Sclera besteht im wesentlichen aus zwei Theilen, einem knorpeligen, der sich nach hinten fast bis zur Durchtrittsstelle des Opticus erstreckt, und einem knöchernen, dem sogenannten scleralen Knochenring, welcher bis hart an die Corneoscleralgrenze reicht. Der knorpelige Teil der Sclera verhält sich bei *Larus*, *Gallus bankhiva*, *Columba domestica* und *Struthio camelus* folgendermassen. Der vordere Rand schärft sich zu, wobei sich die Substanzabnahme auf Kosten des äusseren Theiles vollzieht, und schliesslich hört der Knorpel nach aussen und hinten von der Kammer-

Fig. 1.

bucht auf, so dass er nicht mehr zur Begrenzung derselben mit herangezogen wird. An dieser Stelle fängt der sclerale Knochen-

ring mit einem scharfen Rande an, so dass die äussere Fläche des Knorpels und die innere Fläche des Knochens eine Strecke lang, nur durch etwas Bindegewebe getrennt, parallel laufen, wie es die Textfigur 1 schematisch zeigt.

Bei *Fringilla carduelis*, die nur einen sehr schmalen Knochenring besitzt, bei *Corvus cornix* und *Pica caudata* ist der vordere Rand des Scleralknorpels abgerundet und endigt an derselben Stelle wie bei den erstgenannten Arten. Der Knochenring ist an seinem hinteren Ende gerade so zugeschärft, wie oben beschrieben, liegt aber in einiger Entfernung vom vorderen Rande des Scleralknorpels, durch einen rein bindegewebigen Teil der Sclera von letzterem getrennt. Mit Ausnahme von *Fringilla carduelis*, bei welcher der Knochenring flach ist und parallel der Äquatorialebene liegt, stellt der Knochenring einen Abschnitt eines Trichters dar, dessen Spitze von dem Mittelpunkte der Hornhaut liegt und dessen Wand in der Mitte etwas eingebuchtet ist. (Textfigur 2).

Fig. 2.

Das vordere Ende des Knochenringes liegt im Bereiche der lateralen Wand der Kammerbucht, somit ist die Form des Knochenringes bestimmend für die Form der letzteren. Die dünne Lamelle des Knochenringes ist beinahe bei allen untersuchten Vogelarten dieser Gruppe kompakt; nur an einigen Stellen ist der sclerale Knochenring der Länge nach gespalten und das Periost füllt diese Spalte aus. Es handelt sich nicht um eine durchgehende Zweiteilung des Knochenringes in einen inneren und äusseren, sondern um das Übereinanderliegen zweier Knochenplättchen, aus denen der sclerale Knochenring zu-

sammengesetzt ist. Im Knochen finden sich bei *Struthio camelus* Markräume, welche spärliche Markzellen, dagegen ziemlich reichliche Gefässe enthalten. In der Adventitia dieser letzteren liegen ziemlich verästelte, sehr dunkle Pigmentzellen, welche denen der bindegewebigen Sclera und des Ciliarkörpers gleichen. Zwischen dem Knochenring und der Hornhaut besteht die Sclera eine Strecke lang ausschliesslich aus Bindegewebe, während in der übrigen Ausdehnung derselben das Bindegewebe den Knochen und den Knorpel auf der Innen- und Aussenfläche bekleidet.

Eine besondere Mächtigkeit besitzt die bindegewebige Bedeckung der Innenfläche des scleralen Knochenringes, da diesen Partien der Sclera eine besondere Bedeutung zukommt. Von diesem Teile der Sclera entspringt der Ciliarmuskel und mittelbar inseriert sich hier ein Teil des *Lig. pectinatum*, während der andere Teil des letzteren weiter vorne unmittelbar an der Sclera sich anheftet. Diese Partie zeigt auch eine von den anderen abweichende histologische Beschaffenheit. Es tritt hier reichlich Pigment auf und besonders die Corneoscleralgrenze ist durch eine bereits makroskopisch wahrnehmbare Anhäufung von Pigmentzellen charakterisiert. Man sieht am Durchschnitte einen schräg von vorn medial nach hinten lateral ziehenden dunklen Streifen, der cornealwärts scharf absetzt und am dunkelsten ist, scleralwärts allmählich heller wird und undeutliche Grenzen aufweist.

Die Sclera ist in ihrem vordersten Abschnitte neben dem Pigmentreichtum durch einen grossen Kernreichtum ausgezeichnet, wozu sich in den innersten Schichten eine lockere Beschaffenheit des Bindegewebes gesellt. Die innersten unmittelbar an die Kammerbucht angrenzenden Partien der Sclera ähneln in ihrem Bau vollständig dem Teile des Ciliarkörpers, der vom Kammerwasser bespült wird; ich werde diesen Teil der Sclera gleichzeitig mit dem Ciliarkörper besprechen. Die Strukturunterschiede des Scleralgewebes treten allmählich

auf und es kann daher keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Parteen gezogen werden.

Die Ora serrata liegt bei den Vögeln sehr weit vor dem Äquator. Eine kurze Strecke lang liegt die verdünnte Retina bloss durch die Chorioidea von der Sclera getrennt, letzterer auf; sehr bald vermehrt sich das Gewebe zwischen Retina und Sclera, wodurch der Anfang des Ciliarkörpers deutlich gekennzeichnet wird. Der Ciliarkörper ist dabei anfangs sehr dünn und gewinnt erst in seinen vorderen Abschnitten an Mächtigkeit. Die Ciliarfortsätze sind nicht sehr ansehnlich entwickelt; eine Ausnahme macht der Strauss, dessen Ciliarfortsätze sehr lang sind und stark über die Oberfläche hervorspringen. Nach vorne hin teilt sich der Ciliarkörper, indem der Ciliarmuskel mit seinen Gefässen und Nerven an der Sclera haftet (*Pars scleralis corp. cil.*), während ein vorwiegend aus Bindegewebe bestehender Teil des Ciliarkörpers in spitzem Winkel gegen die Linse zieht und der Iris als Ursprung dient (*Pars iridica corp. cil.*). Dieser Teil ist deshalb dem Ciliarkörper zuzuzählen, weil in der ganzen Ausdehnung seiner hinteren Fläche Ciliarfortsätze entspringen und der histologische Bau bedeutend von dem der Iris abweicht, deren Anfang deutlich gekennzeichnet ist. Die *Pars iridica corp. cil.* ist bedeutend schmaler als die Iris, so dass der Anfang der letzteren mitunter (z. B. beim Strauss) wie eine Stufe in die vordere Kammer hineinragt; bei anderen Vögeln (z. B. beim Huhn) tritt das Irisstroma allmählich auf und die Verdickung ist keine so plötzliche. Die *Pars iridica corp. cil.* ist aus fibrillärem Bindegewebe aufgebaut, in dessen vorderen Schichten viele elastische Fasern vorhanden sind; es ist von zahlreichen Pigmentzellen durchsetzt, so dass das Gewebe stellenweise beinahe ganz schwarz erscheint. Bei pigmentärmeren Arten erkennt man in der Grundplatte des Ciliarkörpers zahlreiche Blutgefässe und Nerven, die zu den Ciliarfortsätzen und zur Iris ziehen. Diese Gefässe

und Nerven stammen zum grössten Teile aus dem hinteren Abschnitte des Ciliarkörpers, man sieht sie jedoch auch von dem der Pars scleralis corp. cil. angehörenden Gefäss- und Nervenplexus, den ich später genauer besprechen werde, entspringen und quer durch den peripheren Teil der Kammerbucht der Pars iridica zustreben.

Den grössten Teil der Pars scleralis corp. cil. bildet der Ciliarmuskel. Derselbe reicht mit seinem Ursprunge nach vorn bis vor das vordere Ende des scleralen Knochenringes, nach hinten bis in die hintersten Abschnitte des Ciliarkörpers. Eine Lage von Bindegewebe, welche mit der Sclera vor dem vorderen Rande des Ciliarmuskels in Verbindung steht, liegt demselben an seiner der Kammer zugewendeten Seite an; vorn ziemlich mächtig, verjüngt sich diese Lage nach hinten zu und verschwindet schliesslich vollständig. Nur bei *Struthio camelus* ist der Ciliarmuskel an seiner ganzen der Kammerbucht zugewendeten Fläche von Bindegewebe überzogen. Dieser bindegewebige Überzug besitzt histologische Eigentümlichkeiten, welche auch den innersten Scleralpartieen an der Corneoscleralgrenze zukommt und in folgendem bestehen. Die Bindegewebszüge sind nur locker mit einander verbunden, so dass allmählich ein bindegewebiges Balkenwerk oder Netzwerk entsteht, dessen Maschen nach der Kammer hin immer grösser werden und schliesslich in die grossen Maschen des Lig. pectinatum auslaufen, wobei die Bindegewebszüge, welche die Grundlage des Netzwerkes bilden, immer dünner werden, beinahe parallel zu einander verlaufen und nur hie und da sich spitzwinkelig mit einander verbinden. Das Bindegewebe dieser Region, sowie der vorderen Schichten der Pars iridica corp. cil. ist ausserordentlich reich an elastischen Fasern, welche über das nicht elastische Gewebe überwiegen. Die Fasern haben dabei in der Pars scleralis corp. cil. einen vorwiegend äquatorialen Verlauf. Das Gewebe dieses Augenabschnittes weist

einen bedeutenden Gehalt an Pigmentzellen auf, der in den vordersten Anteilen am grössten ist, nach hinten und innen abnimmt. Im Lig. pectinatum finden sich bei allen Arten dieser Gruppe mit Ausnahme von *Gallus bankhiva*, dessen Auge überhaupt in dieser Region verhältnismässig pigmentarm ist, Pigmentzellen, welche in grösserer oder geringerer Menge im Gewebe zerstreut liegen. Beim Strauss fehlen sie in der Nähe der Iris vollständig, sind dagegen in den peripheren Zügen des Lig. pectinatum recht zahlreich. Bereits dort, wo die Bindegewebsbündel sich in ihrem Zusammenhange lockern, treten zuerst vereinzelt, dann in grösserer Anzahl Endothelzellen auf, welche in den kammerwärts gelegenen Partien einen kontinuierlichen Überzug des bindegewebigen Netzwerkes bilden. Auf diese Weise entwickelt sich allmählich aus dem innersten Teile der vordersten Scleralpartien und aus dem bindegewebigen Überzuge des Ciliarmuskels das Lig. pectinatum. Es durchzieht in grosser Ausdehnung die vordere Kammer und inseriert an der Pars iridica corp. cil. Bei den meisten Arten (*Corvus cornix*, *Pica caudata*, *Gallus bankhiva*, *Columba domestica*) ziehen die vordersten dieser Fasern, wahre Irisfortsätze darstellend, zum ciliaren Rande der Iris; bei *Struthio camelus* und *Fringilla carduelis* sind diese Fasern nur schwach entwickelt.

Durch das Auseinanderweichen der beiden Teile des Ciliarkörpers erhält die Kammerbucht eine eigentümliche Gestalt. Sie läuft in einen nach hinten spitz ausgezogenen Winkel aus; zu bemerken wäre noch, dass die nicht von Bindegewebe bedeckten Teile des Ciliarmuskels an ihrer der Kammer zugewendeten Seite einen kontinuierlichen Endothelüberzug besitzen, welcher als Fortsetzung des Endothelüberzuges, der Hornhaut und des Lig. pectinatum zu betrachten ist.

Eine grosse Bedeutung besitzen zweifellos die Gefässe und Nerven dieser Region. Am vorderen Ende des Ciliarmuskels findet man auf Meridionalschnitten die Lichtung des von

Angelucci (1) erwähnt und von Königstein (31) genauer beschriebenen venösen Plexus, der schon von den beiden genannten Autoren für den Circulus venosus Schlemmii gehalten wurde (Fig. 15). Bei den meisten hier beschriebenen Vögeln findet man die Lichtung zweier grösserer Venen, von denen die vordere grösser ist, als die hintere. Die Wand dieser Venen besteht aus einem Endothel, welches auf allen Seiten von dem bereits beschriebenen, Endothelzellen und reichlich elastische Elemente enthaltenden, lockeren Bindegewebe umschlossen wird. Neben diesen zwei Venendurchschnitten finden sich noch mehrfache Venenlichtungen kleineren Kalibers, die keine typische Anordnung besitzen und zum Teile Zuflüsse der grossen Venen darstellen dürften, zum grössten Teile sich aber erst mit den Abflüssen derselben vereinigen. Da die Venen manchmal nur durch Endothelwände von einander getrennt sind, so bieten manche Schnitte einen Anblick dar, dass man glauben könnte, ein grosser venöser Raum sei durch Endothelleisten in mehrere Abschnitte geteilt; bei Verfolgung der betreffenden Serie zeigt es sich, dass zwischen den Venen Bindegewebe auftritt und allmählich an Mächtigkeit gewinnt. Zwischen den beiden grossen Venen liegt der Durchschnitt einer ziemlich mächtigen mit dicker Muscularis versehenen Arterie. (Auf Fig. 15 nur angeschnitten.) Wenn die Venen bloss durch spärliches Bindegewebe von einander getrennt sind, empfängt man den Eindruck, als ob die Arterie im Lumen einer Vene läge und nur durch dünne Gewebsbrücken mit der Wand in Verbindung stünde. Bei *Gallus bankhiva*, bei dem die hintere der beiden Venen gewöhnlich ziemlich klein ist, stellt sich das beschriebene Verhältnis nicht so deutlich dar; bei *Struthio camelus* liegt die Arterie in der Regel vor dem Venenplexus und nur ausnahmsweise finden sich noch kleine Venen von derselben. Beim Strauss zeigen die Venen überhaupt eine ziemlich regellose Anordnung und nur eine grössere Vene hebt sich deutlich vom

Plexus ab. Die Arterie, welche, innerhalb des venösen Plexus liegend, einen in sich geschlossenen Ring bildet, erhält ihren Zufluss aus den vorderen Ciliararterien durch Vermittelung meridional verlaufender Stämmchen, welche an der Innenfläche des Ciliarmuskels nach vorn ziehen und nur ausnahmsweise letzteren durchbohren. Sie sind von geringer Stärke und stehen an Kaliber stets dem Ringgefäße nach. Ich habe mehrfach Gelegenheit gehabt zu sehen, dass von den zuführenden Arterien oder vom arteriellen Ringe stärkere Äste quer durch die Kammerbucht zum Pars iridica corp. cil. ziehen, wodurch die Zusammengehörigkeit beider Teile des Ciliarkörpers besonders klar gemacht wird. Der arterielle Ring versorgt mit seinen Ästen wohl hauptsächlich den Ciliarmuskel, giebt aber auch kleine Gefäße für die Ernährung des umliegenden Bindegewebes und sogar des Scleralknochens (*Struthio camelus*) ab. Eine Verbindung der Äste des arteriellen Ringgefäßes mit dem Randschlingennetze der Hornhaut habe ich nirgends feststellen können.

Die Venen dieses Bezirkes stammen meist aus dem Verbreitungsgebiete des arteriellen Ringes. Die beiden Venen bilden einen venösen Kreis, der jedoch nicht überall von gleichem Kaliber ist. Er ist stets nur durch eine sehr geringe Schichte lockeren, von Endothelien durchsetzten Bindegewebes von der vorderen Kammer getrennt. Die grossen Venen und ebenso meist auch die kleineren Venen des Plexus finden ihre Abflusswege, indem sie um das vordere Ende des Ciliarmuskels und des scleralen Knochenringes herum durch die Sclera ziehen, dieselbe durchbrechen und mit den conjunctivalen Gefässen in Verbindung treten. Neben diesem hauptsächlich Abflusswege finden sich auch kleinere. Die Venen geringeren Kalibers insbesondere durchbrechen hie und da den Ciliarmuskel senkrecht auf seinen Faserverlauf und biegen dann um den vorderen Rand des Scleralringes herum. Nur bei *Struthio camelus*, bei

dem auch die Arterien in die Markräume des Scleralknochens gelangen, dringen die Venen in den Knochen ein, durchsetzen ihn sogar seiner ganzen Dicke nach und verbinden sich auf diesem Wege mit den Conjunctivalvenen.

Zusammen mit den Arterien ziehen häufig grössere Nerven aus den hintersten Abschnitten des Ciliarkörpers nach vorne, wo sie mit einander in Verbindung treten und ein Geflecht bilden, welches ich besonders schön auf tangentialen Schnitten durch das Auge des Strausses sehen konnte. Fast konstant findet man hinter dem venösen Plexus bei allen Vögeln den Durchschnitt eines oder mehrerer Nervenstämme. Ebenso, wie die Arterien von der Pars scleralis corp. cil. quer durch die Kammerbucht zur Pars iridica ziehen, verbinden sich auch die Nerven dieser Teile miteinander und zwar ziehen sie gewöhnlich mit den Arterien, nur selten selbständig durch die Kammerbucht. Das Versorgungsgebiet des Nervenplexus deckt sich ziemlich genau mit dem des arteriellen Ringes; jedenfalls biegt sich der grösste Teil der Nervenfasern zum Ciliarmuskel. Öfters habe ich Nervenbündel bis in die Hornhaut verfolgen können.

Bei der zweiten Gruppe der untersuchten Vogelarten, welche *Syrnium aluco* und *Gyps fulvus* umfasst, finden wir zwar ähnliche Verhältnisse, wie bei den Vögeln der ersten Gruppe, doch sind durch die besonders starke Entwicklung gerade der betreffenden Region des Bulbus die Verhältnisse so bedeutend verändert, dass sie eine besondere Beschreibung erfordern.

Der Bau der Sclera weicht insofern von dem früher beschriebenen Verhalten bei den Vögeln der ersten Gruppe ab, als der sclerale Knochenring stärker entwickelt ist und den Abschnitt eines viel steileren Trichters bildet. Bei den untersuchten Raubvögeln finden sich Markräume im Knochen, die bei *Syrnium aluco* viel bedeutender sind, als bei *Gyps fulvus*. Während bei letzterem der Scleralknochen sich an seinem

vorderen Ende ebenso verhält, wie bei den Vögeln der ersten Gruppe, verdickt sich bei *Syrnium aluco* der Knochenring von hinten nach vorn und endet vorn mit einem stumpfen Rand, wobei sich die Abschrägung allein auf die innere Fläche beschränkt. Am vorderen Ende des Knochenringes verschmälert sich die Sclera bei den Raubvögeln, indem die innersten Schichten derselben dem verdickten Ansatz des Ciliarmuskels und dem Gefässplexus Platz machen; demnach geschieht die Verdünnung der Sclera ausschliesslich auf Kosten der inneren Sclerallamellen. Die histologische Struktur der Sclera weist dieselbe Beschaffenheit auf wie bei der ersten Gruppe, höchstens mit dem Unterschiede, dass die beiden untersuchten Raubvögel ziemlich wenig Pigment in diesen Partien des Auges aufweisen.

Der Ciliarkörper verhält sich im grossen und ganzen wie bei den übrigen Vögeln, nur ist der ungeteilte Abschnitt desselben geringer im Vergleich mit dem geteilten Abschnitte. Die Pars iridica weist nur die Eigentümlichkeit auf, dass sie in einem spitzeren Winkel nach vorn zieht, als bei den Nicht-Raubvögeln. Insbesondere ist dies der Fall bei *Syrnium aluco*, was wohl mit der Thatsache in Zusammenhang steht, dass beim Käuzchen die Linse viel stärker gewölbt ist, als beim Lämmergeier. Der sclerale Teil des Ciliarkörpers ist flacher, als bei den Vögeln der ersten Gruppe, weist aber sonst keine Besonderheiten gegenüber dem früher Beschriebenen auf.

Die Gefässverhältnisse gestalten sich etwas verschieden von einander. Bei *Syrnium aluco* (Fig. 18, Taf. XXXI/XXXII) finden wir das als typisch für die erste Gruppe beschriebene Verhältnis der beiden Venen zu der dazwischen liegenden Arterie. Die Venen sind, entsprechend den grösseren Längsdimensionen des Ciliarkörpers flach und die hintere beinahe spaltförmig. Sie stehen mit einander durch zahlreiche scleralwärts von der Arterie verlaufende Anastomosen in Verbindung. Die Abflusswege, welche auf Fig. 18 deutlich zu sehen sind, verhalten sich wie bei den Nicht-Raub-

vögeln. Das Lig. pectinatum besteht aus verhältnismässig wenigen, plumpen Pfeilern, an deren Aufbau, sowie an dem des kammerwärts vom Gefässplexus liegenden Maschenwerkes, die endothelialen Elemente den überwiegenden Anteil haben.

Bei *Gyps fulvus* (Fig. 16, Taf. XXXI/XXXII) findet sich neben den beiden typischen Venen, von denen die hintere übrigens häufig in zwei Teile zerfällt, noch eine grosse Anzahl Venen verschiedener Grösse in der Nachbarschaft. Sie ragen sehr weit nach aussen und hinten in die Sclera hinein und besitzen reichliche Anastomosen. Die Gegend des Venenplexus macht auf den ersten Blick den Eindruck eines cavernösen Gewebes. Die Abflüsse zeigen keine Besonderheiten gegenüber denen der anderen untersuchten Vögel. Bemerkenswert ist die sehr starke Muscularis der Arterie. Die Stärke des an der Corneoscleralgrenze liegenden lockeren, von Endothelien durchsetzten Bindegewebes (Fig. 17, Taf. XXXI/XXXII) ist so bedeutend, dass es kissenartig in die Kammer vorspringt. Hier entspringen die Balken des Lig. pectinatum, speziell diejenigen, welche als Irisfortsätze zu bezeichnen sind. Sie bestehen aus sehr feinen Balken und zeigen sonst keine Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten bei den Vögeln.

Säugetiere.

Im Verhalten der in Besprechung stehenden Gebilde des Auges weisen die Säugetiere wohl einen einheitlichen Typus, doch verschiedene Grade der Ausbildung desselben auf. Während für die Vögel und einige Reptilien die weit nach hinten ziehende Zweiteilung des Ciliarkörpers charakteristisch ist, ist sie bei den Säugetieren viel weniger ausgebildet und verschwindet bei den Primaten vollständig. Dies beeinflusst die Form der Kammer-

bucht und die Beteiligung der verschiedenen Organteile an deren Begrenzung wesentlich.

Bei der Betrachtung der Augen der 31 von mir untersuchten Säuger ergibt sich eine grosse Übereinstimmung einerseits der nahe mit einander verwandten Arten, andererseits der Tiere mit ähnlichen oder gleichen Lebensgewohnheiten. Demnach kann ich mich auf die Beschreibung von einigen Typen und Arten beschränken. Es sind die folgenden:

1. Marsupialia.
2. Edentata (*Dasypus septemcinctus*).
3. Cetacea (*Delphinus delphis*).
4. Perissodactyla, Artiodactyla und Pinnipedia.
5. Rodentia.
6. Insectivora und Chiroptera.
7. Carnivora.
8. Prosimiae.
9. Primates.

Die beiden Marsupialier *Phascolomys wombat*, von dem mir leider nur wenige Schnitte zur Verfügung standen, und *Macropus* haben eine mässig gewölbte Hornhaut, deren Bau, ausser dem Vorhandensein einer sehr dicken *Membrana Desemetii*, keine besonderen Eigentümlichkeiten aufweist. Am Übergange der Cornea in die Sclera, welcher durch das Auftreten von Pigment im Conjunctivalepithel und in der Grundsubstanz der äusseren Augenhaut gekennzeichnet ist, verdickt sich letztere beträchtlich. Besonders stark verdickt ist die Sclera an der Ansatzstelle des Ciliarmuskels. In dem an die Kammerbucht angrenzenden Bezirke wird das Gefüge der Scleralfasern zusehends lockerer und geht allmählig in das Gewebe des Ciliarkörpers über. Letzterer ist flach, da der Ciliarmuskel nur schwach entwickelt ist. Die Ciliarfortsätze sind, insbesondere bei *Macropus*, aussergewöhnlich stark entwickelt und reichen sehr weit nach vorn auf die Iriswurzel. Der schwache Ciliar-

muskel, der von pigmentführendem Bindegewebe durchsetzt ist, liegt der Sclera an und endigt an der Stelle, wo die Zweiteilung des Ciliarkörpers ihren Anfang nimmt (Fig. 19, Taf. XXXIII/XXXIV). Die Pars iridica corp. cil. ist stärker pigmenthaltig und geht ohne scharfe Grenze in das Stroma der Iris über. Nur an der hinteren Fläche lässt sich eine scharfe Grenze zwischen dem Epithel des Ciliarkörpers und der Iris bestimmen. Der sclerale Teil des Ciliarkörpers ist weit pigmentärmer, als der iridische Teil, und besteht aus einem lockeren Gefüge von zum Teil meridionalen, zum Teil äquatorialen Bindegewebsbalken, wobei die letzteren überwiegen dürften. Die Zwischenräume des Balkenwerkes sind von Endothelzellen erfüllt, welche einen kontinuierlichen Überzug desselben bilden. Dieses Gewebe bildet den engmaschigen Teil des Lig. pectinatum, dessen Bauprincip es aufweist. Von der Pars iridica corp. cil. ziehen zur Pars scleralis mehrere Bindegewebsbündel, die durch ihren Pigmentreichtum die Eigentümlichkeiten der Pars iridica darbieten, und, vielfach mit einander anastomosierend, den weitmaschigen Teil des Lig. pectinatum bilden. Nach vorn nehmen diese Bindegewebsbündel an Dicke zu; die vordersten, welche keine Anastomosen mit einander eingehen und den Irisfortsätzen Iwanoff's und Rollet's (26) entsprechen, zeichnen sich durch ein besonderes Verhalten zur Descemet'schen Membran aus. Letztere bildet einen scheidenartigen Überzug der Irisfortsätze, welcher bis zur Oberfläche der Iris reicht (Fig. 20, Taf. XXXIII/XXXIV). Die sich mit Fuchsin intensiver roth, als das sclerale Bindegewebe, färbenden Bindegewebsfasern der Irisfortsätze teilen sich unter der Descemet'schen Membran im Niveau der Substantia propria sclerae -förmig. Ein solches Verhalten der Membrana Descemetii zu den Irisfortsätzen hat bereits Waldeyer (68) für das Rind, das Pferd und das Schwein beschrieben, doch fand ich es bei keinem Säuger so gut ausgebildet, wie bei Macropus. Die Memb. Descemetii lässt sich auf manchen Schnitten noch

eine kurze Strecke hinter die Irisfortsätze auf den engmaschigen Teil des Lig. pectinatum verfolgen, wo sie, allmählig dünner werdend, endigt. Ihr Endothelüberzug geht ohne Lücken auf die Irisfortsätze, die Balken des Lig. pectinatum und die beiden Teile des Ciliarkörpers über und findet seine Fortsetzung im vorderen Endothel der Iris. Dem engmaschigen Teil des Lig. pectinatum anliegend finden sich in der Sclera auf den meisten Schnitten Gefässenlichtungen, die gewöhnlich eine dreieckige Form besitzen, wobei die eine längere Seite des Dreieckes dem Lig. pectinatum zugewendet ist. Die Wandung der erwähnten Gefässe besteht aus einer einfachen Endothellage, nach aussen von welcher reichliche Pigmentzellen gelegen sind, welche die Gefässe auf ihrem ganzen Verlaufe durch die Sclera begleiten. Die Gefässe ziehen meist schräg nach vorn und aussen und lassen sich bis zu ihrer Verbindung mit den Conjunctivalvenen verfolgen, sind somit als Venen anzusprechen. Sie entsprechen ihrem ganzen Verhalten nach dem Circulus venosus Schlemmii. Sie weisen die Eigentümlichkeit auf, beinahe gleichmässig an der ganzen lateralen Wand des Fontana'schen Raumes verteilt zu sein und auch keine so constante Lage einzunehmen, wie dies bei den meisten Tieren der Fall ist. Ob Anastomosen mit den Venen des Ciliarmuskels bestehen, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen.

Von der gegebenen Beschreibung des Auges von *Macropus* weicht *Phascolomys wombat* nur insoferne ab, als die Trennung des Lig. pectinatum in einen engmaschigen und weitmaschigen Teil nicht so ausgeprägt ist wie bei *Macropus* und die dem Circulus venosus Schlemmii darstellenden Venen constant in der nächsten Nähe der Corneoscleralgrenze liegen. —

Bei dem einzigen von mir untersuchten Tiere aus der Ordnung der Edentaten, *Dasypus septemcinctus*, liegt die Corneoscleralgrenze weit vorn; sie ist durch eine Verdünnung des Conjunctivalepithels, durch das Auftreten von Gefässen und Pigmentzellen, welche die Gefässe begleiten, gekennzeichnet.

Am weitesten gegen den Mittelpunkt der Hornhaut reicht das Pigment in den hintersten Schichten derselben. Es finden sich auf allen untersuchten Schnitten an der hinteren Fläche der Hornhaut Pigmentzellen, welche der Memb. Descemetii unmittelbar anliegen; letztere ist so dünn, dass sich nicht mit Sicherheit unterscheiden lässt, auf welcher Seite der Descemet'schen Membran die Pigmentzellen liegen. Es erscheint mir jedoch wahrscheinlicher, dass sie an der der Grundsubstanz der Cornea zugewendeten Seite des Memb. Descemetii liegen. Ausser jedem Zweifel steht, dass die Endothelien der hinteren Hornhautfläche überall zwischen den Pigmentzellen und der vorderen Kammer liegen. Ueber die Endigung der Descemet'schen Membran vermag ich keine genauen Angaben zu machen, da mir keine Schnittserie zur Verfügung stand, und bei der Zartheit der Descemet'schen Membran, sowie dem Pigmentreichtum der Gegend es unmöglich war eine Sicherheit zu erlangen.

Der Ciliarkörper, die Iris und das Lig. pectinatum weisen alle dieselbe Eigentümlichkeit eines grossen Pigmentreichtums auf. Derselbe ist so gross, dass er die Struktur dieser Organe beinahe vollständig verdeckt. Der Ciliarkörper besitzt nur schwach ausgebildete Ciliarfortsätze, die weit nach vorn reichen und hier ihre stärkste Ausbildung zeigen. Der Ciliarmuskel ist schwach und liegt im hinteren Teile des Ciliarkörpers. Der vordere Teil des letzteren spaltet sich in zwei Teile, von denen der eine als Iriswurzel fungiert (Pars iridica), der andere die Verbindung des Ciliarkörpers mit der Sclera vermittelt (Pars scleralis). Die Pars iridica wird gegen die Iris hin pigmentreicher; eine scharfe Grenze lässt sich jedoch histologisch zwischen Ciliarkörper und Iris nicht feststellen. Die Pars scleralis corp. cil. ist verhältnismässig pigmentarm und verjüngt sich nach vorn hin. Zwischen den beiden Teilen des Ciliarkörpers spannen sich von Endothelien eingescheidete Bindegewebsfasern aus, die hinten dünn sind, nach vorn an Dicke

zunehmen und, mit einander in Verbindung tretend, das Balkenwerk des Lig. pectinatum bilden. Die hinteren Balken sind beinahe vollkommen pigmentfrei, die vorderen stark, jedoch ungleich, pigmentiert. Das Pigment tritt entschieden an den von der Pars iridica entspringenden Teilen der Balken des Lig. pectinatum viel stärker auf, als am anderen der Sclera zugewendeten Ende derselben. Die Maschen des Lig. pectinatum sind hinten eng, nach vorne werden sie dagegen recht geräumig. Der Endothelüberzug der Memb. Descemetii lässt sich als kontinuierliche Schichte auf die Vorderfläche der Iris, sowie auf die Balken des Lig. pectinatum verfolgen, von denen wohl einzelne auch ausschliesslich aus endothelialen Zellsträngen bestehen dürften.

In der Sclera findet sich nahe vor dem vorderen Ende des Ciliarmuskels die Lichtung eines Gefässes, welches bis an den Fontana'schen Raum heranreicht und stellenweise nur durch eine einfache Schichte Endothelzellen von demselben getrennt erscheint. Dieses Gefäss ist im Verhältnis zur Grösse des Auges sehr stark und seine abführenden Äste lassen sich mitunter auf längere Strecken hin verfolgen. Es ergiebt sich dabei, dass es sich um Venen handelt, welche mit den benachbarten Venen der Sclera anastomosieren und ihren Hauptabfluss nach vorn in die Conjunctivalvenen finden. An mehreren Schnitten waren diese Venen, welche hier den Circulus venosus Schlemmii vorstellen, strotzend mit Blut gefüllt.

Delphinus delphis, der einzige Vertreter der Waltiere, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, weist im Baue seines Auges viel gemeinsames mit den grossen Seefischen auf. Die Hornhaut ist von einer dicken Epithelschichte bedeckt, welche sich gegen die Conjunctiva hin verdünnt und an der Corneoscleralgrenze in den Basalzellen Pigment enthält. Die Bowman'sche Membran ist sehr dick und verjüngt sich gegen die Corneoscleralgrenze hin, jenseits welcher sie verschwindet. Eine

Descemet'sche Membran vermochte ich nicht deutlich wahrzunehmen. Die Corneoscleralgrenze ist durch das Auftreten von Pigment in der Grundsubstanz der hier beträchtlich verdickten äusseren Augenhaut gekennzeichnet. Die so markierte Corneoscleralgrenze läuft von vorn schräg nach hinten, so dass die Hornhaut hinten weniger weit gegen die Sclera hin reicht, als vorn.

Die Ora serrata liegt sehr weit vorn, in nur geringer Entfernung von der Corneoscleralgrenze. Im Zusammenhang damit ist der Ciliarkörper sehr schwach entwickelt. Der Ciliarmuskel scheint mir, im Gegensatze zu den Angaben von Leuckart (42), zu fehlen. Die Ciliarfortsätze, welche nur kümmerlich ausgebildet sind, reichen bis zur Iriswurzel. Am Ciliarkörper lassen sich zwei Teile unterscheiden. Die Pars sclerale corp. cil. besteht aus einem dichten Gefüge von Bindegewebsbalken, zwischen denen zahlreiche Endothelzellen eingelagert sind; ausserdem finden sich hier zahlreiche kleinere Gefässe und Nerven, die meist gegen die Iris ziehen. Der sclerale Teil des Ciliarkörpers setzt sich, nach vorn hin schmaler werdend, beinahe bis zur Corneoscleralgrenze fort und zeichnet sich durch einen geringeren Pigmentgehalt von den umliegenden Gebilden aus. Der zweite Teil, die Pars iridica corp. cil., besteht aus einem stark pigmentierten Bindegewebe, welches ohne scharfe Grenze in das Irisstroma übergeht. Letzteres ist weniger pigmenthaltig und durch grosse, geschlängelte Gefässe ausgezeichnet. Zwischen beiden Teilen des Ciliarkörpers spannt sich das Lig. pectinatum aus; es besteht aus stark pigmentierten Bindegewebssträngen, welche sich von der Grundplatte der Pars iridica ablösen und zur Sclera hinziehen. Sie gehen mannigfache Verbindungen mit einander ein, wodurch ein Maschenwerk entsteht, dessen Maschen hinten enger, vorn weiter sind. Die vordersten, zugleich stärksten Balken des Lig. pectinatum reichen auf meinen Präparaten nicht bis zu dem deutlich er-

kennbaren Irisgewebe, sondern entspringen alle noch von der Grundplatte des Ciliarkörpers. An mehreren Stellen habe ich Nerven und Gefässe mitten durch das Lig. pectinatum zur Iriswurzel ziehen sehen. Ob ein kontinuierlicher endothelialer Überzug der Fasern des Lig. pectinatum, die Fortsetzung des Hornhautendothels, besteht, liess sich an dem nicht gut genug konservierten Materiale nicht entscheiden, doch scheint mir die Annahme eines solchen sehr wahrscheinlich.

In der Sclera finden sich zahlreiche Venen, von denen viele ein ansehnliches Caliber haben. Beinahe auf allen Schnitten sind solche Venen sichtbar, deren meridional, also parallel zur Innenfläche der Sclera, gestellten Lichtungen innerhalb der Sclera unmittelbar an der Pars scleralis corp. cil. liegen, sodass sie nur durch ihre endotheliale Wand von dem Fontana'schen Raume getrennt sind. Diese Venen, ein Analogon des Circulus venosus Schlemmii des Menschen, besitzen ihre Hauptabflusswege gegen die Conjunctiva; hie und da sind aber auch Verbindungen mit den tiefen meridional durch die Sclera ziehenden Venen zu sehen.

Die Perissodactylen (*Equus caballus*), Artiodactylen (*Sus scropha domestica*, *Camelus dromedarius*, *Cervus axis*, *Ovis aries*, *Bos taurus*) und Pinnipedier (*Phoca vitulina*) kann ich gemeinsam abhandeln, da bei allen genannten Tieren die Verhältnisse nur in geringen Einzelheiten von einander abweichen.

An der Corneoscleralgrenze der viel Pigment besitzenden Tiere (Pferd, Kameel, Rind, Schaf, Seehund) tritt dasselbe reichlich zwischen den Bindegewebslamellen der Sclera auf und reicht an der äusseren Fläche ziemlich weit gegen die Hornhaut hinein. Es reicht auch das Randschlingennetz sehr weit in die Hornhaut hinein, ja beim Kameel fanden sich Capillaren sogar in der Mitte der Hornhaut. Dies könnte allerdings eine pathologische Erscheinung sein, da sich bei dem Kameelbulbus

welchen ich untersucht habe, chorioiditische Herde fanden. Das Schaf ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass sich das Pigment in den vorderen Lamellen der Hornhaut weit gegen den Mittelpunkt derselben verschiebt, während die hinteren Lamellen vollständig pigmentfrei sind. Bei den pigmentarmen Tieren (Schwein, Axishirsch) kommt das Pigment nur als Begleiter der Capillaren des Randschlingennetzes vor. Der Übergang der Cornea in die Sclera ist hier nicht scharf gekennzeichnet, da die Bindegewebslamellen eine allmähliche Umlagerung erfahren.

Der Ciliarkörper ist bei allen aufgezählten Tieren dieser Gruppe gut entwickelt; der Ciliarmuskel ist dagegen bei der Mehrzahl, nämlich beim Pferde, Kameel, Rind und Schaf, sehr schwach entwickelt. Die übrigen Tiere dieser Gruppe zeichnen sich durch den Besitz eines stärkeren Ciliarmuskels aus.

Am Ciliarkörper lassen sich zwei Teile unterscheiden. Der eine der Iris als Ursprung dienende besteht aus ziemlich kompaktem pigmentreichem Bindegewebe. In den hinteren Anteilen des Ciliarkörpers liegt die Fortsetzung dieses Bindegewebes an der medialen Seite des Ciliarmuskels. Am vorderen Ende des letzteren beginnt ein lockeres, sehr kleinmaschiges, pigmentarmes Gewebe, welches den hinteren lateralen Teil des Fontana'schen Raumes einnimmt. Es erweist sich bei genauer mikroskopischer Untersuchung an Präparaten, die nach van Gieson gefärbt sind, dass dieses Gewebe aus sehr feinen Bindegewebsbündeln besteht (Fig. 21, Taf. XXXIII/XXXIV); bei der Färbung auf elastische Fasern erweisen sich diese Bindegewebsfasern als Elemente elastischer Natur: sie lassen sich zwischen die einzelnen Bündel des Ciliarmuskels verfolgen, dem sie als Sehne dienen. Das feinmaschige Gewebe, dessen Fasern einen endothelialen Überzug besitzen, liegt der Sclera innig an, weist spaltförmige der Oberfläche der Sclera parallel gerichtete Lücken auf und verschmälert sich nach vorn hin, bis es in geringer Entfernung von der Corneoscleralgrenze aufhört. Zwischen diesem feinmaschigen Gewebe der

Pars scleralis corp. cil. und der Pars iridica spannen sich dickere, von Endothel bekleidete Bindegewebsbalken aus, die, nach vorn an Stärke zunehmend, bis knapp an die Corneoscleralgrenze reichen. Sie enthalten im Gegensatze zum feinmaschigen Gewebe nur spärliche elastische Fasern, sind dagegen ziemlich pigmentreich. Die vordersten dieser Balken, wahre Irisfortsätze, entspringen als dicke Bindegewebszüge an einer Stelle, welche zweifellos als der Iris zugehörig betrachtet werden muss. Sie sind rund und weisen im Gegensatz zu den hinteren Balken des Lig. pectinatum nur wenige Verbindungen untereinander auf. Gegen die Sclera zu verjüngen sie sich bedeutend, sodass sie konisch geformt sind, durchbohren die Descemet'sche Membran und gehen im Gewebe der Sclera auf. Man sieht bei der Durchsicht der Serien die Irisfortsätze in mehreren Reihen stehen und zwar so, dass die hinteren gegenüber den Zwischenräumen der vorderen stehen, so dass man sie nicht auf einem radiären Schnitt gleichzeitig trifft. Eigentümlich ist das Verhalten der Memb. Descemetii gegenüber den Irisfortsätzen; sie bilden, wie bei *Macropus*, einen scheidenförmigen Überzug, auf den sich das Endothel der Hornhaut kontinuierlich fortsetzt. Die oben geschilderten Verhältnisse gelten für alle Tiere dieser Gruppe mit der Einschränkung, dass beim Pferde, beim Rinde und beim Seehunde das Gewebe des Lig. pectinatum und der Pars scleralis corp. cil. viel gröber und stärker ist, als bei den übrigen Tieren.

Die den Circulus venosus Schlemmii vorstellenden Venen sind bei den in Besprechung stehenden Tieren spärlich vorhanden und besitzen ihren direkten Abfluss nach den Conjunctivalgefäßen hin. Öfters findet sich an der Grenze der Sclera und des lockeren Gewebes der Pars scleralis corp. cil. die Lichtung von Venen, deren Wandung bloss aus einer einfachen Schichte von Endothelien besteht. Beim Schwein finden wir an dieser Stelle ganz regelmäfsig eine Einsenkung in der Sclera, hinter

welcher ein aus äquatorialen Fasern bestehender Grenzring liegt, der in dieser Stärke bei keinem der übrigen Tiere auftritt. Das lockere Gewebe des Ciliarkörpers, beziehungsweise Lig. pectinatum, dringt in diese Rinne ein und füllt sie vollständig aus. Beim Schafe ragt hingegen häufig das Lumen der Venen in den Fontana'schen Raum hinein, immer durch eine Endothelwand deutlich gekennzeichnet.

Die untersuchten Nager (*Lepus cuniculus*, *Cavia cobaja*, *Mus rattus*) sind verhältnismässig pigmentarme Tiere; daher finden wir die Corneoscleralgrenze nicht wie bei den meisten anderen Tieren durch das Auftreten von Pigment gekennzeichnet, sondern sie ist lediglich durch die Umlagerung der Bindegewebtsbündel und das Auftreten der Gefässe des Randschlingennetzes charakterisiert. Nur bei *Cavia cobaja* finden sich einzelne Pigmentzellen an der Grenze des subconjunctivalen Bindegewebes und der Sclera, sowie äusserst spärlich in der letzteren selbst. Die Entwicklung des Ciliarkörpers ist bei den Nagern keine beträchtliche; auch die Ciliarfortsätze gelangen zu keiner bedeutenden Ausbildung. Beim Kaninchen habe ich mehrmals Ciliarfortsätze von der Iris entspringen sehen und zwar schon an einer Stelle, die ein Viertel des Irisradius von der Ansatzstelle der letzten Irisfortsätze entfernt war. Da es sich um centrale Medianschnitte handelte, so war eine Täuschung, wie sie bei Tangentialschnitten leicht möglich wäre, ausgeschlossen. In einer anderen Beziehung bieten die Ciliarfortsätze des Kaninchens noch interessante Eigentümlichkeiten dar. Während, soweit mir bekannt ist, bei allen Tieren das retinale Blatt des Ciliarkörpers unpigmentiert ist und erst an der Iris, wo keine Ciliarfortsätze mehr entspringen, das Epithel Pigment aufnimmt, kann man beim Kaninchen folgendes finden. Die hinteren Ciliarfortsätze haben ein unpigmentiertes retinales Epithel. Die Pigmentaufnahme in dieser Schicht fängt aber bereits auf den Ciliarfortsätzen an und man sieht an manchen Stellen den

Übergang des unpigmentierten Epithels in das pigmentierte auf der Höhe eines Ciliarfortsatzes stattfinden. Die von der Iris entspringenden Ciliarfortsätze haben durchwegs pigmentiertes Retinalepithel. Der Ciliarmuskel der Nager ist kümmerlich entwickelt und liegt im hintersten Teile des Ciliarkörpers. Er ist von Pigmentzellen durchsetzt, welche zwischen den einzelnen Muskelzügen parallel zu ihrer Verlaufsrichtung liegen. Nach vorne zu teilt sich der Ciliarkörper in zwei ungleich grosse Teile. Der grössere, die *Pars iridica corp. cil.*, welcher der Iris als Ursprung dient, besteht aus einem zellreichen Bindegewebe, in dem einzelne Pigmentzellen enthalten sind, und das sehr viele Blutgefässe aufweist. Es unterscheidet sich von dem Irisgewebe lediglich durch die Grösse der Gefässlichtungen, welche in der Iris bedeutend stärker sind. Eine Grenze lässt sich histologisch zwischen dem Stroma des Ciliarkörpers und der Iris nicht ziehen. Der zweite kleinere Teil des Ciliarkörpers, die *Pars scleralis corp. cil.*, zieht, der Sclera innig anliegend und sich keilförmig verschmälernd, noch eine geringe Strecke nach vorn und lässt sich bis unter die Descemet'sche Membran verfolgen. Sie besteht aus einem lockeren Maschenwerk, das zum grössten Teil aus pigmentiertem Bindegewebe mit beigemengten elastischen Fasern besteht, welches mit einem endothelialen Überzuge versehen ist. Zum geringeren Teile bestehen die Züge des Balkenwerkes aus Endothelien ohne bindegewebige Grundlage (Fig. 22, Taf. XXXIII/XXXIV).

Von der *Pars iridica corp. cil.* bis zum Anfange der Iris hin entspringen dickere Gewebsbalken, von denen die vordersten, in mehreren Reihen angeordneten, die Irisfortsätze vorstellen. Sie bestehen aus einem dem Stroma der Iris und der Grundplatte des Ciliarkörpers gleichenden pigmentreichen Bindegewebe, sind cylindrisch geformt, verschmälern sich gegen die Sclera zu, an der sie sich inserieren. Dabei dringen die Irisfortsätze durch die Memb. Descemetii, die sie streckenweise scheiden-

förmig bekleidet, durch. Die hinteren schwächtigeren Balken verbinden sich zum Teil direkt mit der Sclera, zum Teil lösen sie sich in feine Fasern auf, die mit dem Maschenwerke der Pars scleralis corp. cil. in Verbindung treten. Zwischen den hinteren Irisfortsätzen habe ich gleichfalls häufig Verbindungen beobachtet.

Die Corneoscleralgrenze und die anliegenden Gebiete der Sclera sind bei den Nagern gut vascularisiert. Eine grössere Anzahl von Venendurchschnitten findet man regelmässig in den innersten Schichten der Sclera, wo sie vielfach mit einander anastomosieren. An manchen Stellen liegen die Venen, welche gewöhnlich in spitzem Winkel zur Oberfläche der Sclera durch dieselbe ziehen, an der Innenfläche derselben, nur durch ihr Endothel von dem Fontana'schen Raume getrennt. Der Abflussweg dieses venösen Plexus lässt sich durch die Sclera zu den conjunctivalen Venen verfolgen. An manchen Schnitten (Fig. 22, Taf. XXXIII/XXXIV) ist der Verlauf der Venen durch die ganze Dicke der Sclera zu verfolgen.

Ich habe mich bei der Schilderung der Verhältnisse bei den Nagern an die Befunde beim Kaninchen gehalten. Bei der Ratte und dem Meerschweinchen sind die Verhältnisse ähnlich, nur, entsprechend der geringen Grösse der Bulbi, weniger ausgebildet.

Die beiden Insectivoren, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, *Erinaceus europaeus* und *Talpa europaea*, zeichnen sich durch Pigmentarmut der äusseren, dagegen durch Pigmentreichtum der mittleren Augenhaut aus. Die an ihrer Peripherie an Dicke zunehmende Hornhaut weist keine scharfen Grenzen gegen die Sclera auf. Der Ciliarkörper ist kurz, die Ora serrata liegt sehr weit vorn. Ersterer ist beim Igel so intensiv pigmentiert, dass er sich auf dem Schnitte als kompakte schwarze Masse darstellt, von welcher sich das hellere retinale Pigment deutlich abhebt. Diese intensive Pigmentierung ist der hinteren ungeteilten Portion des Ciliarkörpers und der Pars iridica eigentümlich. Die

Pars scleralis ist viel schwächer pigmentiert. Die Grundplatte der Pars iridica des Igels zeigt einen scleralwärts immer deutlicher werdenden Aufbau aus Zügen stark pigmentierten Bindegewebes. Die Struktur wird allmählich lockerer und geht in ein Balkenwerk über, dessen Bestandteile von ungleicher Stärke sind, aber durchwegs einen endothelialen Überzug besitzen. Die schwache Pars scleralis corp. cil. besteht aus einer sehr locker gefügten Bindegewebsmasse, deren Fasern vorwiegend meridional angeordnet sind und die der Sclera eng anliegt. An manchen Stellen sieht man auch Bündel des Ciliarmuskels ziemlich weit nach vorn reichen. Das Gewebe ist hier nur spärlich von Pigment durchsetzt. An der Grenze von Sclera und Pars scleralis corp. cil. findet man an vielen Schnitten die Lichtung eines von Endothelien begrenzten Gefäßes; es ist dies der schwach ausgebildete Circulus venosus Schlemmii, der nach vorn gegen die Conjunctiva hin seinen Abfluss hat.

Beim Maulwurf ist der Ciliarkörper nur äusserst schwach entwickelt und manifestiert sich eigentlich nur durch das Vorhandensein rudimentärer Ciliarfortsätze. Er ist ungeteilt und scheint lediglich aus Bindegewebe und retinalem Epithel zu bestehen. Von einem Ciliarmuskel konnte ich nichts sehen. An einer Stelle habe ich am Übergange des Ciliarkörpers in die Iris das Lumen einer Vene gesehen, welches der Sclera eng anlag. Ob es sich um ein dem Circulus venosus Schlemmii angehöriges Gefäss handelt, vermag ich nicht zu entscheiden. Es finden sich in der Sclera überall, so auch an der Corneoscleralgrenze, Venen, doch konnte ich weder einen ausgesprochenen Plexus venosus, noch die Verbindung des beschriebenen Gefäßes mit den Scleralvenen nachweisen.

Das Auge von *Vesperugo noctula*, dem einzigen von mir untersuchten Chiropteren, ist dem von *Erinaceus europaeus* sehr ähnlich. Die Ciliarfortsätze sind besser entwickelt, die Pars scleralis corp. cil. reicht weiter nach vorn und heftet sich,

ganz dünn geworden, vorn an der Sclera in der Nähe der Corneoscleralgrenze an. Sonst sind die Verhältnisse, natürlich bedeutend kleiner, vollkommen den beim Igel festgestellten gleich.

Von Carnivoren habe ich *Viverra zibetha*, *Canis familiaris*, *Canis lupus* und *Felis domesticus* untersucht. Bei allen diesen Tieren ist die Corneoscleralgrenze deutlich durch das Auftreten von Pigment gekennzeichnet, welches einen verschieden breiten Streifen bildet und gegen die Sclera zu allmählich abklingt. Die Corneoscleralgrenze zieht beinahe senkrecht zur Oberfläche der Hornhaut, und weicht in den hinteren Schichten nur wenig gegen die Peripherie zurück. Der Ciliarkörper erreicht eine ansehnliche Grösse und besitzt einen besser entwickelten Ciliarmuskel, als ihn die Säuger der früher besprochenen Gruppen besitzen. Bei der Katze habe ich an zwei Augen gesehen, dass der Ciliarmuskel noch bis hinter die Ora serrata reicht und dort zwischen Retina und Chorioidea sich einschiebt (Fig. 23, Taf. XXXIII/XXXIV). Dieses Verhalten ist aber nicht an allen Stellen so ausgebildet, sondern an den meisten Stellen reicht der Ciliarmuskel nur bis zur Ora serrata. Nach vorne hin teilt sich der Ciliarmuskel in mehrere Bündel, welche zum grössten Teil gegen die Iris ziehen, sich zum geringeren Teile an die Sclera anlegen und im noch zu schildernden lockeren Gewebe des Ciliarmuskels enden. Schon weit hinten dort, wo sich der Muskel in einzelne Bündel aufzulösen beginnt, findet sich als interstitielles Gewebe ein äusserst zartes Netzwerk aus bindegewebigen und elastischen Fasern, in welchem Pigment und Endothelzellen deutlich wahrnehmbar sind. Nach vorn hin liegt der Grundplatte der Pars iridica corp. cil. dasselbe engmaschige Netzwerk auf, dessen Maschen mit der Entfernung von der Grundplatte grösser werden, wobei gleichzeitig die das Netzwerk bildenden Gewebsbalken dicker und kompakter werden. Ein ähnliches Verhalten kann man an der Pars scleralis beobachten; hier nehmen die Maschen in der unmittelbaren Nähe der Sclera eine längliche

Gestalt an, und liegen mit ihrer Längsachse der Innenfläche der Sclera parallel. Die von der Pars iridica corp. cil. kommenden Balken des Lig. pectinatum treffen die Fasern der Pars scleralis unter spitzem Winkel und verbinden sich mit ihnen. Nach vorne hin werden diese Balken mächtiger und nehmen Pigment auf, welches dem des Irisstroma gleicht. Die vordersten Balken, welche bereits von der Iris entspringen und die Descemet'sche Membran erreichen, durchbohren sie und erhalten streckenweise seitens derselben einen scheidenartigen Überzug. Das Endothel der Hornhaut setzt sich ohne Unterbrechung auf die Balken des Lig. pectinatum und die Irisfortsätze fort und überzieht sie vollständig. An einer Stelle habe ich bei einem von der Carotis aus mit Berlinerblau injizierten Katzenauge gesehen, dass der vorderste Irisfortsatz sehr dick (an seiner dünnsten Stelle ca. 100μ) war; das Irisstroma zog zu der Stelle hin, wo sich kegelförmig der Irisfortsatz erhob. In ihn hinein zog Irisstroma, ein dicker Nerv und ein Arterienast; Nerv und Arterie drangen in die Sclera ein. Die Memb. Descemetii bekleidete eine Strecke weit die vordere Seite dieses Irisfortsatzes.

Die Sclera ist bei den Fleischfressern durch das Vorkommen sehr grosser Venen ausgezeichnet; besonders stark sind sie beim Hund und beim Wolf entwickelt, wo man auch bequem feststellen kann, dass die Venen der vorderen Scleralabschnitte ihr Blut hauptsächlich an die conjunctivalen Venen abgeben, und nur ein geringer Teil derselben nach hinten abfließt. Hart hinter der Corneoscleralgrenze sieht man eine Menge von Venen, welche in verschiedener Richtung verlaufen und mit einander häufig anastomosieren. Die meisten, besonders die kleineren Venen, sind von Pigment umschlossen. An der Innenfläche der Sclera ziehen die Venen in einem spitzen Winkel zur letzteren und kommen vollständig an die Innenfläche der Sclera zu liegen (Fig. 24 u. 25). Die hier meist äusserst feinen Venen lassen sich mitunter eine Strecke lang an der Innenfläche verfolgen

(Fig. 24, Taf. XXXIII/XXXIV). Sie besitzen nur eine einfache endotheliale Wand, welche sie vom Fontana'schen Raum trennt.

Die Prosimier stehen bezüglich des Aufbaues des vorderen Augenabschnittes zwischen den bis jetzt beschriebenen Säugetieren und den Primaten. Als Material meiner Untersuchungen dienten mir leider nur wenige Schnitte von *Lemur viridis* und *Lemur varius*, so dass ich nicht alle in Betracht kommenden Thatsachen so genau feststellen konnte wie bei anderen Tiergruppen.

Die Corneoscleralgrenze ist nur undeutlich durch die Umlagerung der Bindegewebslamellen der Hornhaut markiert und liegt vorn näher, hinten weiter vom Mittelpunkte der Hornhaut; der Unterschied ist jedoch nicht bedeutend. Das Pigment findet sich hier durch einen Streifen pigmentfreien Gewebes von der Corneoscleralgrenze getrennt. Die inneren Schichten der Sclera sind pigmentfrei.

In geringer Entfernung von der Ora serrata fängt der Ciliarkörper an sich vorzuwölben; durch die Anwesenheit eines starken Ciliarmuskels nimmt er ein viel grösseres Volum an, als bei den bisher beschriebenen Tierarten. Die meridional verlaufenden Muskelfasern sind durch dazwischenliegendes pigmentführendes Bindegewebe in Bündel geteilt, und durch eine kontinuierliche Pigmentschichte des weit nach vorn reichenden Chorioidalpigmentes von der Sclera getrennt. Nach vorne hin verschmälert sich der Ciliarmuskel und verschwindet schliesslich. Die Bindegewebszüge, welche die Muskelbündel von einander trennen, verlängern sich nach vorn und bilden ein kernreiches, lockeres Gewebe, in welchem nach vorne hin Lücken auftreten, sodass sich schliesslich das Bild eines Maschenwerkes darbietet. Hier tritt nun die Trennung des Ciliarkörpers in die Pars iridica und die Pars scleralis ein. Die letztere ist im wesentlichen die Fortsetzung des erwähnten Maschenwerkes, das nach vorn lockerer wird und dessen Maschen in die Länge gezogen werden, wobei ihre Längs-

achse der Oberfläche der Sclera parallel liegt. In den äussersten der Sclera am meisten anliegenden Anteilen wiegen äquatorial verlaufende Fasern vor, von denen man an Meridionalschnitten nur Querschnitte zu sehen bekommt. Es ist dies der Grenzring der Autoren. Seine Ausbildung bei den Prosimiern ist keine besonders starke. Die von der Sclera weiter liegenden Anteile des Lig. pectinatum ziehen beinahe ausschliesslich in meridionaler Richtung. Die Balken nehmen nach vorn an Zahl ab, legen sich eng aneinander und können bis an die Corneoscleralgrenze verfolgt werden; hier liegen sie teilweise noch unter der Memb. Descemetii, deren Verhalten weiter unten besprochen werden wird. Die Pars iridica corp. cil. ist die Fortsetzung des lockeren pigmentreichen Bindegewebes, welches nach innen vom Ciliarmuskel an der Ursprungsstelle der Ciliarfortsätze liegt. Weiter vorne ist diese Grundplatte nicht mehr vom Ciliarmuskel begrenzt und dient den noch zu beschreibenden Balken des Lig. pectinatum als Ansatz. Schliesslich geht sie in das Irisstroma über, wobei das Gewebe pigmentreicher wird. Von der Grundplatte der Pars iridica corp. cil. erheben sich mehrere dickere Bindegewebsbalken, welche zur Corneoscleralgrenze ziehen, wobei sie sich mehrfach mit einander verbinden. Sie unterscheiden sich von den Gewebsbalken der Pars scleralis corp. cil. erstens dadurch, dass sie Pigment führen, zweitens durch ihre Insertion. Die hintersten treten noch mit dem Balkenwerke der Pars scleralis corp. cil. in enge Verbindung, die vorderen durchbohren die Memb. Descemetii, von der sie teilweise eingescheldet werden. Ebenso verhalten sich die in zwei Reihen angeordneten Irisfortsätze. Sie zeigen die gewöhnlichen Eigenschaften der Irisfortsätze, wie wir sie von den anderen Tieren her kennen. Der Überzug seitens der Memb. Descemetii erstreckt sich nur auf einen geringen Abschnitt der Fortsätze. Letztere besitzen, ebenso wie das übrige Lig. pectinatum einen kontinuierlichen endothelialen Überzug.

Die den Circulus venosus Schlemmii vorstellenden Venen liegen an der Innenseite der Sclera. Sie besitzen nur eine endotheliale Wandung, deren äussere Seite in die Maschen des Fontana'schen Raumes hineinsieht. Ob diese Venen mit denen des Ciliarkörpers in Verbindung stehen, kann ich nicht aussagen. Sie stehen jedenfalls in direkter Verbindung mit den Conjunctivalvenen.

Die Primaten bilden in bezug auf das Verhalten der die Kammerbucht begrenzenden Gebilde eine wohl charakterisierte Gruppe. Es bestehen zwar Unterschiede zwischen den einzelnen Arten, doch sind sie nur graduell. Die äussere Augenhaut ist in allen ihren Teilen pigmentfrei. Bei den Affen findet sich Pigment nur im conjunctivalen Bindegewebe und bei allen mit Ausnahme von *Cynocephalus hamadryas* in den Basalzellen des Conjunctivalepithels.

Bezüglich der Corneoscleralgrenze, der Scleralrinne und des Scleralwulstes habe ich den bekannten Beschreibungen nichts neues hinzuzufügen. Die Verhältnisse bei den Affen gleichen hier vollkommen denen beim Menschen. Der Ciliarkörper der Affen ist im wesentlichen dem des Menschen gleich gebaut, doch verhält er sich in seinen vorderen Anteilen etwas abweichend von dem des Menschen. Der Ciliarmuskel, welcher stark von Pigment durchsetzt wird, lässt deutlich die meridionalen und circulären Muskelbündel unterscheiden. Der Ciliarmuskel reicht so weit nach vorn und ist so mächtig entwickelt, dass eine Teilung des Ciliarkörpers in eine Pars iridica und Pars scleralis nicht eintritt. Die vorderste Spitze des Ciliarmuskels setzt sich am Scleralwulst an. An seiner freien, der vorderen Kammer zugewendeten Seite werden einzelne Bindegewebsbalken frei und bilden zwischen der Iriswurzel und der Scleralrinne ein Netzwerk. Am stärksten ist dies Netzwerk bei *Papio mormon* entwickelt. Hier bilden die der Iris am nächsten gelegenen Balken ein weitmaschiges Netzwerk mit polygonalen Maschen.

Gegen die Sclera hin nehmen die Maschen eine längliche Gestalt an und ordnen sich parallel der Oberfläche der Sclera an. Der die Scleralrinne überbrückende Teil des Lig. pectinatum nimmt bei den Affen wie beim Menschen seinen Ursprung zum grössten Teil aus dem zwischen den Muskelfasern des Ciliarmuskels gelegenen Bindegewebe, dem reichlich elastische Fasern beigemischt sind (Figg. 26 und 27, Taf. XXXV). Dieser Teil des Lig. pectinatum besteht beinahe ausschliesslich aus durchlöcherten elastischen Platten, deren Lumina vorwiegend äquatorial gestellt sind. Gegen die Kammer zu kommen aber constant Fasern vor, die den oben beschriebenen an der Iriswurzel bei *Papio mormon* gelegenen vollkommen ähnlich sehen. Das ganze System von Balken und Platten besitzt einen kontinuierlichen endothelialen Überzug, wie er auf Fig. 28, Taf. XXXV deutlich zu sehen ist. In seltenen Fällen beim Menschen, konstant bei *Troglodytes niger* findet man in den der Iris am nächsten entspringenden Balken des Lig. pectinatum Pigmentzellen.

Das Verhalten des *Circulus venosus Schlemmii* bei den Affen ist dem beim Menschen beschriebenen vollkommen gleich. Überall findet man den Venenplexus, dessen Venen nur eine endotheliale Wand besitzen, überall findet man die Anastomosen zwischen diesem Plexus und den Venen des Ciliarmuskels, schliesslich führen alle Venen ihren Inhalt in die Conjunctivalvenen ab.

Schon durch die sorgfältige Untersuchung der Schnittserien war ich zur Überzeugung gekommen, dass die Endothelwand der Venen des *Plexus venosus Schlemmii* kontinuierlich sei, somit keine Lücken aufweise. Ich versuchte aber noch durch Einstich-injection mit Berlinerblau in die vordere Kammer diese Annahme zu kontrollieren. Ich kam zu folgenden Ergebnissen. Das Berlinerblau findet sich zwischen den Balken des Lig. pectinatum, dringt in den Fontana'schen Raum ein und bis zur Endothelwand der Venen vor, lässt aber die Venen leer. Ich habe die

Injection an Augen versucht, welche zwei Stunden post mortem enucleirt worden waren. Ich erhielt in keinem Falle eine Füllung der Ciliarvenen, wie sie Schwalbe (61) u. A. m. beschrieben haben. An günstigen Schnitten konnte man genau die Endothelschichte zwischen der Injectionsmasse und der Lichtung der Vene des Circulus venosus Schlemmii sehen. An keinem Schnitte der beiden Serien liess sich auch nur eine Spur von Injectionsmasse in den Venen finden. Ich kann dem Ergebnisse der Injectionsversuche, die ich ja nur in geringem Umfange gemacht habe, kein grosses Gewicht beilegen, erstens weil die Versuche sich auf vier Bulbi beschränkten, zweitens weil ich aus den am Anfang der Arbeit genannten Gründen der Methode selbst kein grosses Vertrauen entgegenzubringen vermag. Dasselbe muss ich von einem Versuche sagen experimentell die Thatsache, dass das Kammerwasser durch die vorderen Ciliarvenen abfliesst, festzustellen. Von der Annahme ausgehend, dass in den vorderen Ciliarvenen das Blut durch die Aufnahme des Kammerwassers verdünnt wird und daher weniger Blutkörperchen enthalten müsse, habe ich an einem Hunde zu wiederholten Malen Blut aus einer freigelegten vorderen Ciliarvene entnommen und die Anzahl der Blutkörperchen im Kubikmillimeter gezählt. Zum Vergleich entnahm ich demselben Tiere Blut aus anderen Körpervenen und aus dem Sinus sagittalis superior, wo wegen des Abflusses der Subarachnoidalflüssigkeit ähnliche Verhältnisse wie in den vorderen Ciliarvenen herrschen dürften, und stellte wieder Zählungen an. Ich erhielt folgende Zahlen der Blutkörperchen im Kubikmillimeter:

Vordere Ciliarvene	3 140 000
»	2 906 000
»	2 966 000
»	2 686 000
Ohrvene	3 313 000

Ohrvene	3 146 000
Vorderpfote	3 613 000
Sinus sagittalis superior . .	2 540 000.

Obwohl das Ergebnis der Zählungen im Sinne meiner Annahme ausfiel, kann ich in Anbetracht der geringen Versuchsreihe kein Gewicht auf diesen Versuch legen.

Zusammenfassung.

Im vorliegenden wurden die Verhältnisse bei den einzelnen untersuchten Tierarten geschildert. Wenn man dieselben mit einander vergleicht, bemerkt man, dass gewisse Gruppen von Tieren im Baue des vorderen Augenabschnittes gemeinsame morphologische Merkmale besitzen. Letztere sind wohl als der Ausdruck physiologischer Vorgänge gleicher Art bei den zu einer Gruppe gehörenden Tieren zu betrachten.

Bei den Fischen, deren Stoffwechsel, wie bei allen niederen Wirbeltieren, ein verhältnismässig träger ist, scheint der Kammerbucht und den sie umgrenzenden Gebilden nicht die Bedeutung zuzukommen, welche sie bei den höheren Wirbeltieren besitzen. Schon der Mangel der Gestaltsveränderung der Linse bei der Accommodation des Fischeauges bedingt andere intraoculäre Druckverhältnisse. Hierzu gesellt sich die äusserst träge, beinahe fehlende Bewegung der Iris. Alle diese Umstände zusammen genommen lassen die ausgiebige Entwicklung von Abflussvorrichtungen des Kammerwassers als überflüssig erscheinen. Wir sehen nun auch, dass bei den Fischen der Circulus venosus Schlemmii durch eine oder mehrere kleine Venen vertreten ist, die im äussersten Winkel der Kammerbucht liegen und ihren Abfluss gegen die Chorioidea nehmen, was den früheren

Autoren nicht bekannt gewesen zu sein scheint; auch die Filtrationsbedingungen für das Kammerwasser sind ungünstig, indem wir bei manchen Fischen ein kompaktes aus Endothelien bestehendes Lig. annulare finden, durch welches das Kammerwasser durchdringen muss, um zu seinen Abflusswegen zu gelangen. Dass diese Venen doch als Homologen des Circulus venosus Schlemmii gelten können, dass sie thatsächlich geeignet sind das Kammerwasser aufzunehmen, ergibt sich aus dem Prinzip, nach dem bei allen Wirbeltieren der Abfluss des Kammerwassers vor sich geht. Die Differenz zwischen dem Druck in den Venen und dem intraoculären Drucke genügt, um das Kammerwasser durch eine einfache Endothelschichte, aus der die Wand des Circulus venosus Schlemmii besteht, durchzupressen. Dies muss auch bei den Fischen der Fall sein, da der intraoculäre Druck, welcher dem Aussendruck entgegenwirkt, ein beträchtlicher sein muss, da der von aussen auf der Hornhaut lastende Wasserdruck unter Umständen ein sehr grosser ist. Jedenfalls ist die durch den Circulus venosus Schlemmii abfliessende Menge von Kammerwasser keine bedeutende, da der Circulus venosus Schlemmii beinahe konstant mit Blut gefüllt gefunden wurde, somit das abfliessende Kammerwasser das Blut aus den Venen nicht verdrängt hatte. Vielleicht ist übrigens dieses Verhalten darauf zurückzuführen, dass der Druck in den Augen der Fische kein normaler war, da sie doch aus dem Wasser herausgenommen werden mussten.

Wie die Befunde bei *Xiphias gladius* zu deuten sind, kann ich nicht angeben. Ob der grosse Iriskanal als eine Ausstülpung der vorderen Kammer zu betrachten ist, wofür der Bau seiner Wandung sprechen würde, oder eine andere Bedeutung besitzt, vermag ich nicht festzustellen. Jedenfalls sind hier ganz besondere Verhältnisse vorhanden, die noch klar gelegt werden müssen.

Die Differenzierung der Organe des vorderen Augenabschnittes

ist bei den Amphibien schon weiter fortgeschritten, als bei den Fischen. Am Aufbau des Lig. pectinatum beteiligt sich das Bindegewebe in bedeutenderem Mafse, doch ist von einem Ciliarkörper, abgesehen vom Lig. pect., noch keine Rede. Der Circulus venosus Schlemmii liegt, abweichend von den bisherigen Darstellungen, noch, wie bei den Fischen, im Lig. pectinatum, doch ist das Caliber der Vene im Verhältnis zur Grösse des Auges viel bedeutender.

Wenn auch die Schlangen, was den Aufbau des Lig. pectinatum betrifft, beinahe die gleichen Verhältnisse aufweisen, wie die Amphibien, so weichen sie bezüglich der Lage des Circulus venosus Schlemmii bedeutend von letzteren ab. Man findet das beträchtliche Lumen in den innersten Schichten der Sclera. Der Abfluss des Inhaltes des Circulus venosus Schlemmii erfolgt in die Chorioidalgefässe, wie bei den Fischen und Amphibien. Bei den Schlangen stimmt also die Lage des Circulus venosus Schlemmii mit dem Verhalten desselben bei den höheren Wirbeltieren überein, doch verhalten sich die Abflusswege desselben wie bei den niederen.

Durch das Auftreten von Ciliarkörper und Ciliarmuskel bei den Echsen und Cheloniern ändert sich der Bau des vorderen Augenabschnittes bedeutend. Der Circulus venosus Schlemmii liegt an der Innenseite des Ciliarmuskels und ist in unmittelbarer Berührung mit dem Kammerwasser. Nur beim Alligator sind die Venen des Circulus venosus Schlemmii von der Kammer durch ein lockeres von Endothelien durchsetztes Gewebe getrennt. Hier dringt das Kammerwasser durch die Zwischenräume der Endothelien bis zum Circulus venosus Schlemmii vor. In dieser Beziehung, sowie auch in dem Verhalten des Ciliarkörpers und des Ciliarmuskels erinnert das Auge des Alligator sehr an das Vogelauge. Wir finden die vollständige Trennung des Ciliarkörpers in die Pars scleralis und Pars iridica, die eine charakteristische Eigenschaft des Auges

der Eidechsen und der Vögel darstellt und bis jetzt von den Autoren nicht genügend berücksichtigt wurde. Wenn auch bei den anderen Tieren sich im Bereiche des Ciliarkörpers und des dazugehörigen Lig. pectinatum histologische Unterschiede finden, welche auch dort, wo eine räumliche Trennung des Ciliarkörpers nicht stattfindet, eine Unterscheidung zweier Teile des Ciliarkörpers rechtfertigen, so beweist die räumliche Trennung, wie sie bei den meisten Sauropsidiern vorkommt, diese Annahme vollständig. Bei allen Tieren findet man den der Iris angrenzenden Teil des Lig. pectinatum und die Pars iridica corp. cil. stärker pigmentiert, als den scleralen Teil des Ciliarkörpers, bei den meisten eine verhältnismässige Armut an elastischen Fasern in dem ersteren, während der letztere in seinem bindegewebigen Teile überall reichlich elastische Elemente enthält. Als einen deutlichen Beweis der Zusammengehörigkeit der beiden Teile des Ciliarkörpers betrachte ich den Umstand, dass bei allen Tieren mit geteiltem Ciliarkörper öfters Arterien und Nerven von der Pars scleralis zur Pars iridica ziehen. Bei der Beschreibung der einzelnen Tierspecies habe ich den Unterschied zwischen Iris und Pars iridica corp. cil. eingehend genug behandelt, um hier von der Besprechung desselben Abstand nehmen zu können. Ich habe auch früher schon erwähnt, dass man nicht immer eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Teilen des Auges ziehen kann, insofern nicht der retinale Anteil derselben in Betracht gezogen wird.

Bei den Eidechsen finden wir zum ersten Mal, dass die Venen des Circulus venosus Schlemmii einen Teil ihres Blutes nach vorn zu den Conjunctivalvenen abführen, obwohl der Abfluss nach der Chorioidea hin noch immer bedeutend überwiegt. Beim Alligator sind die vorderen Abflusswege viel stärker ausgebildet und erreichen stellenweise eine bedeutende Grösse.

Bei den Vögeln erreicht die Trennung der beiden Teile des Ciliarkörpers den höchsten Grad. Sie hängen kaum mit

ihren äussersten hinteren Enden zusammen. Dieser Umstand bewirkt, dass der Fontana'sche Raum eine Ausdehnung gewinnt, wie sie nur noch beim Alligator vorkommt. Die Venen des Circulus venosus Schlemmii stehen, wie bei letzterem, nicht in unmittelbarem Kontakt mit dem Kammerwasser, sondern sind vom Fontana'schen Raume durch ein lockeres von Endothelzellen durchsetztes Gewebe getrennt, dessen Mächtigkeit bei den einzelnen Arten wechselt. Eine nur den Vögeln zukommende Eigentümlichkeit ist das Vorkommen des arteriellen Ringes, des Hauptgefässes eines starken arteriellen Plexus. Ueber die Bedeutung desselben hat sich meines Wissens keiner der Autoren, welche ihn beschrieben haben, geäussert.

Die Säuger weisen eine Reihe von Variationen eines einheitlichen Typus auf. Am Anfange der Reihe stehen das Känguruh und die Katze, deren Ciliarkörper sich schon weit hinten spaltet und nur einen geringen ungespaltenen Teil besitzt. Diese beiden scheinbar gleichen Formen unterscheiden sich von einander erheblich, indem beim Känguruh der Ciliarmuskel rudimentär entwickelt ist und nach vorne nicht über die Teilungsstelle des Ciliarkörpers hinausreicht. Bei der Katze dagegen beteiligt sich der Ciliarmuskel an der Teilung des Ciliarkörpers, indem seine Bündel teilweise in die Pars iridica und teilweise in die Pars scleralis einstrahlen. Bei den anderen Säugern nimmt der ungeteilte Abschnitt des Ciliarkörpers im Vergleiche mit dem gespaltenen Anteil stetig an Umfang zu, bis schliesslich eine ungeteilte Portion überhaupt nicht mehr existiert. Diese Verschiedenheiten sind auf die zunehmende Entwicklung des Ciliarmuskels zurückzuführen, welcher immer mächtiger wird und sich dabei von hinten nach vorn schiebt, bis er einerseits die Iris, andererseits die Corneoscleralgrenze beinahe erreicht hat. Diese Gestaltung des Ciliarkörpers bleibt auch nicht ohne Einfluss auf den Circulus venosus Schlemmii. Beim Känguruh sehen wir die Venen dieses Plexus in der ganzen Partie der

Sclera verstreut, welche an die Pars scleralis corp. cil. grenzt. Je weiter sich nun der Ciliarmuskel entwickelt, umsomehr rücken die Venen des Circulus venosus Schlemmii enger an einander und nach vorne und liegen schliesslich hart hinter der Corneoscleralgrenze in der Sclera. Sie sind, wie bei der Beschreibung der einzelnen Arten gesagt wurde, verschieden stark ausgebildet, stimmen aber stets im wesentlichen Punkte überein, dass sie nur durch eine äusserst dünne, oftmals nur aus einer Zellschichte gebildeten Wand von dem Fontana'schen Raume getrennt sind. Das Lückenwerk des Lig. pectinatum bietet dem Durchsickern des Kammerwassers keinen erheblichen Widerstand, was man sehr gut bei Berlinerblau-Injectionen in die vordere Kammer sehen kann.

Die Venen des Circulus venosus Schlemmii sind bei den Säugern und beim Menschen auf den Schnitten meistens leer, doch habe ich öfters auch Blut in demselben gefunden. Es hängt lediglich von den Druckverhältnissen in der vorderen Kammer und in den Ciliarvenen ab, ob der Circulus venosus Schlemmii mit Kammerwasser oder mit Blut gefüllt ist. Ersteres ist wohl der normale Zustand, während letzteres nur unter abnormen Verhältnissen eintreten dürfte. Die abführenden Venen des Circulus venosus Schlemmii zeichnen sich überall durch ihre Dünnwandigkeit aus. Ihre Wand besteht aus einer einfachen Lage von Endothelzellen, während elastische und muskulöse Bestandteile fehlen. Erst bei der Anastomose mit den aus dem Ciliarmuskel kommenden Venen erhalten sie eine *Elastica* und eine schwache *Muscularis*. Klappen habe ich weder im dünnwandigen Teile der Venen noch an ihrer Einmündungsstelle in die vorderen Ciliarvenen wahrnehmen können.

Die elastischen Fasern, welche die Grundlage des Lig. pectinatum bilden und, insbesondere bei den Primaten, als Endsehne des Ciliarmuskels betrachtet werden müssen, können vielleicht einen gewissen Einfluss auf den Druck in den Venen des Cir-

culus venosus Schlemmii ausüben. Dies ist für die Fasern anzunehmen, welche die Scleralvene überbrücken. Bei der Contraction des Ciliarmuskels spannen sie sich stärker an und können dadurch die innere der Kammer zugewendete Wand der Vene von der entgegengesetzten abheben, eine Volumsvergrößerung derselben bewirken und dadurch den Druck in ihr herabsetzen. In wie weit dies thatsächlich der Fall ist, müssten experimentelle Untersuchungen zeigen.

Es ergibt sich somit, dass bei allen untersuchten Wirbeltieren in der Kammerbucht oder in deren Wand ein Venenplexus liegt, der durch die Dünnhheit seiner Wand charakterisiert ist, und vom Kammerwasser gespült wird, sei es, dass er im Fontana'schen Raum selbst liegt, sei es, dass er mit seiner Wand einen Teil von dessen Begrenzung bildet. Bei den niederen Wirbeltieren besitzt der Circulus venosus Schlemmii seinen Abfluss nach der Chorioidea, bei den höheren nach der Conjunctiva hin. Das Lig. annulare und das Lig. pectinatum sind als einander homolog zu betrachten und bilden einen Bestandteil des Ciliarkörpers. Die Wände der Kammerbucht und die sie durchziehenden Gebilde (Lig. pectinatum, Arterien, Nerven) besitzen sämtlich einen kontinuierlichen endothelialen Ueberzug.

In Anbetracht der Verschiedenheit der Abflusswege bei den niederen und höheren Wirbeltieren beabsichtige ich die Verhältnisse derselben bei Wirbeltierembryonen zu untersuchen, um zu sehen, ob die Verhältnisse bei den Embryonen stets dieselben sind, wie bei den erwachsenen Tieren.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem verehrten Chef Herrn Hofrat Professor Zuckerkandl für die Förderung, welche diese Arbeit von ihm erfuhr, und für das Interesse, welches er ihr entgegenbrachte, meinen ergebensten Dank auszudrücken.

Wien, den 18. Mai 1901.

Litteratur-Verzeichnis *).

1. Angelucci, A. Ueber Entwicklung und Bau des vorderen Uvealtractus der Vertebraten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX, 1881.
2. Arnold, Fr. Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelberg 1832.
3. Derselbe. Ueber den sogenannten Fontana'schen Kanal im Menschenauge. Zeitschr. f. Physiol. 1833.
4. Bellarmino ff. Demonstration von Injektionspräparaten des Hund- und Katzenauges. (Schellackinjektion.) Bericht des VII. internat. Ophthalmologen-Congresses zu Heidelberg. Jahresbericht über Ophthalmologie 1888.
5. Berger, E. Beiträge zur Anatomie des Sehorganes der Fische. Morphol. Jahrb. VIII, 1883.
6. Briggs, W. E. Notiz über die Bedeutung des Ligamentum Iridis pectinatum. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, LXXIX, 1879.
7. Brücke, E. Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.
8. Brugsch, A. Ueber die Resorption körnigen Farbstoffs aus der vorderen Augenkammer. Arch. f. Ophthalm. XXIII, 1877.
9. Calberla, E. Ein Beitrag zur Kenntnis der Resorptionswege des Humor aqueus. Pflüger's Arch. IX.
10. Calori. De resultamenti ottenuti iniettando i canali di Fontana e di Petit e la camera anteriore dell' occhio umano e dei mammiferi domestici. Memor. dell. instit. delle scienze mediche di Bologna, Serie 3a, V, 1874.
11. Canfield, W. B. Vergleichend anatomische Studien über den Accommodationsapparat des Vogelauges. Arch. f. mikr. Anat. XXVIII, 1886.

*) Hier sind nur diejenigen Arbeiten angeführt, welche dem Verfasser zugänglich waren.

12. Cunveilhaer, J. *Traité d'anatomie descriptive*. Paris 1877.
13. Danthon. *Essai sur les hémorrhagies intra-oculaires*. Paris 1864.
14. Dostoevsky, A. Ueber den Bau des Corpus ciliare und der Iris von Säugetieren. *Arch. f. mikr. Anat.* XXVIII, 1886.
15. Faber. *Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere*. Leipzig 1876.
16. Fontana. *Abhandlung über das Viperngift*. 1778.
17. Fuchs, E. *Lehrbuch der Augenheilkunde*. 1898.
18. Gerlach, J. von. *Beiträge zur normalen Anatomie des menschlichen Auges*. Leipzig 1880.
19. Gifford, A. Weitere Versuche über die Lymphströme und Lymphwege des Auges. *Arch. f. Augenheilk.* XXVI, 1893.
20. Gutmann, G. Ueber die Natur des Schlemm'schen Sinus und seine Beziehungen zur vorderen Augenkammer. *Archiv für Ophthalmologie* XLI, 1895.
21. Heisrath, F. Ueber den Zusammenhang der vorderen Kammer mit den Ciliarvenen. *Arch. f. mikr. Anat.* XV. 1878.
22. Derselbe. Ueber die Abflusswege des Humor aqueus mit besonderer Berücksichtigung des sogenannten Fontana'schen und Schlemm'schen Kanals. *Arch. f. Ophthalm.* XXVI, 1880.
23. Henle, J. *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen*, II, 1873.
24. Hueck, A. *Die Bewegung der Krystalllinse*. Leipzig 1841.
25. Ivanoff und Arnold. *Mikroskopische Anatomie des Uvealtractus und der Linse*. Graefe und Saemisch. *Handbuch der gesamt. Augenheilkunde* I, 1874.
26. Ivanoff und Rollet. Bemerkung zur Anatomie der Irisanheftung und des Annulus ciliaris. *Arch. f. Ophthalm.* XV, 1, 1869.
27. Knies, M. Zur Lehre von den Flüssigkeitsströmungen im lebenden Auge und den Geweben überhaupt. *Arch. f. pathol. Anat.* LXV, 1875.
28. Derselbe. Ueber die Ernährung des Auges und die Abflusswege der intra-oculären Flüssigkeiten. *Arch. f. Augen- und Ohrenheilk.* VII, 1878.
29. Derselbe. Ueber die vorderen Abflusswege des Auges und die künstliche Erzeugung von Glaukom. *Arch. f. Augenheilk.* XXVIII, 1894.
30. Kölliker, A. *Mikroskopische Anatomie* II. Leipzig 1850.
31. Königstein, L. Ueber den Canalis Schlemmii. *Arch. f. Ophthalmologie* XXVI, 1880.
32. Langer, F. Beitrag zur normalen Anatomie des menschlichen Auges: „Ist man berechtigt den Perichorioidealraum und den Tenon'schen Raum als Lymphräume aufzufassen?“ *Sitzungsber. der k. Akad. der Wissenschaften*, Wien XCIX, 1890.

33. Lauth, A. Manuel de l'anatomiste. Paris 1829.
34. Leber, Th. Ueber die Blutgefäße des Auges. Denkschr. der k. Akad. der Wissenschaften, Wien XXIV, 1865.
35. Derselbe. Untersuchungen über den Verlauf und Zusammenhang der Gefäße im menschlichen Auge. Arch. f. Ophthalm. XI, 1, 1865.
36. Derselbe. Studien über den Flüssigkeitswechsel im Auge. Arch. f. Ophthalm. XIX, 2, 1873.
37. Derselbe. Der Circulus venosus ciliaris. Graefe und Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. II, 1874.
38. Derselbe. Historische Notiz über den Circulus oder Plexus venosus. Arch. f. Ophthalm. XXVI, 2, 1880.
39. Derselbe. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel im Auge. Anat. Hefte IV, Abth. II, 1894.
40. Derselbe. Der Circulus venosus Schlemmii steht nicht in offener Verbindung mit der vorderen Augenkammer. Arch. f. Ophthalm. XLI, 1895.
41. Leplat, L. Nouvelles recherches sur la circulation du liquide intraoculaire. Annales d'Oculistique clinique. 1889.
42. Leuckart, R. Organologie des Auges. Graefe und Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. II, 1876.
43. Leydig, F. Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt a. M. 1857.
44. Lighbody, W. H. On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journ. of anatomy and Physiology I, 1867.
45. Macdonald. On the anatomy of the border of the posterior elastic lamina of the cornea in relation to the fibrous tissue of the Ligamentum iridis pectinatum. Quart. journ. of microsc. sciences. 1875.
46. Memorsky, M. Experimentelle Beiträge zur Diffusion im Auge. Arch. f. Ophthalm. XI, 2, 1865.
47. Mercanti, F. Recherches sur le muscle ciliaire des reptiles. Arch. ital. de Biologie IV, 1883.
48. Merian, K. Untersuchungen der Lymphwege des Auges. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1891.
49. Morf. Experimentelle Beiträge zur Lehre von den Abflusswegen der vorderen Augenkammer. Inaug.-Dissertation der Zürich. Univ. Winterthur 1888.
50. Nuel, P, und Stosch, Fr. Untersuchungen über den Ciliarmuskel des Vogelauges. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Academie van Wetenschappen 1874.

51. Panas et Rochon Duvigneaud. Recherches anatomiques et cliniques sur le glaucome et les néoplasmes intraoculaires. Paris 1898.
52. Pelechin, P. Ueber den sogenannten Kanal von Fontana oder Schlemm. Arch. f. Ophthalm. XIII, 2, 1867.
53. Pristley Smith. On the escape of fluid from the aqueous and vitreous chambers under different pressures. Ophthalm. review 1888.
54. Retzius, A. Ueber den Circulus venosus im Auge. Müller's Arch. 1834.
55. Rochon Duvigneaud J. L'angle de la chambre antérieure et le canal de Schlemm. Thèse de Paris 1892.
56. Rouget. Note sur la structure de l'oeil et en particulier sur l'appareil irio-chorioïdien. Gaz. méd. de Paris 1856.
57. Sappey, Ph. C. Traité d'anatomie descriptive III, Paris 1871.
58. Schlemm, Fr. „Bulbus oculi.“ Rust. Theor. pract. Handbuch der Chirurgie 1830.
59. Schöler, A. Experimentelle Studien über Flüssigkeitsausscheidung aus dem Auge. Arch. f. Ophthalm. XXV, 4, 1879.
60. Schwalbe, G. Ueber ein mit Endothel bekleidetes Höhlensystem zwischen Chorioidea und Sclerotica. Med. Centralbl. 1868.
61. Derselbe. Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. Arch. f. mikr. Anat. VI, 1870.
62. Derselbe. Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 1887.
63. Staderini. Ueber die Abflusswege des Humor aqueus. Arch. f. Ophthalm. XXXVII, 3, 1891.
64. Toldt, C. Lehrbuch der Gewebelehre. 1888.
65. Tückermann. Ueber die Vorgänge bei der Resorption in die vordere Kammer injicierter körniger Farbstoffe. Arch. f. Ophthalm. XXXVIII, 3, 1892.
66. Ulrich. Beitrag zu den Untersuchungen über den Flüssigkeitswechsel im Auge mittels subcutaner Fluorescein-Injectionen. Arch. f. Augenheilk. XII, 1883.
67. Van Reeken. Disquisitio microscopico-anatomica inauguralis de apparatus oculi accommodationis. Utrecht 1855.
68. Waldeyer, W. Mikroskopische Anatomie der Cornea, Sklera, Lider und Conjunctiva. Graefe und Saemisch, Handb. der ges. Augenheilk. I, 1874.
69. Weber. Ueber die wichtigsten Teile des menschlichen Auges. Journ. der Chir. und Augenheilk. Graefe u. Walther, XI, 1828.
70. Zanfarino, A. Das Ligamentum pectinatum während der Entwicklung. Mitt. aus dem embryol. Inst. der Univ. Wien, 1880.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXIX/XXXV.

Die Abbildungen stellen, wenn nicht ausdrücklich anders bemerkt, die Kammerbucht und ihre Umgebung dar.

Zeichenerklärung.

B. G.	Blutgefäß im Glaskörperraum.
C.	Cornea.
C. a.	Circulus arteriosus.
Cf.	Ciliarfortsatz.
C. v. S.	Circulus venosus Schlemmii.
I.	Iris.
If.	Irisfortsatz.
L. a.	Ligamentum annulare.
L. p.	Ligamentum pectinatum.
M. D.	Membrana Descemetii.
P. i. c. c.	Pars iridica corporis ciliaris.
P. s. c. c.	Pars scleralis corporis ciliaris.
S.	Sclera.
S. K.	Scleraler Knochen.
Sk.	Scleralknorpel.

Fig. 1. *Odontaspis ferox*. Zeigt die den Selachiern eigentümliche Verbindung der Sclera mit der Iris durch lockeres Bindegewebe. Die dem Circulus venosus Schlemmii entsprechende Vene zieht in das suprachoroidale Gewebe. Ein Irisfortsatz ist knapp an der Iris angeschnitten. Vergr. 30/1.

Fig. 2. *Cyprinus carpio*. Das aus grossen Zellen bestehende Lig. annulare füllt die Kammerbucht aus und zieht zwischen Sclera und Iris nach hinten. Die Venen des Circulus venosus Schlemmii liegen ganz peripher im Lig. annulare. Vergr. 40/1.

- Fig. 3. *Cyprinus carpio*. Detail aus dem Lig. annulare, die Zellen desselben, deren einzelne mit zwei Kernen versehen sind, mit den spärlichen Bindegewebsfasern (rot) zeigend. Z. Zellen des Lig. annulare. E. Endothel der vorderen Kammer. Ir. Der an die Iris grenzende Teil des Lig. annulare. Färbung nach van Gieson. Vergr. 200/1.
- Fig. 4. *Belone acus*. Die Hornhaut besteht aus zwei Teilen; der vordere ist die Fortsetzung des subcutanen Bindegewebes (F. d. C.), vor ihr liegt die Bowman'sche Membran (M. B.); die Grundsubstanz der Cornea ist durch eine homogene Membran (M. H.) von den anderen Schichten getrennt. Das Lig. annulare besteht aus Endothelzellen, die sich zu einem feinen Maschenwerk verbinden. Der Circulus venosus Schlemmii ist nicht zu sehen. Vergr. 30/1.
- Fig. 5. *Xiphias gladius*. Der Scleralknochen besteht aus einer Spongiosa mit Fettgewebe zwischen den Knochenbalken. An ihn schliesst sich die Iris mit ihrem Canal (C. i.), dessen Fortsetzung längs der Sclera nach hinten zieht und dessen laterale Wand (W. J. C.) der Sclera hart anliegt. Der Iriscanal ist von einem feinmaschigen Gewebe ausgefüllt. Vergr. 8/1.
- Fig. 6. *Xiphias gladius*. Die Verhältnisse sind wie in Fig. 5. Der Iriscanal steht in offener Verbindung mit der vorderen Kammer; das ihn ausfüllende Maschenwerk ist zu dickeren Strängen zusammen gezogen. Vergr. 6/1.
- Fig. 7. *Rana esculenta*. Das Lig. pectinatum ist vorn pigmentlos, in den hinteren Partien pigmentreich. Mitten darin liegt der Circulus venosus Schlemmii, in welchem Blutkörperchen sichtbar sind. Vergr. 140/1.
- Fig. 8. *Rana esculenta*. Tangentialschnitt durch die Kammerbucht, den pigmentlosen (P. s. c. c.) und den pigmentreichen (P. i. c. c.) Teil des Lig. pectinatum zeigend. Vergr. 80/1.
- Fig. 9. *Tropidonotus natrix*. Die Sclera ist an der Corneoscleralgrenze dünner als die Hornhaut, nimmt an der Anheftungsstelle der Iris an Dicke zu. Der Circulus venosus Schlemmii steht in direkter Verbindung mit einer Irisvene (V.). Das Lig. pectinatum aus dünnen Bindegewebsfasern mit endotheliale Ueberzuge bestehend, enthält hie und da Pigment. Es füllt die Scleralrinne vollständig aus. Vergr. 150/1.
- Fig. 10. *Tropidonotus natrix*. Zeigt die typische Lage des Circulus venosus Schlemmii. Eine abführende Vene (V.) ist an der Stelle getroffen, wo ihre Lichtung nur durch ihr Endothel vom Fontana'schen Raume getrennt ist. Im weiteren Verlauf (V.) zieht sie nach hinten. Sonstige Verhältnisse wie in Fig. 9. Vergr. 120/1.

- Fig. 11. *Lacerta viridis*. Der *Circulus venosus* stösst an das vordere Ende des Ciliarmuskels und ist nur durch die Ausläufer des *Lig. pectinatum* vom Fontana'schen Raume geschieden. Das *Lig. pectinatum* ist spärlich entwickelt. Vergr. 85/1.
- Fig. 12. *Alligator lucius*, junges Exemplar. Der Ciliarkörper ist in die *Pars iridica* und die *Pars scleratis* geteilt. In der letzteren sind der Brückesche (M. B.) und der Crampton'sche und Müller'sche Muskel (M. Cr.) von einander getrennt. Vom *Circulus venosus* Schlemmii sieht man mehrere Lichtungen. Vorne durchbricht eine abführende Vene die Sclera. Die *Pars iridica corp. cil.* zeigt die gradwinkelige Abknickung. Das *Lig. pectinatum* ist in seinem vorderen Teil locker und pigmentarm, hinten engmaschig und pigmentreich. Vergr. 50/1.
- Fig. 13. *Alligator lucius*, altes Exemplar. Färbung auf elastische Fasern. Sie sind in der *Pars scleralis* feiner, als in der *Pars iridica*. Die letztere weist eine spitzwinkelige Knickung auf. Vergr. 40/1.
- Fig. 14. *Testudo graeca*. Der *Circulus venosus* Schlemmii liegt im vorderen Teile der *Pars scleralis corp. cil.*; hinter ihm liegt der Ciliarmuskel. Das *Lig. pectinatum* ist in seinen hinteren Anteilen stärker pigmentiert, als in den vorderen. A. Arterie am Ciliarrande der Iris. Vergr. 90/1.
- Fig. 15. *Gallus bankhiva*. Der *Circulus venosus* Schlemmii liegt kammerwärts von dem Ciliarmuskel. Vor ihm liegen in der Sclera Venendurchschnitte, welche den Abflusswegen des *Circulus venosus* Schlemmii angehören. Das *Lig. pectinatum* ist erschlafft, weil sich die Iris an die Hornhaut angelegt hat. Vergr. 40/1.
- Fig. 16. *Gyps fulvus*. Uebersichtspräparat. Der Ciliarkörper spaltet sich weit hinten. Das *Lig. pectinatum* reicht bis zur Iris und ist sehr stark entwickelt. Der *Circulus venosus* Schlemmii ist stark ausgebildet. Zwischen den beiden grössten Venen derselben liegt der Hauptstamm des arteriellen Plexus. Die abführende Vene des *Circulus venosus* Schlemmii durchbricht die Sclera. Vergr. 10/1.
- Fig. 17. *Gyps fulvus*. Ansatzstelle des *Lig. pectinatum* an die Sclera, das lockere von Endothelien durchsetzte Gewebe zeigend. Färbung nach van Gieson. Bindegewebe roth. Vergr. 200/1.
- Fig. 18. *Syrnium aluco*. Zwischen den beiden Hauptvenen des *Circulus venosus* Schlemmii liegt der Hauptstamm des *Circulus arteriosus* mit einem zuführenden Ast, welcher durch die hintere Vene zieht. Vorn stehen die Venen des *Circulus venosus* Schlemmii in Verbindung mit der abführenden Vene, welche die Sclera durchsetzt. Zwischen dem

Circulus venosus Schlemmii und dem Fontana'schen Raume liegt eine dünne Schichte von Endothelien durchgesetzten Bindegewebes. Vergr. 60/1.

- Fig. 19. *Macropus* (species?). Vom Ciliarmuskel ist nur das vorderste Ende zu sehen. Der Pars scleralis corp. cil. entlang liegen in der Sclera die Venen des Circulus venosus Schlemmii mit ihren Abflusswegen. Die Pars scleralis corp. cil. ist weniger pigmentiert, als die Pars iridica. Die Balken des Lig. pectinatum nehmen nach vorn an Dicke zu. Die Irisfortsätze reichen an die Membrana Descemetii heran. Vergr. 120/1.
- Fig. 20. *Macropus* (species?). Ein Irisfortsatz mit der Einscheidung seitens der Membrana Descemetii. Vergr. 150/1.
- Fig. 21. *Cervus axis*. Der Ciliarmuskel reicht weit nach vorn. Aus seinem intermusculären Bindegewebe entwickelt sich der engmaschige Teil des Lig. pectinatum. Die bindegewebige Grundlage desselben ist deutlich zu sehen. Der Circulus venosus Schlemmii ragt in das Balkenwerk hinein. Die Pars iridica corp. cil. ist kompakt. Vorn lösen sich von ihr und von der Iris die Irisfortsätze ab, welche streckenweise einen Ueberzug seitens der Membrana Descemetii erkennen lassen. Färbung nach van Gieson. Bindegewebe roth. Vergr. 50/1.
- Fig. 22. *Lepus cuniculus*. Der Ciliarmuskel ist wenig entwickelt. Die Pars iridica corp. cil. ist dick und geht kontinuierlich in die Iris über. Die Pars scleralis besteht vorn aus dem Lig. pectinatum, an das sich vorne die Irisfortsätze anschliessen. Eine abführende Vene des Circulus venosus Schlemmii lässt sich durch die Sclera verfolgen. Combination aus zwei benachbarten Schnitten der Serie. Vergr. 60/1.
- Fig. 23. *Felis domesticus*. Uebersichtsbild. Man sieht die Zweiteilung des Ciliarkörpers und des Ciliarmuskels, welcher bis hinter die Ora serrata reicht. Das Lig. pectinatum entwickelt sich aus dem intermusculären Bindegewebe des Ciliarmuskels und der Pars iridica corp. cil. Die Venen des Circulus venosus Schlemmii ziehen nach hinten durch die Sclera. Vergr. 20/1.
- Fig. 24. Detail aus der vorigen Figur zeigt die Venen des Circulus venosus Schlemmii bis an die Innenfläche der Sclera ziehend. Vergr. 90/1.
- Fig. 25. *Canis familiaris*. Das Lumen des Circulus venosus Schlemmii ist nur durch eine dünne Gewebsschichte vom Fontana'schen Raume getrennt. Er ist zum Teil bluthaltig. Das Lig. pectinatum ist entspannt, weil die Iris sich der Hornhaut genähert hat. Vergr. 120/1.

- Fig. 26. *Macacus* (species?). Aus dem intermuskulären Bindegewebe des Ciliarmuskels entwickelt sich die Hauptmasse des Lig. pectinatum. Scleralwärts legen sich ihr Fasern an, die sich aus der Sclera entwickeln. Der Circulus venosus Schlemmii ist durch sein Endothel deutlich von dem Fontana'schen Raume abgegrenzt. Vergr. 150/1.
- Fig. 27. Mensch. Färbung auf elastische Fasern. Sie bilden das Substrat des Lig. pectinatum. Ein Teil entspringt aus dem Ciliarmuskel, der andere aus der Sclera. Vergr. 85/1.
- Fig. 28. Mensch. Einige Balken des Lig. pectinatum aus dem Tangentiabschnitt durch die Kammerbucht den kontinuierlichen Endothelüberzug (E.) des bindegewebigen Balkenwerkes (Str.) des Lig. pectinatum zeigend. Färbung nach van Gieson. Bindegewebe rot. Vergr. 500/1.
-