

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
 ÜBER DIE
BLUTGEFÄSSE DES MENSCHLICHEN AUGES.

VON

DR. TH. LEBER.

(Mit 4 Tafeln und einer Lithographie)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEM.-NATURW. CLASSE AM 12. MAI 1864 DURCH PROF. C. LUDWIG.

Trotz der zahlreichen und vortrefflichen Untersuchungen und Abbildungen über das Gefäßsystem des menschlichen Auges ist doch bis jetzt der Blutkreislauf in seinem Innern nicht hinlänglich genau bekannt. Insbesondere ist es die Aderhaut, deren verwickeltes Gefäßsystem bisher der Untersuchung immer die grössten Schwierigkeiten darbot, so dass man sich meistens mit der Abbildung von Injectionspräparaten ohne Darstellung des Zusammenhanges der Gefässe und zum Theil auch ohne Unterscheidung von Arterien und Venen begnügte. Die Folge davon ist, dass man bis jetzt nicht im Stande war, sich eine genaue und bis in's Einzelne gehende Vorstellung über den Stromlauf im Innern des Auges zu machen. Nicht allein über den Verlauf und die feinere Vertheilung der Gefässe in der Aderhaut, sondern auch über die Art und Weise ihres Austrittes aus derselben bestehen Zweifel und Unsicherheit der Angaben.

Und doch ist es gerade die letztere Membran, welche vermöge ihres reichlichen Gefäßgehaltes in den Circulationsverhältnissen des Auges die wichtigste Rolle spielt. Die Verhältnisse des intraoculären Druckes, welche in der jüngsten Zeit auch eine so grosse praktische Wichtigkeit erlangt haben, setzen zu ihrer Erklärung eine genaue Kenntniss des Gefäßsystems im Innern des Auges voraus. Erst auf diese gestützt können Versuche über den Blutkreislauf und die von ihm abhängigen Druckverhältnisse angestellt werden.

Die Injectionstechnik hat in der letzten Zeit so grosse Fortschritte gemacht, dass es sich wohl verlohnte, mit den neuen Injectionsmethoden das Gefäßsystem des Auges einer

noehmaligen kritischen Untersuchung zu unterziehen. Die vorliegende Arbeit enthält die Resultate der von mir über diesen Gegenstand im verflossenen Jahre im physiologischen Institute der Josephs-Akademie angestellten Untersuchungen. Die zu denselben benützten Injectionen wurden nach der von Herrn Prof. C. Ludwig angegebenen Injectionsmethode mit constantem Quecksilberdrucke ausgeführt. Die Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf das Gefässsystem der *Chorioidea*, *Sclera* und Bindehaut, während das der Netzhaut nur nebenbei berücksichtigt wurde.

Da bis jetzt noch keine Abbildungen existiren, in welchen der Gefässverlauf in der Aderhaut vollständig im Zusammenhange und mit Berücksichtigung seiner Verbindungen mit den übrigen Gefässsystemen des Auges dargestellt ist, so suchte ich in den der Arbeit beigegebenen Tafeln eine möglichst naturgetreue und vollständige Abbildung dieser Verhältnisse zu liefern. Zur Anfertigung der hierfür nöthigen Zeichnungen wurden mir von der k. Akademie in liberalster Weise die Mittel bewilligt, wofür ich derselben hier meinen besten Dank ausspreche. Die Zeichnungen sowohl als deren Übertragung auf Stein hat Herr Dr. Heitzmann mit grosser Sorgfalt und Treue nach meinen Präparaten ausgeführt.

Um nicht zu Wiederholungen Anlass zu geben, schicke ich eine kurze Beschreibung der von mir benützten Untersuchungsmethoden voraus.

Injection der Augen.

Die Augen, welche ich zur Injection erhielt, waren meistens mit dem ganzen Inhalte der *Orbita* herausgeschnitten; es mussten daher vor der Injection die durchschnittenen Gefässe sorgfältig unterbunden werden. Dies ist zwar etwas mühsam, doch lässt sich auf diese Weise die Injection eben so gut oder noch leichter ausführen, als am ganzen Kopfe. Nur kommt es häufig vor, wenn die *Arteria ophthalmica* nicht tief genug getrennt ist, dass die Centralarterie der Netzhaut durchschnitten ist, oder dass die zur Bindehaut gehenden Arterien verletzt sind und unterbunden werden müssen. In diesen Fällen bleiben natürlich die betreffenden Gefässpartien ungefüllt.

Die Injection geschah unter sehr niedrigem Drucke, der erst allmählich und gegen Ende der Injection etwas gesteigert wurde, entweder durch die *Arteria* oder die *Vena ophthalmica*. Durch beide Gefässe lässt sich das Auge vollständig injiciren, nur sind im ersteren Falle die Arterien, im letzteren die Venen stärker gefüllt. Um Arterien und Venen unterscheiden zu können, wurden doppelte Injectionsen gemacht, und zwar gewöhnlich durch die Arterie hinter einander zwei verschieden gefärbte Massen eingespritzt, wobei die zuletzt injicirte Flüssigkeit nur in die gröberen Zuflüsse dringen durfte. Eben so leicht geht es, zuerst die Arterien zu füllen und dann von der Vene aus durch eine andere Masse die erstere theilweise zu verdrängen.

Die von mir benützten Injectionsflüssigkeiten waren Mischungen von Glycerin mit löslichem Berlinerblau als blaue Masse, und mit einer Lösung von Ferrocyankupfer in oxalsaurem Ammoniak als rothe Masse; mitunter benützte ich auch eine Mischung von Glycerin mit fein gefälltem schwefelsaurem Baryt. Leiminjectionen wurden nur zur Darstellung der gröberen Gefässe verwendet, da die mit Glycerin viel leichter und bequemer auszuführen sind.

Mit den angegebenen Methoden gelingt die Injection des Auges beim Erwachsenen ziemlich leicht. Nur die Venen der Iris bieten immer sehr grosse Schwierigkeiten dar, da sie

sich nur sehr selten vollständig füllen, wenn auch sonst das ganze Auge auf das schönste injicirt ist. Ich benützte daher zu diesem Zwecke die Augen von Kindern, bei welchen alle Gefässe der Aderhaut weiter und daher auch leichter zu injiciren sind, und wo auch die Injection der Iris durchaus keine Schwierigkeiten darbietet.

Herstellung der Präparate.

Die injicirten Augen wurden kurze Zeit in Alkohol gelegt, alsdann geöffnet und die *Chorioidea* durch Abpinseln von ihrer inneren Pigmentschichte befreit, worauf sie wieder in Alkohol gelegt und entwässert wurden. Das Glycerin tritt hierbei aus den Gefässen aus, während der Farbstoff auf ihrer Wandung niedergeschlagen haftet. Die Gefässe sind daher nur wenig ausgedehnt, ihre Wände liegen meistens platt auf einander. Es würde dies den Nachtheil haben, dass man den wahren Durchmesser der Gefässe nicht bestimmen kann, wenn überhaupt derartige Messungen einen Werth besässen. Da die Ausdehnung der Gefässe einmal von der Nachgiebigkeit ihrer Wandung und zweitens von der Stärke des auf derselben lastenden Druckes abhängt, man aber beide Factoren ohne genauere Bestimmungen nicht anzugeben vermag, so habe ich es überhaupt unterlassen, absolute Maasse der Durchmesser anzugeben. Ein relatives Maass ergibt sich aus dem Anblick der mit grosser Sorgfalt angefertigten Tafeln.

Die Untersuchung der injicirten Theile geschah sowohl an Flächenpräparaten, als an feinen Durchschnitten. Meistens wurden grössere ausgebreitete Stücke der Augenhäute, welche in Alkohol entwässert und mit Terpentinöl durchsichtig gemacht waren, bei durchfallendem Lichte untersucht. Die *Chorioidea* muss zu diesem Zwecke vorher noch von der sie äusserlich deckenden, stärker pigmentirten *Lamina suprachorioidea* befreit werden, was man am besten durch vorsichtiges Abziehen unter Wasser erreicht.

Da die Resultate meiner Untersuchungen in zahlreichen Punkten von den bisherigen Angaben abweichen, so ist es nöthig, eine zusammenhängende Darstellung des Gefässverlaufes in den untersuchten Gebieten zu geben, wobei natürlich auch bereits Bekanntes mit erwähnt werden muss.

Vor jedem Abschnitte werde ich eine kurze Übersicht der Gefässvertheilung vorausschicken, und sodann die genauere Beschreibung folgen lassen, wobei die Punkte, in denen meine Beobachtungen von den früheren abweichen, ausführlicher berücksichtigt werden.

Das Gefässsystem der Aderhaut.

1. Die Arterien der Aderhaut.

Die arteriellen Quellen der Aderhaut (*Chorioidea* mit Ciliarkörper und Iris) sind bekanntlich die Ciliararterien, und zwar unterscheidet man hintere Ciliararterien, welche directe Äste der *Arteria ophthalmica*, und vordere Ciliararterien, welche Äste der Arterien der geraden Augenmuskeln sind.

Die hinteren Ciliararterien werden noch weiter unterschieden in die kurzen hinteren Ciliararterien, welche sich nur in der eigentlichen *Chorioidea* verzweigen, und in die langen hinteren Ciliararterien, welche direct zwischen *Sclera* und *Chorioidea* nach dem Ciliarmuskel hin verlaufen, sich hier mit den vorderen Ciliararterien verbinden und mit diesen den vorderen Abschnitt der Aderhaut, nämlich Ciliarkörper, Iris und den vordersten Theil der eigentlichen *Chorioidea* versorgen. Man kann hiernach in der Aderhaut zwei arterielle Gefässgebiete unterscheiden, ein hinteres und ein vorderes, welche jedoch nicht vollständig unabhängig von einander sind, sondern durch eine Anzahl von Verbindungsgefässen zusammenhängen; den hinteren Abschnitt versorgen die kurzen hinteren Ciliararterien, und den vorderen die langen hinteren und die vorderen Ciliararterien.

Die kurzen hinteren Ciliararterien.

Die kurzen hinteren Ciliararterien entstehen, wie bekannt, aus der *Arteria ophthalmica* als 3—4 kleine Stämmchen, welche zum hinteren Umfange des Bulbus hintreten und sich in eine grosse Anzahl von Ästen theilen, durch welche ausser der *Chorioidea* auch der hintere Theil der *Sclera* und der Sehnerv bei seinem Eintritt in das Auge versorgt wird.

Die zur *Chorioidea* gehenden Äste, etwa 20 an Zahl, durchbohren die *Sclera* im hinteren Umfange des Auges in ziemlich gerader Richtung von aussen nach innen. Die grösseren Äste (Taf. I 1) treten in einer kleinen Entfernung vom Sehnerven an dessen äusserer und innerer Seite durch die *Sclera* durch, die stärksten und zahlreichsten nach aussen von ihm in der Gegend des hinteren Poles des Auges. In der unmittelbaren Nähe des Sehnerven wird die *Sclera* von einer Anzahl kleinerer Äste durchbohrt (Taf. I 2).

Nach ihrem Durchtritte durch die *Sclera* fangen die kurzen Ciliararterien sofort an sich unter meist spitzen Winkeln dichotomisch zu theilen und kleinere Äste abzugeben (6, 7).

Die Stämmchen derselben verlaufen eine Strecke weit, anfangs etwas geschlängelt, später mehr gestreckt, in der oberflächlichsten Schicht der *Chorioidea* nach vorn, treten aber bald zwischen den starken in dieser Gegend liegenden Venen hindurch in die tiefere Schicht derselben ein. Während dieses Verlaufes fahren sie fort Äste (7) abzugeben zu dem in der innersten Schicht der *Chorioidea* liegenden Capillarnetze, in welches schliesslich auch ihre Endäste sich auflösen. Je stärker die Arterienstämmchen sind, um so weiter reicht ihr Verästelungsgebiet nach vorn; die kleineren, in der Nähe des Sehnerven eintretenden Stämmchen versorgen nur den hintersten Abschnitt der *Chorioidea*, die grösseren dagegen, welche weiter vorn eintreten, reichen zum Theil mit ihren letzten Verzweigungen bis an die Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea*, welche der *Ora serrata* der Netzhaut entspricht. Über diese Grenze hinaus reichen die kurzen Ciliararterien nur mit einer kleinen Anzahl von Ästen, welche mit Ästen der vorderen und der langen Ciliararterien anastomosiren und dadurch eine Verbindung des vorderen mit dem hinteren arteriellen Systeme zu Stande bringen (Taf. II 1, 2, 3).

Man nahm bis jetzt nach der von Brücke (Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels, S. 14) gegebenen Beschreibung folgende drei Arten von Ästen dieser Arterien an:

1. äussere, welche nicht in Capillaren letzter Ordnung zerfallen, sondern nachdem sie durch Theilung eine gewisse Feinheit erlangt haben, bogenförmig umbiegen und in Äste der *Venae vorticosae* übergehend, ein falsches Wundernetz bilden.

2. innere, welche in das dichte Capillarnetz der *Chorioidea* sich auflösen.

3. vordere, welche von der Grenze dieses Capillarnetzes in der Gegend der *Ora serrata retinae* als solche unterschieden werden und dicht neben einander liegend, in leichten Schwingungen an die Wurzeln der Ciliarfortsätze gelangen.

Nach meinen Beobachtungen geben jedoch die kurzen Ciliararterien keine anderen Äste ab, als die unter 2.) aufgeführten inneren Äste und eine kleine Anzahl nach vorn verlaufender Anastomosen mit Ästen der vorderen Ciliargefäße. Es fragt sich daher, wie die bisherigen Angaben sich erklären lassen.

Was zunächst die äusseren Äste betrifft, so finde ich die erste Angabe darüber bei *Hovius* (*De circulari humorum motu in oculis* Lugd. Bat. 1716). Auf seiner Taf. V, Fig. 1, soll der unmittelbare Übergang von Arterien in Venen vom Auge des Ochsen dargestellt sein. Die Abbildung ist jedoch so unvollkommen, dass sie eben so gut ein blosses Durchkreuzen und Zwischeneinanderliegen von Arterien und Venen darstellen könnte, als einen Übergang der einen in die anderen.

Zinn dagegen beschreibt in seiner ausgezeichneten *Descriptio anat. oculi humani* Goett. 1755, S. 40, den Verlauf der hinteren Ciliararterien und ihre Kreuzung mit den Venen, ohne von einem unmittelbaren Übergange beider Erwähnung zu thun. S. Th. Sömmering (*Über das feinste Gefässnetz der Aderhaut im Augapfel* in den *Denkschriften der königlichen Akademie zu München* 1821) scheint der Erste gewesen zu sein, der denselben beim Menschen, gestützt auf sorgfältige Untersuchungen an gelungenen Injectionen, angenommen hat.

Er gibt an, dass die kurzen Ciliararterien schliesslich in platteylindrische Zweige endigen, die theils häufig unter einander münden, theils unmittelbar in gleich beschaffene venöse Reiser übergehen. Die späteren Forscher schlossen sich alle dieser Darstellung von Sömmering an, und es hat seither die *Chorioidea* als das hauptsächlichste Beispiel von falschen Wundernetzen beim Menschen gegolten.

Wenn ich trotz der übereinstimmenden Angaben der meisten bisherigen Beobachter dennoch bei meinen eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand zu einem entgegengesetzten Resultate gelangt bin, so muss ich zunächst hervorheben, dass die früher zur Untersuchung benützten, mit körnigen Farbstoffen injicirten Präparate nicht dazu geeignet sind, den Zusammenhang so zahlreicher, mannigfach verschlungener Gefäße, wie sie die *Chorioidea* besitzt, mit Sicherheit zu entscheiden. Die Undurchsichtigkeit der Präparate und die starke Ausdehnung der Gefäße, wodurch sich dieselben mehr als im natürlichen Zustande decken, macht es unmöglich, bei vollständig gelungener Injection einzelne Gefäße länger als eine kurze Strecke im Zusammenhang zu verfolgen. Dagegen erlauben die Injectionen mit durchsichtigen, leichtflüssigen Farbstoffen den Zusammenhang der Gefäße selbst da zu erkennen, wo sie in mehreren Schichten über einander liegen und vielfach durch einander verschlungen sind. Jedoch können auch Injectionen mit körnigen Farbstoffen zur Ergänzung der Untersuchung benützt werden, namentlich gestatten derartige minder vollständig gelungene Injectionen oft Schlüsse über den Zusammenhang benachbarter Gefäße.

In der That erweckten mir unvollständige Injectionen mit einer Barytmasse den ersten Zweifel an der Existenz unmittelbarer Übergänge von Arterien in Venen. Es gelang mir nämlich niemals bei Injection körniger Massen durch die *Arteria ophthalmica* die in die Vortices mündenden Venen gefüllt zu erhalten, wenn nicht die Injectionsmasse in die Capillaren der *Chorioidea* oder in die Ciliarfortsätze eingedrungen war. Ich besitze Präparate, an welchen die hinteren Ciliararterien in ihrer Verästelung bis in die Capillaren vollständig mit Baryt injicirt

sind und wo selbst das Capillarnetz nur geringe Lücken hat, und wo trotzdem mit Ausnahme der feinsten aus den Capillaren direct entstehenden Zweigchen nirgends Venen gefüllt sind.

Injicirte ich ferner ein Auge durch die Arterie mit Glycerin und Berlinerblau und hinterher durch die Vene mit Baryt, so drang die weisse Injectionsmasse nie auf einem anderen Wege in die Arterien ein als durch die Capillaren. Der Einwurf, dass die directen Verbindungsgefässe zwischen Arterien und Venen verstopft gewesen seien, kann hier nicht gemacht werden, weil die *Chorioidea* sich in allen Partien vollständig, blau oder weiss, injicirt zeigte. — Ich suchte nun an vollständig injicirten, durchsichtigen Präparaten die einzelnen Arterien unter dem Mikroskop bei 20maliger Vergrösserung Schritt für Schritt zu verfolgen, wobei ich immer grössere Stücke der Aderhaut benützte, und gelangte so zur Überzeugung, dass ein unmittelbarer Übergang von Arterien in Venen nirgends zu finden sei. Überall zeigen sich zwischen den feinsten Arterien und Venenreisern capillare Gefässe, welche an der inneren Seite derselben liegen und das feine Maschennetz der sogenannten *Choriocapillaris* zusammensetzen. Bei einiger Übung erkennt man leicht die grösseren Arterienstämmchen an ihrem gestreckten Verlauf und der Art ihrer Verästelung, so dass man keine Gefahr läuft, sie mit Venen zu verwechseln. Vollständig sicher ist man jedoch, wenn man ein Präparat mit doppelter Injection benützt; am besten zeigten sich mir für diesen Zweck Injectionen durch die *Art. ophthalmica* mit Berlinerblau und hinterher mit Ferrocyankupfer. Es gelingt bei der Injection nicht schwer, den Punkt zu treffen, wo die rothe Masse erst in die grösseren Arterienstämmchen eingedrungen ist, während die übrigen Gefässe noch blau injicirt sind, so dass man auf diese Weise an den Präparaten die Arterienstämmchen mit Leichtigkeit erkennen kann.

Der Nachweis, dass keine directen Übergänge von Arterien in Venen vorkommen, gelingt übrigens nicht in allen Theilen der *Chorioidea* gleich leicht. Im vorderen Abschnitte derselben ist der Gefässverlauf immer sehr deutlich zu verfolgen, während im hinteren Abschnitte der viel grössere Reichthum an Gefässen und die reichliche Pigmentirung die Präparate häufig sehr unklar macht. Stark pigmentirte Augen sind deshalb zu diesem Zwecke gar nicht zu gebrauchen und man benützt am besten solche, welche möglichst wenig Stromapigmen besitzen. Von solchen pigmentarmen Augen erhält man jedoch bei sorgfältiger Präparation gleichfalls Objecte, welche hinreichend durchsichtig sind, um selbst in den gefässreichsten Partien den Verlauf der grösseren und mittelgrossen Gefässe verfolgen zu können, und sich auch in diesem Abschnitte von der Richtigkeit der obigen Angaben zu überzeugen.

Es ist übrigens leicht erklärlich, wie man bei Untersuchung undurchsichtiger Injectionspräparate zur Annahme eines unmittelbaren Überganges von Arterien in Venen kommen konnte. Betrachtet man nämlich den zwischen zwei Vortices gelegenen Theil der Aderhaut von aussen, so sieht man rechts und links von der Mitte die Venen die bekannten mit der Convexität nach vorn gerichteten Bogen beschreiben, um sich in die Vortices einzusenken. Die nach vorn gehenden Arterien laufen in schräger Richtung unter und zwischen den Venen hin und geben dabei seitwärts kleine Zweige ab, welche sich vielfach unter sehr spitzen Winkeln mit den Venen kreuzen. Bei undurchsichtigen Präparaten können nun die feineren Venen und Arterienzweige nicht bis zu ihrer Auflösung in die Capillaren verfolgt werden, sondern sie entziehen sich, da wo sie in die Tiefe treten, dem Blicke. Da an solchen Stellen häufig eine kleine Arterie und Vene in annähernd gleicher Richtung sich überlagern, so macht es den Eindruck, als ob sie unmittelbar in einander übergängen, und es ist in der That in solchen

Fällen bei Füllung der Gefässe mit körnigen Massen oft nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, welches das wahre Verhalten an der betreffenden Stelle ist.

Die Annahme einer doppelten Art von Übergängen der Arterien in die Venen hat übrigens schon von vorneherein keine grosse Wahrscheinlichkeit für sich. Der directe Weg wird offenbar dem Blutstrome einen viel geringeren Widerstand bieten als der durch das feine und engmaschige Capillarnetz. Bei dem constanten Drucke, unter dem noch dazu das ganze Gefässsystem des Auges steht, müsste daher die grösste Menge des Blutes durch die weiten directen Verbindungsgefässe ausfliessen, und das Capillarsystem würde nur höchst unvollkommen gefüllt werden. Die Annahme einer solchen Einrichtung, durch welche der Blutzufluss zu den Capillaren beeinträchtigt würde, ist aber jedenfalls eine sehr unwahrscheinliche.

Die als inneren bezeichneten Äste der kurzen Ciliararterien sind, wie schon erwähnt wurde, die durch fortwährende dichotomische Theilung der Muttergefässe entstehenden Äste zur *Choriocapillaris* (Taf. I 7, Taf. II 4). Die Verzweigungen der kurzen Ciliararterien gehen im Allgemeinen nur wenige Anastomosen unter einander ein; namentlich sind die der grösseren Stämmchen fast vollständig von einander isolirt, und hängen hauptsächlich nur am vorderen Ende ihres Gefässgebietes durch ihre Endäste unter einander zusammen (Taf. II 2.); doch finden sich auch weiter hinten unter ihren Ästen einzelne Anastomosen. Die kleineren Stämmchen, welche in der nächsten Umgebung des Sehnerven in die *Chorioidea* eintreten, anastomosiren dagegen viel häufiger (Taf. I 3). Sie bilden im Umfange des Sehnerven mehrfache concentrische Bogen, welche wieder durch radiär verlaufende Äste zusammenhängen, so dass auf diese Art ein aus lockeren unregelmässig rechtwinkligen Maschen bestehendes Netz entsteht.

Die Zahl der zur Capillarschicht gehenden arteriellen Ästchen nimmt von hinten nach vorn successive ab, entsprechend der in gleicher Richtung abnehmenden Feinheit der Maschen des Capillarnetzes. Im Umfange des Sehnerven und besonders am hinteren Pol des Auges ist die Anzahl derselben eine sehr grosse; dieselben zeichnen sich in dieser Gegend ausserdem noch durch ihren stark gewundenen Verlauf aus. Mit dem Augenspiegel hat man zuweilen Gelegenheit, sowohl die grösseren Arterienstämmchen als die zahlreichen stark geschlängelten Ästchen derselben zu beobachten.

Die Endäste der grösseren Ciliararterien reichen, wie schon erwähnt, bis in die Gegend der *Ora serrata* der Netzhaut nach vorn.

Einige derselben anastomosiren daselbst mit den später zu beschreibenden rücklaufenden Ästen der vorderen und langen Ciliararterien, und erhalten dadurch Verstärkungen; einige gehen hier auch direct unter einander Verbindungen ein (Taf. II 1, 2, 3).

Diese Anastomosen wurden schon von A. v. Haller beschrieben und abgebildet (Tab. arter. oculi Tab. VI, Fig. 4) eben so beschreibt Zinn die rücklaufenden Arterien und die Verbindungen der Endäste der kurzen Ciliararterien unter einander (Descript. anat. etc. S. 39 und Taf. III, Fig. 2), doch geht aus seiner Beschreibung und Abbildung nicht deutlich hervor, ob er auch die rücklaufenden Arterien mit den Endästen der hinteren Ciliararterien anastomosiren sah, oder bloss die letzteren unter sich.

Es ist auffallend, dass man diese Anastomosen später ganz übersehen hat, wenigstens fand ich dieselben in den mir zugänglichen späteren Beschreibungen des Auges nirgends mehr erwähnt.

Die als vordere Äste der kurzen Ciliararterien bezeichneten Gefässe entsprechen nicht den eben beschriebenen, Anastomosen bildenden Endästen derselben, sondern es sollen nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter seit Zinn die kurzen Ciliararterien auch zum Ciliarkörper und der Iris eine grosse Anzahl von Ästen abgeben. Dieselben sollen an der Grenze des Capillarnetzes beginnen, im glatten Theil der Ciliarfortsätze, parallel der Längsaxe des Bulbus, dicht neben einander nach vorn verlaufen und sich theils in das Gefässnetz der letzteren auflösen, theils weiterhin zur Iris sich begeben. Man sah diese Gefässe immer besonders deutlich auf der inneren Seite der *Chorioidea*, wo man ihren Eintritt in die Ciliarfortsätze deutlich beobachten konnte. Diese Gefässe existiren allerdings und die von ihnen gegebene Beschreibung ist vollkommen richtig, mit der einzigen Ausnahme, dass die allergrösste Zahl derselben keine Arterien, sondern Venen sind. An durchsichtigen Injectionspräparaten sieht man diese parallelen, vielfach anastomosirenden Gefässe aus den Ciliarfortsätzen hervorgehen, nach rückwärts verlaufen und an der Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea* angelangt, sich allmählich zu grösseren Stämmchen vereinigen, die sodann unter Aufnahme neuer Zuflüsse aus dem Capillarsystem der *Chorioidea* zu den bekannten Vortices zusammentreten (cf. Taf. II *g, f, a*). Hat man Venen und Arterien mit verschieden gefärbten Massen injicirt, so zeigen sich zwischen diesen parallelen Venen keine anderen arteriellen Gefässe, als die wenigen in gleicher Richtung verlaufenden *Rami recurrentes* der vorderen und langen Ciliararterien, welche mit den Endästen der kurzen Ciliararterien die mehrerwähnten Verbindungen eingehen (Taf. II 12, 3). Die Ursache der Täuschung liegt auch hier in der Benützung undurchsichtiger Präparate zur Untersuchung. Die aus den Ciliarfortsätzen kommenden Venen liegen nämlich im Bereiche der letzteren ganz auf deren innerer Oberfläche und treten erst an der Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea* an die äussere Fläche der letzteren hin. Bei Betrachtung von innen sah man sie daher an der Grenze des Capillarnetzes hervorkommen, ohne sie weiter nach rückwärts verfolgen zu können und würde vielleicht durch ihre starke Füllung veranlasst, sie ohne weiteres für Arterien anzusehen. Bei durchsichtigen Präparaten genügt ein Blick, um sich von der Fortsetzung derselben in die Vortices zu überzeugen.

Es folgt aus der so eben gegebenen Darstellung, dass die kurzen hinteren Ciliararterien ausschliesslich die eigentliche *Chorioidea* mit Blut versorgen, während man bis jetzt annahm, dass sie auch dem Ciliarkörper und der Iris noch zahlreiche Zweige zutheilten. Im Gegentheil wird sogar noch der vorderste Abschnitt der *Chorioidea* theilweise von den rücklaufenden Ästen der vorderen und langen Ciliararterien versorgt, welche ausser den erwähnten Anastomosen auch zahlreiche Äste direct in die *Chorio capillaris* abgeben. Unter besonderen Verhältnissen, bei Hemmungen des Zuflusses zu den vorderen Ciliararterien könnte es allerdings dazu kommen, dass Ciliarkörper und Iris von den kurzen hinteren Ciliararterien durch die mehrerwähnten Anastomosen arterielles Blut erhielten; unter gewöhnlichen Verhältnissen findet aber das Umgekehrte statt.

Das Capillarnetz der *Chorioidea*.

Das Capillarnetz der *Chorioidea* liegt bekanntlich in der innersten Schicht dieser Membran und bedeckt vom Schnerveneintritt bis an den ungefalteten Theil der Ciliarfortsätze ihre ganze innere Oberfläche. Seine Maschen sind immer radienartig nach einem arteriellen oder venösen Endästchen gerichtet, welches sich in sie auflöst, wodurch die bekannten stern-

förmigen Figuren des Capillarnetzes zum Vorschein kommen; die Maschen sind im hintersten Abschnitte am feinsten und nehmen nach vorn fortwährend an Weite, besonders aber an Länge zu. Die Dicke der Capillaren wächst gleichfalls etwas von hinten nach vorn, doch nicht sehr bedeutend. In der Gegend der *Ora serrata* der Netzhaut hört das Capillarnetz auf, und nur vereinzelt finden sich einige Capillaren zwischen den gestreckten Venen des glatten Theiles der Ciliarfortsätze. An der Stelle, wo diese Venen zu beiden Seiten aus einander weichen, um zu zwei verschiedenen Wirbelgefässen zu gelangen, setzt sich das Capillarnetz in den dadurch entstehenden dreieckigen Raum hinein fort und bildet in demselben eine sehr zierliche Verästelung (cf. Taf. I 7, *g, h*, Taf. II 4, *c, d, e*).

Die langen hinteren und die vorderen Ciliararterien.

Diese Arterien stammen bekanntlich aus verschiedenen Quellen, die langen hinteren Ciliararterien direct aus der *Art. ophthalmica*, die vorderen Ciliararterien dagegen aus den Arterien der geraden Augenmuskeln; ihre Äste gehen aber sehr innige und zahlreiche Verbindungen ein und versorgen gemeinschaftlich den vordersten Abschnitt der *Chorioidea*, den Ciliarmuskel, die Ciliarfortsätze und die Iris.

Die zwei langen hinteren Ciliararterien durchbohren die *Sclera* ungefähr im horizontalen Meridian des Auges, auf dessen äusserer und innerer Seite, etwas nach vorn von dem Durchtritte der kurzen Ciliararterien (Taf. I 5). Abweichend von den letzteren haben sie einen äusserst schrägen Verlauf durch die *Sclera* hindurch, indem sie in derselben einen Canal bilden, dessen inneres Ende ich $3\frac{1}{2}$ —4 Millim. weiter nach vorn liegen fand als das äussere. In der *Chorioidea* angelangt, laufen sie anfangs ziemlich stark geschlängelt, in der obersten Schicht dieser Membran, begleitet von einem oder mehreren Ciliarnerven in gerader Richtung nach vorn bis zum hinteren Rande des Ciliarmuskels, ohne Äste zur *Chorioidea* abzugeben. Sie theilen sich in kurzem Abstände vom Ciliarmuskel unter spitzem Winkel in zwei Äste, welche in den Ciliarmuskel eintreten, sich immer weiter von einander entfernen und an seinem vorderen Rande angelangt, nach beiden Seiten umbiegen, um bogenförmig das Auge zu umgreifen (Taf. II 5, 6, 8). Ihr weiterer Verlauf und ihre Äste werden weiter unten gemeinschaftlich mit denen der vorderen Ciliararterien beschrieben.

Die vorderen Ciliararterien treten bekanntlich, meist 5—6 an Zahl, durch die Sehnen der geraden Augenmuskeln zur *Sclera* hin, verlaufen auf dieser stark geschlängelt nach dem Hornhautrande zu, und geben dabei eine Anzahl grösserer und kleinerer durchbohrender Äste nach innen ab. Die Zahl dieser letzteren ist nicht constant, es sind meist 8—10 grössere und eine nicht genau zu bestimmende Anzahl feinerer Ästchen. Sie treten im ganzen Umfange des Augapfels durch den Theil der *Sclera*, welcher den Ciliarmuskel deckt, in ziemlich gerader Richtung hindurch. Taf. II zeigt bei 7 ihren Eintritt in den Muskel, Taf. III, Fig. 2, 6, 7 ihren Durchtritt durch die *Sclera* und ihren Verlauf innerhalb des Muskels. In Ausnahmefällen kann auch eine von den vorderen Ciliararterien, und zwar fast immer auf der äusseren Seite des Auges, von einer Palpebralarterie abstammen.

Durch die Verbindung der durchbohrenden Äste dieser Arterien mit den Ästen der langen Ciliararterien entstehen zwei hinter einander liegende und vielfach mit einander zusammenhängende arterielle Gefässkränze im Ciliarmuskel. Der vordere oder innere derselben ist der sogenannte grosse Iriskranz. *Circulus arteriosus iridis major*

(Taf. II 10). Derselbe ist ein vollkommen geschlossener, arterieller Gefässkranz und hat seine Lage an der Grenze zwischen Ciliarmuskel und Iris noch im Ciliarmuskel selbst, zuweilen auch mit seinen Windungen zum Theil in die Iris hinübertretend. An manchen Stellen ist er doppelt, zuweilen sogar auf eine kurze Strecke dreifach, indem einer oder zwei seiner Äste eine Strecke weit neben ihm herlaufen und sich auch wohl durch kleine Äste wieder mit ihm verbinden.

Er entsteht aus den Endästen der langen Ciliararterien, welche am vorderen Rande des Ciliarmuskels angelangt, nach beiden Seiten umbiegen (Taf. II 8) und am Rande weiter verlaufen, bis sie schliesslich mit den ähnlich verlaufenden Ästen der anderen Arterie zusammenmünden. Während dieses Verlaufes erhalten sie jedoch bedeutende Verstärkungen von den vorderen Ciliararterien (Taf. II 9), welche starke Äste in den Gefässkranz abgeben. Die beiden Stücke des Kranzes, welche zwischen den aus einander tretenden Ästen der langen Ciliararterien gelegen sind, werden zum Theil durch Äste der letzteren gebildet, welche von beiden Seiten her von denselben abgegeben werden, zum Theil von Ästen der vorderen Ciliararterien, so dass der Kranz ringsum vollkommen geschlossen wird.

Der *Circulus arteriosus iridis major* gibt Arterien ab zum Ciliarmuskel, zu den Ciliarfortsätzen, zur Iris, deren einzige arterielle Quelle er ist, und meistens auch einige rücklaufende Äste zur *Chorioidea* (Taf. II 13, 15, 16, 12).

Der äussere oder hintere Gefässkranz (Taf. II 11) liegt gleichfalls im Ciliarmuskel, ungefähr in der Mitte zwischen seinem vorderen und hinteren Rande, und entsteht wie der vorige aus Ästen der langen und vorderen Ciliararterien. Er ist aber kein vollständig geschlossener Gefässkranz, sondern mehr eine Reihe von Anastomosen, welche den Ciliarmuskel durchziehen, und zwischen denen an mehreren Stellen sich Lücken vorfinden. Vollständig geschlossen ist derselbe meistens nur in der Gegend, wo die langen Ciliararterien in denselben eingehen. Man könnte ihn zum Unterschiede von dem vorigen *Circulus arteriosus musculi ciliaris* benennen. Seine Äste gehen hauptsächlich zum Ciliarmuskel und zur *Chorioidea*. Durch die Stämmchen der Ciliararterien, welche beiden Gefässkränzen Äste ertheilen, werden übrigens zahlreiche Verbindungen beider zu Stande gebracht.

Von diesen beiden Gefässkränzen und auch zum Theil direct von den sie bildenden Gefässen werden Äste abgegeben: 1. in die *Chorioidea*; 2. in den Ciliarmuskel; 3. in die Ciliarfortsätze; 4. in die Iris.

Die rücklaufenden Äste zur *Chorioidea* (Taf. II 12) entstehen in veränderlicher Weise sowohl direct von den langen und vorderen Ciliararterien, als auch von den beiden durch sie gebildeten Gefässkränzen. Ihre Zahl und Grösse ist wechselnd, man findet entweder nur wenige, etwa 8—10 grössere, oder aber eine bedeutendere Anzahl von kleinerem Durchmesser. In letzteren Fällen sieht man dann immer in Zwischenräumen von mehreren Ciliarfortsätzen zwischen den Venen der letzteren eine ähnlich verlaufende Arterie sich zur *Chorioidea* hinbeugen. Während ihres Verlaufes durch den Ciliarmuskel geben die rücklaufenden Arterien kleine Äste an den letzteren ab, aber von dessen hinterem Rande an bis zur Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea* verlaufen sie ohne Äste abzusenden. In letzterer angelangt, theilen sie sich meist in zwei grössere, in weitem Bogen aus einander weichende und dann wieder in die Längsrichtung einbiegende Äste, die sich alsdann in ähnlicher Weise noch mehrfach spalten, und theils im vordersten Abschnitte der *Chorioidea* sich in Capillaren auflösen, theils durch starke Anastomosen mit den Endästen der kurzen Ciliararterien zu-

sammenhängen. Bei den stärkeren dieser Gefässe erstreckt sich das Capillargebiet bis in die Nähe des Äquators des Auges nach hinten, ist also gar nicht unbedeutend.

Die Arterien zum Ciliarmuskel (Taf. II 13) entstehen wie die vorigen sowohl von den Gefässstämmchen direct als von den beiden Gefässkränzen. Sie sind sehr zahlreich, haben meistens einen von vorn nach hinten gerichteten Verlauf und verzweigen sich baumförmig in ein sehr feines Capillarnetz, welches den ganzen Muskel durchzieht. Auf senkrechten radiär gerichteten Durchschnitten sieht man, dass im äusseren Theil des Muskels die Maschen dieses Netzes entsprechend dem Verlauf der Muskelfasern mehr gestreckt von vorn nach hinten verlaufen; im inneren Theile des Muskels dagegen, wo die Fasern circulär und schräg verlaufen, sieht man die Gefässe unregelmässige rundliche Maschen bilden (Taf. II i, 14, Taf. III, Fig. 2, k. k).

Die Arterien zu den Ciliarfortsätzen sind kurze, stark gebogene Stämmchen, die nach innen vom *Circulus arteriosus iridis major* abgehen und in die Ciliarfortsätze eintreten (Taf. II 15, Taf. III, Fig. 2, 9). Die Eintrittsstelle befindet sich daher ganz vorn, am vordersten Theil der Insertion des Fortsatzes, und die Arterien treten durch den Ciliarmuskel in die Fortsätze ein. Von dem hinteren Gefässkranz im Ciliarmuskel und den anderen Ästen der vorderen Ciliararterien sah ich keine Arterien in die Ciliarfortsätze eintreten. Namentlich erhält der glatte Theil der Ciliarfortsätze vom hinteren Rande des Ciliarmuskels an bis zur Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea* nirgends arterielle Äste von den durch ihn nach rückwärts zur *Chorioidea* verlaufenden *Rami recurrentes*. Bei der innigen Gefässverbindung durch Capillaren und kleine Venen, welche zwischen dem Ciliarmuskel und den Ciliarfortsätzen besteht, ist es wohl schwer zu entscheiden, ob wirklich nur der grosse Iriskranz Arterien in die Ciliarfortsätze abgibt, und ob nicht auch weiter hinten aus dem Ciliarmuskel einige arterielle Ästchen in dieselben eintreten; doch gelang es mir trotz wiederholter sorgfältiger Untersuchung niemals solche zu finden. Dies hat indess nur eine untergeordnete Bedeutung; jedenfalls steht es fest, dass alle Arterien zu den Ciliarfortsätzen durch den Muskel hindurchtreten müssen, um an ihren Bestimmungsort zu gelangen.

Ein Ciliarfortsatz erhält entweder eine besondere Arterie oder es versorgt gewöhnlich ein grösserer Ast zwei oder mehrere benachbarte Fortsätze zugleich. Häufig sieht man auch die zur Iris gehenden Äste gemeinschaftlich mit den zu den Ciliarfortsätzen entspringen. In dem Fortsatze löst sich die Arterie rasch durch vielfache Theilungen in eine grosse Anzahl feiner Zweige auf, welche bogenförmig nach dem freien Rande des Fortsatzes hin verlaufen, dabei vielfach unter einander anastomosiren und in die Anfänge der Venen übergehen (Taf. III, Fig. 2, 9, l), welche sich nach rückwärts in etwa 10—12 kleine Stämmchen sammeln. Ob die intermediären Gefässe in den Fortsätzen eigentliche Capillaren sind oder nicht, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden; ihr Durchmesser beträgt nur wenig mehr als der der vordersten Capillaren der *Chorioidea*. Die arteriellen Verzweigungen zeichnen sich vor den aus ihnen entstehenden Venen durch ihre viel grössere Feinheit aus.

Die Arterien der Iris (Taf. II 16) entstehen sämmtlich aus dem grossen Iriskranze, und zwar aus dessen vorderem Rande in ziemlich grosser Anzahl. Sie entspringen, wie so eben erwähnt, häufig gemeinschaftlich mit einer Arterie der Ciliarfortsätze als etwas grössere Stämmchen (Taf. III, Fig. 2, 8, 9, 10) und treten fast alle an den Ansatzstellen der Ciliarfortsätze in die Iris ein, an jedem Fortsatz gewöhnlich mehrere Äste. Sie verlaufen in radiärer Richtung gegen den Pupillarrand hin, der äusseren Fläche der Iris näher liegend als der

inneren und verbinden sich mehrmals durch kleine Gefässbogen. Sie geben während dieses Verlaufes eine Anzahl von Ästen ab, welche ein lockeres die innere Oberfläche der Iris deckendes Capillarnetz erzeugen (Taf. II, *l*, 17). In der Nähe des Pupillarrandes bilden einige ihrer Äste einen gleich unter der äusseren Oberfläche gelegenen feinen Gefässkranz, den *Circulus arteriosus iridis minor* (Taf. II 18), die meisten laufen aber bis zum Pupillarrande hin, wo sie schon in ziemlicher Feinheit ankommen und biegen an demselben schlingenförmig um, um in die Anfänge der Venen überzugehen (Taf. II, *n*). Vorher geben sie noch eine grosse Anzahl von feinen Ästchen in den *Sphincter* der Iris ab, die in demselben ein feinmaschiges Capillarnetz erzeugen (Taf. II *m*).

2. Die Venen der Aderhaut.

Der grösste Theil des venösen Blutes der Aderhaut entleert sich nach aussen durch eine geringe Anzahl von weiten Venen, die sogenannten *Venae vorticosae*, welche aus allen Theilen der Aderhaut Zuflüsse erhalten. Ein kleiner Theil des Blutes aus dem vorderen Abschnitte der Aderhaut und speciell aus dem Ciliarmuskel hat noch einen besonderen Abfluss nach aussen, durch die vorderen Ciliarvenen. Andere venöse Abflüsse aus der Aderhaut existiren nach meinen Beobachtungen nicht.

Bis jetzt nahm man nach Zinn folgende Arten von Venen der Aderhaut an: 1. die *Venae vorticosae*; 2. die *Venae ciliares post. longae*; 3. *V. ciliares post. breves*; 4. *V. ciliares anticae*. Man glaubte daher, dass die Aderhaut ausser den Vortexvenen, welche unter den Arterien keine Analogie haben, für alle Arten ihrer Arterien ähnlich verlaufende Venen besitzen sollte.

Dies ist jedoch nur mit den vorderen Ciliararterien der Fall, welchen die vorderen Ciliarvenen entsprechen, die hinteren Ciliararterien haben unter den Venen der *Chorioidea* keine analogen Gefässe.

Die *Venae vorticosae*.

Die *Venae vorticosae* entstehen bekanntlich aus vier Stämmchen, welche zum Äquator des Auges sich hinbegeben und vor dem Eintritte in die *Sclera* sich zuweilen in zwei Äste theilen, so dass die Zahl der Gefässe dadurch auf sechs, selten darüber steigen kann. Sie machen, ähnlich wie die langen Ciliararterien, einen sehr langen Verlauf durch die *Sclera*; ich fand den dadurch entstehenden weiten, von schlaffen Wänden gebildeten Canal bei einer der grösseren Venen $5\frac{1}{2}$ Millim. lang, bei einer der kleinsten noch $1\frac{1}{2}$ Millim. Es ist nicht unmöglich, dass unter pathologischen Verhältnissen durch eine Steigerung des intraoculären Druckes dieser Canal zusammengedrückt und der Venenabfluss gehemmt werden kann, wodurch dann weiterhin ein Fortbestehen der pathologischen Drucksteigerung bedingt würde. Während dieses Laufes durch die *Sclera* und beim Übertritte in die *Chorioidea* finden sehr häufig Theilungen derselben statt, wodurch die Zahl der in die *Chorioidea* eintretenden Äste auf 10 und darüber steigen kann. In der *Chorioidea* angelangt, bilden die Venen die bekannten Wirbel, indem sie radienförmig von allen Seiten her Gefässe aufnehmen. Die grösseren 4—6 Stämmchen bilden vollkommene Wirbel, die kleineren dagegen nehmen häufig nur von vorn oder von hinten Äste auf und erzeugen daher nur unvollständige Vortices (Taf. I zeigt bei *a* zwei grössere, bei *b* einen kleinen, unvollkommenen Vortex).

Alle Vortices haben den gleichen Typus in ihrer Verästelung, so dass die Beschreibung eines einzigen mit Berücksichtigung seines Verhaltens zu den benachbarten zur Kenntniss des Verlaufes genügend ist. Der Stamm des Vortex nimmt von allen Seiten her seine grösseren Äste auf; die von hinten und den Seiten kommenden Äste entstehen aus der *Chorioidea*, die von vorn kommenden dagegen nehmen ausserdem die Zuflüsse aus dem Ciliarkörper und der Iris auf.

Betrachtet man zunächst den Verlauf der Venen im hinteren Abschnitte der Aderhaut, so sieht man, dass die mittleren, gerade von hinten kommenden Äste des Vortex (Taf. I *f*) am weitesten, bis in die nächste Nähe des Sehnerveneintrittes zurückreichen. Die zunächst auf diese nach aussen folgenden Äste, welche mehr seitlich unter einem kleinen Bogen in den Vortex einmünden, gelangen schon nicht so weit nach hinten, und je weiter man nach aussen in der Reihenfolge der Äste kommt, um so weiter nach vorn gelegen und seitlich ist der Theil der *Chorioidea*, aus dem sie entstehen. Die seitlich eintretenden Äste beschreiben, um zu dem Vortexstamm zu gelangen, einen nach vorn convexen Bogen, der um so grösser ist, je weiter die Äste nach vorn gelegen sind. Die vordersten derselben laufen daher von dem Vortex aus zuerst schräg nach vorn, dann in einem Bogen nach rückwärts, einige biegen zuletzt nochmals nach vorn um. Das nach vorn gerichtete Stück des Bogens nimmt bei den nach hinten folgenden Ästen rasch an Länge ab, und die Äste verlaufen bald gar nicht mehr nach vorn, sondern nur etwas nach aussen, um dann in die Richtung nach hinten einzubiegen, bis endlich die mittelsten Äste fast gerade nach rückwärts laufen.

In der Hälfte des Abstandes, etwa zwischen Stamm des Vortex und Sehnerveneintritt und von da nach hinten sieht man von den nach rückwärts laufenden Ästen quere Verbindungen zu den ähnlich verlaufenden des benachbarten Vortex hinübergelien, welche somit das Aussehen von nach vorn offenen, beide Vortices verbindenden Schlingen besitzen (Taf. I *c*, *e*). Die vordersten dieser Verbindungen sind gewöhnlich ziemlich ansehnlich, während die unmittelbar auf sie folgenden weniger stark zu sein pflegen; dagegen finden sich in der Nähe des Sehnerveneintrittes wieder sehr zahlreiche und starke, quer verlaufende Anastomosen.

Während ihres Laufes durch die *Chorioidea* nehmen die Äste des Vortex Zuflüsse aus den Capillaren des ganzen Gebietes auf, das sie durchlaufen, und zwar so, dass die grösseren Äste meist keine direct aus Capillaren entstehenden Zweige aufnehmen. Die Zahl der kleinen Venenzweige, welche im hintersten Abschnitte der *Chorioidea* sich aus dem Capillarnetze bilden, ist wie die der Arterien eine sehr grosse; die ersteren haben eine etwas grössere Dicke als die letzteren, zeichnen sich aber gleichfalls durch ihren stark gewundenen Verlauf aus.

Zwischen zwei der grösseren Vortices in der Mitte, am häufigsten im horizontalen Meridian, wo die langen Ciliararterien verlaufen, sammeln sich, etwas vor dem Äquator des Auges, gewöhnlich ein oder mehrere gerade von vorn nach hinten laufende Venenstämmchen (Taf. I *d*, Taf. II *b*). Wegen ihrer geraden Richtung erreichen sie keinen der beiden Vortices, sondern senken sich in die so eben beschriebenen ersten Verbindungsbogen derselben ein. Liegen die zwei Vortices sehr nahe beisammen, wobei sie gewöhnlich keine so bedeutende Grösse besitzen, so fehlen diese mittleren Venen und die Äste, aus welchen sie sich sonst bilden, gehen dann sogleich nach beiden Seiten in die Vortices über.

Es wurde schon oben bei der Beschreibung der kurzen Ciliararterien angegeben, dass ihre Stämmchen und grösseren Äste zwischen den starken von hinten kommenden Ästen der

Vortices hindurch in die Tiefe treten. Bei der innigen Aneinanderlagerung und dem grossen Reichthum an Gefässen dieser Gegend ist es nicht anders möglich, als dass dieselben gegenseitig einen beständigen Druck auf einander ausüben. Bei stärkerer Füllung der Arterien wird daher der Druck auf die Venen, und bei stärkerer Füllung der Venen der Druck auf die Arterien zunehmen müssen.

Beachtet man nun, dass in beiderlei Gefässen der Blutstrom im Allgemeinen in derselben Richtung geht, nämlich von hinten nach vorn, so scheint es, dass die Arterien und Venen sich in ihrem Blutgehalte gegenseitig fortwährend reguliren müssen. Wird nämlich durch irgend eine Ursache eine grössere Menge von Blut in die hinteren Ciliararterien eingetrieben, so wird dies eine von hinten nach vorn weitersehreitende Verengung des Venenlumens und dadurch eine raschere Entfernung des venösen Blutes zur Folge haben. Umgekehrt werden dagegen Stauungen des Blutes in den Venen eine Verengung der zuführenden Arterien und Verminderung des Blutzuflusses nach sich ziehen. Es spricht für diese Annahme der Umstand, dass ich an dieser Stelle, wenn durch die Injection die Venen besonders stark gefüllt waren, immer die Arterien wenig gefüllt fand und umgekehrt; doch müssten, um dieselbe als vollständig sichergestellt betrachten zu können, noch directe Versuche angestellt werden.

Die von vorn in die Vortices eintretenden Äste entstehen aus den Venen der Iris, des Ciliarkörpers und des vordersten Theiles der *Chorioidea*. Schon oben bei der Beschreibung der Arterien wurden die zahlreichen im glatten Theil der Ciliarfortsätze dicht neben einander liegenden Venen erwähnt, welche das Blut aus der Iris und dem Ciliarkörper nach hinten abführen (Taf. II *f*). Dieselben anastomosiren vielfach unter einander und vereinigen sich kurz vor dem Eintritte in die *Chorioidea* und noch mehr in dieser zu grösseren Ästen. An der Grenze des Capillarnetzes der *Chorioidea* treten sie an der Stelle, wo die Gebiete zweier Vortices an einander grenzen, nach beiden Seiten aus einander, um schräg zu zwei verschiedenen Vortexstämmen hinzulaufen, wobei sie aus der *Chorioidea* neue Zuflüsse aufnehmen.

Der in der Mitte zweier Vortices gelegene Theil der *Chorioidea* bleibt demnach von diesen aus dem Ciliarkörper kommenden Ästen frei; die in demselben entstehenden Venen vereinigen sich zu grösseren Ästen, welche wie die früher beschriebenen des hinteren Abschnittes mit der Convexität nach vorn gerichtete Bogen beschreiben und sich theils mit den von vorn kommenden Ästen verbinden, theils direct in die Vortices einmünden (Taf. II *e*).

Verfolgt man die Venen des glatten Theiles der Ciliarfortsätze nach vorn, so bemerkt man, dass sie zunächst aus dem Ciliarmuskel von dessen hinterem Rande und von seiner inneren Fläche aus Zuflüsse erhalten. Es sind dies zahlreiche, kleine, etwas geschlängelt verlaufende Gefässe, welche aus dem reichlichen Capillarnetze des Muskels entstehen (Taf. II *h*, Taf. III Fig. 2, *m*). Weiter nach vorn setzen sich die mehr erwähnten parallelen Venen in die Ciliarfortsätze fort, wo sie zum Theil zu mehreren in das oben beschriebene reichliche Gefässnetz der Fortsätze selbst übergehen, zum Theil in den Furchen zwischen den Fortsätzen weiter verlaufen, um zur Iris zu gelangen (Taf. II *g*, *k*; Taf. III, Fig. 2 *l*, *h*). Längs des freien Randes der Fortsätze läuft gewöhnlich eine stärkere Vene, welche an dessen vorderem Ende durch Seitenzweige mit den entsprechenden Gefässen der benachbarten Fortsätze zusammenhängt (Taf. III, Fig. 2, *n*).

In der ganzen Länge der Ciliarfortsätze finden jedoch gleichfalls fortwährende Verbindungen zwischen den Venen der verschiedenen Fortsätze und den in den Furchen zwischen denselben verlaufenden Venen statt, so dass ein zusammenhängendes Venennetz die ganze innere Oberfläche der Ciliarfortsätze bedeckt.

Die zwischen den Ciliarfortsätzen verlaufenden Venen treten am Rande der Iris anlangt in diese ein, die grösseren Stämmchen aber meist an den Ciliarfortsätzen selbst, wie die Arterien und nur kleinere in den Zwischenräumen. Das feine Gefässnetz der Ciliarfortsätze setzt sich übrigens ganz unmittelbar in das der Iris fort.

Ich sah dagegen keine Venen aus der Iris direct nach aussen gehen und eben so wenig sich in die des Ciliarmuskels fortsetzen. Löste ich die Ciliarfortsätze vorsichtig von dem Ciliarmuskel los, so waren auch die Venen der Iris immer an ihrem Rande getrennt und es zeigten sich nur sehr feine capillare Verbindungen zwischen Iris und Ciliarmuskel. Bei dem vielfachen Gefässzusammenhange zwischen Ciliarfortsätzen und Ciliarmuskel ist es dagegen ganz leicht möglich, dass mittelbar auch durch die aus dem Ciliarmuskel austretenden *Venae ciliares anticae*, welche weiter unten beschrieben werden, sich Venenblut aus der Iris nach aussen entleeren kann.

Die Venen der Iris haben einen ähnlichen Verlauf wie die Arterien, liegen aber der inneren Fläche derselben näher als der äusseren. Sie laufen parallel neben einander in Büscheln, deren Abstände denen eines oder einiger Ciliarfortsätze entsprechen und anastomosiren sehr vielfach unter einander (Taf. II *j*). Ihre Entstehung haben sie aus den Endschlingen der Arterien am Pupillarrande, aus dem feinen Gefässnetze des Sphincters der Pupille und aus dem lockeren, die innere Oberfläche der Iris deckenden Capillarnetze.

Beim Erwachsenen ist mir die Füllung dieser Venen fast nie ganz vollständig gelungen, ohne dass ich den Grund davon anzugeben wüsste; beim Kinde dagegen, wo alle Gefässe der Aderhaut weiter sind, mit der grössten Leichtigkeit. Ich überzeugte mich jedoch an Durchschnitten durch die Iris Erwachsener, dass diese kaum weniger Gefässe besitzt als die des Kindes.

Untersucht man die Lage der Gefässe des Ciliarkörpers und der Iris auf feinen, parallel der Länge der Ciliarfortsätze angelegten Durchschnitten, so findet man, dass die Venenabflüsse aus den genannten Theilen alle an der inneren Oberfläche der Ciliarfortsätze verlaufen, mit Ausnahme der kleinen, später zu beschreibenden vorderen Ciliarvenen (cf. Taf. III, Fig. 2, *l, m, n*). Da der Ciliarmuskel nach aussen von den Fortsätzen liegt, so sieht man nicht ein, wie er durch seine Contraction den Abfluss des Blutes aus den Ciliarfortsätzen zu hemmen im Stande sein soll, was man bis jetzt ziemlich allgemein annahm.

Man kann sich von dem angegebenen Verhalten der Venen auch dadurch überzeugen, dass man vorsichtig die Ciliarfortsätze von ihrem vorderen Ansatz trennt, worauf sie sich im Zusammenhange von dem Muskel abziehen lassen. Man bemerkt hierbei, dass die Venen eine dünne, unmittelbar unter der inneren Oberfläche liegende Schicht bilden, welche von aussen her zahlreiche Zuflüsse erhält. Die Arterien der Ciliarfortsätze sowohl als der Iris müssen dagegen, ehe sie zu diesen Theilen gelangen, den Ciliarmuskel durchsetzen, wobei sie auf einer grossen Strecke ihres Weges ganz von Muskelfasern umgeben sind. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Arterien durch die Zusammenziehung des Ciliarmuskels eine Circulationsstörung erleiden, und insbesondere werden die circulär verlaufenden Fasern des Muskels kaum eine andere Wirkung ausüben können, als eine Verengerung der zwischen denselben durchlaufenden Gefässe.

Wenn die so eben ausgesprochenen Betrachtungen richtig sind, so müssen im Gegensatz zu den bisherigen Ansichten, bei einer Zusammenziehung des Ciliarmuskels die Ciliarfortsätze anstatt anzuschwellen, abschwellen, um bei Nachlass der Contraction wieder ihren alten Füllungsgrad anzunehmen. In der That hat nun O. Becker (Über die Lage und Function der Ciliarfortsätze im lebenden Menschenauge. Mediz. Jahrb. 1863) in jüngster Zeit bei einer Anzahl von Albinos die Beobachtung gemacht, dass bei der Accommodation für die Nähe die Ciliarfortsätze kürzer wurden, ihr Abstand von der Linse sich vergrösserte, und dass bei Atropinmydriasis und Accommodation für die Ferne dieselben wieder deutlicher hervortraten. Er macht zugleich darauf aufmerksam, dass die verschiedene Weite der Pupille und die dadurch wahrscheinlich bedingte Verschiedenheit der in der Iris enthaltenen Blutmenge für den Füllungsgrad der Ciliarfortsätze gleichfalls von Wichtigkeit sein müsse: bei Erweiterung der Pupille muss ein Theil des Blutes aus der Iris austreten und wird dann die Ciliarfortsätze stärker füllen. bei Verengerung der Pupille vermag die Iris mehr Blut aufzunehmen, die Ciliarfortsätze geben daher einen Theil ihres Blutes ab. Die beiden Momente, das eine hergenommen aus der Anordnung und Lage der Gefässe, das andere aus den Bewegungen der Iris, scheinen daher auf den gleichen Erfolg hinzuwirken. Die Übereinstimmung des anatomischen Befundes mit der directen Beobachtung am Lebenden gibt der von Becker gefundenen Thatsache eine neue Stütze. Dass mit der Annahme dieser alle Accommodationstheorien, welche das Zustandekommen der Formveränderung der Linse bei der Accommodation durch die Schwellung der Ciliarfortsätze erklären, aufzugeben sind, hat Becker bereits ausführlich aus einander gesetzt.

Die zweite Art von abführenden Venen der Aderhaut sollen nach den bisherigen Angaben die beiden *Venae ciliares posticae longae* darstellen. Sie wurden zuerst von Zinn aufgeführt, welcher ihren Verlauf ziemlich genau beschreibt. Sie sollen, gewöhnlich zwei an Zahl, gleichweit nach vorn, wie die langen Ciliararterien, in Begleitung eines Nerven die *Sclera* auf ihrer äusseren und inneren Seite durchbohren und in der obersten Schicht der *Chorioidea* bis zum Ciliarmuskel nach vorn laufen, wobei sie nur wenige und sehr feine Äste abgeben. Am Ciliarmuskel angelangt sollen sie, wie die gleichnamigen Arterien, sich in zwei unter stumpfem Winkel aus einander weichende Äste theilen und endlich in die Venen der Iris übergehen. Die Abbildung von Sömmering (Icon. oe. hum. Tab. V, Fig. 7) stimmt mit der Beschreibung und Abbildung von Zinn ziemlich überein.

Fr. Arnold dagegen stellt dieselben ganz anders dar (Ic. org. sens. Tab. II, Fig. 17), so dass ihr Verlauf weit mehr mit dem der von mir oben beschriebenen, in der Mitte zweier Vortices nach hinten laufenden Venen übereinstimmt (cf. Taf. I *d*, Taf. II *b*). Man sieht auf seiner Abbildung ein am hinteren Rande des Ciliarmuskels beginnendes, zwischen zwei Vortices nach rückwärts verlaufendes Gefäss, in welches von beiden Seiten her die Venen der Vortices einmünden und an dem man keinen gesonderten Austritt durch die *Sclera* wahrnimmt. Ich selbst habe niemals eine der Zinn'schen Beschreibung entsprechende Vene gefunden, trotzdem ich eine grosse Anzahl vollständig injicirter Augen auf diesen Punkt hin untersucht habe. Auch an Durchschnitten, welche senkrecht zur Längsaxe des Auges durch die Gegend geführt wurden, wo die lange Ciliararterie verläuft, konnte ich in der oberflächlichen Schicht, in welcher die Arterie und die Nerven liegen, niemals neben diesen auch eine Vene entdecken. Ich muss daher annehmen, dass diese Vene nicht vor-

kommt, und dass man durch die wahrscheinliche Annahme, es werde neben der Arterie sich auch eine Vene finden, verleitet, etwas Anderes für eine solche lange Ciliarvene gehalten habe.

Es ist jedoch schwer zu sagen, welches Gefäss ursprünglich zu dieser Täuschung Anlass gab. Dieselbe konnte um so eher eintreten, weil die Gegend, in welcher die lange Ciliararterie und die daneben verlaufenden Ciliarnerven liegen, meistens schwer durchsichtig zu machen ist, wenn man nicht das die Arterie und die Nerven einhüllende pigmentirte Gewebe entfernt. In einigen Fällen fand ich an der Stelle des Eintrittes der langen Ciliararterie in den Ciliarmuskel die beiden Äste der letzteren eine kurze Strecke weit von ähnlich verlaufenden venösen Gefässen begleitet, welche sich wie die Arterie zu einem Stämmchen vereinigten, und alsdann gleich hinter dem Rande des Muskels in eine der zu den *Vortices* gehenden Venen eintraten. Auf Taf. II ist bei *p* in der rechten Hälfte eine solche die lange Ciliararterie begleitende Vene dargestellt. Mit Ausnahme des beschriebenen, ziemlich kurzen Verlaufes in Begleitung der Äste der langen Ciliararterien unterscheiden sich diese Venen nicht von den anderen zu den *Vortices* gehenden Venen des Ciliarmuskels; übrigens ist ihr Vorkommen nicht einmal constant. Wahrscheinlich gaben diese und die oben beschriebenen Venen, welche zwischen zwei *Vortices* nach rückwärts verlaufen, um in deren Verbindungsbogen einzumünden, den Anlass zur Annahme von langen Ciliarvenen. Niemals besitzt aber eine solche Vene einen gesonderten Austritt aus der *Sclera* und überhaupt ist der Verlauf derselben so wechselnd, dass ich, um nicht zu Missverständnissen Anlass zu geben, den Namen der langen Ciliarvenen gar nicht gebraucht habe.

Die *Venulae ciliares breves* sind nach den meisten bisherigen Angaben eine Anzahl sehr feiner Venen, welche mit den gleichnamigen Arterien im hintersten Abschnitte des Bulbus die *Sclera* durchbohren und in der *Chorioidea* mit den Ästen der *Vortices* zusammenhängen. Huschke (in Sömmering's Anatomie V. Bd., Eingeweide- und Sinnesorg. S. 694) nennt die *Venae vorticosae* selbst *Venae ciliares breves*, ausser welchen nach ihm nur noch einige kleinere Venenästchen zur *Chorioidea* sich begeben, die er nicht besonders benennt. Nach meinen Beobachtungen treten allerdings einige kleine Venen mit den hinteren Ciliararterien am hinteren Umfange des Bulbus zur *Sclera* hin, andere zweigen sich von den Stämmen der Wirbelgefässe ab, ehe diese die *Sclera* durchbohren. Die ersteren erzeugen durch zahlreiche Anastomosen unter einander und mit den Scleralästen der Vortexvenen ein weitmaschiges Netz auf der *Sclera*, wobei gewöhnlich zwei Venen eine stärker geschlängelte Arterie zwischen sich nehmen (Taf. IV, Fig. 1 *b*). Es sind dies offenbar die als kurze Ciliarvenen beschriebenen Gefässe; ich habe aber nie bemerkt, dass einer ihrer Äste die *Sclera* durchbohrt hätte, um in die *Chorioidea* einzutreten; was man dafür ansah, waren höchst wahrscheinlich Arterien. Bei sorgfältiger Untersuchung sowohl der Aderhaut als der *Sclera* an doppelt injicirten Präparaten konnte ich aus der *Chorioidea* niemals andere Venen austreten sehen, als die 4—6 grösseren und die häufig die gleiche Zahl erreichenden kleineren Wirbelgefässe; diese treten aber immer im Äquator des Auges oder nur wenig dahinter oder davor durch die *Sclera* hindurch. Möglich wäre es jedoch immerhin, dass zuweilen ein inconstantes Venenästchen auch in der Nähe des Sehnerveneintrittes die *Sclera* durchbohrte, jedenfalls haben aber die kurzen Ciliararterien unter den Venen eben so wenig eine Analogie als die langen. Am Sehnerveneintritte selbst finden Anastomosen statt, zwischen den Venen der *Chorioidea* und denen des Sehnerven und seiner Scheide (Taf. IV, Fig. 2 *a, b*) durch letztere auch wohl mit denen der *Sclera*, was ich in einem Falle mit Bestimmtheit gesehen habe;

direct nach aussen tretende Venen konnte ich jedoch auch an dieser Stelle nicht entdecken.

Alle Venen, welche zur eigentlichen *Chorioidea* sich begeben, durchbohren daher die *Sclera* in der Gegend des Äquators des Auges.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, wie es sich mit dem vorderen Abflusse des Venenblutes durch die vorderen Ciliarvenen und den damit zusammenhängenden Schlemm'schen Canal verhält.

Es ist dies ein Gegenstand, welcher die Anatomen schon sehr lange beschäftigt hat, ohne dass man aber bis jetzt sich darüber vollständig geeinigt hätte. Im Gegentheil herrschte namentlich früher eine grosse Verwirrung der Ansichten in dieser Beziehung, hauptsächlich desshalb, weil man immer die bei Thieren gefundenen anatomischen Verhältnisse direct auf den Menschen zu übertragen suchte. Es ist daher zweckmässig hier etwas genauer auf die Ansichten der früheren Beobachter einzugehen.

Nachdem man in der Aderhaut des Menschen und der Thiere einen arteriellen Gefässkranz entdeckt hatte, den *Circulus arter. iridis major*, suchte man auch eifrig nach einem ähnlichen venösen Kranze. Hovius (De circ. humor. mot. S. 92 ff.) entdeckte zuerst bei Thieren den nach ihm benannten *Circulus venosus Hovii*, der durch bogenförmige Anastomosen gebildet wird, welche die von vorn kommenden Äste der *Venae vorticosae* in der *Chorioidea*, unmittelbar hinter dem Rande des Ciliarmuskels unter einander eingehen. Die von Hovius gegebene Abbildung ist zwar sehr unvollkommen, indessen sieht man aus ihr und der davon gegebenen Beschreibung deutlich, dass es sich um etwas von dem Fontana'schen Canale ganz Verschiedenes handelt, was Brücke (l. c. S. 52) zuerst hervorgehoben hat. Man kann beim Schweine und Ochsen diesen Gefässkranz und die damit zusammenhängenden Wirbelgefässe auch ohne Injection bei durchfallendem Lichte ganz deutlich sehen. Über das Vorkommen seines venösen Kranzes beim Menschen schweigt Hovius vollkommen, Zinn wies dagegen nach, dass er beim Menschen nicht vorkommt, und konnte auch bei diesem, so sehr er sich bemühte, in anderen Theilen der Aderhaut nirgends einen solchen auffinden.

Fontana beschrieb nun 1787 am Ochsenauge den nach ihm benannten canalartigen Raum innerhalb der Anheftung des Ciliarmuskels an die *Sclera*, ohne sich jedoch über dessen Natur zu äussern. Trotz zahlreicher Bemühungen, diesen Canal auch beim Menschen nachzuweisen, entschieden sich doch die meisten Anatomen dafür, dass er bei diesem nicht vorkomme. Der Fontana'sche Canal ist übrigens nach Brücke kein wirklicher Canal, sondern entsteht durch Zerreissung des losen Gewebes, durch welches der Ciliarmuskel in seinem mittleren Abschnitte mit der *Sclera* zusammenhängt, am allerwenigsten ist er also ein Blutleiter, wie später mehrere Anatomen angenommen haben. Im Jahre 1830 fand Schlemm seinen Canal beim Menschen, und hielt denselben, weil er ihn bei Erhängten mit Blut gefüllt sah, und ihn direct injiciren konnte, für einen Venensinus. Dieser Ansicht schlossen sich die meisten Anatomen an, nur suchte man Schlemm die Priorität streitig zu machen, indem man einestheils seinen Canal für identisch mit dem Fontana'schen oder dem *Circulus Hovii* ansah, andertheils nachwies, dass vor Schlemm schon Andere, wie Lauth, M. J. Weber und Tiedemann den betreffenden Canal beim Menschen gesehen und auch mit Injectionsmasse gefüllt hatten. Ehe man den Schlemm'schen Canal kannte, nahm man nach der Darstellung von Zinn an, dass die vorderen Ciliarvenen wie die gleichnamigen Arterien Zweige nach innen abgeben, welche zum Ciliarmuskel und durch diesen zur Iris sich begeben sollten;

nach Arnold (Anat. u. phys. Unters. über das Auge des Menschen S. 11) und Retzius (Über den Circul. venos. im Auge, Müll. Arch. 1834, S. 292), hingegen gehen die betreffenden Venenäste aus der Iris und dem Ciliarmuskel zuerst in den Schlemm'schen Canal und erst von da nach aussen zu den vorderen Ciliarvenen. Brücke (Anat. Besch. d. menschl. A., S. 50) sah zwar aus dem Schlemm'schen Canal Venen nach aussen sich begeben, konnte aber niemals mit Sicherheit Venen der Iris in denselben hinein verfolgen. In neuerer Zeit hat Ch. Rouget (Recherches sur l'appareil irido-choroïdien et le mécanisme de l'adaptation, Journ. de physiologie 1856 und Compt. rend. 1856) Untersuchungen über das Gefässsystem des Auges veröffentlicht, in welchen er in mehreren wichtigen Punkten von den bisherigen Beobachtungen abweicht. Er behauptet nämlich, dass alles Blut aus der ganzen Aderhaut durch die *Venae vorticosae* sich nach aussen entleere, und dass der vermeintliche *Canalis Schlemmii* sowohl beim Menschen als bei Thieren nichts sei als ein Venenplexus, der in gar keinem Zusammenhange stehe mit den Venen der Aderhaut.

Nach meinen Injectionen kann ich die Angabe von Rouget, dass der *Canalis Schlemmii* ein Venenplexus ist, vollkommen bestätigen; keineswegs aber seine andere Behauptung, dass derselbe mit den Venen der Aderhaut in keiner Verbindung stehe. Es zeigt sich bei gelungenen Injectionen an der Stelle, wo man bis jetzt den Schlemm'schen Canal annahm, ein circulärer Venenplexus, der eine Anzahl von kleinen Venen aus dem Ciliarmuskel aufnimmt, und zahlreiche Gefässe nach aussen zu dem oberflächlich auf der *Sclera* liegenden Venen-netze absendet.

Untersucht man die Gegend des Schlemm'schen Canales an injicirten Flächenpräparaten, so bietet dieser Plexus an verschiedenen Stellen des Umfangs ein etwas verschiedenes Ansehen dar. An manchen Stellen zeigt sich allerdings eine bis zu $\frac{1}{4}$ Millim. breite, circulär verlaufende Vene; dieselbe ist aber überall begleitet von anderen feineren Venen, die sich auf kurze Strecken von ihr abzweigen, über oder unter ihr oder zu ihrer Seite herlaufen, und sich bald wieder mit ihr verbinden, so dass hierdurch ein Plexus aus weiten Gefässen und sehr engen Maschen entsteht. Oft sieht man auch die grössere Vene an ihrem Rande oder in ihrer Mitte durch Theilung und sofortige Wiedervereinigung eine Art kleiner Inseln bilden. An anderen Stellen des Umfangs sieht man mehrere weniger starke circulär verlaufende Gefässe, die sich gleichfalls öfters überlagern und durch zahlreiche Anastomosen ein ähnliches Netz bilden. An noch anderen Stellen endlich zeigt sich ein aus zahlreichen, feineren, im Allgemeinen circulär dicht neben einander verlaufenden und vielfach anastomosirenden Venen bestehender Plexus, der wie an den anderen Stellen des Umfangs eine mittlere Breite von $\frac{1}{4}$ Millim. besitzt (Taf. III, Fig. 1 h). An den Stellen, wo dieser Plexus von hinten aus dem Ciliarmuskel Zuflüsse aufnimmt, verbreitet er sich etwas nach rückwärts, wobei seine Maschen lockerer werden (Taf. III, Fig. 1 g). Man könnte denselben am einfachsten *Plexus venosus ciliaris* benennen. Es gelingt jedoch selten, ihn vollkommen und ohne Extravasat zu injiciren; meistens sind die Gefässe entweder unvollständig injicirt, oder ihre Zwischenräume zum Theil mit Extravasat erfüllt, wodurch alsdann Bilder entstehen, welche einen breiten ringförmigen Canal vortäuschen. Es geschieht dies besonders an den Stellen, wo die Gefässe sich mehrfach überlagern und nur kleinere Lücken zwischen sich frei lassen. Man überzeugt sich jedoch auch in solchen Fällen, dass die blaue Färbung keine gleichförmige ist, indem man immer die Contouren der Gefässe in derselben verfolgen kann.

Dass es sich wirklich um Gefässe handelt, und nicht um ungleichmässige Vertheilung der Injectionsmasse in einem weiten Canale, erkennt man schon bei schwacher Vergrösserung an vollkommen injicirten Präparaten durch die scharfe Begrenzung der Gefässe, wie sie Gewebslücken oder wandungslose Canäle niemals besitzen. Man kann sich jedoch davon auch auf Durchschnitten überzeugen, welche man in radiärer Richtung durch die im Zusammenhange entwässerten und getrockneten Augenhäute macht. Es ist wichtig, dabei zugleich die Lageverhältnisse der verschiedenen Theile dieser Gegend zu einander etwas zu berücksichtigen.

Bekanntlich bildet in dem Winkel zwischen Iris und Hornhaut der Ciliarmuskel die Begrenzung der vorderen Augenkammer und inserirt sich nach aussen von seiner Verbindung mit der Iris an das vordere Ende der *Sclera*. Von seiner Insertion an erstreckt sich eine Schicht elastischen Gewebes über den Hornhautrand hinüber, um allmählich dünner werdend in die in Fasern und Platten gespaltene Descemet'sche Haut überzugehen. Löst man den Ciliarmuskel von hinten beginnend möglichst vollständig von der *Sclera* los, so zeigt sich an der inneren Fläche der letzteren gewöhnlich eine kreisförmige seichte Rinne, welche dem Ansätze des Muskels entspricht. Unmittelbar nach aussen von dieser Rinne, und zum Theil noch von dem so eben erwähnten elastischen Gewebe bedeckt, liegt nun der oben beschriebene Venenplexus.

An Querschnitten dieser Gegend sieht man nur eine Andeutung eines Canales, wenn der Schnitt durch eine Stelle des Plexus geführt ist, wo derselbe aus einem sehr weiten und mehreren feinen Gefässen besteht; an anderen Stellen kann man zuweilen selbst mit blossen Auge 2 oder 3 Gefässlumina unterscheiden; an den übrigen Stellen des Umfangs sind die Gefässe zu klein, um mit blossen Auge oder der Loupe gesehen zu werden. Es ist jedoch klar, dass an dieser Stelle bei der grossen Zahl dicht neben und über einander liegender dünnwandiger Venen, welche vielfach anastomosiren, durch mechanische Insulte sehr leicht ein ringförmiger Canal erzeugt werden kann. Es lassen sich die einzelnen Venenlumina, die nur durch dünne Wände und elastisches Gewebe von einander getrennt sind, durch Einführen einer Sonde leicht in ein grosses Lumen vereinigen.

Erfahrungsgemäss treten bei der Injection dieser Venen sehr häufig Extravasate auf, was bei der Zartheit ihrer Wandungen nicht zu verwundern ist. Eine weitere Ausbreitung des Extravasates wird jedoch verhütet durch die natürliche Begrenzung der Gegend, nach aussen durch die unachgiebige *Sclera* und nach den anderen Seiten durch den Ciliarmuskel, der hier fest mit der *Sclera* verbunden ist. So kommt es, dass auch die eintretenden Extravasate immer die Gestalt eines ringförmigen Canales annehmen, ja es scheint sogar während des Lebens bei sehr bedeutenden Drucksteigerungen im Venensysteme, wie die Erfahrungen bei Erhängten beweisen, zu solchen Extravasationen kommen zu können.

An mikroskopischen Querschnitten nicht injicirter Augen hat man Mühe, eine klare Einsicht in die histologische Structur dieser Gegend zu erhalten, weil es schwer ist, kleine Venen ohne Injection mit Sicherheit zu unterscheiden. Man kann jedoch constatiren, dass an der betreffenden Stelle an einer grossen Anzahl von Durchschnitten durchaus kein Canal vorhanden ist, und zuweilen kann man durch Karminfärbung selbst die kleineren Gefässe des Plexus deutlich erkennen. Doch thut man besser, injicirte Augen zu Durchschnitten zu benützen.

Untersucht man einen solchen injicirten Durchschnitt, der in radiärer Richtung durch die *Sclera* und die Insertion des Ciliarmuskels angelegt ist, nach Behandlung mit Karmin und Essigsäure-Glycerin, bei starker Vergrösserung, wie ihn Taf. IV, Fig. 4 darstellt, so sieht

man in den Fällen, wo mit blossem Auge kein Canal zu unterscheiden ist, unmittelbar nach aussen von der Insertion des Ciliarmuskels, eine Reihe von Gefässdurchschnitten, welche etwas schräg von aussen und hinten nach innen und vorn sich hinzieht, so dass die Gefässe je weiter nach vorn, um so näher der innern Oberfläche der vorderen Kammer zu liegen kommen. Die Gefässe sind im Allgemeinen quer oder etwas schräg durchschnitten und häufig durch sehr schräg durchschnitene, längs verlaufende Gefässe verbunden; in manchen Fällen ist nur eine einfache Reihe vorhanden, in anderen liegen die Gefässe auch hinter einander, wobei sie gleichfalls mehrfach zusammenhängen. In einer kleinen Entfernung von denselben nach aussen findet sich öfters noch eine zweite kürzere Reihe von Gefässdurchschnitten, von welcher ausgehend man häufig Gefässe die ganze Dicke der *Sclera* schräg nach aussen durchsetzen sieht. An allen Gefässen sieht man einen scharfen Contour die blaue Masse nach aussen begrenzen; weiter nach aussen finden sich dicht neben einander stehende längliche Kerne, welche offenbar der Adventitia der Gefässe angehören. In der nächsten Umgebung derselben liegen dicht neben einander gedrängt Querschnitte sehr feiner, circulär verlaufender elastischer Fasern, eine geringere Anzahl verläuft der Länge nach und setzt sich in die Fasern des Ciliarmuskels fort. Weiter gegen die Hornhaut zu besteht die die Gefässe nach innen deckende Schicht aus breiteren, mehr schräg verlaufenden elastischen Fasern, die immer breiter werden und schliesslich in die in Platten gespaltene Descemet'sche Haut übergehen. Je weiter nach hinten gegen die Insertion des Muskels, um so mehr feine circuläre Fasern schieben sich zwischen diese ein. Alle diese Fasern sind, wie schon van Reeken angibt, mit zahlreichen Kernen besetzt, die mit Karmin sich roth färben und diesem Gewebe, das grosse Ähnlichkeit mit den gefensterten Gefässhäuten besitzt, auf dem Durchschnitte ein sehr eigenthümliches Ansehen verleihen (Taf. IV, Fig. 4 c).

Der Ciliarplexus erhält seine Zuflüsse aus den tiefen Gefässen der *Sclera* und dem Ciliarmuskel. Einige sehr feine Venen aus den tiefen Schichten der *Sclera* sammeln sich auf ihrer inneren Oberfläche in einem an Breite etwa dem Ciliarmuskel entsprechenden Bezirke zu einem lockeren Netze (Taf. III, Fig. 1 i); sie laufen vielfach geschlängelt und unter häufigen Anastomosen nach vorn zu dem Ciliarplexus hin, in welchen sie sodann meist gemeinschaftlich mit den aus dem Ciliarmuskel kommenden Ästen einmünden. Besonders charakteristisch für das Netz dieser Gefässe ist die ungleiche Grösse seiner Maschen, welche theilweise sehr gross, theilweise so klein sind, dass von den Gefässen häufig gewissermassen kleine Inseln gebildet werden.

Was die Venen aus dem Ciliarmuskel betrifft, so kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass aus demselben eine Anzahl kleiner Venen in den Ciliarplexus eintreten (Taf. III, Fig. 1 g). Ich zählte deren in einem Falle 12—14 im Umfange des Muskels, wobei einige sehr kleine vielleicht nicht mitgezählt sind. Sie treten in der Nähe des vorderen Randes aus dem Muskel aus und laufen auf der *Sclera* nach vorn bis in die Nähe des Plexus. Hier zerfallen sie rasch in zahlreiche, vielfach anastomosirende Äste, welche theils in den Plexus einmünden, theils durch die *Sclera* nach aussen treten. Es sind dies offenbar die von Zinn und vielen späteren Autoren gesehene Äste der *Venae ciliares anticae* aus dem Ciliarmuskel. Aus der Iris direct treten, wie schon oben bemerkt wurde, keine Gefässe in den Ciliarplexus ein; es ist mir auch nicht gelungen, Venenstämmchen der Iris direct in die aus dem Ciliarmuskel austretenden Venen zu verfolgen. Jedoch besteht ein mittelbarer Zusammenhang beider durch die Venen der Ciliarfortsätze; es mag daher auch gelingen, Quecksilber aus dem Schlemm'schen Canale in die Venen der Iris zu injiciren, wie Arnold angibt.

Der Behauptung von Rouget, dass ein vorderer Abfluss des Venenblutes aus dem Innern des Auges gar nicht existire, muss ich daher entschieden entgegentreten. Wenn dieser vordere Venenabfluss an Grösse dem durch die Vortexvenen auch bedeutend nachsteht, so steht seine Existenz doch sicher fest und bei Hemmungen des Abflusses auf dem letzteren Wege kann er eine nicht geringe Bedeutung für das Auge erlangen, wofür eine grosse Anzahl pathologischer Erfahrungen spricht.

Die Abflüsse des Ciliarplexus nach aussen sind sehr zahlreiche, schräg die *Sclera* durchsetzende Venen, welche in das später zu beschreibende auf der Oberfläche der *Sclera* liegende Netz der vorderen Ciliarvenen einmünden (Taf. III, Fig. 2*K*).

Über das Gefässsystem der *Sclera* und Scleralhaut.

Wie bekannt, erhält die *Sclera* ihr arterielles Blut von denselben Ästen der *Art. ophthalmica* wie die Aderhaut, nämlich von den hinteren und vorderen Ciliararterien. Der venöse Abfluss ist gleichfalls zum grössten Theil gemeinschaftlich, nämlich durch die vorderen Ciliarvenen und die Vortexvenen; ausserdem treten aber noch aus dem hinteren Abschnitte der *Sclera* die kleinen *Venae ciliares posticae* aus, welche, wie schon früher erwähnt wurde, keine Zuflüsse aus der Aderhaut erhalten.

Die Gefässe bilden auf der *Sclera* ein weitmaschiges Netz, das sich dadurch charakterisirt, dass fast constant zwei Venen eine in der Mitte liegende Arterie begleiten; die Venen anastomosiren dabei viel häufiger als die Arterien und die grösseren Äste der letzteren haben meist einen stark geschlängelten Verlauf. Aus diesem Gefässnetze geht ein ähnliches, gleichfalls sehr weitmaschiges Capillarnetz hervor.

Das Verhalten der Arterien in der Nähe des Sehnerven weicht dadurch von dem in den anderen Gegenden ab, dass hier von den Ciliararterien auch Äste zum Sehnerven abgegeben werden. Zwei Stämmchen der kurzen Ciliararterien treten nämlich unmittelbar an der äusseren und inneren Seite des Sehnerven zur *Sclera* hin (zuweilen findet sich auch noch ein drittes in der Nähe des einen dieser Beiden. Taf. IV, Fig. 1, 1). Sie theilen sich rasch in zahlreiche Äste, von welchen die einen wie gewöhnlich die *Sclera* durchbohren, um in den dem Sehnerven zunächst gelegenen Theilen der Chorioidea einzutreten (3), während mehrere andere in der *Sclera* kreisförmig von beiden Seiten her um den Sehnerven herumlaufen (5) und durch ihre Verbindungen einen geschlossenen Gefässkranz bilden. Aus diesem Kranze treten nach innen in den Sehnerven zahlreiche Äste ein (6), welche sich in das reichliche Gefässnetz auflösen, das die einzelnen Sehnervenbündel umstrickt und mit den von der Centralarterie abgehenden Ästen (7) anastomosiren.

Dieser Gefässkranz war schon Zinn und Haller bekannt; später wurde er wieder von Tiedemann und Husehke beobachtet und beschrieben. In neuester Zeit hat besonders Jäger die Aufmerksamkeit wieder auf denselben gelenkt (Jäger. Über die Einstellungen des dioptrischen Apparates S. 52 ff.). Er fasste ihn auf als ein besonderes Gefässsystem, welches bei vielen pathologischen Veränderungen am Sehnerven und seiner Umgebung eine wesentliche Rolle spielen sollte. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass das Verästelungsgebiet der den Scleralgefässkranz bildenden Ciliararterien von dem der anderen keineswegs abgeschlossen ist. Im Gegentheile finden sich mehrfache Anastomosen unter den beiderseitigen Ästen, und zwar sowohl in der *Sclera* als auch in der *Chorioidea*. Die vom Scleralgefässkranz zur *Chorioidea* gehenden Äste sind die oben beschriebenen kleineren, in der Nähe

des Sehnerven eintretenden Arterien (Taf. I, 2), welche sich durch zahlreiche Anastomosen unter einander auszeichnen, aber auch einzelne Anastomosen mit Ästen der grösseren weiter vorn eintretenden Stämmchen eingehen. Der mittelbare Zusammenhang, welcher durch diesen Gefässkranz zwischen dem Gefässsysteme der *Chorioidea* einerseits und dem des Sehnerven und der Netzhaut andererseits zu Stande kommt, ist jedoch von grosser Wichtigkeit, und aus diesem Grunde verdient derselbe allerdings eine besondere Beachtung.

Die Gefässe zum vorderen Abschnitte der *Sclera* stammen von den vorderen Ciliargefässen, welche Äste der Gefässe der geraden Augenmuskeln sind und durch die Sehnen derselben zur *Sclera* hintreten. Sie erzeugen auf der *Sclera* ein ähnliches, weitmaschiges Netz wie die hinteren Ciliargefässe, mit deren vorderen Ästen sie anastomosiren.

So weit die *Sclera* von der Bindehaut überzogen ist, muss man jedoch von der tiefen Schicht der vorderen Ciliargefässe die oberflächliche der Bindehautgefässe unterscheiden. Beide sind in ihren peripherischen Theilen fast vollständig von einander isolirt, indem die Bindehaut bekanntlich besondere Gefässe besitzt, welche von den oberen und unteren Palpebral- und Thränengefässen abgegeben werden.

Erst in geringer Entfernung vom Hornhautrande beginnt eine innige Verbindung beider Gefässsysteme, indem hier von den Ciliargefässen zahlreiche Gefässschlingen nach aussen zur Bindehaut abgehen, welche in dieser in radiärer Richtung nach rückwärts verlaufen, die innerste, 2—3 Millim. breite Zone der *Scleral*-Bindehaut mit Ästen versorgen und an deren Grenze mit den peripherischen Bindehautgefässen anastomosiren. Das den Hornhautrand übergreifende Randschlingennetz wird gleichfalls von Ästen der vorderen Ciliargefässe erzeugt.

Die vorderen Ciliararterien treten aus den Sehnen der geraden Augenmuskeln zur Oberfläche der *Sclera* hin, gewöhnlich 2 von jedem Muskel (von dem *Rectus externus* meist nur Eine), und laufen stark geschlängelt nach dem Hornhautrande zu, wobei sie Äste zum Capillarnetze der *Sclera* und die schon oben erwähnten durchbohrenden Äste zum Ciliarmuskel abgeben, welche alle anderen Äste an Stärke weit übertreffen (Taf. III, Fig. 1, 3, 6, 7).

Die Äste zum Capillarnetze der *Sclera* sind sehr fein, und entstehen fast sämmtlich von den Ciliararterien, während sie auf der äusseren Oberfläche der *Sclera* verlaufen, einige aber auch von den durchbohrenden Ästen kurz vor ihrem Austritte aus der *Sclera* nach innen.

In geringer Entfernung vom Hornhautrande biegen ihre Endäste, zuweilen aber auch einige ihrer stärkeren Äste seitlich um und gehen bogenförmige Verbindungen unter einander ein (4), welche wieder neue Gefässe nach vorn und aussen absenden. Aus diesen bogenförmigen Verbindungen gehen nämlich erstens im *Annulus conjunctivae* die zur Bindehaut übertretenden Gefässschlingen hervor, welche die so eben erwähnte directe Verbindung der *Scleral*- und Bindehautgefässe vermitteln, und zweitens Gefässe, welche das Randschlingennetz der Hornhaut erzeugen. Die ersteren entstehen im *Annulus conjunctivae* neben einander in Abständen von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Millim. (Taf. III, Fig. 1, 2), laufen zuerst eine kurze Strecke weit nach vorn, biegen dann bogenförmig nach aussen um und gelangen zur Bindehaut, in welcher sie eine Strecke weit ziemlich gerade nach rückwärts laufen, in diese einige Ästchen abgeben und sich alsdann direct mit den von der Peripherie herkommenden Arterien der Bindehaut (1) verbinden.

Die Äste zum Randschlingennetz der Hornhaut (5) sind die Endäste der vorderen Ciliararterien und entstehen zum Theil direct aus den letzteren, zum Theil auch aus dem Anfange der so eben beschriebenen zur Bindehaut gehenden Gefässschlingen.

Sie laufen auf der *Sclera* gerade nach vorn und erzeugen durch fortwährende dichotomische Theilungen und häufige Anastomosen ein den Hornhautrand überragendes, ziemlich weitmaschiges spitzwinkeliges Netz, das sich durch seine grosse Feinheit auszeichnet. Seine Endzweige biegen schlingenförmig um, und geben in die Anfänge der Venen über (*f*); sie nehmen hierbei bedeutend an Weite zu, so dass der absteigende venöse Schenkel der Schlingen mindestens doppelt so weit ist als der aufsteigende arterielle. Dieses Randschlingennetz erstreckt sich verschieden weit über den Hornhautrand hinüber, je nach der Breite des *Limbus conjunctivae*, gewöhnlich oben und unten weiter als innen und aussen.

Das Randschlingennetz der Hornhaut stellt daher, da auch die aus ihm entstehenden Venen in die vorderen Ciliarvenen übergehen, ein sehr entwickeltes Capillarnetz des vorderen Ciliargefässsystems dar, das mit den eigentlichen Bindehautgefässen nur mittelbar zusammenhängt.

Die vorderen Ciliarvenen (Taf. III, Fig. 1 *c*) sind gewöhnlich etwas zahlreicher als die entsprechenden Arterien, haben einen etwas gestreckteren Verlauf und gehen viel zahlreichere Anastomosen ein als diese, im Übrigen ist ihr Verhalten dem der Arterien entsprechend. Sie nehmen folgende Äste auf, welche denen der Arterien vollkommen analog sind: 1. Venen aus dem Randschlingennetze der Hornhaut; 2. Venen aus dem Capillarnetze der *Sclera*; 3. Venen von innen aus dem Ciliarplexus und dem Ciliarmuskel; 4. Verbindungsschlingen aus den Venen der Bindehaut.

Die aus dem Randschlingennetze der Hornhaut hervorgehenden Venen (*e*) bilden ein aus polygonalen Maschen bestehendes Netz, welches sich nach rückwärts auf die *Sclera* fortsetzt und auf dieser eine 2—3 Linien breite Zone um den Rand der Hornhaut einnimmt (*l*). Dieses Netz wird gewöhnlich als episclerales Venennetz bezeichnet, weil es unmittelbar auf der *Sclera* aufliegt; man findet dasselbe während des Lebens besonders bei inneren Augenentzündungen oft sehr deutlich injicirt. In grösserer Entfernung vom Hornhautende lockert es sich rasch auf, und geht alsdann in das den mittleren und hinteren Theil der *Sclera* deckende weitmaschige Gefässnetz über. In seiner ganzen Ausdehnung erhält dasselbe Zuflüsse aus den Capillaren der *Sclera* (*m*).

Die Stämmchen der vorderen Ciliarvenen sammeln sich aus dem episcleralen Netze schon in der Nähe des Hornhautrandes, aber etwas weiter von diesem entfernt als die Arterien; sie laufen wie diese im Anfang gleichfalls eine Strecke weit dem Hornhautrande annähernd parallel, biegen dann in die Längsrichtung um, und gelangen zu den Gefässen der geraden Augenmuskeln.

Noch im Bereiche des episcleralen Venennetzes nehmen sie ihre Zuflüsse von innen aus dem Ciliarplexus und von aussen aus der Bindehaut auf.

Der Ciliarplexus, welcher eigentlich gleichfalls zum Gefässsystem der *Sclera* gehört, wurde schon oben bei den Gefässen der Aderhaut sammt seinen Zuflüssen ausführlich beschrieben. Es wurde erwähnt, dass er ausser den Venen aus dem Ciliarmuskel auch aus den tieferen Schichten der *Sclera* Gefässe aufnimmt und zahlreiche Gefässe nach aussen absendet (Taf. III, Fig. 1 *k, l*). Auf Durchschnitten der *Sclera* sieht man, dass in ihrem vorderen Abschnitte diese Gefässe in grosser Anzahl schräg durch sie nach aussen verlaufen, um in das oberflächliche Venennetz einzumünden (Taf. III, Fig. 2, *f*).

Die Zuflüsse der vorderen Ciliarvenen aus der Bindehaut haben ganz den gleichen Verlauf, wie die oben beschriebenen arteriellen Verbindungsschlingen, welche sie auch meistens begleiten. Sie entstehen wie diese im *Annulus conjunctivae*, treten schlingenförmig zur

Bindehaut hinüber, in welcher sie nach rückwärts laufen, um sich mit den peripherischen Bindehautvenen zu verbinden (Taf. III. Fig. 1 *b*, Fig. 2 *c*).

Die Arterien der peripherischen Theile der Scleralbindehaut kommen von den *Art. palpebr. sup.* und *inf.* und der *Art. lacrymalis*, eben so die Venen von den diesen entsprechenden Gefässen, verzweigen sich baumförmig, und bilden in derselben ein lockeres, aus unregelmässig eckigen Maschen bestehendes Netz von feinen Gefässen und Capillaren (Taf. III, Fig. 1, 1. *a*).

In den peripherischen Theilen der Bindehaut finden nur sehr wenige Verbindungen dieser Gefässe mit den Ciliargefässen statt, gegen den Hornhautrand nehmen dieselben allmählig zu, aber erst im *Limbus conjunctivae* treten in der bereits beschriebenen Art die zum Theil sehr feinen arteriellen und venösen Ästchen regelmässig dicht neben einander zur Bindehaut hinüber¹⁾. Es ist aus dieser Darstellung ersichtlich, dass in der nächsten Umgebung der Hornhaut die Bindehaut von den Ciliargefässen versorgt wird, dass jedoch unter Umständen auch die Bindehautgefässe einen Theil der Blutzufuhr oder Abfuhr für das System der Ciliargefässe vermitteln können. Man erkennt ersteres besonders deutlich bei Injectionen von Augen, wo die Palpebralgefässe nicht mit injicirt wurden; bei vollständiger Injection der Scleralgefässe und der Randschlingen der Hornhaut zeigen sich die Gefässe der Bindehaut nur in einer Zone von einigen Linien um den Hornhautrand herum gefüllt, während in den peripherischen Theilen höchstens einige grössere Gefässstämmchen zum Vorschein kommen.

Das Verhalten der Gefässe in der Nähe des Hornhautrandes wurde vor Kurzem ausführlich beschrieben von J. Arnold in seiner Inauguraldissertation: „Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen 1860.“ Arnold nimmt nach seinen Untersuchungen drei Gefässschichten in dieser Gegend an: 1. Die der conjunctivalen Gefässe, welche am Rande der Hornhaut die bekannten Randschlingen bilden; 2. die der subconjunctivalen Gefässe, welche von den Muskelarterien und Venen kommen und ein im subconjunctivalen Gewebe des *Annulus conjunctivae* liegendes Schlingennetz erzeugen; 3. die der subepithelialen Arterien, welche gleichfalls von den Muskelgefässen abstammen und in der Bindehaut der Hornhaut ein weitmaschiges feines Netz von serösen Gefässen bilden, welche nicht in Venen übergehen, sondern in diesem Netze enden. Ausserdem unterscheidet er noch das dicht auf der *Sclera* liegende episclerale Venennetz, welches erzeugt wird durch die aus dem Fontana'schen Canal nach aussen durch die *Sclera* durchtretenden Venen, und das seine Abflüsse gleichfalls zu den Muskelvenen sendet.

Wenn man diese Angaben mit den obigen vergleicht, so zeigt sich, dass sie denselben zwar in keinem Punkte direct widersprechen, dass aber der Zusammenhang der verschiedenen Gefässschichten am Hornhautrande von Arnold nicht hinreichend berücksichtigt wurde. Der Zusammenhang der conjunctivalen und subconjunctivalen Gefässe im *Limbus conjunctivae* wird von ihm gar nicht erwähnt, und es erklärt sich daraus, dass er die Randschlingen der Hornhaut aus den Bindehautgefässen entstehen lässt, mit welchen sie allerdings zusammenhängen, während sie in Wirklichkeit Äste der von den Muskelgefässen kommenden subconjunctivalen Arterien und Venen sind; dass er daher das episclerale Venennetz nur aus den

1) In der nach Überreichung dieser Arbeit an die kais. Akademie erschienenen Dissertation von Van Woerden (Bijdrage tot de kennis der uitwendig zichtbare vaten van het oog) sind diese Gefässe gleichfalls beschrieben, so wie sie sich am Lebenden darstellen und zwar unter dem sehr passenden Namen vordere Bindehautgefässe, im Vergleich zu den hinteren, welche von den Palpebralgefässen abstammen.

vom *Canalis Fontanae* und nicht auch aus den von den Randschlingen der Hornhaut kommenden Venen entstehen lässt u. s. f. Was die bis jetzt beschriebenen Gefäße anlangt, erklären sich alle Differenzen durch den von Arnold nicht berücksichtigten Zusammenhang zwischen den beiden Gefäßsystemen am Rande der Hornhaut.

Über die Gefäße der Hornhaut.

Es bleibt nur noch die vielfach behandelte Frage zu erörtern, ob die Hornhaut selbst oder die sie überziehende Bindehaut Gefäße besitzt oder nicht. Bezüglich der Literatur dieses Gegenstandes verweise ich auf die oben citirte Dissertation von Arnold, wo dieselbe ausführlich abgehandelt ist. Arnold selbst spricht sich, wie schon erwähnt, für die Existenz seröser Gefäße in der Bindehaut der Hornhaut aus, während nach ihm die eigentliche Hornhautsubstanz keine Gefäße besitzt.

Nach meinen eigenen Beobachtungen kann ich nicht annehmen, dass die Hornhaut oder die sie überziehende Bindehaut im normalen Zustande andere Gefäße besitzt als die bereits beschriebenen Randschlingen. Bei normalen Augen konnte ich bei den vollkommensten Injectionen niemals Anfänge von Gefäßen entdecken, welche gegen die Mitte der Hornhaut zu verliefen; alle den Hornhautrand übergreifenden Gefäße endigten in den Randschlingen. Die von Arnold angegebenen serösen Gefäße in der Bowman'schen Membran entstehen nach ihm nicht aus den Gefäßen der Bindehaut, sondern aus den Arterien der Augenmuskeln, also aus den Ciliargefäßen. Das Gleiche ist aber auch, wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, der Fall mit den Randschlingen der Hornhaut, beide haben daher denselben Ursprung. Der Charakter der Vertheilung der Arnold'schen serösen Gefäße stimmt auch ganz überein mit dem der feinsten, in das Randschlingennetz sich auflösenden Äste der vorderen Ciliararterien, sie scheinen daher eine unmittelbare Fortsetzung dieser auf die Hornhaut zu sein. Da Arnold angibt, bei seinen Untersuchungen vollständig normale Augen benützt zu haben, so glaubte ich anfangs, es könne sich dabei um ein ausnahmsweises Fortbestehen einer fötalen Bildung handeln, da nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter beim Fötus Gefäße in der Hornhaut vorkommen. Später vorgenommene Injectionen der Augen neugeborener oder wenige Wochen alter Kinder ergaben mir jedoch bei sonst vollständig gelungener Füllung der Randschlingen in Bezug auf die serösen Gefäße der Hornhaut das gleiche negative Resultat, und es ist mir daher wahrscheinlicher, dass bei den Arnold'schen Präparaten die Augen doch nicht vollständig normal waren. Berücksichtigt man die Feinheit der Arnold'schen Gefäße und den Mangel der Venen, wie er in dieser Art fast ohne Beispiel ist und die oben erwähnten Ursprungsverhältnisse derselben, so muss es sehr wahrscheinlich erscheinen, dass es in der Rückbildung begriffene neugebildete Gefäße waren, welche sich von den Endästen der vorderen Ciliararterien auf die Oberfläche der Hornhaut fortgesetzt hatten.

Bestärkt wurde ich in dieser Ansicht durch einige Beobachtungen, welche ich an pathologisch veränderten Augen zu machen Gelegenheit hatte, die aber bei makroskopischer Betrachtung ein normales Aussehen darboten. Ich fand nämlich in einem Falle in den tiefen Schichten der Hornhaut Gefäßschlingen, welche von dem Ciliarplexus ausgingen und eine ziemliche Strecke weit gegen die Mitte der Hornhaut hin verliefen. Um zu sehen, in welcher Schicht der Hornhaut sie verliefen, machte ich einige mikroskopische Durchschnitte und fand, dass sie in den tiefsten Schichten der Hornhaut lagen, dass aber die Hornhautkörperchen ver-

grössert, zum Theil mit Kernwucherungen versehen und mit Fett erfüllt waren. Es handelte sich daher in diesem Falle um den Rückbildungsprocess einer Entzündung und die Gefässe waren offenbar neugebildete. Später fand ich auch einige Male von den Randschlingen ausgehende, eine Strecke weit gegen die Hornhautmitte hin verlaufende Gefässe, in welche die Injectionsmasse nicht bis zum Ende eingedrungen war, da sie blind endigten; aber auch in diesen Fällen war jedes Mal die Hornhaut pathologisch verändert. Bei normalen Augen endigten dagegen, wie schon oben erwähnt, alle Gefässe in den Randschlingen der Hornhaut, welche die äusserste intermediäre Endverzweigung der Ciliargefässe bilden.

Übrigens hat man der Frage nach dem Gefässgehalte der Hornhaut offenbar eine viel zu grosse Wichtigkeit beigelegt. Nachdem es festgestellt ist, dass die Ernährung der Gewebe nicht direct durch die Blutgefässe, sondern durch die sie durchziehenden Lymphräume vermittelt wird, kann es für die Ernährung der Hornhaut doch nur von geringem Belange sein, ob an ihrer Oberfläche eine Anzahl so feiner Gefässe verlaufen, dass sie nur Serum aber keine Blutkörperchen durchlassen, da die Bahn dieser Gefässe gegen die des Lückensystems der Hornhaut doch sehr unbedeutend wäre.

Die in pathologischen Fällen sich vorfindenden Gefässe können sehr wohl durch Neubildung entstanden sein, da unter Umständen eine solche ungemein rasch erfolgen kann.

Über den Zusammenhang des Gefässsystems der Chorioidea mit dem des Sehnerven und der Netzhaut.

Nach meinen Beobachtungen ist die einzige Stelle, an welcher eine Verbindung beider Gefässsysteme stattfindet, die Eintrittsstelle des Sehnerven; an allen übrigen Orten sind dieselben vollständig von einander getrennt.

Es wurde häufig angenommen, dass an der *Ora serrata* die Gefässe der Netzhaut mit denen der *Chorioidea* zusammenhängen sollten. Ich glaube nicht, dass ein solcher Zusammenhang existiren kann, und zwar aus folgenden Gründen. Ich war häufig genöthigt, mich bei meinen Injectionen ausgeschnittener Augen zu bedienen, bei welchen die *Arteria centralis retinae*, welche zuerst vom Stamme der *Ophthalmica* abgegeben wird, durchschnitten war, also nicht injicirt wurde. Ich habe nun hierbei constant beobachtet, dass wenn die *Chorioidea* auch noch so vollständig injicirt war, von der Netzhaut immer nur die den Sehnerven unmittelbar umgebenden Theile gefüllt waren, dass dagegen niemals an der *Ora serrata* eine Spur von Injection auftrat, was doch hätte geschehen müssen, wenn hier Gefässverbindungen vorhanden wären. Eben so wenig gelingt es an der inneren Oberfläche der Aderhaut bei der sorgfältigsten Untersuchung unter der Loupe Andeutungen von durchrissenen Fortsetzungen der Gefässe nach innen zu bemerken. Allerdings besitze ich kein Präparat von der Netzhaut des Menschen, wo ihre Randgefässe vollständig gefüllt sind; doch spricht das Verhalten bei Thieren gleichfalls dafür, dass alle Gefässe an der *Ora serrata* endigen. Beim Kaninchen habe ich mich selbst durch gelungene Injectionen von der Richtigkeit der Angaben von Donders und Anderen überzeugt, dass bei diesem Thiere alle Netzhautgefässe am Rande in capillaren Schlingen endigen, ja dass nur ein verhältnissmässig kleiner Theil der Netzhaut desselben überhaupt Gefässe besitzt¹⁾.

¹⁾ Auch die von Kugel beobachtete Thatsache, dass nach Unterbindung des Sehnerven beim Hunde eine Hyperämie der Netzhaut eintritt, beweist Nichts für Anastomosen an der *Ora serrata*, da, wie Rosow gefunden hat, auch beim Kaninchen nach Durchschneidung des Sehnerven mit Erhaltung der Ciliargefässe ganz ähnliche Erscheinungen auftreten, obgleich bei diesem Thiere die fraglichen Anastomosen sicher nicht vorkommen.

Die Verbindung zwischen dem Gefässsystem der *Chorioidea* und dem der *Retina* an der Eintrittsstelle des Sehnerven ist eine doppelte, eine mittelbare und eine unmittelbare. Die mittelbare Verbindung wird zu Stande gebracht durch den schon oben beschriebenen arteriellen Gefässkranz in der *Sclera* im Umfange der Sehnerven, welcher sowohl in die Aderhaut als in den Sehnerven Zweige absendet.

Ausser dieser mittelbaren Verbindung findet aber auch eine unmittelbare statt, die sowohl durch arterielle, als auch feine venöse und capillare Zweige vermittelt wird, welche aus der *Chorioidea* in den Sehnervenquerschnitt eintreten. Löst man die *Chorioidea* von der *Sclera* los und durchschneidet den Sehnerven parallel der äusseren Fläche der *Chorioidea* und entfernt man innen die Netzhaut, so kann man diese Verbindungen von der Fläche aus sehr deutlich beobachten. Man sieht, dass das Capillarnetz der *Chorioidea* sich fast direct in das die einzelnen Sehnervenbündel umstrickende feine Gefässnetz des Sehnervenquerschnittes fortsetzt, wie es Taf. IV, Fig. 2 bei *c, d* dargestellt ist. Ausserdem gehen aber auch grössere, besonders arterielle 2, aber auch venöse Zweigchen *b*, aus der *Chorioidea* in den Sehnervenquerschnitt hinein, um mit dessen Gefässen zu anastomosiren.

Die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen will ich zum Schlusse nochmals kurz zusammenfassen. Die kurzen hinteren Ciliararterien bilden in der *Chorioidea* nirgends directe Übergänge in Venen, sondern lösen sich alle in ihren feinsten Verzweigungen in Capillaren auf. Sie versorgen von der Aderhaut nur die eigentliche *Chorioidea*, die vorderen und die langen Ciliararterien dagegen einen Theil der *Chorioidea*, den Ciliarkörper und die Iris.

Die Ciliarfortsätze, der Ciliarmuskel und die Iris entleeren ihr meistes venöses Blut durch die zahlreichen, im glatten Theil der Ciliarfortsätze verlaufenden parallelen Venen in die Vortexgefässe, ein kleinerer Theil aus dem Ciliarmuskel fliesst durch die vorderen Ciliarvenen nach aussen ab.

Die bisher in der *Chorioidea* angenommenen, langen hinteren Ciliarvenen existiren nicht und die kurzen hinteren Ciliarvenen versorgen nur die *Sclera*, nicht die Aderhaut.

Die einzigen Gefässverbindungen zwischen Aderhaut und Netzhaut finden am Eintritte der Sehnerven statt, wo die beiden Gefässsysteme durch eine grosse Anzahl feiner Gefässe zusammenhängen.

Der Schlemm'sche Canal ist beim Menschen ein dichter circulärer Venenplexus, der in Verbindung steht mit den aus dem Ciliarmuskel austretenden Venen und dem oberflächlichen Venennetze der *Sclera*.

Die Randgefässe der Hornhaut werden sammt einem Theile der Gefässe der innersten Zone der Scleralbindehaut von den Ciliararterien und Ciliarvenen abgegeben; durch diese Gefässe wird eine innige Verbindung des Gefässsystems der Bindehaut mit dem Ciliargefässsystem vermittelt. Ausser den Randschlingen finden sich in der Hornhaut bei normalen Augen keine Gefässe.

Man kann somit am Augapfel drei verschiedene Gefässsysteme unterscheiden, wie sie in nebenstehender Figur schematisch dargestellt sind: 1. das Ciliargefässsystem, das *Sclera* und Aderhaut (*Chorioidea*, Ciliarkörper und Iris) versorgt; 2. das Retinalgefässsystem, das ausschliesslich für den Sehnerven und die Netzhaut bestimmt ist; 3. als accessorisches System, so weit der Augapfel von Bindehaut überzogen ist, das Bindehautgefässsystem.

Diese drei Gefässsysteme sind nicht vollständig von einander isolirt, sondern gehen mehr oder weniger innige Verbindungen unter einander ein. Das Netzhautgefässsystem hängt an

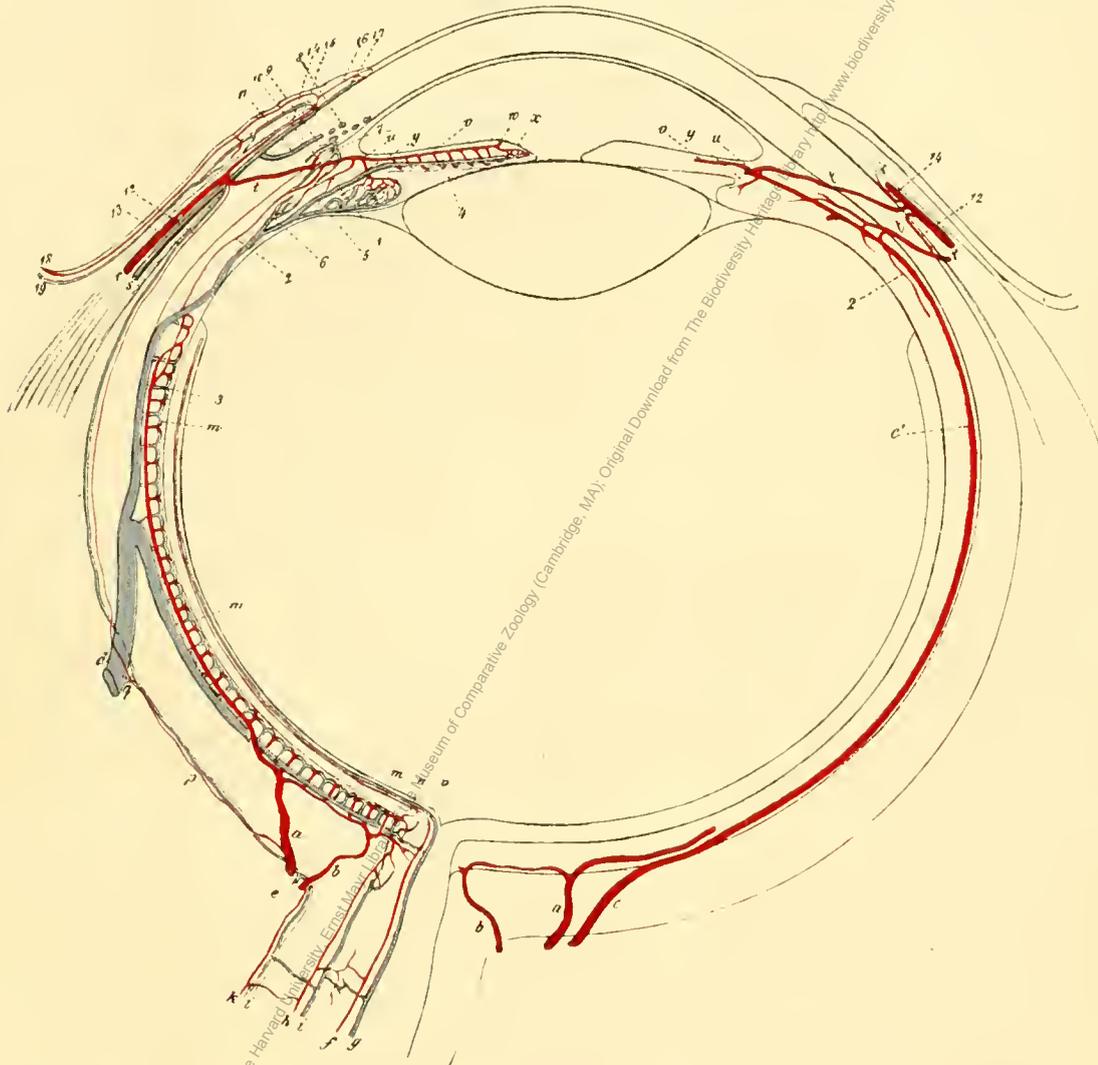
der Eintrittsstelle des Sehnerven mittelbar und unmittelbar mit dem Ciliargefässsystem zusammen und das Bindehautgefässsystem geht am Hornhautrande mit den Ciliargefässen eine sehr innige Verbindung ein.

Die nebenstehende Figur gibt eine schematische Übersicht der Gefässvertheilung im Auge.

1. Das Ciliargefässsystem versorgt *Sclera* und Aderhaut. Seine Zuflüsse sind die kurzen (*a, b*) und die langen hinteren (*c*) und vorderen (*r*) Ciliararterien; seine Abflüsse die Vortexvenen (*d*), die hinteren (*e*) und vorderen (*s*) Ciliarvenen.

Diese Arterien und Venen geben feine Äste zur *Sclera* ab (*p, q, 12, 13*), ihre Hauptverzweigung erfolgt aber in der Aderhaut.

Was den arteriellen Zufluss betrifft, könnte man in der Aderhaut zwei Abschnitte annehmen, einen hinteren, der von der eigentlichen *Chorioidea*, und einen vorderen, der vom



Ciliarkörper und der Iris gebildet würde. Doch ist diese Trennung nicht streng durchzuführen; die *Chorioidea* erhält ausser von den kurzen Ciliararterien (*a, b*) auch noch rücklaufende Äste aus dem vorderen Abschnitte (2) von den langen hinteren und vorderen Ciliararterien, die sich zum Theil in die *Choriocapillaris* (*m*) auflösen, zum Theil mit den Endästen der kurzen Ciliararterien zusammenhängen (3). Auf diese Weise entsteht eine directe Verbindung der Arterien des vorderen und hinteren Abschnittes.

Der vordere Abschnitt wird versorgt von den langen hinteren (*c*) und den durchbohrenden Ästen der vorderen Ciliararterien (*t*). Beide treten in den Ciliarmuskel ein, verzweigen sich in demselben und bilden gemeinschaftlich an dessen vorderem Rande den grossen Iriskranz (bei *u* im Querschnitte zu sehen). Sie geben Äste ab zur *Chorioidea* (2), zum Ciliarmuskel (1), zu den Ciliarfortsätzen (*y*) und zur Iris (*v*). In der Iris bilden sie den kleinen Iriskranz (*w*), ein weitmaschiges, ihre innere Oberfläche deckendes Capillarnetz und ein feines Capillarnetz im *Sphincter pupillae* (*x*).

In Bezug auf den venösen Abfluss lässt sich noch viel weniger eine Trennung der Aderhaut in zwei Abschnitte durchführen. Das meiste venöse Blut entleert sich nach aussen durch die weiten *Venae vorticosae* (*d*) am Äquator des Auges; dieselben nehmen Äste auf aus der *Choriocapillaris* (*m*), dem Ciliarmuskel (6), den Ciliarfortsätzen (5) und der Iris (4). Ausserdem treten aus dem Ciliarmuskel einige feine Venen (7) zu dem Ciliarplexus (Schlemmischen Canal) 8. und nach aussen zu den vorderen Ciliarvenen (11, *s*). Die kleinen hinteren Ciliarvenen (*e*) erhalten nur Zuflüsse aus der *Sclera*, nicht aus der *Chorioidea*.

2. Das Netzhautgefässsystem wird gebildet von der Centralarterie (*f*) und Centralvene (*g*) der Netzhaut. Diese Gefässe geben ausser der Netzhaut auch an den Sehnerven Zweige ab. Die innere und äussere Sehnervenscheide erhalten besondere Arterien und Venen (*h*, *i*, *k*, *l*), die unter einander und mit den Ästen der Centralarterie anastomosiren. Die neben dem Sehnerven eintretenden Stämmchen der kurzen Ciliararterien (*b*) bilden in der *Sclera* den Haller'schen Gefässkranz im Umfange des Sehnerven, der sowohl zur *Chorioidea* als zum Sehnerven Äste abgibt. Ausserdem gehen auch direct vom Rande der *Chorioidea* arterielle (*n*), venöse (*o*) und capillare Ästchen in den Sehnerven hinein.

3. Das Bindehautgefässsystem wird gebildet *a*) von den peripherischen Bindehautgefässen (18, 19), die von den Lied- und Thränengefässen abstammen (hintere Bindehautgefässe); *b*) von den Ästen, welche die vorderen Ciliargefässe am Hornhautrande zur Bindehaut abgeben (vordere Bindehautgefässe 14, 15.) Dieselben laufen in der Bindehaut nach rückwärts, versorgen ihre innerste Zone mit Ästen und verbinden sich mit den peripherischen Bindehautgefässen. Von denselben Ästen der vorderen Ciliargefässe stammen auch die Zweige zum Randschlingennetze der Hornhaut ab (16, 17), das demnach, so wie die vorderen Bindehautgefässe, eigentlich zum Ciliargefässsystem zu rechnen ist.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Die erste Tafel stellt den Verlauf und die Ausbreitung der Gefässe im hinteren Abschnitte der *Chorioidea* dar. Die Abbildung umfasst etwa den dritten Theil des Umfanges der Aderhaut, und zwar des inneren Theiles derselben vom Rande des Sehnervenloches bis zum Äquator. Die Mittellinie des Bildes entspricht ungefähr dem horizontalen Meridian des Auges. Die Gegend der *Macula lutea* findet sich daher nicht auf dem Bilde; es wurde der innere Abschnitt gewählt, um nicht durch eine noch grössere Anzahl von Gefässen das Bild zu undeutlich zu machen, zumal ausser der Zahl der Gefässe der Verlauf in beiden Theilen übereinstimmt. — Das zur Zeichnung benützte Stück der Membran wurde ausgebreitet und als Flächenpräparat gezeichnet, die Vergrösserung ist 18-malig. Bei der Anfertigung des Bildes wurden mehrere ähnliche Präparate in der Art benützt, dass die Gefässpartien, welche sich an dem einen nicht deutlich zeigten, aus dem anderen ergänzt wurden, so dass jedes Gefäss an sich getreu nach der Natur gezeichnet ist. Bei dem grossen Gefässreichthum, namentlich in der Nähe des Sehnerveneintrittes, musste jedoch darauf verzichtet werden, alle Gefässe wiederzugeben; nur die grösseren Gefässe wurden alle aufgenommen, von den kleineren musste dagegen eine Anzahl weggelassen werden, um das Bild nicht allzu undeutlich zu machen. Das Capillarnetz ist auf einem Theil der Zeichnung vollständig ausgeführt.

Die innere Seite liegt an dem Bilde nach oben, so dass die feineren Gefässe und Capillaren die gröberen Stämme decken.

Die Arterien sind durchgehends in allen Tafeln roth, die Venen und Capillaren blau; in dieser und der folgenden sind die grösseren Gefässe heller als die feineren Verzweigungen und Capillaren.

A Sehnervenrand der *Chorioidea*.

B Vorderes Ende des Präparates, entsprechend ungefähr dem Äquator des Auges.

1 Grössere Stämmchen der kurzen hinteren Ciliararterien, welche in einiger Entfernung vom Sehnerven in die *Chorioidea* eintreten.

2 Kleinere ganz in der Nähe des Sehnerven eintretende hintere Ciliararterien.

3 Anastomosen unter den kleineren hinteren Ciliararterien.

4 Ästchen derselben zum Sehnerven.

5 Eintrittsstelle der langen hinteren Ciliararterie und Verlauf derselben in der äussersten Schicht der Aderhaut.

6 Verlauf und grössere Äste der kurzen hinteren Ciliararterien.

7 Feinste, in die Capillaren übergehende Ästchen derselben.

a Zwei grössere Vortices, deren kurzes Stämmchen rechts nur angedeutet, links ganz weggelassen ist.

b Kleinerer unvollkommen gebildeter Vortex.

c Seitlich eintretende Äste des Vortex, welche mit den ähnlichen Ästen des benachbarten Vortex die vordersten Verbindungsschlingen bilden.

d Parallele Venen, welche sich in diese vordersten Verbindungsschlingen einsenken.

e Hintere venöse Verbindungsbogen.

f Mittlere, bis in die nächste Nähe des Sehnervenrandes zurückreichende Vortexäste.

g Feinste aus den Capillaren sich sammelnde Venenzweigechen, im hintersten Abschnitte ungemein zahlreich.

h Capillaren der *Chorioidea*, deren Feinheit und Enge der Maschen von hinten nach vorn allmählich abnimmt.

i Kleine aus dem Sehnerven in die Aderhaut übertretende Venenzweige.

TAFEL II.

Die zweite Tafel stellt den der ersten entsprechenden vorderen Theil der Aderhaut im ausgebreiteten Zustande dar; sie enthält also den vordersten Theil der eigentlichen *Chorioidea*, Ciliarkörper und Iris. Bezüglich der Anfertigung der Zeichnung gilt das Gleiche, was bei der ersten Tafel bemerkt wurde. Die Vergrösserung ist gleichfalls 18malig.

Der vorderste Theil der Tafel ist in zwei verschiedene Hälften abgetheilt, vom hinteren Rande des Ciliarmuskels an bis zur Iris. Es geschah dies, um in der linken Hälfte das Gefässsystem der Ciliarfortsätze, in der rechten das des Ciliarmuskels gesondert darstellen zu können. Da die Zeichnung gleichfalls von der inneren Fläche der Aderhaut aus aufgenommen ist, so fehlt also in der bezeichneten Gegend in der linken Hälfte die tiefere, in der rechten die oberflächlichere Schichte. Die Iris wurde in beiden Hälften vollständig dargestellt, und nur in der linken, so weit sie von den Firsten der Ciliarfortsätze überlagert wird, weggelassen.

Die ganze Zeichnung wurde nach Präparaten von Erwachsenen angefertigt, nur die Venen der Iris, welche sich an diesen nicht vollständig injicirt fanden, nach einer gelungenen Injection bei einem drei Wochen alten Kinde ergänzt.

A Vorderster Theil der *Chorioidea*.

B Glatter Theil der Ciliarfortsätze.

C Gefalteter Theil derselben.

D Ciliarmuskel.

E Iris.

1 Vorderste Enden der kurzen hinteren Ciliararterien.

2 Anastomosen zwischen denselben.

3 Anastomosen mit den rücklaufenden Ästen der vorderen Ciliargefässe.

4 Feinere Äste beider zum Capillarnetz der *Chorioidea*.

5 Vorderer Theil der langen hintern Ciliararterie.

6 Spaltung derselben in zwei unter spitzem Winkel abgehende Äste, welche sich immer weiter von einander entfernen und allmählich zur Grenze zwischen Iris und Ciliarmuskel gelangen.

7 Vordere Ciliararterien.

8 Übergang der langen Ciliararterien in den an der Grenze zwischen Iris und Ciliarmuskel in der Substanz des letzteren liegenden *Circulus arteriosus iridis major*.

9 Starker Ast einer vorderen Ciliararterie zu dem gleichen Kranze.

10 *Circulus arteriosus iridis major*.

11 Äste der langen und vorderen Ciliararterien zu dem hinteren Gefässkranze im Ciliarmuskel.

12 Rücklaufende Äste zur *Chorioidea*, rechts drei kleinere, welche zum Theil vom hintern Gefässkranze im Ciliarmuskel, zum Theil von den vorderen Ciliararterien direct abgegeben werden, links eine grössere aus einer sehr starken vorderen Ciliararterie.

13 Äste der vorderen Ciliararterien und der beiden Gefässkränze zum Ciliarmuskel.

14 Baumförmige Verzweigung derselben im Muskel.

15 Äste des *Circulus iridis major* zu den Ciliarfortsätzen, welche sich in das reichliche Gefässgeflecht derselben auflösen.

16 Äste des gleichen Kranzes zur Iris, auf der linken Hälfte am vordern Rande der Ciliarfortsätze abgeschnitten.

17 Verästelung der letzteren in der Iris.

18 Vereinigung einiger feiner Arterienästchen zu dem auf der äusseren Seite liegenden *Circulus arteriosus iridis minor*.

a Grössere von vorn kommende Äste der beiden grossen und des kleinen Vortex.

b Vordere Enden der in Taf. I d abgebildeten, in die Verbindungssehlingen zweier Vortices sich einenkenden Venen.

c Feinste in Capillaren übergehende Venenzweige.

d Capillarnetz der *Chorioidea* vorn mit einem unregelmässigen Rand aufhörend.

e Fortsetzung des Capillarnetzes zwischen die aus einander weichenden Venen des Ciliarkörpers.

f Venen im glatten Theil der Ciliarfortsätze, welche aus dem

g Gefässplexus derselben hervorgehen.

h Venen des Ciliarmuskels, welche in die unter f angegebenen Venen einmünden.

i Capillarnetz des Ciliarmuskels.

j Venen der Iris, welche einen ähnlichen parallelen Verlauf wie die Arterien haben, aber häufiger unter einander anastomosiren.

k Einmündung derselben in die parallelen Venen der Ciliarfortsätze (f).

l Lockeres Capillarnetz der Iris.

m Feines Capillarnetz im *Sphincter pupillae*.

n Feine intermediäre Sehlingen am Pupillarrande.

o Venen des Ciliarmuskels die nach aussen zu den vorderen Ciliarvenen gehen.

p Vene des Ciliarmuskels zu den Vortices von mehr circulärem Verlauf, einen Ast der langen Ciliararterie begleitend.

TAFEL III.

Figur 1.

Fig. 1 stellt bei der gleichen Vergrösserung von 18 linear den vordersten Abschnitt der *Sclera* mit dem Hornhautrande dar. Auch diese Figur ist, und zwar in der ganzen Länge in zwei Hälften getheilt; die linke Hälfte enthält die Gefässe der Bindehaut und die oberflächlichen Gefässe der *Sclera* und *Cornea*; die rechte dagegen die tieferen Gefässe der *Sclera* und von den oberflächlichen nur so viele, als zur Darstellung des Zusammenhanges beider nothwendig war. Die oberflächlichen Gefässe der *Sclera* sind beiderseits heller gefärbt, links die Bindehautgefässe, rechts die tiefen Gefässe der *Sclera* dunkler.

A Sclera.

B Cornea.

- 1 Arterien der Bindehaut von den *A. palpebrales* und der *A. lacrymalis*, welche in dieser ein weitmaschiges Gefässnetz bilden.
- 2 Äste der vorderen Ciliararterien zur Bindehaut, welche mit den von den Palpebralararterien kommenden Gefässen anastomosiren.
- 3 Vordere Ciliararterien, auf der Oberfläche der *Sclera* verlaufend.
- 4 Bogenförmige Verbindung derselben.
- 5 Äste zum Randschlingennetz der Hornhaut, welche ein lockeres aus spitzwinkligen Maschen bestehendes Netz bilden.
- 6 Zweige der vorderen Ciliararterien zu dem Capillarnetz der *Sclera*.
- 7 Durchbohrende Äste der vorderen Ciliararterien.
- 8 Feine Ästchen, welche die durchbohrenden Äste zu den tiefen Schichten der *Sclera* abgeben.
- a Peripherische Venen der Bindehaut, von den Palpebralvenen abstammend.
- b Äste der vorderen Ciliarvenen zur Bindehaut.
- c Grössere Äste der vorderen Ciliarvenen.
- d Verbindungsbogen derselben.
- e Äste der vorderen Ciliarvenen zum Randschlingennetz sehr häufig unter einander anastomosirend.
- f Randschlingennetz der Hornhaut; die feinsten Arterienzweige gehen schlingenförmig in die Anfänge der Venen über.
- g Venen des Ciliarmuskels, welche in den Ciliarplexus eintreten.
- h *Pterus ciliaris venosus* an einer Stelle des Umfanges, wo er aus zahlreichen, feineren Venen besteht.
- i Zuflüsse des Ciliarplexus aus den tiefen Gefässen der *Sclera*.
- k Abflüsse des Ciliarplexus zu den vorderen Ciliarvenen.
- l Episclerale Venennetz, das alle Verzweigungen der vorderen Ciliarvenen auf der *Sclera* unter einander verbindet.
- m Lockeres Capillarnetz der *Sclera*.

Figur 2.

Figur 2 stellt bei 25facher Vergrösserung auf einem Durchschnitte die Verhältnisse der Gefässvertheilung im vorderen Abschnitte der *Sclera*, dem Hornhautrande und den diese Theile überziehenden Partien der Bindehaut, dem Ciliarmuskel, den Ciliarfortsätzen und der Iris dar. Die Zeichnung ist halbschematisch und wurde aus mehreren Präparaten zusammengestellt. Die Arterien sind roth, die Venen blau gefärbt.

A Bindehaut der *Sclera*.

B Bindehaut der Hornhaut.

C *Sclera*.D *Cornea*.

E Ciliarmuskel.

F Ciliarfortsatz.

G Iris.

Das Gefässsystem der Bindehaut zeigt sich von dem der *Sclera* getrennt bis in die Nähe des Hornhautrandes.

- 1 Peripherische Arterien der Bindehaut.
- 2 Feinere Äste der vorderen Ciliararterien auf der Oberfläche der *Sclera*.
- 3 Ästchen der vorderen Ciliararterien zur Bindehaut.
- 4 Ästchen derselben zum Randschlingennetz der Hornhaut.
- 5 Arterielle Ästchen in der *Sclera*.
- 6 Starker durchbohrender Ast einer vorderen Ciliararterie.
- 7 Äste der vorderen Ciliararterie zum Ciliarmuskel.
- 8 Durchschnitt des *Circulus arteriosus iridis major*.
- 9 Ast desselben zu dem Ciliarfortsatz.
- 10 Ast desselben zur Iris.
- 11 *Circulus arteriosus iridis minor*.
- a Peripherische Venen der Bindehaut.
- b Episclerale Äste der vorderen Ciliarvenen.
- c Äste der vorderen Ciliarvenen zur Bindehaut.
- d Randschlingennetz der Hornhaut.
- e Durchschnitt des Ciliarplexus.
- f Venen der *Sclera*, welche gegen den Hornhautrand viel zahlreicher werden, und hier die Verbindung des Ciliarplexus mit dem episcleralen Venennetze vermitteln.
- g Vene des Ciliarmuskels, die sich zu dem Ciliarplexus begibt.
- h Venen der Iris, in die der Ciliarfortsätze einmündend.
- i Feines Gefässnetz im *Sphincter pupillae*.
- k Venen des Ciliarmuskels, die zum Theil in die Äste der Vortices (m) einmünden.
- l Gefässnetz des Ciliarfortsatzes.

- m Rücklaufende Äste desselben zu den *Venae vorticosae*.
- n Randvene des Ciliarfortsatzes.

TAFEL IV.

Figur 1.

Figur 1 stellt die Gefäße des hintersten Abschnittes der *Sclera* und des Sehnervenquerschnittes von der Fläche gesehen dar. Vergrößerung 20.

- 1 Stämmchen der kurzen hinteren Ciliararterien, welche den Scleralgefäßkranz erzeugen.
- 2 Andere, mehr peripherisch hinzutretende Ciliararterien, welche nicht an der Bildung des Kranzes Antheil nehmen; das centrale, abgeschnittene Ende der Arterien ist an der helleren Färbung zu erkennen.
- 3 Durchtrittsstelle der Äste zur *Chorioidea*.
- 4 Arterielle Äste zur *Sclera*.
- 5 Scleralgefäßkranz.
- 6 Äste desselben zum Sehnerven.
- 7 Centralarterie mit ihren Ästen.
- a Centralvene.
- b Gefäßnetz der hinteren Ciliarvenen auf der *Sclera*.

Figur 2.

Gefäßzusammenhang zwischen *Chorioidea* und Sehnerv. Vergrößerung 45.

- 1 Stämmchen und Äste der kurzen hinteren Ciliararterien.
- 2 Äste derselben in den Sehnerven.
- 3 Venen der *Chorioidea*.
- a Zuflüsse derselben aus dem Sehnerven
- b Capillarnetz der *Chorioidea*, sich unmittelbar fortsetzend in
- c Das die Nervenbündel umstrikende Capillarnetz des *Opticus*.

Figur 3.

Gefäßnetz der Iris vom Kinde. Vergrößerung 36.

- 1 Arterien der Iris, Äste des *Circulus arteriosus iridis major*.
- 2 Ästchen derselben zu dem weitmaschigen Capillarnetze, das die innere Oberfläche bedeckt.
- 3 *Circulus arteriosus iridis minor*.
- 4 Ästchen zu dem engmaschigen Capillarnetze im *Sphincter pupillae*.
- a Venen der Iris.
- b Capillarnetz derselben an der inneren Oberfläche.
- c Engmaschiges Capillarnetz im *Sphincter pupillae*.
- d Schlingenförmiger Übergang der feinsten Arterien in Venen am Pupillarrande.

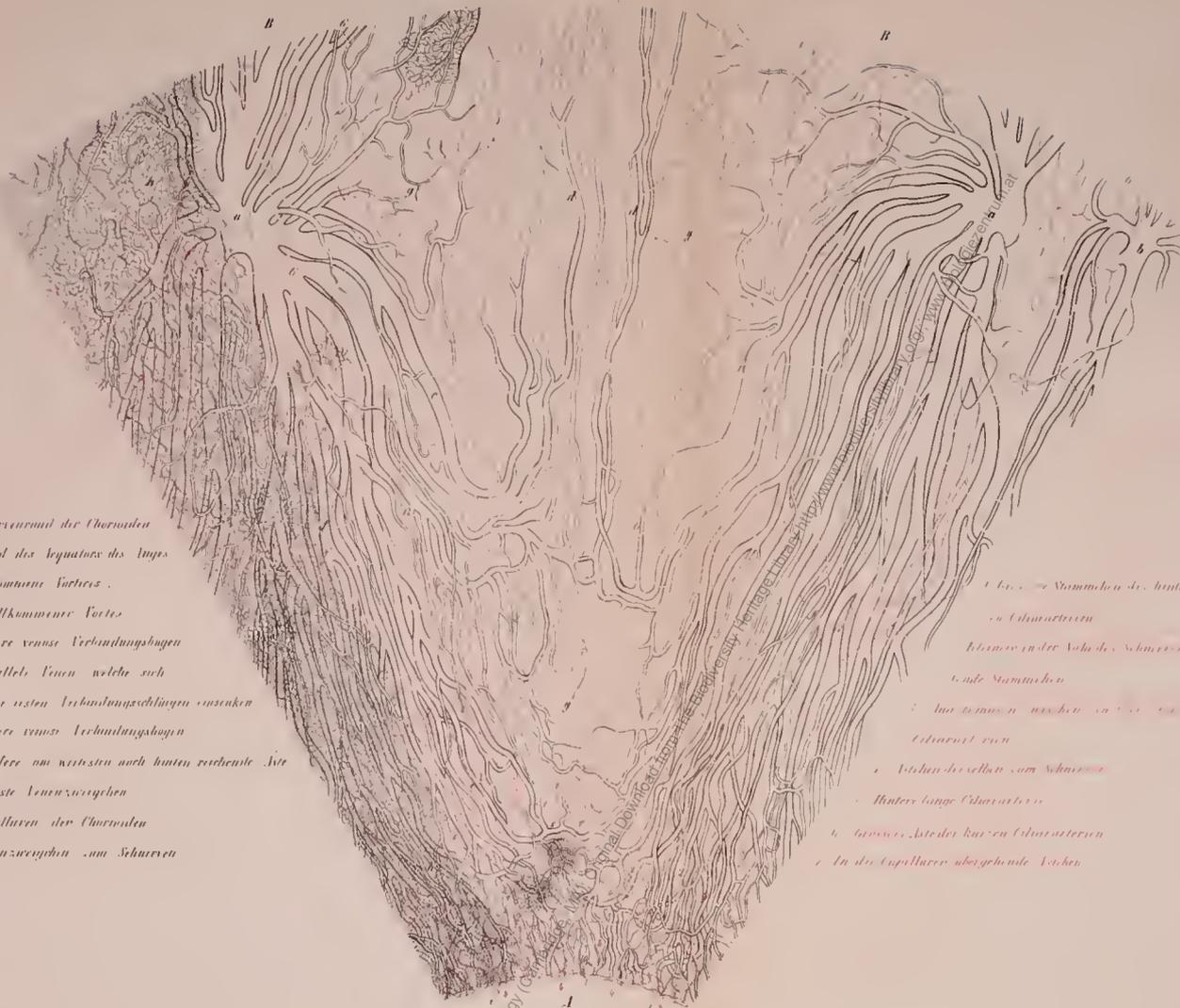
Figur 4.

Durchschnitt durch das vordere Ende der *Sclera*, den Ciliarplexus und Ciliarmuskel. Vergrößerung 250.

- a Grenze der Insertion des Ciliarmuskels gegen die vordere Kammer, die nach links zu beginnt sich zur Iris hinüberzubiegen.
- b Vorderes Ende der Längsfasern des Ciliarmuskels.
- c Elastisches Gewebe mit zahlreichen Kernen, das nach innen die Gefäße deckt.
- d Durchschnitte der Gefäße des *Plexus ciliaris*.
- e *Sclera*.



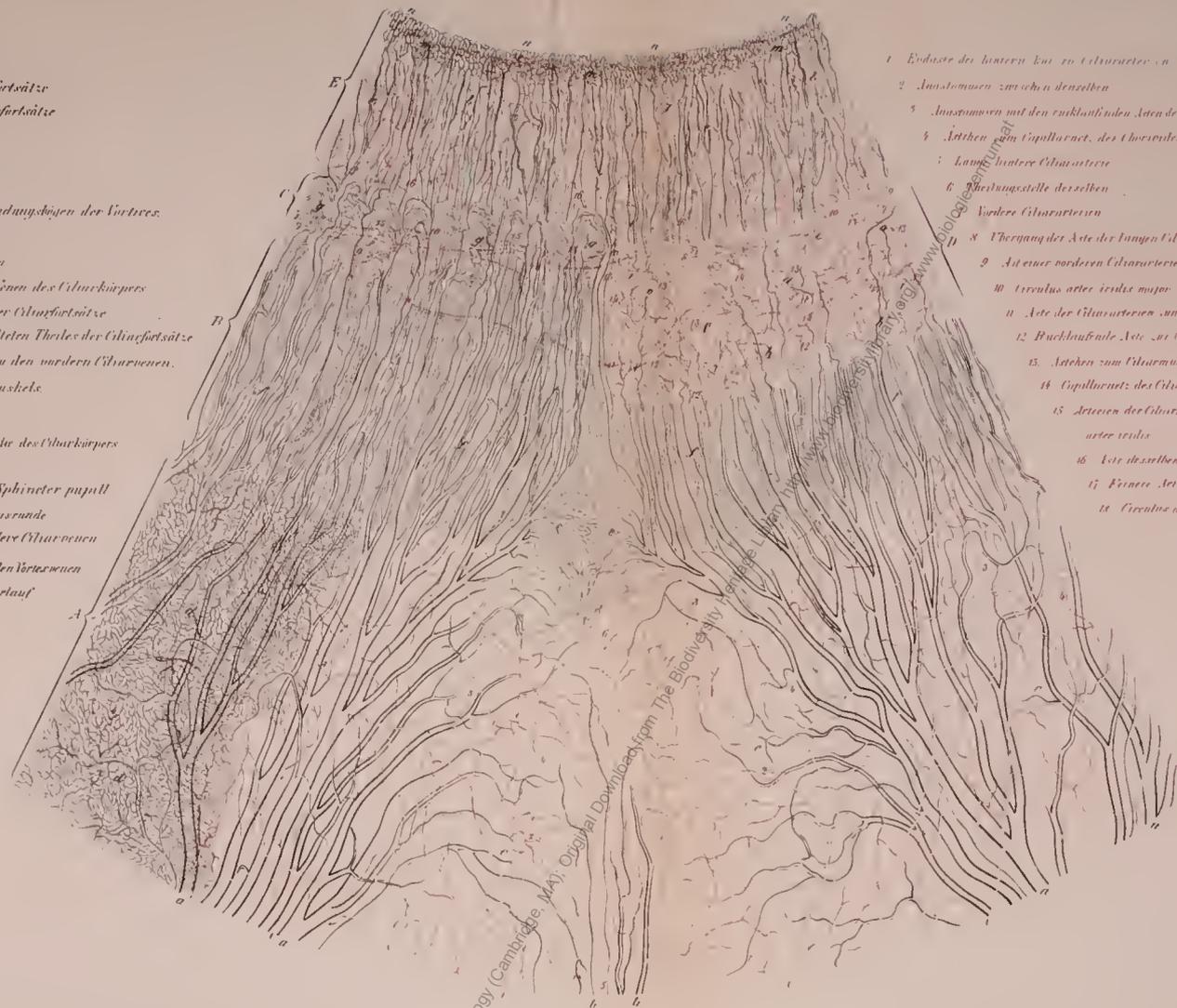
Digitized by the Harvard University Herbaria and the University of Michigan Herbaria
 Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/ www.biologiezentrum.at



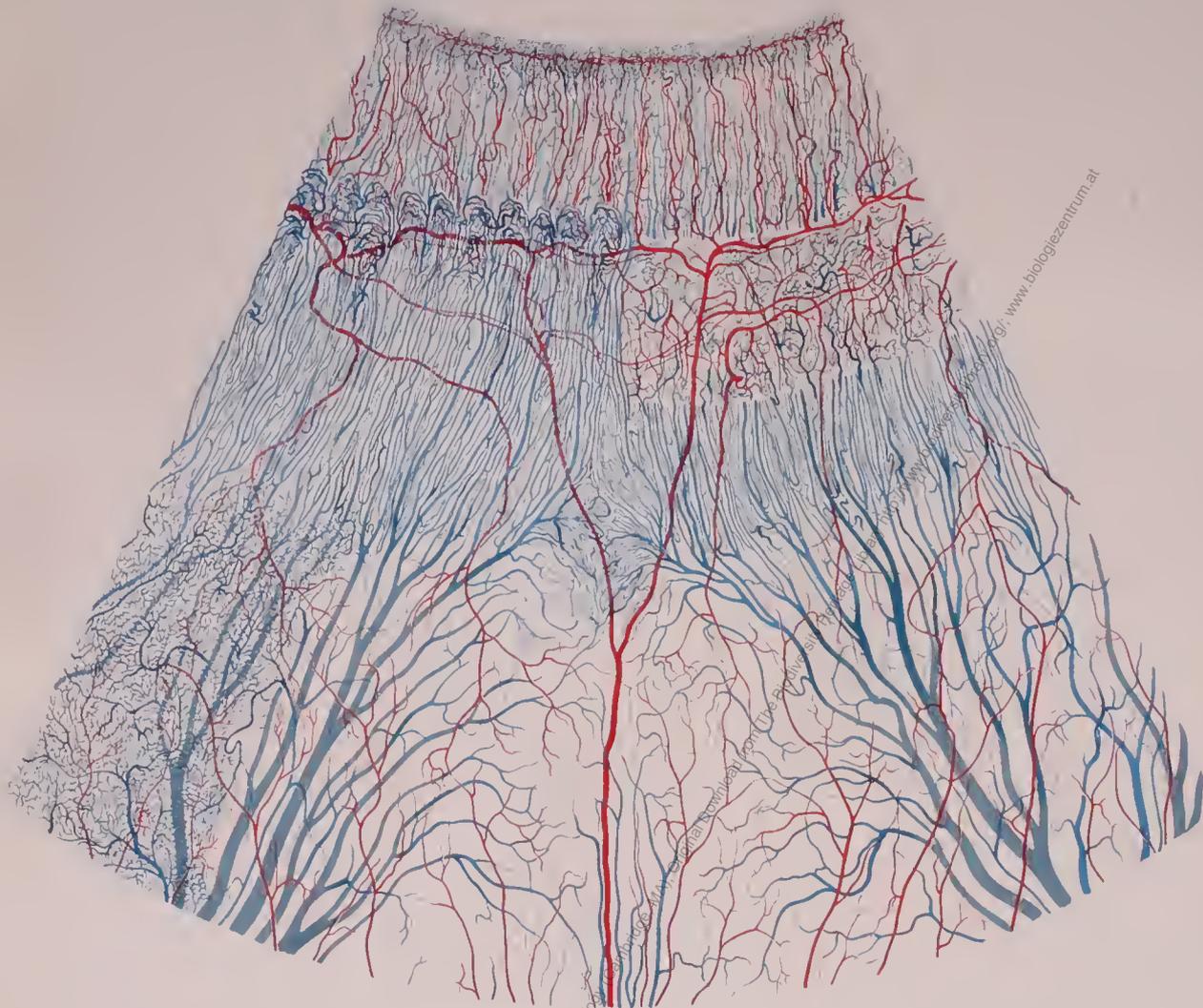
- A Sehnenring der Chorioiden
- B Geßel des Opticus des Auges
- a Vollkommene Fortsetz.
- b Unvollkommener Fortsetz.
- c Fortsetz. venöse Verbindungen
- d Parallele Venen welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- e Hintere venöse Verbindungen
- f Mittlere am weitesten nach hinten reichende Arter.
- g Erste Venenzweigen
- h Capillaren der Chorioiden
- i Venenzweigen zum Sehnenring

- k Capillare Nerven des hinteren Auges
- l Capillare Nerven
- m Arterien unter Vorhand des Sehnenringes
- n Erste Stammchen
- o Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- p Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- q Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- r Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- s Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- t Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- u Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- v Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- w Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- x Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- y Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen
- z Arterien welche sich in die ersten Verbindungsstellen einsetzen

- A Choroiden
- B Glatter Theil der Ciliarfortsätze
- C Gefalteter Theil der Ciliarfortsätze
- D Ciliarmuskel
- E Iris
- a. Aste der V. portio vas.
- b. Gerade Venen zu den Verbindungsbögen der Vortres.
- c. Feinste Venenzweige
- d. Capillarnetz der Choroiden
- e. Capillaren zwischen den Venen des Ciliarkörpers
- f. Venen des glatten Theiles der Ciliarfortsätze
- g. Venöses Gefäßnetz des gefalteten Theiles der Ciliarfortsätze
- h. Venen des Ciliarmuskels zu den vorderen Ciliaren.
- i. Capillarnetz des Ciliarmuskels.
- j. Venen der Iris
- k. Einmündung der Irisvenen in die des Ciliarkörpers
- l. Capillarnetz der Iris
- m. Feines Capillarnetz im Sphincter pupill
- n. Intermediäre Schlingen am Irisrande
- o. Nicht unversehrte vordere Ciliarvenen
- p. Vene des Ciliarmuskels zu den Vortresvenen gehend, von mehr circulärem Verlauf



- 1 Endäste der hinteren End zu Ciliarterien an
- 2 Anastomosen zwischen denselben
- 3 Anastomosen mit den rücklaufenden Asten des vorderen Ciliargefäße
- 4 Astchen zum Capillarnetz der Choroiden
- 5 Hauptäste der hinteren Ciliarterie
- 6 Biegestelle derselben
- 7 Vordere Ciliarterien
- 8 Übergang der Aste der hinteren Ciliarterie in den Ort unter 10
- 9 Ast einer vorderen Ciliarterie zu demselben
- 10 Circulus arter. iridis major
- 11 Aste der Ciliarterien zum hinteren Ciliarkörper
- 12 Rücklaufende Aste zur Choroiden
- 13 Astchen zum Ciliarmuskel
- 14 Capillarnetz des Ciliarmuskels
- 15 Astchen der Ciliarterie aus dem Circ. arter. iridis
- 16 Aste derselben zur Iris
- 17 Feinere Astchenästchen in der Iris
- 18 Circulus arter. iridis minor



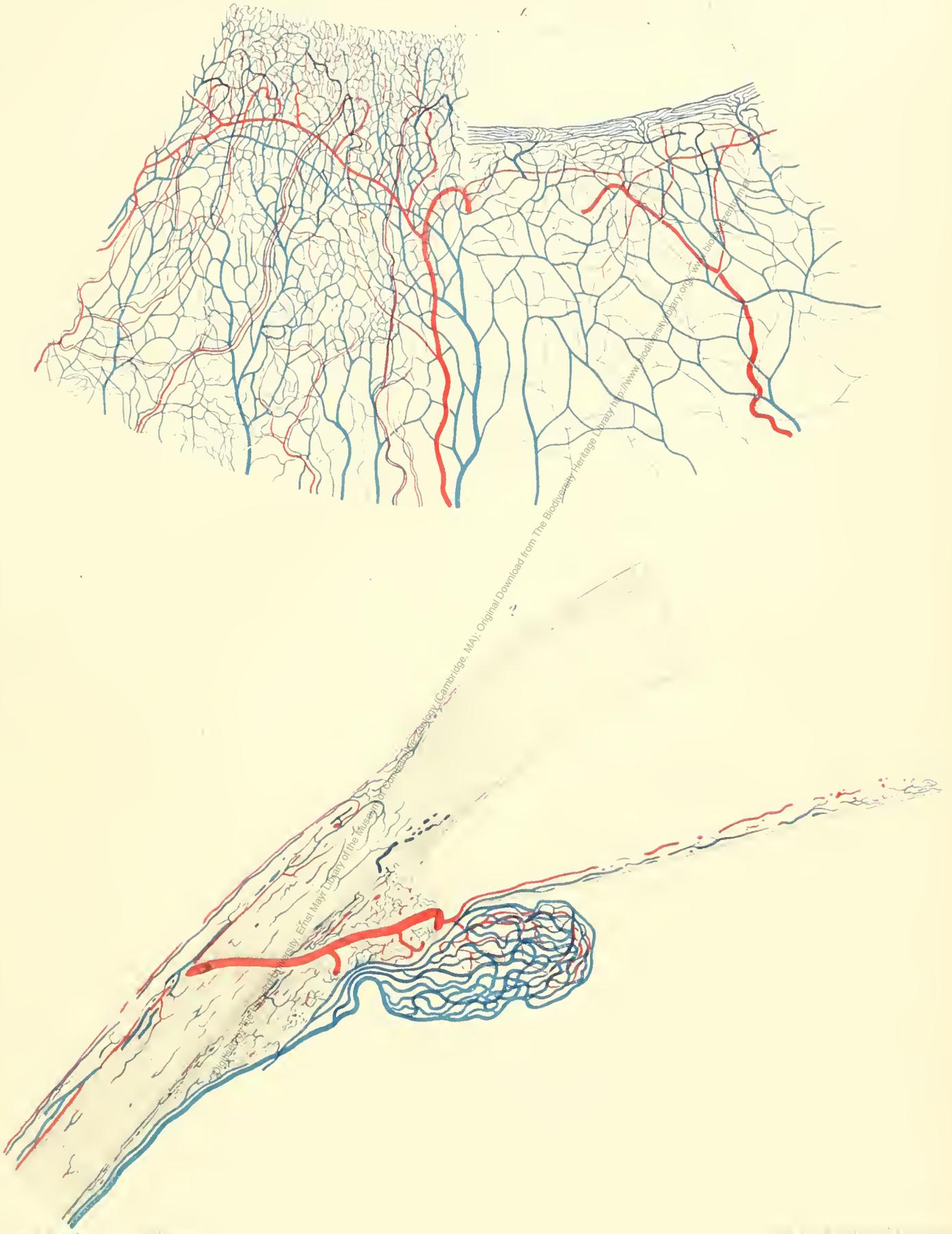
zu der Conjunctiva Sclerae.
 der Ciliararterien zur Bildung sclerale
 arterielle Aste der Ciliararterien auf der
 Fläche der Sclera
 untermittelt Verbindung derselben
 in Bandschlingennetz; gebilde
 eben
 radialis Aestchen
 schlauchförmig Aste der
 derer Ciliararterien.
 Aestchen zu den
 tiefen Schichten
 der Sclera

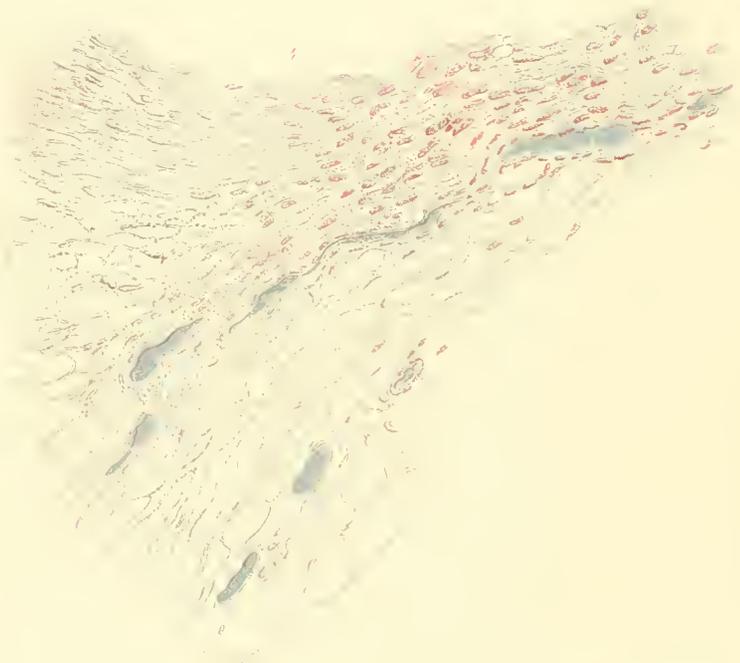
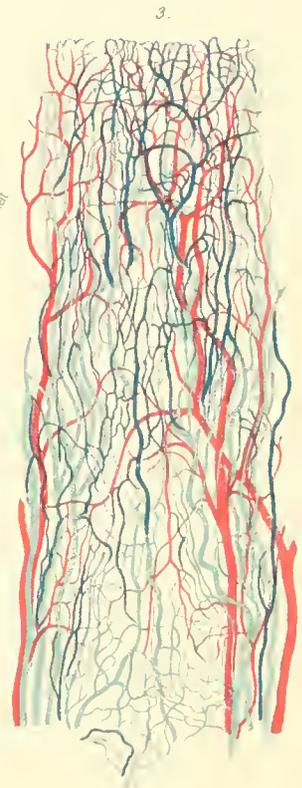
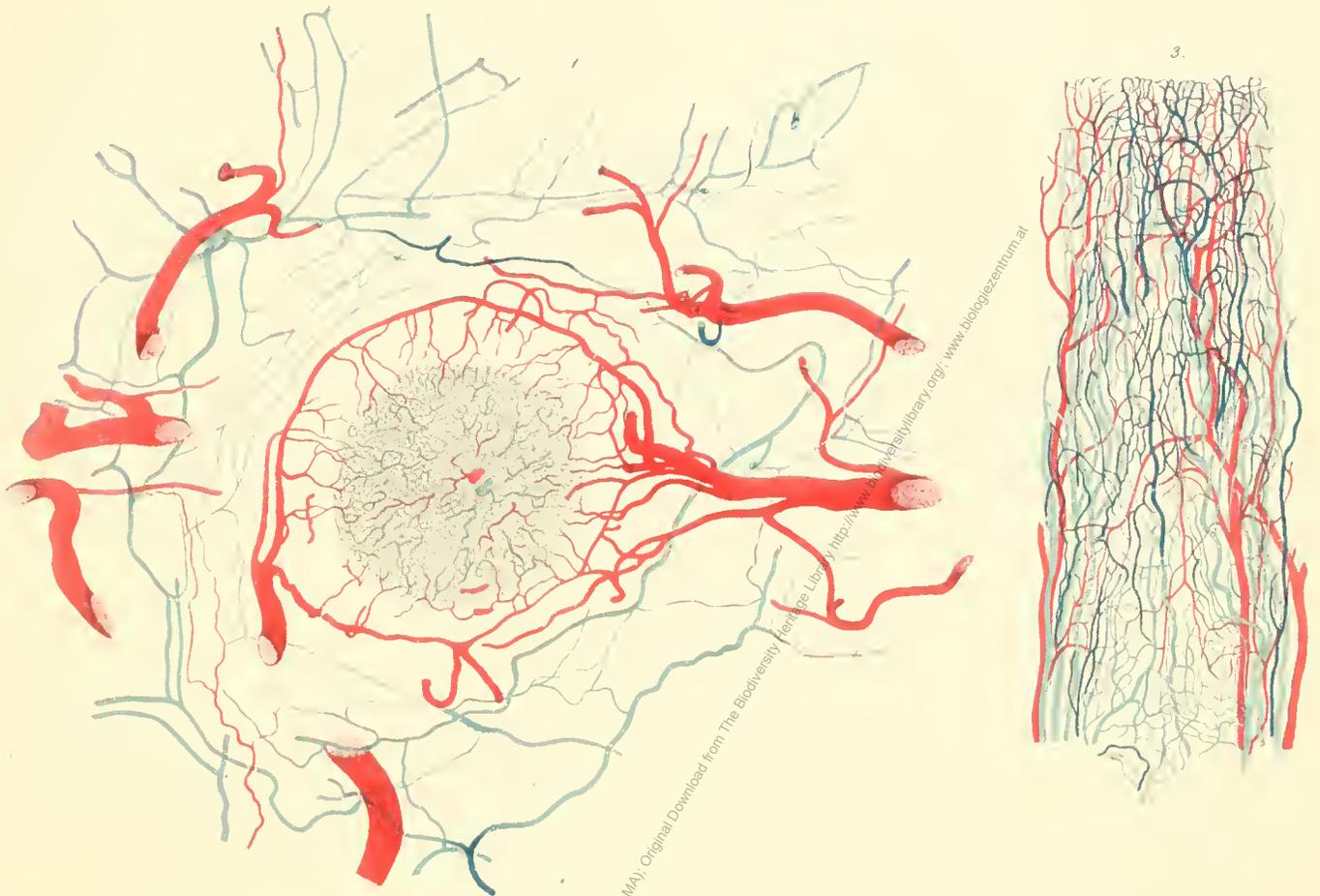
arterien der Bindehaut
 Ciliararterienäste auf der Sclera
 Verbindungsgast zur Scleralbindehaut
 Aestchen zum Bandschlingennetz;
 eine Arterien zu der Sclera
 mehrere Ciliararterie (perforirender Ast).
 Aste zum Ciliarmuskel
 Arter unter iris major
 Ast desselben zum Ciliarfortsatz;
 Ast desselben zur Iris
 Arter unter iris minor

A Sclera.
 B Cornea
 a Venen der Conjunctiva
 b Aste der Ciliararterien zu denselben.
 c Größere Aste der vorderen Ciliararterien
 d Verbindungsbogen derselben
 e Aestchen zum Bandschlingennetz.
 f Bandschlingennetz der Cornea.
 g Venen des Ciliarmuskels
 h Ciliarplexus
 i Sclerale Venenäste zum Ciliarplexus
 k Abflüsse des Ciliarplexus zu den vorderen Ciliarvenen v.
 l Episclerale Venennetz.
 m Capillarnetz der Sclera.

A. Bindehaut der Sclera.
 B. Bindehaut der Cornea.
 C. Sclera.
 D. Cornea
 E. Ciliarmuskel.
 F. Ciliarfortsatz.
 G. Iris.

a. Venen der Bindehaut.
 b. Episclerale Ciliarvenenäste.
 c. Verbindungsbogen zu ersteren.
 d. Bandschlingennetz der Cornea
 e. Ciliarplexus
 f. Venen der Sclera.
 g. Venen aus dem Ciliarmuskel zum Plexus ciliaris.
 h. Venen der Iris, in die der Ciliarfortsatz einmündet
 i. Capillarnetz im Sphincter pupill.
 k. Venen des Ciliarmuskels
 l. Gefäßgeflecht des Ciliarfortsatzes.
 m. Rückführende Aste desselben.
 n. Bandwebe des Geflechtes.





Digitized by the University of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (<http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biolzentrum.at)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1865

Band/Volume: [24_2](#)

Autor(en)/Author(s): Leber Theodor Carl Gustav von

Artikel/Article: [Anatomische Untersuchungen über die Blutgefäße des menschlichen Auges. \(Mit 4 Tafeln und einer Lithographie.\) 297-330](#)