Die
Entwicklungsgeschichte
des
menschlichen Auges

vom
Geheimen Medizinal-Rath Dr. **von Ammon**
in Dresden.

Hierzu 203 Abbildungen auf 12 lithographirten Tafeln.

Vorwort und Einleitung.

Diese Blätter enthalten in gedrängtester Kürze Resultate langjähriger Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Sie waren zu einem grösseren Werke bestimmt, das den genannten Gegenstand auch historisch-literarisch, nicht bloß wie vorliegend, nach eigenen Untersuchungen, gedrängt behandeln sollte. Aber der Gang der Wissenschaft ist jetzt so schnell, dass Bücher kaum mehr gelesen werden; man fordert jetzt Bogen, wo früher Quartanten geschrieben wurden; deshalb hielt ich es für zweckmässiger, bei aller Kenntniss und Achtung vor den Leistungen Anderer auf dem Gebiete der Ophthalmogenese, bloß das, was ich selbst in der Entwicklungsgeschichte des Auges des Menschen gesehen und gefunden habe, in möglichster Kürze mitzuthellen. Die Arbeit trägt

keine Spur vom Gepräge und Wuste der langen Forschung und Arbeit, sie tritt frei und leicht als reiner Text ohne Anmerkung und Citat hervor. Ich habe gestrebt durch sie eine genaue Einsicht in die Gesetze der Ophthalmogenese des Menschen zu gewinnen. Das war nicht leicht, weil das Material hierzu sich nur nach und nach bei geduldigem Warten ansammeln konnte. Möge sich, was ich nach oft wiederholten Untersuchungen und unbefangenen Beobachtungen hier mittheile, als sicher gestellte Thatsachen auch den Anschauungen Anderer ergeben! Es wird Aufgabe der fortschreitenden Wissenschaft sein, auch diese immer wieder zu sichten, zu deuten und zu verbessern. Ich habe durchgängig hier Untersuchungen menschlicher Foetalaugen beschrieben, nur ausnahmsweise habe ich vergleichende genetische mitgetheilt. Das Neue, bisher nicht Gekannte habe ich natürlich neu benennen müssen. Dasselbe bedarf des Namens; letzterer ist der Bezeichnungs-Pass für die Wanderung, die dasselbe durch das Reich der prüfenden Wissenschaft machen soll. Ich habe, so reich die bildliche Beilage Manchem erscheinen mag, doch nur die zum richtigen Verständniss unentbehrlichsten Illustrationen gegeben. Sie müssen bei der Lectüre der Schrift verglichen werden; sie sind alle naturgetreu von dem trefflichen Künstler Kranz gezeichnet. Die erste Zahl bedeutet die Tafel, die zweite die Figur.

Der vorliegende Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Auges des Menschen zerfällt in drei Theile. Der erste behandelt dieselbe im Allgemeinen nach bestimmten Foetalperioden; der zweite giebt die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Organe des menschlichen Auges; der dritte Theil enthält allgemeine Betrachtungen über einzelne Bildungsgesetze der Ophthalmogenese. Der Morphologie ist zunächst meine Aufmerksamkeit zugewendet gewesen. Sie erläutert genau die Lage und Entstehung der Theile des Auges, die noch immer

zu Controversen unter den Anatomen Veranlassung geben, und sie ist der Schlüssel zur Erklärung vieler angeborenen Augenkrankheiten. An keinem Organe kommen diese häufiger vor als am Auge. Gerade hier werden sie nicht selten Wegweiser zur Erklärung der Genese. Auf der langen unverdrossen und unermüdet verfolgten Bahn der Untersuchung (1826—1857) habe ich mich immur bemüht, den Knoten der Forschung zu entwirren, ich habe ihn nirgends geflüssentlich zerhauen; das war nicht leicht, denn auch bei der Entwicklung des Auges ist die durch und durch praktische Natur in ihren Maximen einfacher als unser, ihr leider so entfremdeter Verstand es sich vorstellt, und man hat anfangs Mühe und Arbeit genug sich an die grosse Simplicität ihrer Schöpfungsweise zu gewöhnen, die in all' ihren Proteischen Erscheinungen nach und nach und endlich doch dem geduldig Suchenden sich enthüllt. Ich darf sagen, dass ich Alles gelesen habe, was über die Entwicklungsgeschichte des Auges bisher geschrieben worden ist. Ich habe aber versucht Alles zu vergessen, um Auge und Urtheil unpartheisch zu erhalten, meine Arbeiten über die Ophthalmogenese mit eingerechnet. Sollte ich durch diese Untersuchungen mit ihnen bisweilen in Widerspruch gekommen sein, so wäre das natürlich; die gereifere Forschung führt ja oft, wenn nicht immer, zu einer richtigern Erkenntniss.

Bei der Untersuchung der histologischen Veränderungen der Organe des menschlichen Fœtalauges treten zwei Perioden hervor; die erste ist die vor der Bildung des Gefässsystems, die zweite die nach Entstehung desselben. Das Parenchym jedes Organes, d. h. seine erste Grundform, bildet sich auch im Auge ohne jede Einwirkung von aussen, es verdankt seine erste Entstehung seinem eigenen ihm innewohnenden Bildungsstoff; derselbe entsteht ohne irgend eine Beihülfe des Gefäss-

systems. Hat sich aber dieses dem primären Parenchym hinzugesellt, so entsteht in demselben eine neue Epoche der Weiterbildung, es beginnt jetzt das Stadium der jedem Organsysteme eigenthümlichen histologischen Entwicklung seiner Gewebe. Zur normalen Entwicklung jedes Organs gehört also nicht bloss die Anlegung neuer Zellen oder die Vergrösserung der bereits vorhandenen, sondern auch die Zellenumwandlung in die jedem Organe nothwendige d. h. eigenthümliche Gewebestruetur. Der Untersuchung dieses Theiles der Ophthalmogenese habe ich ebenfalls meine Aufmerksamkeit in den einzelnen Theilen des zweiten Abschnittes zugewendet. Ich habe aber fortlaufende bildliche Darstellungen nicht hinzugefügt, um die Menge des Nothwendigsten nicht zu vermehren; auch kann ich diese Mittheilungen nicht als reife Früchte vollendeten Wissens ansehen, sondern nur als die wahre Erzählung einer redlichen Forschung. Die Entwicklungsgeschichte der Nerven im menschlichen Fœtalaug e blieb von dieser Arbeit ausgeschlossen. Ich habe in einzelnen Theilen des Fœtalauges von und nach dem fünften Monat und vielleicht noch früher, einzelne ausgebildete, kurze, mit Nervenmasse gefüllte Nervenfasern in ziemlich grosser Menge wohl gefunden, und vor dieser Zeit, z. B. in der Choroidea Zellen wahrgenommen, die sich vereinigten, bei denen aber noch einzelne Zwischenwände vorhanden waren, so dass die spätere Form der Nervenröhren, aus zwei Conturlinien bestehend, noch nicht ganz ausgebildet erschien, und auch noch leer an Nerveninhalt waren. Weiteres kann ich aber über die Entwicklungsgeschichte der Nerven des Auges nicht mittheilen, weder über die Zeit der Nervenentstehung in den einzelnen Organtheilen des Auges, noch über das Verhältniss derselben zur Bildung anderer Organtheile, noch endlich über den Verlauf und die Verzweigung und die Endigung der Augennerven selbst.

Vor mehr als fünf- und zwanzig Jahren schrieb der grosse Physiolog J. Müller „Die Bildungsgeschichte des Auges ist ein noch sehr entfernt liegendes Desiderat, welches ausserordentliche Kräfte und unermüdete Ausdauer der Beobachtung erfordert.“ Ich lege hier einen Versuch zur Lösung dieses Desiderat's vor. Ausdauer habe ich bei der Untersuchung gehabt, aber die Kräfte waren der Verfolgung der schweren Aufgabe nicht immer gewachsen. Das fühle ich selbst am Besten. Ich wäge deshalb das hier Gegebene nicht stolz, ich darf aber auch nicht in falscher Bescheidenheit das wirklich Geleistete geringschätzen. Manches ist aufgefunden, Vieles ist aber noch verborgen oder dunkel geblieben.

Inhalts-Verzeichniss.

Erster Theil.

Allgemeine Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges in den verschiedenen Foetalperioden.

Zweiter Theil.

Specielle Entwicklungsgeschichte der einzelnen Theile des menschlichen Auges.

1.

Entwicklung der Augenumhüllungshaut, der Sclera und Cornea.

(Hierzu Tafel 1, 2 und 3.)

Entstehung der Umhüllungshaut des fötalen Auges. — Bildung der Cornea und Sclera. — Scleralspalt. — Schliessung desselben. — Scleralhistologie. — Bildung der Scheide des Nervus opticus. — Verbindung desselben mit der Sclera. — Begränzung der Cornea und der Sclera. — Bildung der Schichten der Cornea. — Einfluss der Gefässe dabei. — Eigentliche Cornealsubstanz. — Circulus venosus corneæ.

2.

Entwicklung der Linsenkapsel und des Linsenkörpers.

(Hierzu Tafel 4 und 5.)

Die Entwicklung der Linsenkapsel. — Nicht durch Einstülpung. — Durch Lamellirung. — Lage derselben. — Vordere und hintere Wand derselben. — Fovea capsulæ lentis posterior. — Histologie der Kapsel. — Epithelium. — Kapselgefässe. — Bildung des Linsenkörpers. — Die hintere Scheibe entsteht zuerst. — Die vordere später. — Bildung des Linsenkörperstoffes. — Linsenbildung hinsichtlich der verschiedenen Gestaltung. — Metamorphosen derselben. — Sulcus lentis fötalis. — Crista lentis fötalis. — Verschiedene Farben der Fötallinsenschichten.

3.

Entwicklung des Glaskörpers.

(Hierzu Tafel 5 und 6.)

Glashaut. — Gestalt derselben. — Verbindung mit der Linsenkapsel. — Margo ciliaris des Glaskörpers. — Fossa hyaloidea. — Gefäßbildung daselbst. — Bildung der Corona ciliaris in ihren einzelnen Theilen. — Halsbildung des Glaskörpers. — Entstehung des Canalis Petiti. — Sulcus et canalis hyaloideus. — Entstehung. — Form. — Verlauf. — Verschwinden desselben. — Verschiedene Arten von Spalten im Glaskörper. — Verbindung des Glaskörpers mit der Netzhaut. — Lamellirung des Glaskörpers. — Föetalhistologie des Glaskörpers.

4.

Entwicklung der Netzhaut.

(Hierzu Tafel 7 und 8.)

Bildungsstelle der Netzhaut. — Sie entsteht als Gehirntheil. — Trennung vom Gehirn. — Ihre Form und einzelnen Theile. — Margo ciliaris föetalis. — Ora serrata. — Spalt. — Raphe. — Die föetalen Retinalfalten als primitive Bildung. — Föetale Retinalagen. — Impressiones et elevationes föetales. — Verbindung der Netzhaut mit den optischen Fasern. — Bildung derselben im Nervus opticus. — Bildung der blinden Stelle. — Umbilicus nervi optici. — Papilla nervi optici. — Arteria centralis. — Obliteration derselben. — Verhalten der Retina föetalis zum föetalen Glaskörper.

5.

Entwicklung der Choroidea, der Ciliarfortsätze der Iris und des Tensor Choroideae.

(Hierzu Tafel 8 und 9.)

Choroidea. — Ihr frühes Sichtbarwerden im Föetalaugen. — Spalt. — Geschichte desselben. — Pigment der Choroidea. — Pigmentmembran föetale. — Eigentliche Choroidealhaut. — Die Gefäße derselben. — Structurverhältniss der Pigmenthaut. — Ciliarfortsätze. — Entstehungsweise. — Theilnahme der Gefäße und Membranen. — Ihr Wachsthum. — Ihre Richtung. — Verhältniss zur Uvea. — Bildung des Tensor Choroideae. — Bildung der Iris. — Ihr Stroma. — Muskelfasernpigment. — Verhältniss zum Tensor Choroideae und zur Cornea. — Bildung der Uvea. — Zur Bedeutung der Pupillarmembran. — Zinn'sche Haut. — Iris der Neugeborenen. — Choroidea, Ciliarfortsätze und Iris bilden eine zusammenhängende Organisation.

6.

Entwicklung des Gefäßsystem's im menschlichen Föetalaugen.

(Hierzu Tafel 10 und 11.)

Entwicklung der Gefäße im Allgemeinen. — Am bebrüteten Ei. — Art ihrer Entstehung und ihrer Weiterbildung. — Die ersten Ursprungsstellen der Gefäße am menschlichen Föetalaugen. — Peri-

pherische und centrale Gefässe. — Arteria centralis. — Eintritt in's Auge. — Sie giebt Zweige zur Sclera. — Choroidea. — Canalis hyaloideus. — Corpus vitreum. — Capsula lentis. — Ihr Uebergang in das Kapsel epithelium. — Ansa arteriæ centralis. — Ihre weiteren Verzweigungen. — Giebt es eine Vena centralis. — Gefässe der Sclera. — Cornea. — Conjunctiva. — Arcus arteriosus Scleræ, — Corneæ. — Membrana pupillaris anterior et posterior. — Permanente und provisorische Fœtalaugengefässe.

7.

Entwicklung der Augenlider, der Augenmuskeln, des Orbitalfettes, der Thränenorgane, der Orbita.

(Hierzu Tafel 11 und 12.)

Augenlidbildung. — Oberes. — Unteres. — Schliessen derselben. — Ihr Oeffnen. — Augenlidspaltbildung. — Thränenpunkte. — Tarsus. — Meibom'sche Drüsen. — Zeis'sche Drüsen. — Bildung der Orbita. — Furca orbitalis. — Orbitalfettentstehung. — Bildung der Augenmuskeln. — Bildung der Thrändrüse, — des Thränensackes, — des Thränenkanals.

Dritter Theil.

1.

Ueber einige morphologische Gesetze im fötalen Auge des Menschen.

Lagenveränderung des menschlichen Fœtalauges. — Formveränderung desselben. — Lamellirung. — Augenfœtalspalt. — Faltung der Membranen.

2.

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.	Fig. 1.—20.	Fœtalaugengestalt.
Zweite „	„ 1.—24.	Fœtalaugenspalt.
Dritte „	„ 1.—18.	Fœtalaugenspalt.
Vierte „	„ 1.—23.	Bildung der Fœtallinse.
Fünfte „	„ 1.—20.	Bildung des Fœtalglaskörpers.
Sechste „	„ 1.—18.	Bildung des Fœtalglaskörpers.
Siebente „	„ 1.—16.	Netzhautbildung.
Achte „	„ 1.—12.	Bildung des Nervus opticus.
Neunte „	„ 1.—15.	Bildung der Iris und des Tensor choroideæ.
Zehnte „	„ 1.—14.	Angiologie.
Elfte „	„ 1.—14.	Augenlidbildung.
Zwölfte „	„ 1.—13.	Bildung der Orbita.

Erster Theil.

Allgemeine Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges in den verschiedenen Fœtalperioden.

Resultate von Augenuntersuchungen an Thier-Embryonen, namentlich an Vögeln, müssen die Einleitung zur gegenwärtigen Darstellung der menschlichen Ophthalmogenese bilden. Die früheste Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges würde ohne ihre Benutzung lückenhaft bleiben, weil gerade beim Menschen die wichtigsten Bildungsakte des Auges in eine Periode fallen, die nur ausnahmsweise an abortiven Embryonen zur unmittelbaren Wahrnehmung des Beobachters gelangt.

Morphologische Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Gehirns am Fœtus aus den höheren Thierklassen haben es zur Gewissheit gemacht, dass die allerfrühesten Bildungsstellen der Augen die seitlichen Ausbuchtungen der Grossgehirnblase nach ihrer Theilung sind, dass die Augenbildung also eine bilaterale, und mit der frühesten Epoche der Gehirnbildung nahe verknüpfte ist. Die Ansicht des scharfsinnigen Huschke (Ueber die erste Entwicklung des Auges und die damit zusammenhängende Cyclopie

Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie. Bd. VI. und meine Zeitschrift für Ophthalmologie Bd. III S. 341), dass ursprünglich beide Augen in der Grossgehirnblase vor Theilung derselben eine gemeinschaftliche Bildungsstätte haben, und dass durch Theilung derselben erst später zweiseitig die Bildung der Augen vor sich geht, eine Ansicht, die längere Zeit eine weit verbreitete Geltung gewonnen hatte, ist in unsern Tagen in den Hintergrund gedrängt worden. Man ist jetzt zu der Ansicht gekommen, dass jedes Auge für sich entsteht; dass beide Augen ursprünglich selbstständig sind; dass die Augenblasen erst nach der Zwei-Theilung der Grossgehirnblase jede auf ihrer Seite sich entwickeln, und dass an jener vor der Furchung keine, auch nicht die kleinste Spur von Augenbildung vorhanden ist. (1. 1.) Die Richtigkeit dieser Ansicht lehrt die Beobachtung der Gehirnentwicklung beim Huhn und bei den Quadrupeden. Man sieht an Hühnerembryonen an der ersten Hälfte des zweiten Tages die Gehirnblase sich ausdehnen, und eine einfache etwas halbkugelige Hervorstülpung bilden. Diese einfache primäre Hirnblase sitzt schon frühzeitig in der Mitte auf, sie bekommt bald eine Längenfurche, durch die sie sich in eine rechte und linke Hälfte theilt. Beide Hälften sind die jetzt erst sich bildenden Augenblasen. (2. 1. 2.) Bei zunehmender Ausdehnung der Grossgehirnblase nach vorn, und nach den Seiten rücken dieselben aus einander und kommen, da der Bauchtheil der Grossgehirnblase rascher wächst, als ihr Rückentheil, zu beiden Seiten derselben also bilateral zum Vorschein. In der Mitte und gegen das Ende des dritten Tages der Bebrütung treten die Augen noch mehr seitwärts und es wird ihr unmittelbarer Zusammenhang mit dem Gehirn bemerkbarer. (2. 1. 2.) Zu gleicher Zeit der Bebrütung beugt sich der Kopf abwärts. Das Gesicht wächst durch Hervortreten der sogenannten

Kiemenbogen; das Auge tritt erhabener hervor, denn in seinem Innern geht jetzt die Bildung der Linse und des Glaskörpers vor sich. Die Gesichtslappen rücken mehr zusammen, der Keilbeinkörper fängt an sich zu bilden, die Basis der Gehirnblase wulstet sich auf und formt den Stirnlappen, an den sich die Nasentheile mit dem Zwischenkiefer anreihen.

Bei dem Fötus der Quadrupeden sind die Bildungsstelle und der Bildungstypus ganz dieselben. An der vorderen Erweiterung der Grossgehirnblase sind nach der Theilung derselben die beiden seitlichen Ausbuchtungen, die Augenblasen, bestimmt zu sehen; in früher Zeit der Bildung, vor der Theilung der Grossgehirnblase ist keine Andeutung einer Ophthalmogenese wahrnehmbar.

An menschlichen Embryonen aus der Zeit des Endes der ersten Schwangerschaftsmonate erscheint das Auge bereits bilateral. Bei dem kurzen seitlichen Durchmesser der Gesichtstheile stehen beide Augen einander sehr nahe. Sie sind ohne Lupe kaum zu erkennen. Durch ein scharfes Glas lässt sich eine ovale Erhabenheit, die jedoch bei dieser Vergrösserung sehr undeutlich bleibt, wahrnehmen. Dieselbe hat die Farbe der Embryo-umhüllungshaut und liegt zwischen der Mundöffnung und dem grossen Gehirn, frei, wenig erhaben, ohne alle Umgebung. Das Auge ist noch bildlos. (I. 6.) Diese primäre Bildung des Auges ist an menschlichen Embryonen aus dem Anfang des zweiten Monates fortgeschritten. Das Auge ist jetzt bläulich gefärbt, erhabener als früher, und auch grösser. Es hat jetzt, da die Nasengegend und die Gesichtstheile sich mehr herausgebildet haben, eine von der Mundhöhle entferntere Lage, ist jedoch dieser, die sehr breit ist, nach innen sehr nahe, was noch eine kurze Zeit hindurch so bleibt. (I. 7.) Das Auge selbst zeigt in diesem Zeit-

raum bei der Betrachtung durch die Lupe einen länglichen blauen Ring mit verwischten Rändern. Derselbe liegt schräg gegen das andere Auge gerichtet, ist nach abwärts nicht geschlossen, d. h. zwischen den Rändern ist dort eine weisse, ungefärbte Hautstelle, die nicht selten nach abwärts durch eine Hautbrücke in eine Querfalte (die erste Andeutung des unteren Augenlides), übergeht. (1. 8.) Bei dem fortschreitenden Wachsthum des Gehirns tritt die Nasenspitze unter demselben hervor und giebt den Stützpunkt des mittleren Theiles des Gesichtes ab; nun bilden sich die Wangen, die theils die Lage der Mundöffnung verändern und diese verkleinern, theils dem im Wachsthum rasch vorschreitenden Auge das Material für die Augenlider geben. (1. 9.) Dieselben bilden sich von der erwähnten untern Falte aus zum runden Wulst um das Auge herum. Die Regel ist, dass das untere Lid sich zuerst bildet. Hiermit verliert das Auge, das unterdessen sich auch mehr nach aussen gehoben hat, seine Undeutlichkeit, bekommt bestimmte Conturen und Umgränzungen. Diese Bildung der nächsten Umgebungen des Auges schreitet langsam vorwärts, und es bedarf der Anschauung einer grossen Menge von Embryonen aus der frühesten Periode, um die Bildung der Augenlider Schritt vor Schritt zu verfolgen, und ihr allmähliges Wachsthum genau und naturgetreu zu schildern. Die Bildung der Augenlider steht mit der Genese der Orbita und mit der fortschreitenden Entwicklung der eigentlichen Gesichtsgegend, des Oberkiefers und der Nase in nahem Verhältniss, und mit dem Wachsthum der Nase ist die Entstehung der Thränenwerkzeuge wiederum verbunden. (1. 9. 13.)

An einem nicht ganz drei- oder vierwöchentlichen menschlichen Embryo kann man mit unbewaffnetem Auge kaum eine Spur des Bulbus wahrnehmen. Mittelst der Lupe sieht man jedoch an beiden Augenstellen einen

schwärzlich-blauen nach unten nicht geschlossenen flachen Ring von unbestimmten nicht scharfen Umrissen gebildet; innerhalb dieses Ringes ist die Augenstelle flach, weiss, ohne allen Widerschein. (I. 2. 3. 4.)

Die Bildung ist auf einem Auge desselben Fötus oft kräftiger, als auf dem andern. Es ist das mehrentheils das linke. Der Umriss dieses Auges ist dann bestimmter, die Farbe dunkler, die Ränder sind schärfer gezeichnet, machen keine Einbiegungen auf sich selbst.

Die nähere Untersuchung eines solchen Fötus, wenn er mehrere Tage in Weingeist gelegen hat, zeigt bei dem Gebrauch einer scharfen Lupe, dass die äussere Haut, die im frischen Zustande wie ein dünner sulziger Schleim erschien, jetzt durch die Einwirkung des Weingeistes erhärtet, sich membranös über die Augengegend erstreckt, am Rande des Bulbus ohne Faltenbildung ist, und direct mit den dem Auge zunächst liegenden Hautumgebungen sich verliert. Es ist sonach in dieser Bildungsepoche keine Spur von Augenlid vorhanden. (I. 6. 1.) Verhältnissmässig hat das menschliche Fötalauge schon jetzt eine bedeutende Grösse; auch nimmt dasselbe rasch an Umfang zu, besonders in seinem Durchmesser, tritt desshalb über die Oberfläche des Kopfes weit hervor, und ist augenlidlos. Das ist anders einige Wochen später. Eine Linie unter der Stelle, wo der blaue Ring schräg nach unten ungeschlossen war, tritt eine concav nach oben, convex nach unten gestellte dünne Hautwulst auf, die nach rechts und links sich erstreckt, neben sich eine Querfalte bildet und als die erste Andeutung des untern Augenlides erscheint. Das ist meistens auf beiden Kopfseiten des Embryo deutlichst zu sehen; bisweilen jedoch ist die eine Seite der andern in der Bildung voraus. Ist der Fötus im Wachsthum fortgeschritten, so sieht man Folgendes:

Die halb gebildeten Augenlider erscheinen wie ausgebildete Lider, die geöffnet sind. (I. 10.) Der Bulbus ist im Spalt derselben als eine bläuliche Kugel sichtbar. Die Form desselben ist rund, er ist klein, flach, fast ringförmig. Die Cornea mehr umschleiert als hell, ist mit der Sclera zusammenfliessend, und auch bei der Zerlegung des Auges nicht genau, aber wohl andeutungsweise am undeutlichen Rande von ihr zu unterscheiden. Auf der innern Fläche der Sclera sieht man eine ihr dicht anhängende schwärzlich und gelb gefärbte Membran, die jetzt in der Entstehung begriffene Chorioidea. Die Linse ist länglich rund, mit einem kleinen schwanzartigen Anhängsel, (das Rudiment des Glaskörpers und die Arteria centralis) versehen. Die Netzhaut zeigt weniger ein festes membranöses Continuum als zusammenhängende Flocken, die unter Wasser rasch zerfliessen. Die einzelnen Häute sind schwer von einander zu unterscheiden, selbst mit der Lupe; noch schwerer sind sie in dieser Zeit durch das anatomische Messer zu trennen.

Berücksichtigungswerth ist die convergirende Richtung und die relativ grosse gegenseitige Nähe der Augen an menschlichen Embryonen in dieser Periode. Man gewahrt dann, dass die Richtung des Auges nicht eine gerade, sondern eine mehr schräge nach innen zu sich wendende ist, so dass die Augen eine fast schielende Richtung haben. Diese ein- und abwärts stattfindende Richtung derselben steht mit dem Wachsthum der Orbita und mit der jetzigen Kleinheit der die Gesichtsgegend bildenden Knochen, dem Siebbein und dem Keilbein in Verbindung. Dabei ist zu erwähnen, dass wenn die Augenlidbildung in diesen Zeitraum fällt, was jedoch nur ausnahmsweise der Fall ist, die Richtung der Augenlidspalte auch eine mehr convergirende als parallel laufende zu sein pflegt.

Die Augen menschlicher Embryonen aus dem dritten Schwangerschaftsmonate, vorzüglich aus dem Ende desselben, sind von Augenlidern zwar eingefasst, aber nicht ganz bedeckt. (I. 9.) Die in früher Zeit aus dem Kopfe knopfartig hervorstehenden, ihm gleichsam angeklebten Augen vereinigen sich inniger und tiefer mit diesem, bald ist es als wüchse dieser auf sie herab, bald als wüchsen sie in ihn hinein. Es bilden sich nämlich jetzt die Augengruben. Die Entstehung und Bildung dieser hängen mit dem Vorschreiten der Kiemenbogen zusammen, und diese stehen mit der der beiden Stirnbeine in Verbindung. Man bemerkt an diesen bereits das seitliche Hervortreten der Orbitalränder. Mit dem Entstehen dieser zuerst auftretenden Gesichtshölen und namentlich der äussern Ränder derselben steht die Genese und Fortbildung der Augenlider in Verbindung, welche anfangs oben und unten und dann seitwärts als kleine Hautfalten die Bulbi einfassen. Diese liegen in jenen, wie die Eicheln in der Schale. Bei fortschreitendem Wachsthum bedecken die Lider nach und nach die Augen ganz. Man sieht jedoch, dass das Wachsthum der Augenlider auf der einen Gesichtseite dem auf der andern vorausseilt. Dies Alles wird bald gegen das Ende des dritten Monats beobachtet, bald erst in der Hälfte des vierten. In ersterer Zeit fällt die weitere Entwicklung der Augenmuskeln, die als kleine Stränge den Apfel seitwärts und mehr nach dem Grund zu umgeben, und fast fadenförmig erscheinen. Der Nervus opticus steht mit der Sclera bereits in Verbindung. (3. 14.) Der hintere Theil der Sclera, der in dieser Zeit noch nicht ganz geschlossen ist, ist bei gleichzeitig fortschreitender Bildung des optischen Nerven, mit diesem in Verbindung getreten, und hat den Bulbus in einen organischen Zusammenhang mit dem Gehirn gebracht.

Der Augapfel, der bisher kuglich war, geht in dieser Zeit in die mehr längliche Form über. Dieses geschieht vorzüglich dadurch, dass die Cornea sich jetzt etwas wölbt. Gleichzeitig bildet sich der nach aussen und hinten liegende mittlere Theil des Bulbus, von der Mitte der jetzt in die Breite wachsenden Sclera mehr aus, indem er sich nach aussen und hinten wölbt. (2. 22. 23. 24.) Der Unterschied zwischen Sclera und Cornea, der bis jetzt wenig bemerkbar war, springt jetzt deutlicher hervor. Die Sclera, bisher sehr dünn, wird durch Auflegung von Bildungstoffen fester und undurchsichtiger, ist weniger bläulich, mehr weiss; die Cornea erscheint dagegen durchsichtiger und dünner. Nach aussen und hinten bemerkt man um diese Zeit einen bedeutenden Vorsprung an der Sclera, welcher in seiner Textur dünner als die übrige Membran ist. (*Protuberantia scleræ foetalis*). Untersucht man Fötusaugen aus dieser Zeit, so sieht man auf der sehr dünnen Sclera viele kleine Gefässstämme, die durch diese Membran dringen und zur äussern Fläche der Choroidea gehen. Solche Gefässverzweigungen kommen in grösserer Menge auf dem hintern als auf dem vordern Theile der Sclera vor. Ueber diese Gefässramificationen lagert sich später die äussere Scleralschicht, ein Bildungsact wichtiger Art, durch den die Sclera ihrer Ausbildung entgegengeht. (9. 7.) Die Durchsichtigkeit der Cornea hat jetzt einen höheren Grad erreicht, gewährt einen freien ungetrübten Einblick auf die sich bildende Iris und auf das Linsensystem. Die runde Berührungslinie von Sclera und Cornea ist deutlich gezeichnet sowohl innerlich als äusserlich durch einen Rand, der auf der äussern Fläche später in den *Annulus conjunctivæ* übergeht; der auf der innern gestaltet sich später zu einer hervorragenden Verbindungsstelle mit dem *Tensor choroideæ*. Der Conjunktivalüberzug der Cornea

wird bemerkbar; die Sclera gegen die Sonne gehalten, ist noch durchsichtig, hat aber äusserlich jetzt ihre zweite stärkere und dichtere Texturlage. Man sieht deutlich, dass sich auf die äussere Fläche der Sclera eine neue Membranschicht auflagert; dieselbe bildet die feste fibröse Schicht der Sclera, umgiebt die Gefässe und Nerven auf der äussern Seite und bildet so die schräg verlaufenden Foramina perforantia scleræ für diese Theile. (10. s. 4.) Die innere Fläche der Sclera besitzt einen glänzenden silberartigen membranösen Ueberzug.

Die Sclera in der Gegend der Scleralprotuberanz ist dünner als die übrige Membran, und bleibt es eine Zeit lang. Erst später zieht sich diese Stelle zusammen und überhäutet sich so mit der zweiten äussern Schicht. Auf der innern Fläche dieser Scleralgegend sind bisweilen kleine sternförmig geschwarze Figuren, die späteren sternförmigen Pigmentstellen, vorhanden. Der Nervus opticus, dessen jetzt noch rinnenartige Scheide sehr dünn und dessen Inhalt gelatinös und röthlich, fast durchsichtig ist, verbindet sich mit der Sclera dicht neben ihrer Protuberanz nach unten und hinten. Man sieht auf der innern Seite der Sclera dicht bei der Insertion derselben ein Gefäss eintreten, die Arteria centralis, die in einer am Glaskörper nach abwärts gebildeten Rinne (sulcus hyaloideus) zur hintern Kapselwand sich begiebt. Der Glaskörper ist in dieser Zeit fast noch membranös, und der Raum, der zwischen der proportionell grossen Linsenkapsel in dem hintern Theile des Bulbus besteht, sehr klein. Die hintere Linsenkapselwand berührt fast den Fundus des Auges, und ist sonach dem Gehirn sehr nahe. (1 und 2.)

Dicht an der Sclera lagert die auf ihrer innern Fläche schwärzlich und gelb gefärbte, früher bereits erwähnte Haut (die beginnende Choroidea), die vom

Grunde des Auges aus nach vorn bis zum Vereinigungspunkt von Sclera und Cornea sich erstreckt und hier ausgezackt ist und in einem Zirkel endigt. An dem Rande dieses Zirkels ist in früher Zeit die Andeutung eines Spaltes zu sehen, der aber bald verschwindet. Auf der innern Seite des Randes bemerkt man einzelne Einbiegungen. Betrachtet man diese mittelst der Lupe, so sieht man, dass dieselben Falten eines Strickbeutels gleichen, der durch einen Faden halb zusammengezogen ist. Durch dieses Zusammenlegen des obren Randes der Choroidea in Falten (8. 9. 10.) beginnt die Bildung der Ciliarfortsätze; diese Falten sind auf ihren oberen Stellen hell, ohne Pigment, in den Falten selbst sieht man dagegen eine schwarze Färbung. In dem Ciliarteile ist die Choroidea um diese Zeit dunkler gefärbt, als nach dem Hintergrund des Auges hin. Diese dunkle Färbung nimmt wohl die Hälfte der in Rede stehenden Membran von vorn nach hinten zu gerechnet, ein. (3. 5.) Die durchsichtige Krystall-Linse sammt Linsenkapsel reicht weit nach vorn, dicht an die hintere Fläche der Cornea. Es ist eine vordere Augenkammer noch nicht vorhanden, der Bulbus bildet eine einzige Kammer ohne Fachwerk. (7. 10.) Der Glaskörper ist jetzt grösser als früher, hat mehr wässrige Bestandtheile. Er ist durchsichtig, fluktuirend, meistens weiss, bisweilen grünlich oder gelb, manchmal roth, aber immer durchsichtig; man sieht stets die Centralarterie, die unter ihm hinget, oder sich in seiner Mitte, wenn auch nicht immer central, hindurchschlängelt.

Nimmt man die Linse sammt Glaskörper aus dem Auge, so sieht man, wenn man dieselbe in Wasser gelegt hat, eine Art von Einsackung, Einstülpung der Linse in den Glaskörper. Es umgiebt eine Randeinstülpung des Glaskörpers den Rand der in denselben hineingedrückten Linse sammt Kapsel. (Margo ciliaris

fœtalis corporis vitrei.) Dieser runde Einstülpungsrand des Glaskörpers ist glatt, frei von allen Falten, in frühester Zeit nicht ganz ringförmig geschlossen, was später der Fall ist, sondern an einer Stelle in einem Spalt klaffend. Später bleibt bei der Zergliederung auf diesem Rande ein Theil des Choroidealpigments in kleinen Flocken hängen, da dieser Theil sehr innig mit dem noch irislosen etwas gefalteten Choroidealrande zusammenhängt.

Bei fortschreitender Augenentwicklung beobachtet man Folgendes: Das Auge erscheint durch die Einfassung der Augenlider, die nicht eben sehr rasch sich weiter entwickeln, ausdrucksvoller, als früher. Es wird dabei auch grösser und hervorragender. Das Fœtal-Gesicht ist jedoch noch immer in seiner Ausbildung zurück, vorzüglich in der Gegend zwischen den Augen. Es fehlt dort noch das weitere Wachsthum der Stirnlappen, das später die Ausbildung des os ethmoideum bedingt, und so hat der Gesichtstheil noch immer etwas Klaffendes und dadurch Monströses. Unterdessen tritt aber der Stirnlappen mehr herab, dadurch wächst die Nase freier hervor, die Verschmelzung des Oberkieferlappens mit dem Lappen der Stirn geschieht inniger, die Bodenbildung der Nasenhöhle wird abgeschlossen. Der Zwischenkiefer entwickelt sich und so füllt sich denn die bis dahin klaffende mittlere Gegend des Gesichts durch die Nasenbildung mehr und mehr aus. Die Lippenbildung, die bisher noch sehr zurückstand, tritt mehr hervor, wodurch die seitliche Wand der Mundhöhle, die Wangengegend, sich vergrössert und jene sich verkleinert. (1. 6. 7. 9. 12.) Die Flügeltheile der Nase erheben sich, die Nasenlöcher fangen an sich zu öffnen, der Unterkiefer streckt sich nach vorn, dadurch bekommt diese ganze Gegend einen menschlichen Ausdruck, und das Ohr entfernt sich vom Mundwinkel.

Die Hautfalten um die Augen gelagert und diese ziemlich umschliessend, die sich fortbildenden Augenlider, verlieren während der beschriebenen Weiterbildung der Umgebungen ihre runde Gestalt, werden mehr oblong, nehmen bei dem freien Hervortreten ihrer Ränder, deren Abstand von dem Bulbus schon bemerkbar ist, eine mehr klappenartige Beschaffenheit an, und decken als gebildete hervorstachsende Hautfalten mehr oder weniger das Auge. Von der achten bis zehnten Woche an, bis gegen das Ende des dritten Monats bildet sich der Embryo in allen seinen Theilen und Verhältnissen mehr und mehr aus. Namentlich rundet sich der Kopf ab; das im Verhältniss zu den Gehirntheil kleine, oblonge und schräg gelagerte Gesicht wird grösser und runder, obgleich sehr langsam. Die Nase erhebt sich, der Unterkiefer bleibt aber gegen die andern Gesichtstheile zurück. Die Augenlider wachsen durch die Fixirung des innern Augenwinkels an den Orbitalrand mehr oblong als rund gestaltet einander entgegen, haben jedoch in dieser Zeit mehr oder weniger einen klaffenden Theil, der als Augenlidspalte über den jetzt immer dunkler gefärbten Augen liegt. Diese Augenlidspalte wird aber durch Vorwachsen der Augenlider schmaler, und so sehen wir denn gegen das Ende des dritten oder Anfang des vierten Monates die Augenlider an ihren Rändern einander berühren, sich schliessen und die Augen ganz bedecken. (1. 13.) Mit dem Schliessen der Augenlider bekommt die Gesichtsbildung des Fötus einen höhern Ausdruck. So lange das nicht geschehen war, hatte der sehr enge Raum des Gesichts vom obern Orbitalrand zum Mund herab, in der kleinen eingedrückten Nase, und in der kurzen oft noch triangulären Oberlippe, so wie in der schrägen beiderseits vorhandenen Gesichtsfalte, einen affenartigen Ausdruck. Durch das Hervor- und Einanderentgegenwachsen der Augen-

liderfalten glätten sich die bis dahin in der Nasenwurzel-Gegend vorhandenen fötalen Hautfalten, wozu freilich auch das Erheben des Nasenrückens, das Hervortreten des untern Theils desselben durch den wachsenden Zwischengaumenknochen das Ihrige beitragen. (1. 7. 12.) Mit dem Verschwinden der genannten Hautfalten in dieser durch Wachsthum von innen heraus sich vergrößernden und erhebenden Gesichtsparthie ändern sich die Proportionen, und das Menschliche tritt mehr hervor, obgleich die Stirn noch immer stark nach vorn gewölbt und sehr hoch ist, obgleich die Nasenwurzel sehr breit, die Nasenspitze noch wenig entwickelt, stumpf aufgestülpt, selbst doppelt und breit ist. Jetzt tritt aber auch, und das geschieht meistens Ende des vierten und Anfang des fünften Monats, das Wachsthum des mittleren Theils des Gesichts insofern hervor, als die Seitentheile desselben durch Zunehmen der Jochfortsätze sich vergrößern. Hierdurch geschieht eine wesentliche Veränderung in der Breite der Nasenwurzel, diese wird schmaler, und die Augen rücken einander scheinbar näher, weil nun die Gesichtsparthieen sich ändern, wozu namentlich in dieser Zeit die Wölbung der obern Wangengegend zwischen Nasenflügel und Auge Vieles beiträgt. Das Wachsthum der Augen bleibt nicht zurück, durch die hervortretenden Orbitalränder werden sie mehr und mehr umlagert, und erhalten dadurch eine ausdrucksvolle Gesichtstellung. (1. 12. 13.) In dem Fötal-Gesichte ist bei diesen fortschreitendem Wachsthum eine Verlängerung der Nasenspitze zu bemerken, mit der ein schräges Hervortreten der Nasenlöcher verbunden zu sein pflegt. Das Ohr, das in der Ausbildung gleichen Schritt gehalten hat, tritt deshalb mehr zurück, weil die Zunahme der untern Maxillargegend sich geltend macht. Die Augenlider erheben sich um die geschlossene Augen-

lidspalte herum, es ist als wenn das Hautvolumen derselben überall zunähme. Die Tarsusbildung und die Bildung der Augenlidmuskelfasern machen sich durch eine Wendung der Augenlidränder nach aussen in dieser Periode bemerkbar. Sind die Augenlider geschlossen, so scheinen Anfangs die Bulbi, durch die jene gehoben werden, durch diese, die noch sehr dünn sind, hindurch. Die Augenlider sind auf der hintern Fläche von der Bindehaut noch nicht überzogen; es verzweigen sich einzelne Gefässe in schönem Kreise. Von den Meibom'schen Drüsen wie von den Tarsen ist noch keine Spur vorhanden. Die Gestalt der Bulbi ist länglich, die Cornea ziemlich gross, die Sclera dünn und bläulich. Die Conjunctiva bulbi ist sehr ausgebildet und wie ein Schleier über dieselben hingehend, dagegen ist die Conjunctiva palpebræ in ihrer Ausbildung zurück. Hinter der Cornea ist die blaue Iris in Form eines geschlossenen Ringes jetzt zu sehen. Die Sclera weich, auf ihrer äussern Oberfläche ungleich bald eingebogen und in Falten, bald hervorragend, und so zum Ansatz der Muskeln vorbereitet. Die Retina befindet sich zwischen Flocken- und Membranbildung. Wird sie durch den Wasserstrahl entfernt, so zeigt die Choroidea sich als Pigmenthaut, und an der Stelle des Sehnerveneintritts eine mehr längliche als runde weisse Stelle, den Ueberbleibsel des Spaltes. Die Pigmentbildung ist regelmässig und weiter vorgeschritten; die Linse rund, der Glaskörper erscheint, eine durchsichtige Membran als Anhang der Linse. Der Spalt der geschlossenen Augenlider wird jetzt im äussern wie im innern Winkel derselben kolbig ausgeschnitten. Der Spalt entspricht in seiner Lage nicht immer der Cornea, er liegt bisweilen etwas mehr nach innen; der vordere Theil des Auges liegt dann nach aussen hinter den Spalt. Vom Thränensack ist keine Spur vorhan-

den. Dagegen tritt der Orbitalrand auf beiden Augen mehr hervor. Der knöcherne Nasenbau ist in seiner Bildung noch immer zurück.

Die Kopfhaut des Menschenfoetus ist von der Mitte des fünften Schwangerschaftmonates an gewöhnlich sehr roth, weil die Gefässmenge in derselben sehr zunimmt und der Einfluss des Blutfärbestoffes auf die Ernährung, bisweilen auch auf die Färbung der Organe sich jetzt geltend macht. So findet man gar nicht selten von diesem Zeitraum an Linse und Glaskörper, namentlich den letzteren, roth, ein Colorit, das sich später aber wieder verliert; es geht selten direkt in eine weisse Farbe über, meistens findet erst ein gelbliches oder grünliches und dann später erst das normale farblose Aussehen in der Linse und dem Glaskörper der spätern Zeit statt, eine Farbenmetamorphose in diesen Organen, die ich oft beobachtet habe, und die mehr von foetaler Bedeutung als pathologischen Ursprungs sein dürfte. Das Auge zeigt, scheinbar in der Sclera verkleinert, eine grosse Scleralprotuberanz; die Cornea ist gross, dünn, durchsichtig. Die blaue Iris ist nicht gleichmässig breit in ihrem Ringe, sie ist sehr schmal. (9. 7. 8.) Man kann schon mit blossem Auge sehr tief in die Cavität des Bulbus hineinsehen, der Fundus erscheint ziemlich hell röthlich, und es bezeichnet dieser Anblick die Möglichkeit, dass in dieser Periode durch Hemmungsbildung ein Albinozustand des Auges bleibend entstehen kann, da die weitere Ausbildung des Choroidealpigmentes erst jetzt beginnt.

Die Caruncula lacrymalis ist jetzt in ihren Anfängen vorhanden; in die Thränenpunkte kann man ein feines steifes Pferdehaar einführen. Die Meibom'schen Drüsen und Tarsen erscheinen auf der hintern Fläche der Augenlider deutlichst. Die Conjunctiva bulbi et palpebrarum ist an der innern Fläche der Augenlider

nicht vollendet. Linse kugelrund, Glaskörper gelb, gross, die Einstülpung der Linse in die Glasfeuchtigkeit ringförmig geschlossen, hier und dort sieht man einzelne Pigmentstücke auf der Vereinigungsleiste, doch noch keine Falten und Eindrücke. Die Arteria centralis geht durch die Glaskörperrinne, und verzweigt sich auf der hintern Kapselwand, die meisten der Verzweigungen endigen dicht am Rand derselben, einzelne lassen sich bis auf die vordere Kapselwand verfolgen. Die Ciliarfortsätze klein, die Iris hängt an der Uvealseite nicht fest an der Choroidea, sondern durch eine fadenförmige Zwischensubstanz. (9. 5.) Die Netzhaut, wie hingehaucht, ist einer fein zerzausten Baumwollenlage nicht unähnlich. Nachdem sie durch den Wasserstrahl entfernt ist, wobei sie auch jetzt noch leicht in viele Flocken zerfliesst, erscheint die Choroidea deutlich; ihr Pigment ist mehr graubraun als schwärzlich, namentlich im Fundus oculi, nach den Ciliarfortsätzen hin wird sie aber dunkel. Die Augen eines gegen vier Monate alten menschlichen Fötus lassen Folgendes wahrnehmen. Die äussere Fläche der Sclera ist mit kurzen Gefässen bedeckt, von denen viele in das Parenchym derselben, an ihren Enden sich kräuselnd, eindringen. Um die Cornea herum endigen sie, es treten viele Gefässäste in den Conjunctivaring. Die innere Fläche der Augenlider ist mit einem Gefässkranz eigenthümlicher Art bedeckt. (11. 4.) Die Spalte der Lider ist zusammengeklebt, nicht aber zusammengewachsen. Die plastische Form des Augenlides ist jetzt mehr angedeutet; der Tarsus ist in seiner Ausbildung begriffen, der Rand desselben ist bereits zu sehen. Die Netzhaut noch dünn, aber mit vielen Falten versehen, geht bis vor zum Linsenkapselrand, und gränzt sich dort scharf in ihrem Ciliarrand ab. Nach dem Grund des Auges hin ist eine grosse Querfalte, auf der der Glaskörper gleich-

sam reitet. Das Choroidealpigment ist nach vorn stark verbreitet. Es zeigen sich nach vorn die jetzt grösser gewordenen Ciliarfortsätze. Die Uvea ziemlich schwarz, steht an einzelnen Stellen noch immer von den Ciliarfortsätzen etwas ab, jedoch weniger als früher. Auf ihrer vordern Fläche ist die Iris blau, die als ein gleichmässiger Ring sich überall hin verbreitet. (9. 2. 3.) An der der Protuberantia scleræ entsprechenden Stelle der Choroidea sind schwarze dicke Pigment-Streifen; die Linse ist rund, der Glaskörper jetzt zweimal grösser als die Linse. Die Lider erheben sich etwas von den Augen. Der Zwischenraum, der sich jetzt zwischen dem Bulbus und ihnen bildet, enthält eine grössere Menge heller Flüssigkeit. Der innere Zustand der Augen ist ohne besondere Aenderung, nur dass der Glaskörper grösser wird. Das Pigment der Choroidea ist nach den Ciliarfortsätzen zu dunkler als nach hinten. Die Ciliarfortsätze sind jetzt kurz, gedrängt und ganz schwarz. Die Iris gleichmässig rund, vorn blau, zeigt am Ciliarrande einen geringeren Abstand von den Ciliarfortsätzen bisweilen ist in diesem Abstände noch das Maschenewebe dünner Faden zu sehen. (9. 5.) Die Netzhaut ist jetzt fester, membranartig, geht bis zum Linsenkapselrand, ist ziemlich dick und faltenreich. (7. 5. 6.)

Beim fünfmonatlichen Fötus sind die Augenlider geschlossen. Das Orbitalfett, theilweis noch gelatinös, ist in geringer Menge nur im Grunde der Augenhöle vorhanden. Die Muskeln sind einzeln, namentlich nach vorn zu ausgebildet, aber sehr dünn; im Hintergrunde sind sie zusammenhängend. (1. 20.)

Die Scleralprotuberanzen sind an beiden Augen sehr stark, die Sclera ist noch sehr dünn, namentlich aber an der obersten Stelle jener Hervorragung, und bei der genaueren Untersuchung, gegen das Licht gehalten, erscheint die oberste Spitze fast durchsichtig.

Es ist, als habe sich die Sclera im Vergleich mit dem Wachsthum des Fœtus in den übrigen Organen, zurückgehalten. Das Pigment auf der Choroidea ist nach vorn gegen die Ciliarfortsätze um die Uvea hin sehr dunkel, nach dem Fundus zu heller, ganz also wie früher. Die ziemlich breite Iris ist blau, und jetzt gleichmässig circular ausgebildet. Der Rand ist überall glatt ohne eine Spur von Pupillenmembran. Die Linse durchsichtig, hell, weiss. Der Glaskörper durchsichtig, aber grünlich, im Verhältniss zu der sehr runden Linse klein. Die Centralarterie geht aus dem Nervus opticus entspringend durch die Glaskörperrinne hindurch und verzweigt sich sehr schön auf der hintern Kapselwand. Auf der des Pigments durch Hülfe des Pinsels und Wasserstrahls beraubten Choroidea erscheinen die Gefässe schwach röthlich. Der Nervus opticus ist auf dem Durchschnitt weiss, das Neurilem sehr dünn. Die Augenlider sind geschlossen an ihrem Spalt, und dort nur mit Schwierigkeit von einander zu entfernen. In dem geschlossenen Sack, den die Conjunctiva palpebrarum und Oculi bei den sehr innig zusammengeklebten Augenlidrändern bilden, befindet sich auch jetzt eine helle durchsichtige Flüssigkeit. Die Conjunctiva ist am Auge und an den Lidern ausgebildet. Gefässe können auf ihr namentlich auf dem Cornealrand bestimmt und kreisförmig verlaufend unterschieden werden.

Die Augenuntersuchung des sechsmonatlichen menschlichen Fœtus ergibt Folgendes.

Das Gesicht ist ausgebildet, menschlich, die Augenlider sind geschlossen. Sie kleben an den Palpebralrändern stark an einander. Es ist wenig Orbitalfett vorhanden. Eine gelatinöse Masse, in der die Fettrauben sich bereits sehr schön ausgebildet haben, umgiebt die Seitentheile des Auges weniger, als den Grund desselben. Die Muskeln sind ausgebildet, aber noch dünn,

die Farbe derselben ist ziemlich roth. Die Nerven sind in und an demselben nicht unschwer aufzufinden, über ihre Endigungen vermag ich nichts zu sagen. Das Auge zeigt eine etwas conische Hornhaut, eine bläuliche Sclera und noch eine Andeutung der *Protuberantia scleralis*; der *Nervus opticus* tritt schräg in die Sclera. Sein *Neurilem* ist sehr dünn, die Nervenmasse erscheint auf dem Durchschnitt des Nerv röthlich und gelatinös. Die Iris ist auf beiden Augen dunkelblau. Neben der Cornea auf der ziemlich dicken *Conjunctiva scleræ* sind einzelne gekräuselte Gefässe zu sehen. Auch kommen grössere und kleinere rothe Flecke auf der *Conjunctiva* vor, die ich für Heerde der Bildung künftiger Gefässe halte (Gefässinseln).

Die Augen liegen dicht an den Orbitalwänden an, diese sind noch sehr dünn, papierartig in ihren Wänden gebildet, und ihre eigentliche Gestalt ist birnförmig. Die untern Theile der Orbitalwände sind gegen die obern in der Ausbildung sehr zurück. (12. 12.) Die nähere Untersuchung der Augen selbst zeigt beim Durchschnitt der Sclera eine dickere Beschaffenheit derselben als früher. Sie ist sehr weich, namentlich auf der äussern Fläche, die innere Schicht erscheint fester. Auf der Durchschnittsfläche ist sie überall gleich dick. An dem vordern Segment erscheint die Cornea proportionell klein gegen die Sclera. Sie ist dick beim Durchschnitt. Auf der äussern Fläche tritt der jetzt ziemlich ausgebildete *Annulus Conjunctivæ* deutlich hervor. Die Cornea ist entschieden rund, und gegen früher offenbar kleiner. Von einem *Circulus venosus* ist zur Zeit nichts zu sehen. Die Cornea zeigt ihren eigenen inneren Membran-Ueberzug, der einen gelblichen Schein hat; sie macht da, wo sie mit dem beginnenden *Tensor choroideæ* später durch strahlenartige Ausläufer sich verbindet, was aber jetzt noch nicht der Fall ist, einen scharfen Rand. (6. 12.) In

Wasser schwimmend lässt die Vorderfläche der Iris Folgendes wahrnehmen. Dieselbe ist ziemlich breit. Der Tensor choroideæ, der an ihn und dem Choroidealstück haftet, ist breiter als die Iris; er ist aber noch dünn, und weiss, und besteht aus zwei Ringen. Von dem innern Rande desselben gehen in Kreisform einzelne Streifen zu einer weissen auf der Iris liegenden Membran (Ligamentum pectinatum iridis). (9. 10.) Da wo diese Streifen, welche durch einzelne balkenartige Fortsätze zum Tensor choroideæ gehen, die vordere Fläche der Iris frei lassen, ist die Farbe der Iris dunkelblau; diese dunklere Farbe hängt von der Pigmentschicht der Uvea ab, die durch das dünne halbdurchsichtige Gewebe der Iris scheint. Von dem äussern Rand des Tensor choroideæ erstreckt sich eine dünne Membran über die der Sclera zugewendete Fläche der Choroidea schleierartig und bildet hier und da einzelne Falten, vielleicht Hüllen für die vorderen Ciliararterien und Venen. Nach vorn hin über die Iris weg geht von dem innern Rand des Tensor aus die Pupillarmembran; diese liegt ziemlich fest auf der Iris und hängt mit dem Pupillarrand auf das innigste zusammen. (6. 4.) Das eigentliche Irisstroma ist sehr dünn. Auf der hinteren Fläche desselben befindet sich stark ausgebildet die schwarze Pigmentlage (Uvea). Nach Entfernung derselben von der hintern Irisfläche verliert die vorher ziemlich dunkelblaue Iris ihre Farbe, sie wird farblos. Jetzt sieht man auch, wenn man die Iris an der Verbindungsstelle mit der Choroidea gegen das Tageslicht hält, dass dort eine diaphane Stelle, sehr schmal, die Iris am Ciliarrande von der Choroidea trennt. (6. 5.) Die Ciliarfortsätze sind kurz und von dunkler Pigmentschicht ganz bis zu den Spitzen bedeckt. Dieselben sind ausgebildet (8. 10.) in ihren Spitzen, jedoch noch zu kurz, um auf Linsenkapsel und Glaskörperverbindung einen Abklatsch bewirken zu können, auch

fehlen noch andere Momente, die zur Bildung der Corona ciliaris mitwirken müssen, z. B. die Vergrößerung des Glaskörpers. Die Choroidea ist im Augenhintergrund heller, dagegen ohngefähr von der Mitte des Bulbus an nach vorn gegen die Ciliarfortsätze hin, und über diese hinaus zur Uvea bis an den Pupillarrand derselben gleichmässig schwarz.

Linsenkapsel, Linse und Glaskörper sind sämmtlich hell durchschimmernd. Die Linse sammt Kapsel sehr rund. Der Glaskörper bleibt im Wasser hell. Von der Seite gelagert kann man durch eine scharfe Lupe wahrnehmen, dass der Linsenkörper die Kapselhöhle nicht ganz ausfüllt. Vielleicht der vierte Theil des Raumes der Linsenkapsel ist in der Peripherie mit einer hellen Flüssigkeit umgeben. Der die Linsenkapsel nicht ausfüllende Linsenkörper liegt in der Mitte. Nach vorn zu ist eine balkenartige Verbindung desselben mit der innern Fläche der vordern Linsenkapselwand wahrzunehmen. Der Glaskörper, der in seiner Membran unter Wasser fluktuirte, ist im Verhältniss zu der jetzt noch sehr runden Linse ziemlich gross, er ist ungetrübt. Die Verbindungsstelle desselben mit der Linse erscheint wie eingestülpt. Die Faltenbildung an der Einstülpungsstelle ist erst an einzelnen Stellen vorhanden, und zwar in der Weise, dass auf den Falten auch Pigmenttheile liegen. Die Bildung der Corona ciliaris ist also erst im Entstehen. (5. 19. 20.) Durch den Glaskörperkanal geht zur hintern Kapselwand die Arteria centralis. Sie tritt in ziemlich gerader Richtung, aber doch bisweilen mit einer Schlinge, auf diese und verzweigt sich dort in schönen ziemlich gedrängten Ramificationen, die meistens insgesamt an den Rand derselben endigen, selten über ihn hinausgehen. (10. 11. 12.) Die Netzhaut füllt das hintere Segment des Auges sammt dem Glaskörper ganz aus mit ihren Falten. Diese bilden ein eigen-

thümliches dickes halb durchsichtiges bläulich-weisses Gewebe. Die Falten mit ihren Erhebungen und Einbiegungen vergleichen sich von selbst den Gyris des Gehirns. Auf der innern Fläche ist die Netzhaut bisweilen von einer grossen den Diameter des Auges gerade durchziehenden Falte besetzt, sie liegt fest in einer entsprechenden Einfalzung des Glaskörpers, ganz wie der Kamm im Vogelauge. Von einem gelben Fleck ist keine Andeutung vorhanden, ein Loch als Ueberbleibsel der Retinalspalte ist bald vorhanden, bald nicht.

Beim menschlichen Fötus im sechsten Monat sind die Augenlider geschlossen. Die Augenlidblase ist nicht sehr erhoben, da in dieser nicht viel Flüssigkeit vorhanden zu sein pflegt; sie verschwindet von dieser Zeit an nach und nach. Die Augenlider sind äusserlich und innerlich ausgebildet; die Bulbi mehr kugelförmig. Die Scleralprotuberanz ist noch in kleiner Andeutung vorhanden; die durchschnittene Sclera ist ziemlich dick, ebenso die Netzhaut, die viele Falten in ihrer ganzen Verbreitung hat, und auf eigenthümliche Weise mit dem Glaskörper innigst verbunden ist. (5. 7. 5. 6.) Die Choroidea ist im Hintergrund weniger pigmentös, dagegen stark nach vorn gegen die ausgebildeten Processus ciliares hin und auch auf der Uvea. Diese ist schmal den Ciliarfortsätzen anliegend. Die Linse ist rund und der Glaskörper gross. Die Cornea ciliaris ist ziemlich ausgebildet. (6. 23. 25.) Bis zum Ende des sechsten, sowie im siebenten und achten Monat entwickelt sich besonders das Linsensystem hinsichtlich seiner Faserstructur, seiner Form und des Verhaltens des Linsenkörpers zur Linsenkapsel; dasselbe ist der Fall mit der Iris und Corona ciliaris, während im Gegentheil die Protuberantia scleralis kleiner wird. Die Cornea wölbt sich mehr, die Sclera wird fester. Im siebenten Monat erscheint die Iris als ziemlich breiter Streif, und die ge-

fässreiche Pupillarmembran, die auf ihr liegt, schliesst jetzt fast die ganze Pupille. Die offenbar jetzt dünnere Netzhaut ist faltig, schlägt sich am Ende noch immer um, und steht mit der Corona ciliaris bereits in Verbindung durch die gebildete ora serrata ciliaris. (6. 23. 24. 25.) Man sieht zuweilen nach vorn sich erstreckende Streifen, welche die beginnende Verschmelzung andeuten.

Die vordere Augenkammer, deren Erweiterung jetzt durch Bildung der Iris und der Pupillarmembran anhaltend vorschreitet, enthält mehr wässrige Feuchtigkeit als früher. Es ist jetzt die vordere Linsenkapselwand stärker als früher, wie man das sehr bestimmt wahrnimmt, wenn man die Linse durch einen Einschnitt in dieselbe entfernt; jedoch ist ihre Mitte immer noch sehr dünn, so dass sie bisweilen im Centrum wie noch nicht geschlossen aussieht, dort eine strichförmige dünne Stelle hat. Das Pigment auf der Choroidea ist noch nicht schwarz, doch dunkler nach vorn als im Grunde des Bulbus. Der Theil der Choroidea, welcher der innern Fläche der Protuberantia scleralis aufliegt, ist gefässreich und enthält mehr Pigment als andere Stellen, unter dem man, wenn man es entfernt, ein grosses Convolut von rothen Gefässen sieht. Die dünne Scleralstelle der Protuberanz zeigt grosse Gefässstämme, wahrscheinlich sieht man sie jener Dünnhheit wegen besser und leichter als an andern Stellen der Sclera.

Injicirte Fötusaugen aus dem siebenten oder dem Anfang und der Mitte des achten Monates sind vorzüglich deshalb interessant, weil sie die Gefässverbindungen in den verschiedenen Theilen des Auges zeigen. Die Gefässverzweigungen auf der innern Fläche der Netzhaut, gehen von der Arteria centralis retinae aus und verbreiten sich unter einander anastomosirend bis zum vordern Ende der Membran. Die Ausbreitung der

hintern Linsenkapselgefässe über diese ist sehr schön, jedoch sieht man jetzt kein Gefäss mehr zur vordern Linsenkapselwand sich erstrecken. Die Gefässe der Choroidea und Iris sind streng abgegrenzt. Die injicirten Gefässe auf der äussern Fläche der Choroidea werden nach der Iris zu schwächer und seltner; nur einzelne Gefässe gehen auf die Iris über; der Rand, der beide Häute scheidet, tritt immer stärker hervor, und auf ihm bildet sich später der Tensor choroideæ, von dem jetzt nur einige Spuren vorhanden sind. Die Gefässe der Iris, die nicht in so grosser Menge zu sehen sind, wie die der Choroidea, erstrecken sich in ähnlicher Weise nach vorn. Bei vorhandener Pupillarmembran treten sie auf der vordern Fläche der Iris über den Rand derselben hinaus in die Pupille und anastomosiren dort auf die bekannte knieförmige Weise mit entgegenkommenden Gefässen dieselbe Membran. Hebt man eine solche injicirte Pupillarmembran vorsichtig von der Linse sammt der Iris auf, so bemerkt man offenbar, dass kleine gefärbte Gefässpunkte auf der vordern Linsenkapselwand zu sehen sind.

Wenn man die Iris in Verbindung mit der injicirten Pupillarmembran entfernt, bleiben auf der vordern Gefäss-Kapselwand kleine, abgerissene, dicke, rothe Punkte zurück. Eben solche Gefässe sieht man auf der Corona ciliaris, welche von den Ciliarfortsätzen dahin gehen. Ein feiner Gefässkranz läuft in der Sclera um die Cornea herum, und erstreckt sich bis zur Conjunctiva corneæ, und bis in die Cornea selbst hinein. Der Gefässkranz in der Sclera verläuft fast ebenso wie in der Choroidea.

Im neunten Monat ist die Entwicklung des fötalen Menschengesichtes der Vollendung nahe.

Die Verbindung des schräg in die Protuberantia scleralis eindringenden Nervus opticus mit der Sclera ist fest, die Sclera ist ziemlich dick, die Cornea ge-

wölbter als früher, doch noch nicht so wie am Auge des Neugeborenen. Die Iris bestimmt begränzt und blau gefärbt, meist mit runder Pupille, hat nur selten dünne Flocken am Pupillarrand, als Reste der Pupillarmembran. Dieses längere Verweilen derselben darf jedoch nicht als ganz normal betrachtet werden, indem am Ende des achten oder Anfang des neunten Monats die Pupillarmembran durch den Einfluss der Gefäss-Obliteration und der Aufsaugung von der Mitte aus verschwindet, wo sie selten ganz geschlossen war. Es bilden sich vom Centrum aus Einrisse; so dass Lappen von regelmässiger, dreieckiger Gestalt entstehen, die sich aufrollen und verkleinern. Diese Lappen nicht nur, sondern selbst die ganze Haut kann ausnahmsweise und zwar nicht so ganz selten bis zum neunten Monat bleiben.

Die Linse ist klein, doch im Uebrigen, wie auch die Kapsel, der Glaskörper und die Corona ciliaris ausgebildet. Nur ausnahmsweise ist noch zu dieser Zeit die Arteria centralis über die hintere Kapselwand ausgebreitet zu sehen. Die Netzhaut ist jetzt dünner, doch von fester Structur, aber weniger faltig als früher, und von bläulich durchsichtigem Aussehen.

Wegen der Falten, bei deren Auseinanderlegung man die Retina zerreißen würde, ist es schwer, über das Vorhandensein eines Centralloches oder des gelben Fleckes Bestimmtes zu sagen. Ersteres habe ich öfter, den letzteren nie in dieser Zeit gesehen. Die Retina ist mit der Choroidea fest verbunden, so dass auf ihr bei der versuchten Wegnahme oft Stücke von dieser hängen bleiben, vorzüglich in der Gegend von Sömmerring's macula badua choroideæ und des gelben Fleckes der Netzhaut.

Die Ciliarfortsätze sind bald weiss, bald dunkel.

Die Veränderungen, die in den ersten Wochen oder Monaten nach der Geburt im Auge des Neugebor-

nen vor sich gehen, beziehen sich, ausser den der Forschung schwer zugänglichen Metamorphosen des Pigmentes, der Nerven, einiger Gefässstämme und der Augenmuskeln, vorzüglich auf das Wachsen der Ciliarfortsätze und ihre Verbindung mit der Uvea, auf das Dickerwerden der Cornea, auf die Bildung des gelben Fleckes und auf die Farbenänderung der Iris, welche nach der Geburt immer blau ist, aber nicht immer so bleibt, und in die braune oder in eine gemischte Farbe übergeht. Die Sclera ist gleich nach der Geburt noch sehr dünn und durchsichtig, daher blau; wegen der Helligkeit des Pigments lassen sich auf der Choroidea noch viele rothe Gefässe unterscheiden; das Pigment wird bald dunkler über die ganze Choroidea, aber am meisten an der Stelle, die der Macula lutea gegenüber liegt, und die schon Sömmering *Macula badua* nannte. Der Tensor choroideæ entwickelt sich einige Monate nach der Geburt an Dicke und Breite immer mehr, und scheint mit der zunehmenden Wölbung der Cornea zu wachsen.

Die Netzhaut wird jetzt auch noch durchsichtiger, dünner und glatter als früher, sie hat weit weniger, jedoch immer noch viele Falten, vorzüglich im Grunde des Auges; ihre vordere Verschmelzung mit der Corona ciliaris, über deren Funktion sehr verschiedene Meinungen sich geltend machen, wird in dieser Zeit unsicher.

Die Macula lutea wird ohngefähr im vierten oder sechsten Monat nach der Geburt wahrscheinlich durch eigenthümliche, von der Choroidea zur Retina gehende Pigmentabsonderungen hervorgerufen. (Vergl. meine Abhandlung de Genesi et usu maculæ luteæ. *Vinariæ* 1830 in 4. c. tabul. ænea.) Sowohl hierüber, als über das bald fehlende, bald vorhandene Foramen centrale retinæ herrscht noch manches Dunkel. Das Foramen liegt in der von vielen Falten der Netzhaut öfters ganz

allein übrig bleibenden, fast nie fehlenden grössern Querfalte; es ist nicht erst um diese Zeit gebildet, sondern wahrscheinlich ein Ueberbleibsel einer grössern in der fötalen Retina immer vorhandenen Spalte zu betrachten, die sich allmählig bis auf diese kleine Oeffnung schliesst.

Zweiter Theil.

Entwicklungsgeschichte der einzelnen Organe des menschlichen Auges.

1.

Entwicklung der Augenumhüllungshaut, der Sclera und Cornea.

(Hierzu Tafel 1 und 2.)

Auf jeder Seite des Kopfes unter der allgemeinen Gesichtsföetalhaut geschieht die Bildung eines Auges. Diese birgt unter sich die Bildungsstätte der einzelnen Organe desselben. Ein Theil der allgemeinen Föetalhaut wird sonach zur Umhüllungshaut des Auges. Wie jene in der Entwicklung vorschreitet und für das individuelle Leben des Embryo eine schützende Hülle abgibt, so diese für das unter und in ihr sich bildende Auge. Die Bestandtheile dieser Haut sind dicht neben einander liegende dunkle Zellen von verschiedener Grösse, die sich beim Wachsthum ausdehnen und heller werden. Aus dieser Gesichtshautstelle entstehen in der Peripherie die Lider, und im Centrum die allgemeine Umhüllungshaut des Auges. Diese allgemeine Umhüllungshaut des Auges, die künftige Sclera und Cornea, wächst aus einer kleinen Stelle der Föetalhaut auf beiden Seiten

des Kopfendes des Fœtus heraus. Unmittelbar auf ihm, zu beiden Seiten, oben und unten, entstehen die Augenlider sammt der Bindehaut. Hinter derselben wölbt sich die Augenumhüllungsmembran, vorn geschlossen, zu beiden Seiten und nach unten und hinten sich erstreckend, hier aber mit der Hirnblase durch eine spaltartige Oeffnung communicirend. (2. 1. 2.) Sie erhält von hier aus das Hirnwasser, mit dem sie in dieser Zeit angefüllt ist, und durch welches sie blasenförmig gestaltet wird. Aus diesem Gehirnwasser bildet sich die künftige Netzhaut, die sonach ein und dieselbe Bildungsquelle und Bildungsweise wie das Gehirn hat. Ausserdem enthält die Augenblase das Linsensystem mit der Glaskörperanlage, während von den Seitentheilen aus die Choroidea sich an ihrer innern Seite lagert. Die blasenförmig gestaltete Augenumhüllungshaut wird jetzt zur Sclera.

Diese Sclera des fötalen Menschauges aus der Zeit, bevor sich die Cornea von ihr abgesetzt hat, ist sehr dünn und hängt auf ihren Seitentheilen mit dem schichtenförmig gelagerten gelatinösen Gewebe zusammen, das der Heerd des künftigen Orbitalfettes und der künftigen Muskelsubstanz ist. Lässt man den fötalen von seinen Umgebungen abpräparirten Bulbus an der Luft liegen, wobei sehr bald die innern flüssigen Theile verdunsten, so bildet die dünne Sclera Falten, die vom Fundus aus gegen die Cornea hin länglich verlaufen; ihr Gewebe ist nicht so fest, um steif zu bleiben, es fällt zusammen; die Farbe ist blau. Die dickere Cornea schrumpft auch, jedoch weniger ein. Beim Durchschnitt erscheint die Sclera in der Mitte dünn; nach vorn vor der Cornea ist sie etwas dicker. Der Uebergang der Sclera in die Cornea zeichnet sich bestimmt an der innern Seite durch einen Kreis aus, was man schon mit blossen Augen, noch besser aber mit der Lupe wahrnimmt. (3. 5. 13.) Nach hinten zu gegen die Gehirn-

blase ist die Sclera in etwas vorgerückter Entwicklungszeit zwar geschlossen, denn sie hat sich eben erst mit der Scheide des Nervus opticus vereinigt (3. 14. 16.), man sieht jedoch mit Hülfe der Lupe eine ziemlich deutliche Raphe, die von der Insertionsstelle des Nervus opticus aus nach vorn bis fast zur Cornea hinläuft. Bevor diese Vereinigung der Scleralspaltränder unter sich, und dieser mit der Scheide des Nervus opticus aber geschieht, ist nach hinten und unten ein breiter klaffender ovaler Spalt vorhanden. (3. 8.)

In der frühesten Bildungszeit zeigt die dünne Sclera beim Menschenfötus eine grosse Menge runder Zellen, zwischen denen später hier und dort aus Längenzellen hervorgehende Bindegewebsfaden nicht zu verkennen sind. Ich habe diesen Zustand zu wiederholten Malen gesehen, namentlich an getrockneten Exemplaren von Fötalaugen an Quadrupeden, die vor der mikroskopischen Untersuchung in feine Scheiben zerschnitten, wieder angefeuchtet wurden; an solchen Exemplaren liessen sich auch die zwei häutigen Lagen der Sclera bestimmt von einander trennen. Die innere Lage ist mehr glatt, auf der äussern Fläche derselben verlaufen Gefässstämme, die hier und dort durch das Parenchym dieses Theils der Sclera hindurch zur Choroidea dringen. Sehr bald lagert sich auf der äussern Seite dieser Schicht eine neue Membran. Sie ist anfangs sulzig, weich, später aber im dritten und vierten Monat entwickeln sich in ihr Fibrillen, einfache, gedrehte, parallel neben einander gehende, sich vereinigende, verfilzende und dann wieder sich trennende. Auch sah ich hier und dort einige vieleckige Zellen mit den Fibrillen verbunden. Man gewahrt diese Bildung von Fibrillen vorzüglich in solchen Präparaten, die man mittelst Nadeln zerzaust hat. Durch das allmähliche theilweise Auflagern der äussern Schichten der Sclera auf die innern, wobei

die einzelnen Gefässe von den Bildungstoffen dicht umgeben werden entstehen die Kanäle für die Ciliargefässe der Sclera. (10. 3. 4. und die Erklärung dieser Figuren. *Foramina intra scleram formata.*) Auch bemerkt man nicht selten an macerirten Fœtalaugen, dass jene Faserschichten, die sich auf die Sclera als äussere Membran auflagern, blätterartige Gruppen bilden, die in ihren Rändern sich berühren, oft jedoch die angegebene Gestalt beim Trocken erkennen lassen. Bei der histologischen Ausbildung der Sclera im Verlauf des Fœtuslebens ist vorzüglich die zweite Hälfte der Schwangerschaft die Periode, wo jene vorwärts schreitet. Das Gewebe der Sclera wird erst dann dichter, fester, elastischer, wenn die eigenthümlichen Formveränderungen des Auges ihre verschiedenen Stadien durchlaufen haben, wenn die Verbindung der Sclera mit der Scheide des Nervus opticus geschehen ist. (3. 14. 15. 16.) Die Sclera ist vor dieser Zeit eine sehr dünne einfache Haut, auf die sich erst später eine festere Membranschicht auflagert. Diese Aufschichtung beginnt von der Mitte aus, wo sich schon im dritten Monat an der Sclera die Andeutung eines ziemlich breiten Gürtels (*Cingulum scleræ fœtale*) findet, der rings um die Sclera gelagert erscheint. Dieser Gürtel liegt deutlich sichtbar in der Mitte der Sclera, von wo aus das Wachsthum nach vorn und hinten stattfindet, hierdurch wird in der Gestalt des Auges eine bemerkenswerthe Veränderung herbeigeführt, namentlich im Längendurchmesser, der an Ausdehnung zunimmt. Das Auge bekommt dadurch statt der Napfform jetzt eine oblonge Gestalt.

Wir finden in frühester Fœtalzeit die Sclera als eine Hülle, die nach der Gehirnseite hin noch nicht geschlossen ist. Sie ist in dieser Zeit napffartig gestaltet, nach vorn zu in die Cornea übergegangen, und zeigt an ihrer hintern Seite eine offene Verbindungs-

stelle mit der Gehirnzelle, eine ovale Oeffnung. Ich habe solche Hiatus wiederholt an menschlichen Föetal-
 augen aus sehr früher Föetalzeit, die in Chromsäure
 verhärtet waren, mittelst scharfer Lupe beobachtet.
 Dieser Hiatus ist proportionell sehr gross und oval
 klaffend. (3. 8.) Bei der napfartigen Gestalt des Auges
 in dieser Zeit erstreckt sich derselbe fast über ein Drit-
 tel des hintern Theils desselben. Er ist dort am grössten,
 und wird dann abwärts schmaler gegen die Cornea
 hin, also nach der vorderen Seite. (3. 21.)

In dieser Bildungsepoche, in welcher die allmälige
 Vereinigung der Ränder des Scleralhiatus durch Bil-
 dung eines von den Rändern ausgehenden dünnen Ge-
 webes fällt, begegnen wir einer Lagenveränderung des
 Bulbus von innen nach aussen, durch welche die Ge-
 stalt des Auges, das jetzt auch in seinem Längendurch-
 messer wächst, sich ändert; nach hinten und aussen tritt
 ein eigenthümlicher Vorsprung der Sclera hervor, der
 früher nach unten gerichtet, und nicht so gross war,
 als er es jetzt ist. Dieser Vorsprung der Sclera, den
 ich schon vor dreissig Jahren sah und beschrieb, und
Protuberantia scleralis nannte, wird eben durch jene
 dünne Vereinigungshaut gebildet, die von den Rändern
 des Spaltes ausgeht. Die Protuberanz hat eine bläu-
 liche Farbe und ist auf dem Höhepunkt meistens spitz.
 (3. 15.) In derselben Achse mit ihr liegt der mit der
 Sclera jetzt vereinigte Nervus opticus. Ueber den Akt
 der Vereinigung dieser Theile ergeben die Untersuchen-
 gen Folgendes: Es giebt eine Zeit, wo der Nervus op-
 ticus und die Gegend, wo er liegen könnte, noch gar
 nicht existirt. Dort liegt jetzt der hintere Theil des
 Bulbus, die Umhüllungshaut, als eine offene Stelle dicht
 an der Gehirnblase und mit dieser in offener Verbin-
 dung stehend. (2. 1. 2.) Einige Zeit hierauf bildet sich
 durch eine Art Abschnürung dieser erhabenen Stelle

der Umbüllungshaut eine Blase, die jedoch nach hinten in ziemlich breiter Oeffnung mit der Höle des Gehirns noch immer zusammenhängt. (1. 21. 22.) Hinter dieser nun selbstständig werdenden Augenblase ist die Ursprungsstelle des Nervus opticus. Es legt sich in sehr früher Zeit, bevor die Orbitaltheile in ihrer ersten dünnen Beschaffenheit das Auge umgeben, das erste Knochenblättchen derselben in Form einer Gabel über diese Abschnürungsstelle zwischen Augenblase und Gehirnblase. (2. 1. 2. 3.) Von ihm aus baut sich jetzt die Orbita nach oben und vorn, und umgiebt gabelartig den hinten schmalen Theil der Augenblase, so dass nun hinter ihm zunächst eine rinnenförmige Gestalt entsteht, welche die Communication des Bulbus mit dem Gehirn unterhält. Dieser Raum ist sehr schmal, er verlängert sich aber bald, und dadurch ist die erste Anlage zur Entstehung des Nervus opticus gemacht. Diesen Vorgang, wie er hier beschrieben ist, habe ich am menschlichen Fœtalaug zu wiederholten Malen beobachtet, es ist mir aber nie gelungen, den eigentlichen Akt der Vereinigung des Nervus opticus (der sich später interstitiell an der beschriebenen Stelle zwischen Augen- und Hirncavität sinuös verlaufend, bildet, und dann zu einer bedeutenden Länge gelangt) mit der Sclera am menschlichen Fœtalaug zu sehen. Wahrscheinlich tritt die Vereinigung in der Zeit ein, wo die Opticusscheide nach vorn geschlossen ist. Seitliches Klaffen der optischen Scheide scheint am Fœtalaug des Menschen nach der Vereinigung desselben mit der Sclera länger zu verharren. Die Scheide des Nervus opticus bleibt nämlich an der Stelle der Vereinigung mit der Sclera nach unten hin unmittelbar vor der Sclera mehr oder weniger offen, und hat dort einen Spalt, der sich erst später verliert. Ich habe das sehr deutlich und zu wiederholten Malen am Fœtalaug des Menschen kurz vor

der normalen Geburt und einige Male auch beim neugeborenen Kinde beobachtet (3. 17.) Man muss, um zu dieser Anschauung zu gelangen, den optischen Nerv dicht an der Scleralinsertion mittelst eines scharfen Staarmessers abschneiden, und wird dann das ange deutete Verhältniss auf der Schnittfläche des Nervus opticus, sammt dessen Scheide, deutlich sehen. Am Fötusauge des Schafes in früher Zeit habe ich die schöne Beobachtung gemacht, dass die Sclera geschlossen war und auf der innern Fläche eine runde Eintrittsstelle zeigte. Aus ihr hatte ich die Arteria centralis, die dicht am Glaskörper lag, herausgezogen, das Nervus opticus-Neurilem war aber nach unten nicht geschlossen, sondern zeigte an dieser Stelle einen grossen Hiatus (*Coloboma nervi optici* 3. 16.), der später ganz verschwindet, oder längere Zeit hindurch noch als eine Nath zu beobachten ist (*Raphe nervi optici*).

Den Zusammenhang der Sehnervenscheide mit der Sclera kann man am deutlichsten an getrockneten Präparaten des Hühnerembryo wahrnehmen. Da sieht man durch die getrocknete, kurz an dem Vereinigungspunkte abgeschnittene Sehnervenscheide deutlichst, dass sich dieselbe über den nicht geschlossenen Spalt der Sclera überlegt, und an denselben sich dann befestigt. Man kann in einzelnen Fällen durch den getrockneten durchsichtigen Sehnervenrand die Eintrittsstelle mit Hülfe der Lupe erkennen. Mir schien die Scheide des Nervus opticus sich gerade neben die Spalt-ränder auf die Sclera zu heften. Einen Unterschied konnte ich hinsichtlich der Farbe oder Dicke in beiden Organen nicht bemerken. Die Sehnervenscheide, die durch das Trocknen etwas eingeschrumpft ist, zeigt deutlich ihr Entstehen durch Rinnenbildung, die später sich zur Röhre durch Annähern der Spaltseiten der Rinne an einander gestaltet. Hier ist eine der Länge

der Sehnervenscheide folgende Raphe durch die Lupe, wenn erstere gegen das Licht gehalten wird, deutlich wahrzunehmen. Vielleicht dass die Centralarterie in dieser offenen primären Rinne der sich bildenden Sehnervenscheide erst hinläuft, ehe sie sich durch den Scleralspalt in das Innere des Auges begiebt. (3. 7.) Doch kann ich hierüber aus eigener Anschauung nicht urtheilen, da ich trotz mannichfacher Nachforschungen über die Entstehung und den Verlauf der Centralarterie vor ihrem Eintritt in den Bulbus nichts Gewisses habe auffinden können. (3. 16.)

Ueber die Scheidung von Cornea und Sclera ist Folgendes zu erinnern. Eine Linie ist die erste Andeutung der beginnenden histologischen Trennung zwischen Cornea und Sclera. Diese Linie ist zirkelförmig und beschreibt die Stelle und Grösse der künftigen Cornea. Sie ist auf der äussern und auf der innern Seite der Augenumhüllungshaut wahrzunehmen. Sie geschieht höchst wahrscheinlich durch zirkelförmige Einfaltungen der Umhüllungshaut, und zwar in der Weise, dass die Einfaltung mit ihrem Einbug nach aussen mit ihrem Vorsprung nach innen fällt. (3. 13.) Die Abgrenzung der Cornea durch Einfaltung der allgemeinen Umhüllungshaut geschieht sehr früh, in einer Periode, wo diese noch sehr dünn ist. Da letztere dabei auch ganz durchsichtig ist, so sieht man sie bisweilen am Hühnerfötalauge entstehen, und es erscheint von der Zeit der eintretenden Einfaltung an, dann die Grenze der Cornea wie durch zwei neben einander laufende Linien umzogen. Diese Linien verlaufen bisweilen nicht parallel neben einander sondern gehen hier und dort scheinbar in einander über, sie decken sich, aber nicht circulär, sondern nur an einzelnen Stellen; dieser Akt der Einfaltung der Umhüllungshaut (4. 1.) ist nur kurze Zeit in jenen zwei Kreisen zu sehen, und zwar nur an Hühnerem-

bryonen. Am menschlichen Fötalauge geht die Bildung der Cornea aus der Sclera kaum vor Ende des dritten Schwangerschaftsmonates in der Periode also vor sich, wo die Gefäßverzweigung von der bis dahin gemeinschaftlichen Umhüllungshaut auf die Cornea tritt und auf sie einen histologischen Einfluss zu äussern anfängt. Vor dieser Zeit ist die allgemeine Umhüllungshaut, Sclera und Cornea, von derselben Dicke und Durchsichtigkeit, was man vorzüglich an Durchschnitten getrockneter Exemplare deutlich wahrnehmen kann. Eine solche getrocknete Umhüllungshaut ist von gleicher Dichtigkeit in der Sclera wie in der Cornea; es giebt eine Zeit, wo man einzelne Theile der gesammten Haut, wenn man sie in Stücke zerschneidet, und ohne zu wissen, wohin sie einzeln gehören, mikroskopisch untersucht, kaum von einander unterscheiden kann. Nimmt man ein Fötalauge von der Mitte oder dem Ende des dritten Monates, und betrachtet es in frischem Zustande, so erscheint die Cornea bereits geschieden von der Sclera, ob sie gleich noch immer dieselbe Membran ist. Die Trennungsstelle der Cornea erkennt man an einer deutlich gezeichneten Demarcationslinie. Geschieden erscheint die Sclera ausserdem von jener durch ihre blaue Farbe. Löst man in einem macerirten oder in Spiritus längere Zeit d. h. einige Jahre hindurch gelegenen Fötusauge des Huhns oder von Quadrupeden, wo es leichter geschehen kann, als bei einem menschlichen, mit Behutsamkeit die Sclera rings von der Cornea, so sieht man an der zurückgebliebenen Cornea einen schmalen Rand, der an der hintern Schicht schräg um diese Membran läuft. Es hat sonach die Cornealform an ihren Rändern eine schräg ablaufende Gestalt, und die Zusammenhangsstelle derselben mit der Sclera ist offenbar ein Bild der Einfalzung eines Uhrglases in den Uhrglasrahmen.

Bei mikroskopischen Untersuchungen der menschlichen Fœtalcornea aus sehr früher Zeit gewährte ich kleine, runde, durchsichtige Kugeln ohne allen Inhalt; zwischen ihnen lagen kleine schwarze Molecüle in unregelmässiger Gestalt. Zu Anfange des dritten Schwangerschaftsmonates sah ich in der Cornea bei menschlichen Embryonen ebenfalls Kugeln, zwischen denen sich jedoch jetzt undeutliche durcheinander gehende Faden hindurchzogen. Das fällt mit der Zeit zusammen, wo am menschlichen Fœtusauge die Begränzung beider Membranen geschieht, was, wie oben gesagt ward, durch Bildung einer Kreislinie sich kennzeichnet, die wir als durch Einfalzung gebildet angenommen haben. Die Cornea ist in dieser Zeit gewölbter und auch dicker, als früher; sie ist bisher auch Sclera gewesen und als Sclera continuata zeigt sie sich auch künftig, nur dass in ihr die histologischen Verhältnisse in einiger Beziehung von dem Scleralmutterboden abweichen, wie das später mitgetheilt werden wird. Es ist nicht zuviel gesagt, wenn man Cornea und Sclera in der ersten Fœtalzeit eine gleiche Struktur zuschreibt. Die Differenzirung beider Häute beginnt mit einem neuen mechanischen (Einfalzung) und histologischen Bildungsakte. In der Mitte oder gegen das Ende des dritten Monates wird die bis dahin sehr durchsichtige Cornea etwas trübe. Es ist das die Zeit, wo die Abgränzung von Cornea und Sclera geschieht. Das dauert aber nicht lange, und die Cornea wird bald wieder durchsichtiger und heller als früher, während die Sclera weisslich compacter und dicker sich gestaltet. In diese Epoche der Differenzirung, wo die Cornea seitlich, noch nicht ganz rund und noch nicht scharf begränzt ist, und nur allmählig aus dem Gewebe der Sclera von dieser linienartig begränzt heraustritt, fallen eigenthümliche angeborene Krankheiten, namentlich die angeborene Trü-

bung oder Verdunklung derselben, ein der Aufklärung noch immer sehr bedürftiges angeborenes Augenleiden.

Die Hornhaut des menschlichen Fötusauges erfährt während des Uterinlebens verschiedene Veränderungen des Grössenverhältnisses und verschiedene Veränderungen der Erhebung und Abflachung. Diese Membran durchgeht aber auch verschiedene Stadien der Dicke während des Fötuslebens.

In frühester Fötalzeit tritt die Cornea als durchsichtige, sehr abgeflachte und proportionell sehr grosse längliche oder runde flache Scheibe auf; später zur Zeit der Irisbildung tritt sie mehr konisch hervor, und erscheint dann und darum kleiner in ihrem Seitendurchmesser; noch später endlich, gegen die Zeit der Geburt und unmittelbar nach derselben, erreicht die Cornea die bleibende Breite und Wölbung, nicht aber die bleibende Dicke. Wie bei allen einzelnen Organtheilen des Auges ist auch bei der Cornea das Auftreten der Gefässe in ihr ein wichtiger Entwicklungsakt. Mit demselben ändern sich wegen der dadurch veränderten Ernährungsweise auch hier die Strukturverhältnisse und dadurch Form und Dicke des Organs. Gefässverzweigungen sehen wir in dem menschlichen Fötalauge aus der zweiten Hälfte der Schwangerschaft und öfters auch früher von der Sclera aus und zwar von der vordern und hintern Fläche derselben zur vordern und hintern Fläche der Cornea gehen, und mit diesem Akte hängen die histologischen und morphologischen Fortbildungen der beiden die Cornea nach vorn und hinten begrenzenden Membranen zusammen. (10. 5.) Was die Bildung von Gefässen betrifft, die von der äussern Fläche der Sclera über den Cornealrand zur Cornea treten, so sind diese sehr fein und sehr zahlreich. Sie treten nicht sehr weit auf die Cornea und endigen im zweiten Drittheile der Cornealfläche, in der Substanz derselben

frei sich verlierend, nicht in Umbiegungen und Schlingen; ausserdem verzweigen sie sich in der *Conjunctiva corneæ*, und in dem sich jetzt bereits bildenden *Annulus conjunctivæ*. Diese Gefässe sind sehr zierlich. Auf der innern Fläche der Cornea tritt unmittelbar vor oder wohl auch auf der Trennungslinie zwischen *Sclera* und *Cornea* ein grosser Gefässstamm auf letztere Membran. Vorher gestaltet er sich ringförmig, ringsum verlaufend. Dieser wahre *Circulus arteriosus corneæ* (10. 5.) bildet sich aus Gefässstämmen, die aus der Tiefe heraufkommend auf der innern Fläche der *Sclera* sich verzweigen. Aus diesem Circulargefäss treten nun nach oben Aeste zur innern Fläche der Cornea und nach unten eben solche zur Stelle des Scleralrandes und den sich bildenden *Tensor choroideæ*.

Die fötale menschliche Cornea zeigt bald nach dem Auftreten der Cornealgefässe auf sie, also zu Ende des vierten Monates, eine structurlose Lamelle unmittelbar unter dem Epithel. Diese äussere Schicht der Hornhaut, die Gränzschrift (Membrana corneæ limitans externa), ist sehr stark, und ohne Zweifel die Ursache, dass die Cornea in diesem Stadium des Fötallebens rasch eine grössere Dicke erlangt. Sie ist mit der Lupe deutlich zu sehen, und tritt unter dem Mikroskope auf feinen Querschnitten stark hervor. So stark wie die *Desmet'sche* Haut ist sie jedoch nicht. Jedenfalls verdankt diese vordere Schicht der Cornea ihre dickere Beschaffenheit in der Fötalzeit den gefässreichen Verzweigungen auf dem Hornhautepithelium. An recht gelungenen feinen Durchschnitten einer getrockneten Fötalcornea beobachtete ich nicht selten, dass kleine gebogene Fasern dieser Schicht in der eigentlichen Cornealsubstanz endigten, jedoch war das nicht immer der Fall. Diese obere Schicht der Fötalcornea ist in dieser Zeit aber nicht so dick, wie die des eigentlichen Cornealstratum,

das auf feinen Durchschnitten durch seine grössere Dichtigkeit fast immer gestreckt bleibt, während die in Rede stehende obere Schicht und die *Membrana Descemetii* beim Trocknen sich häufig rollen. Diese sind Hyalinhäute und haben beide ihr Epithelium.

Ende des fünften oder Anfang und wohl auch selbst Ende des sechsten Monats beobachtet man am menschlichen Fötalauge die eigenthümliche Veränderung, dass die Cornea im Verhältniss zu der sich ausdehnenden Sclera kleiner wird und sehr dick erscheint. Es ist als sei diese Membran jetzt auch erhabener und runder, nachdem sie früher mehr abgeflacht und oval erschien. Betrachtet man in dieser Zeit einen Sclero-Cornealdurchschnitt, so erscheint an der innern Seite, da wo beide Häute zusammenhängen, ein Vorsprung der Cornea, nach innen hin unmittelbar hinter derselben nach der Sclera zu tritt ein Einbug hervor. An einem gut erhaltenen vordern Segmente des Auges aus dieser Zeit ist die Cornea wie durch eine dünnere Circularstelle von der Sclera getrennt, (9. 7.) Dieser Vorsprung der Cornea (*Crista foetalis corneæ interna*) erscheint bei einem dünnen Durchschnitte bei der Untersuchung durch die Lupe rauh, und mehre Male habe ich dort kleine Spaltungen des Randes wahrgenommen. Ich halte diesen Vorsprung für das Ende der Descemet'schen Haut, die um diese Zeit am Rande der Cornea in jenen gefranzten Cornealrand übergeht, dersich erweiternd dann aufden Ciliarrand der Föetaliris tritt und das *Ligamentum pectinatum* bildet. Die kräftigere Ausbildung der Descemet'schen Haut bei ihrer Ausbreitung nach der Sclero-Cornealverbindung hin mag der vorzügliche Grund einer Verdickung der Cornea überhaupt, namentlich aber der Entstehung des innern Cornealvorsprunghes sein. Was die Descemet'sche Haut aus dieser Bildungsperiode überhaupt, sodann die Endigung derselben am Rande

der Cornea, und ihren Uebertritt an die Iris dicht bei dem Ciliarrand derselben betrifft, so ist hierüber Folgendes zu erinnern. Die Descemet'sche Haut ist eine dichte hintere Schicht der Cornea, die früher vorzüglich in der Mitte derselben als eine runde kleine membranöse Scheibe liegt, und ziemlich dick ist; sie geht später gegen die Cornealvereinigung mit der Sclera hin weiter nach vorn, vergrößert sich in der Peripherie und endet später ziemlich schroff vor dem Endrande der Cornea. Der Circulus venosus Schlemmii ist in dieser Zeit noch nicht vorhanden; er bildet sich erst dadurch, dass die Descemet'sche Haut bis auf den Cornealrand hin und über ihn hinaus sich ausgebreitet hat. Hier entsteht dadurch, dass die Descemet'sche Haut, ehe sie in zackenförmige Endigung (9. 10.) an die Iris tritt, zwischen sich und der Cornea einen circulären schmalen Raum lässt. Das ist der venöse Kanal der Cornea. Dieser Kanal wird sonach an der vordern Seite von der innern Fläche der eigentlichen Cornealsubstanz und an der hintern Seite von der Descemet'schen Haut gebildet. Die Zeit seines Erscheinens ist nicht bestimmt anzugeben. Ich habe ihn einige Male selbst im Auge des Neugeborenen nicht aufgefunden, öfters aber im achten Monat gesehen. Was die Histologie der eigentlichen foetalen Hornhautsubstanz betrifft, so habe ich über diese folgende Beobachtungen, die zu verschiedenen Zeiten gemacht wurden, mitzutheilen. Man findet, wenn die Cornea aus der Sclera sich herausbildet, innerhalb des oben erwähnten Kreises, der zwischen beiden Häuten durch Einfaltung entsteht, gewöhnlich schon in früher Entwicklungszeit oben und unten jene Grenzhäute der Cornea, so dass die eigentliche Hornhautsubstanz seitlich an der Sclera, oben von der obern Grenzhaut, hinten von der Descemet'schen Haut umgeben ist. Der Raum, den die Cornea propria einnimmt, ist der eines Segmentes

der allgemeinen Augen-Umhüllungshaut. Sie steht an allen Seiten mit der Sclera in Verbindung, von der sie sich nie getrennt hat, deren bleibende Fortsetzung sie ist; sie ist jetzt von ihr nicht durch andere oder neue, sondern nur durch feinere Strukturverhältnisse unterschieden. Das eigentliche Hornhautgewebe, die Cornea propria ist ein meistens gelblich gefärbtes, seltener ungefärbtes, oder weissliches durchsichtiges ziemlich consistentes Parenchym, das auf der Schnittfläche bei der mikroskopischen Untersuchung dünne Fasern zeigt, die in fast gerader Richtung und horizontaler Lage dieses Gewebe durchziehen, in grosser Nähe an einander liegen, sich aber nur selten berühren, inmitten dieser ihrer Schichtung sind bald runde, bald längliche Zellen eingestreut. Die runden Zellen veranlassen, vorzüglich wenn sie in grösserer Menge innerhalb jener Fasern gelagert sind, wellenförmige Biegungen derselben; sind sie dagegen mehr länglich geformt, so ist der Verlauf der Fasern weniger wellenförmig, ein mehr horizontaler, und sie berühren sich dann hier und dort mit einzelnen dünnen Ausläufern jener Zellen. Wo die Hornhautsubstanz an die Sclera gränzt, welche letztere dünner als jene ist, gewahrt man auf der Scleralseite eine bedeutend grössere Menge dünner Faserschichten; dieselben sind in ihrem Verlauf dort mehr gebogen und gewunden, und scheinen auch massenhafter, stärker und dicker zu sein, dagegen erscheinen sie unmittelbar auf die in ihrem Durchmesser dickere Cornealseite übertretend in ihrem Zug dünner, feiner und gerader. Die genannten bald länglichen bald runden Zellen, die die verschiedenen Deutungen von Körpern und Kernen bald von Hüllen erhalten haben und deshalb verschiedene Namen tragen, erschienen mir in verschiedenen Epochen verschieden, bald strotzender, lebhafter, bald mehr eingefallen; ich bringe diese wiederholt beobach-

tete grössere oder geringere Turgescenz dieser Theile mit dem innerhalb der Föetalzeit periodisch auftretenden Wachsthum der wahren Cornealsubstanz in die Dicke in eine nähere Beziehung; auch erschienen mir die Hornhautzellen der Cornea aus früher Föetalzeit runder, in denen aus späterer gegen die Geburt hin länglicher zu sein. In der Cornealsubstanz neugeborner Kinder, bei denen die in Rede stehende Membran convexer und in ihrem Durchmesser dicker wird, was man an senkrecht durchschnittenen Augen Neugeborner, die man unter Wasser legt, deutlich sehen kann, war mir namentlich die Turgescenz der in Rede stehenden Gebilde auffallend. Mir erschienen die sonstigen histologischen Verhältnisse der eigentlichen Cornealmasse im Verlauf der zweiten Hälfte der Föetalzeit, von der Zeit an, wo die Abgränzung der Cornea nach hinten durch Ueberritt der Descemet'schen Membran an die gebildete Iris, ganz geschehen ist, ziemlich dieselben zu bleiben, die oben erwähnten Schwankungen abgerechnet, die in dem Bildungsleben der Hornhautzellen auftreten. Der Erinnerung werth ist die oft gemachte Beobachtung, dass die fötale Cornea oder die eines neugebornen Kindes, die im frischen Zustand auf dem Durchschnitte bei weitem dicker als die Sclera erscheint, beim Trocknen sich sehr im Vergleich zur Sclera verdünnt, und am Ende des Durchschnittees sich einwärts biegt, ein Beweis, dass die Cornea wässrigen Theilen, die zwischen den Fibrillen und in den Cornealzellen enthalten sind, ihr grösseres Volumen verdankt, nicht einer grössern Gewebemenge. Lässt man ein getrocknetes Sclerocornealsegment längere Zeit im Wasser liegen, so stellt sich durch Imbibition des Wassers das durch das Eintrocknen veränderte Volumen der Cornea in seinem frühern Umfang theilweis wieder her.

2.

Entwicklung der Linsenkapsel und des Linsenkörpers.

(Hierzu Tafel 4 u. 5.)

Entwicklung der Linsenkapsel.

Unsere Kenntniss von der Entstehung der Linsenkapsel im Auge des menschlichen Fötus ist sehr dürftig. Die ersten Spuren der Bildung derselben fallen in eine sehr frühe Periode, die nur ausnahmsweise zur Anschauung des Beobachters kommt. Wir müssen uns deshalb an die Untersuchung des Embryoauges des Huhnes halten, dessen Entstehung und Wachsthum nicht eben schwer in frühester Zeit beobachtet werden kann, um wenigstens einige auf Autopsie gegründete Anhaltungspunkte über die früheste Bildungsgeschichte der Linsenkapsel zu erlangen.

Vor mehr als zwanzig Jahren (Meine Zeitschrift für die Ophthalmologie. Bd. III. S. 354.) habe ich in einem Sendschreiben an Huschke, welchem gründlichen Forscher ich seine, grosses Aufsehen erregende Entdeckung über die Entstehung des Linsensystems durch Einstülpung der gemeinschaftlichen Augenumhüllungshaut, an Hühnerembryonen nachuntersucht hatte, bemerkt, dass ich nicht im Stande gewesen sei, die Entstehung der Linsenkapsel durch Einstülpung der Augenumhüllungshaut auf sich selbst durch Einführung eines feinen Haars in die Einstülpungsstelle zu constatiren. Dasselbe Schicksal hatte ich später bei einem durch Dr. Güüther's in Dresden Güte beobachteten menschlichen Embryo aus sehr früher Zeit, an dem ich mittelst der Lupe die Einstülpungsstelle gesehen zu haben glaubte; auch hier gelang mir die Einführung eines Haares nicht. Seit jener Zeit habe ich nicht aufgehört, bei jeder Gelegenheit auf diesen wichtigen Bildungsvorgang meine ungetheilte Aufmerksamkeit zu richten, je nachdem sich Physiologen für die Theilnahme der all-

gemeinen Föetalumhüllungshaut bei der Bildung der Linsenkapsel aussprachen, während andere läugneten, an Säugethierembryonen aus der frühesten Zeit selbst bei starker Vergrösserung je eine Einstülpung der Augenhaut in sich selbst beobachtet zu haben. Ich habe dasselbe Schicksal gehabt bei der Untersuchung von Embryonen des Hasen, der Katze, des Hundes, des Rehes, des Schweines, des Schaafes, der Ziege, der Kuh, obgleich ich deren viele aus frühester Zeit frisch oder nach Aufbewahrung in Spiritus oder Chrmsäure sorgfältig zu zergliedern Gelegenheit hatte. Ich war aber mit diesen negativen Resultaten nicht zufrieden, und suchte deshalb in verschiedenen Jahren durch Hülfe des Brütovens die Ophthalmogenese am Hühnerei so früh als nur möglich zu beobachten. Ich gelangte im Verlauf des zweiten Tages der Bebrütung am Hühnerei zu folgenden Ergebnissen. Erst wenn das feine unge-
 trübte Objekt in destillirtem Wasser in einem Uhrglase schwimmend vom hellen Sonnenschein beleuchtet erschien, gewahrte ich bei Gebrauch einer starken Lupe den Augencontur, aber noch sehr schwach. Er war nur bei auffallendem Sonnenlichte wie ein Schatten zu sehen hatte eine längliche Gestalt und war nach unten offen. Diese Augenstelle war von der Seite gesehen stets erhaben; man konnte durch die leicht gewölbte durchsichtige Oberfläche hineinsehen in das Auge, ohne jedoch irgend etwas bestimmt Gestaltetes hinsichtlich ihres Inhaltes dort zu erblicken. Ich war nicht im Stande in dieser Zeit auf der Oberfläche der Augenumhüllungshaut eine Fovea zu sehen. An Hühnerembryonen aus sechs bis zwölf Stunden späterer Brütungszeit konnte ich die vorhandene Umbeugung der Carina als Kopfende nach der Bauchseite und die Bildung der Hirnblasen beobachten. Auf beiden Seiten war die Bildung des Auges jetzt so weit vorgeschritten, dass man die

Conturen derselben ohne Lupe sehen konnte. Diese waren ein Pigmentring, der nach unten klaffte (1. 2. 3.). Der Ring war länglich, in seinen Rändern plump, nicht scharf gezeichnet, sondern hier und dort wie auf sich eingebogen, als hätte er so noch Stoff in sich, der weiter ausgedehnt werden sollte zur vergrößerten Bildung des Contur's des Auges. Dieser Pigmentring, von dem früheren zu unterscheiden, der der Cornealring ist (4. 1.), ist der scharf nach vorn sichtbare Rand der Choroidea, der so oft bis in die neueste Zeit fälschlich für die Iris gehalten worden ist (1. 3. 4.). Ich konnte auch in dieser Bildungsperiode eine Einstülpung der Augen-Umhüllungshaut in sich selbst nicht wahrnehmen. Es liesse sich in der That aber eine solche Fovea bei genauer Beobachtung kaum verkennen, da wir eine solche bei der Primitivstelle des Ohres leicht und gewiss wahrnehmen, und da an Embryonen von Quadrupeden, die in Chromsäure gelegen haben, an der Schnauze und in der Gegend der Augenlider die Entstehung der *Cryptæ sebaceæ* leicht zu beobachten ist, die tiefer gehende Eingänge, oder doch wirkliche Einbiegungen der Haut sind. Sie würden dem Beobachter als sichere Beispiele der Einstülpungsweise bei dem Auge dienen können, wenn eine solche dort vorkäme. Nach meiner Untersuchung ist sie nicht vorhanden, wenigstens habe ich sie nicht auffinden können.

Die Linsenkapselbildung geschieht im Hühnerfötus zu Ende des zweiten oder Anfangs des dritten Tages, vielleicht auch später, jedenfalls aber in der Zeit, wo die bis dahin undeutlichen Umrisse des länglichen nach unten noch klaffenden Augenkreises in scharfer Weise hervortreten, und in ihrer Mitte zu einer deutlichen Erhebung sich gestalten. Die Linsenkapselgestalt folgt der Primitivform des Auges, und ist länglich nach unten zugespitzt (4. 1.); ihre Entstehung fällt in die Periode,

wo der längliche Augenkreis nach unten noch nicht geschlossen ist. Die Erhebung und zwar die ziemlich rasche der Augen über ihre nächste Umgebung spricht mehr für eine von der Höle der Augenblase ausgehende, ausdehnende, bei der Linsenkapselbildung mitwirkende Thätigkeit, als für eine Einstülpung, welche letztere wohl auch mit einer Abflachung der Umgebungen verbunden sein möchte.

Der Anfang der Linsenbildung in dem Fœtalaugen des Huhnes macht sich durch Grössenvermehrung, namentlich durch eine Erhebung der Augenblase in ihrem vordersten Theile bemerklich. Dieser wird grösser, heller, belebter, bekommt eine Spiegelung. Durch die jetzt eintretende Linsenbildung löst sich das Auge aus den bisher undeutlichen Kopfumgebungen los, und fasst sich in eine bestimmte erhabene Form ein.

Ueber den näheren Bildungsvorgang der Linsenkapsel habe ich Folgendes beobachtet. Dieselbe entsteht dicht hinter der allgemeinen Augenhaut an der Stelle der künftigen Cornea. In der allerfrühesten Zeit sah ich am geöffneten Auge des Hühnerembryo und auch an dem des Quadrupedenfœtus das beginnende Organ als eine napffartige, dünne Membran; sie ist anfangs einfach, später aber lamellirt sie sich, d. h. theilt sich in zwei Blätter, zwischen diesen bildet sich in der Mitte ein kleiner Raum, die Bildungsstätte der entstehenden Linse, und dann geht ziemlich rasch das Organ aus der Napfform in die Gestalt einer länglich runden Kapsel über, an der eine vordere und hintere Wand sich unterscheiden lassen. Dieser Trennung der einfachen Primordialkapselhaut in zwei Blätter folgt unmittelbar die Bildung des Krystallkörpers selbst (4. 1.). Die primäre Linsenkapselmembran liegt in frühesten Bildungsperiode nicht central in der Cavität des werdenden Bulbus, sondern oben nach vorn gelehnt und unten in

schräger Richtung nach hinten. Der Grund dieser schräg gerichteten Lage der Linsenkapsel ist in der nach hinten globos noch nicht vollendeten Gestalt und dadurch vorgebeugten Lage des Auges zu suchen; dasselbe ist nach hinten und unten offen und abgeflacht und bisweilen triangulär gestaltet; es harrt einer weitem Ausbildung und Verwachsung des hintern Foetalspaltes (2. 24.). Ausserdem liegt das Linsenkapselrudiment in dem Augengrunde; dieser ist eigentlich in dieser Zeit noch gar nicht vorhanden, da der Bulbus in dieser Gegend durch primitive Spaltungen in Sclera, Choroidea u. s. w. klafft, und in einer offenen Verbindung mit der Gehirnblase steht (2. 2.). Bei dem noch vorhandenen Mangel der Iris in dieser Zeit der Ophthalmogenese, hat das Auge nur eine Cavität, die nach hinten zu nicht geschlossen ist. Die Trennung der einfachen Primordialkapselhaut in zwei Schichten, zwischen denen die Kapselhöle entsteht, ist unmittelbar von der Bildung des Linsenkörpers gefolgt, wird vielleicht auch durch dessen Entstehung mit veranlasst, denn es ist nicht unwahrscheinlich, dass der erste Inhalt der entstehenden Kapselhöle die, die Linsenzellen enthaltende durchsichtige Flüssigkeit ist (4. 2.), aus denen sich zunächst Linsenfasern, später Linsenschichten und dann der Linsenkörper, zunächst in der hintern, und dann in der vordern Linsenscheibe entwickelt. Die erste Spur der beginnenden Linsenkapselspaltung in zwei Schichten (Lamellirung) zeigt sich in der Mitte der einfachen Membran, die sich dort central blasenförmig nach aussen und innen erhebt.

Ich habe das mehre Male in glücklichen Fällen beobachtet, wenn ich einen feinen Wasserstrahl auf einen in der Augengegend geöffneten Hühnerembryokopf, der in destillirtem Wasser in einem Uhrglase schwamm, wirken liess, und im Sonnenschein dann die

losgespülten, im Wasser schwimmenden Stoffe bei auffallendem Sonnenschein durch die Lupe beobachtete. Mir erschien dann die doppelte Kapselblätterbildung wie die Bildung einer einfachen Kyste vorzugehen. Es erhebt sich in der Mitte der flachen Haut eine durchsichtige kleine Stelle, durch helle Flüssigkeit gefüllt. Merkwürdig schnell dehnt sich diese Stelle der Linsenkapsel aus; sie wächst anfangs mehr länglich, dann globos nach allen Seiten hin; später wird die hintere Kapselwand dicker als die vordere. Das ist die Zeit, wo sich am Vereinigungs-Rande, die vordere und hintere Kapselwand, die eben durch die Lamellirung sich gebildet haben, leicht trennen; eine Beobachtung, die bei der Anwendung des Wasserstrahles leicht zu machen ist. Die vordere dünnere Kapselwand bildet, wenn man sie trocknet, eine grosse Menge von Falten, die dann eigenthümliche blasenartige Hervorragungen darstellen, und von der vorderen Fläche der sich jetzt bildenden hintern Linsenscheibe, die vor der vordern vorhanden ist, etwas abstehen (4. 14.). Die vordere Kapselwand ist bisweilen in ihrer Mitte, wenn sie nicht siebförmig gebildet, sondern fest ist, offen; ich habe zu wiederholten Malen im Centrum eine spaltartige Oeffnung gefunden, aber nur in Augen von Quadrupedenfötus, und zwar in injicirten. Die innere Fläche der vordern Kapselwand zeigte mir bei mikroskopischer Untersuchung zu wiederholten Malen eine dem Epithelium ähnelnde Bildung mit undeutlichen Conturen, die ich für die Endigungen der vielfachen Gefässverzweigungen halte, die von der Arteria centralis kommend, nicht blos über die hintere Fläche der Linsenkapsel sich verbreiten, sondern auch die vordere vielfach umspinnen (4. 8. 9.). Es schien mir, als wenn sie in sehr früher Bildungszeit in die Membranschicht selbst eindringen, diese mit constituirten, und auf der innern Fläche sich epitheliumartig

endigten (4. 9.). Die Form dieses Epitheliums ist nicht in allen Theilen gleichmässig, und überhaupt etwas plump. Dieser Uebergang einzelner Centralästeverzweigungen der vordern Kapselwand in Epitheliumgebilde ist aber ein vorübergehender; das Vorkommen fällt in die früheste Zeit der wirklichen Linsenbildung, in die Periode, wo die hintere Linsenscheibe entsteht. Sobald der Bildung der hintern Linsenscheibe sich die der vordern angeschlossen hat, was eben jetzt durch die Thätigkeit des Epitheliums, dieser Matrix der Linsenmasse, geschieht, vermindert sich das Lumen der auf der vordern Linsenkapsel verzweigten Centralarterienäste, diese führen kein rothes Blut mehr und gehen nach und nach ihrer Umbildung in die Glashautmembran der vordern Kapselmembran entgegen. In dieser Zeit ist die vordere Linsenkapselwand nicht gleichmässig dick, an einzelnen Stellen oft so dünn, dass, wenn man sie trocknen lässt, an den dünnen Stellen Einschrumpfungen und noch häufiger, siebförmige Durchlöcherungen entstehen.

In früher Föetalzeit liegt die vordere Kapselwand ziemlich dicht an der hintern Fläche der Cornea, denn diese ist noch sehr flach, und es hat sich in dieser Zeit noch keine Iris gebildet es ist noch kein humor aqueus vorhanden. Die hintere Linsenkapselwand wird an ihrer hinteren Fläche von der Hyaloidea begrenzt, die in dieser Zeit eben nur eine flache Haut, noch kein runder Körper ist. Sie liegt der Netzhaut sehr nahe, und auch der Arteria centralis bei ihrem Eintritt in den Bulbus durch den gemeinschaftlichen Augenspalt. Zwischen ihr und der Hyaloidea verläuft die Arteria centralis. Dieselbe tritt nach einer Drei- oder Vierspaltung ihrer Aeste auf die hintere Kapselwand, bald in der Mitte derselben, bald etwas abwärts, je nachdem der Verlauf der Centralarterie mehr ein centraler ist, oder excentrisch am Boden

des Auges geschieht, was bisweilen aber meistens nur in einer der frühesten Bildungsperioden des Auges stattfindet. An der Stelle, wo dieser Gefäßaustritt geschieht, bald central, bald lateral, ist nicht selten die hintere Kapselwand an einer kleinen Stelle auf sich selbst eingebogen (*Fovea foetalis capsulae lentis posterioris*); hierdurch bildet sich bald eine achtförmige, bald eine viereckig geschobene Figur (5. 5. 6. 7. 8.). Später verschwindet diese Fovea, wahrscheinlich durch die Auswölbung der Linsencapselwand in Folge einer Vergrößerung des wachsenden hintern Pols des Linsenkörpers. Die Bedeutung und Ursache dieser eigenthümlichen Erscheinung an der hintern Kapselwand kenne ich nicht genauer, wohl aber muss die Erwähnung hier Platz finden, dass dieselbe wahrscheinlich nicht ohne Einfluss bei der Entstehung der *cataracta congenita quadrata capsularis posterior* sein dürfte, wie ich das schon vor Jahren wiederholt angedeutet habe, und später weiter auszuführen gedenke.

Entwicklung des Linsenkörpers.

Wenn die ersten Momente, wo die primäre Linsenkapselhaut sich lamellirt, und zur Sackhaut sich bildet, durch Beobachtung sehr schwer zu erhaschen sind, so ist es nicht minder schwierig, durch Forschung mittelst der Lupe oder des Mikroskopes die Primordien der Linsenkörperbildung innerhalb der Linsenkapsel zu fixiren. Es schweigen alle Beobachter über den näheren Vorgang. Am Auge des menschlichen Embryo ist es mir nie gelungen, die ersten Spuren der Entstehung des Linsenkörpers zu sehen. Die Augen menschlicher Embryonen aus der frühesten Zeit, wo dies geschehen könnte, sind so zart, dass ich auch bei der vorsichtigsten Behandlung des Auges durch den Wasserstrahl die Linsenprimordien nicht so isoliren konnte, um sie genauer

zu untersuchen. Am Auge von Hühnerembryonen habe ich zu wiederholten Malen innerhalb der entstehenden Linsenkapsel einzelne durchsichtige farblose runde oder längliche Zellen beobachtet, und zwar in den Augen vom dritten Tage der Bebrütung (4. 2.). Sie lagen fünf oder sechs an der Zahl, oder wohl auch deren mehre, central an der innern Seite der hintern Kapselwand, d. h. zwischen den durch Lamellirung jetzt getrennten beiden Kapselwänden, die einander in dieser Entwicklungszeit fast noch berühren, denn der kleine Raum innerhalb der sich in zwei Schichten spaltenden Kapselmembran ist sehr flach, nur durch eine geringe Menge Linsenbildungszellen enthaltende durchsichtige Flüssigkeit erfüllt. Einige Tage später untersuchte Linsenkapseln aus derselben Brütezeit zeigten grosse Fortschritte in der Bildung der Linse. Ich sah bereits eine Art Linsenkörper (4. 7.). Es war eine runde, flache Scheibe; sie bestand aus Linsenfasern, die von der Peripherie aus gegen das Centrum speichenartig gelagert waren, und zwar in der Art, dass im Centrum ein triangulärer leerer Raum blieb; in diesem endigten die einwärts gekehrten einzelnen Linsenfasern. In der Mitte war ein leerer Raum, nicht ganz rund, mehr dreieckig, kein globoser Kern. Durch diese Stellung der Linsenfasern wird die Grundlage zur künftigen Linsenbildung gelegt. Es ist dieselbe eine dünne Scheibe, aus der sich später der hintere Theil der Linse dadurch herausbildet, dass sich an die hintere Fläche mehr und mehr embryonale kurze Linsenfasern lagern, die sich nach und nach verlängern, und die hintere Fläche der KrySTALLINSE bilden. Der vordere Theil der hintern Linsenscheibe entsteht sonach zuerst, an diesen legt sich nach hinten der weitere Linsenbildungsstoff an. Bevor ich in der Beschreibung der Linsenkörperbildung weiter gehe, ist es nöthig, das zu erzählen, was ich hinsicht-

lich der allmählichen Bildung der Linsenkugeln und deren Weiterbildung zu Linsenfasern und Linsenfaserschichten im menschlichen Fötalauge gesehen habe. Aus den Linsenkugeln bilden sich Linsenfasern verschiedenartiger Gestalt, Grösse und Dicke, anfangs plumper Form, gleichsam verschiedenartig bearbeitete Bausteine, und diese setzen die Linsenform zusammen, aber nicht auf einmal, sondern nach und nach, durch mancherlei Gestaltmetamorphosen hindurchgehend (4. 3—6.).

Das Linsenmaterial, das ich fand, bestand theils: 1) aus den schönsten durchsichtigen Zellen, gross und klein, rund, länglich, selbst eckig (4. 2.); 2) aus einzelnen feinen Linsenfasern, die aber keine Röhre waren; es lag auf ihnen hier und dort ein Conglomerat von einzelnen Körnern (4. 3. 4.); 3) diese einzelnen Linsenfasern, überaus durchsichtig, hell, hatten bald glatte, bald gezackte Ränder; wo sie sich zu zwei Fasern verbinden, trat in der Verbindung die Zackung mehr hervor (4. 4.); 4) an einzelnen Endigungs-Stellen waren die Linsenfasern wie Haare gebogen und machten schöne, leichte Krümmungen (4. 5.). 5) An keiner der einzelnen Linsenfasern habe ich röhrenartiges wahrgenommen. 6) Bisweilen schien da, wo sie sich umbogen oder auseinander gerissen waren, durch Zufall oder die Präparation, die einzelne Linsenfaser wie aus einem Knoten hervorzugehen, eine mir dunkel gebliebene Beobachtung. Die Untersuchungen an Fötallinsen von Quadrupeden, namentlich solcher, die lange in Weingeist oder Chromsäure gelegen haben, und mehr aufgelockert als verhärtet sind, haben mich über die verschiedenen Bildungsstufen der Linsenfasern Folgendes gezeigt. Man sieht in frühester Zeit innerhalb der Linsenkapsel nicht etwa gleich vollendet ausgebildete Linsenfasern. Die Primitiverscheinung beginnender Linsenfaserbildung ist die, dass eine Menge von einzelnen,

meistens runden, wohl aber auch länglichen kernlosen Zellen innerhalb der Linsenkapsel in einer geraden Richtung, eine hinter der andern, gelagert sind, die hier und dort erst einzelne, dann aber an mehreren und zuletzt an allen Stellen sich mit einander vereinigen (4. 3.). Hierdurch werden zunächst aus einzelnen kleinen Zellen sehr kurze und dünne Linsenfasern gebildet, aus grösseren Linsenzellen gehen kurze und dickere hervor. Bisweilen sah ich, dass bei dieser Zusammenfügung einzelner dicker Linsenkugeln zu kurzen Fasern, die man Säulen hätte nennen können, an einer Seite sich durch Bersten derselben auf der entgegengesetzten Seite die Zahnung der Linsenfasern ausbildete (4. 4.). Ebenso sah ich nicht selten, dass auf bereits fertige Linsenfasern, die durch seitliches Aneinanderfügen breite membranartige Linsenschichten gebildet hatten, längs der Richtung der einzelnen Linsenfasern und auch darauf liegend Linsenkugeln sich perlschnurartig an einander legten, so dass man in einer Gruppe Linsenfaserschichten und Linsenfasern und beginnende Linsenfaserbildung aus Zellen sehen konnte (3. 6.). Die Linsenschichten bilden sich öfters zu förmlichen Membranen aus; sie sind dann in ihrer Mitte dicker als in ihren Ausläufern. Aus diesem Linsenmaterial, das aus der Zelle zur Faser, aus dieser zur Schicht und Membran sich umgestaltet, bildet sich nun der Linsenkörper, dessen Anfang, wie wir gesehen haben, in der Bildung einer Scheibe aus gerade verlaufenden, eben aus Vereinigung von Linsenkugeln entstandenen Linsenfasern besteht (4. 7.), welche letztere sich in einer Dreigruppe lagern. Die erste Anlage der Linse selbst ist eine flache Scheibe; sie bildet die vordere Fläche der hinteren Linsenhälfte, die früher als die vordere entsteht. Die hintere Linsenhälfte oder Linsenscheibe ist die Grundlage, um die die weitere Linsenbildung sich lagert.

Die vordere Linsenhälfte (Scheibe) setzt sich später auf die hintere auf (4. 18. 19. 20.). Diese letztere besteht aus drei Linsenfasergruppen (3. 7.) und vergrössert sich durch dicke kurze Linsenfascrn, die sich auf der hintern Seite der Linsenscheibe schräg anlegen (4. 17.); an sie wölben sich nach und nach durch Umbiegung die einzelnen Linsenfascrn an der Peripherie, nehmen eine Kugelsegmentform nach hinten an, und vollenden so die eine Hälfte der Linse, die hintere (4. 11. 12. 13. 14.). Dieselbe ist meistens napfartig gebildet, und hat auf ihrer vordern Fläche eine etwas concave Gestalt; auf ihrer hinteren ist sie gewölbt, diese Wölbung ist bald grösser, bald geringer, wodurch die hintere Linsenhälfte eine sehr verschiedenartige Form annehmen kann (4. 11. 12. 15.). Während die hintere Linsenscheibe durch Auflagerung von verschiedenartig gestaltetem Linsenbildungsmaterial namentlich in der Gegend des hintern Poles der Linse wächst, setzt sich die Bildung der vorderen Linsenhälfte in Gang. Diese wartet aber nicht so lang bis jene vollendet ist. Wohl aber geschieht es bisweilen (wahrscheinlich durch pathologische Verhältnisse der vordern Kapselwand veranlasst), dass durch eine Entwicklungshemmung der Phakogenese die vordere Scheibe gar nicht sich bildet, ein angeborener Bildungsfehler der Linse, den ich Hemiphakie nenne, und der als angeborene Cataracta auftritt, aber dann fast immer mit einer pathologischen fötalen Bildung des Kopfes und des Auges verbunden ist. Bei der Entwicklung der vordern Linsenscheibe legen sich die Linsenfascrn, die ziemlich breit und kurz sind, pallisadenartig auf die vordere Fläche des primitiven Linsendiskus (4. 17.). Ihre Lagerung geschieht ebenfalls in einer Dreigruppe; diese bilden nun die plumpe Anlage, aus der nach und nach die vordere Linsenscheibe hervorgeht. Der Aufbau derselben ist in der Tiefe cubisch

eckig, schwerfällig, die eigentliche Rundung fehlt (4. 17.); er ist abgeflacht, kleiner als die hintere Hälfte; dabei hat die hintere Hälfte in ihrer Peripherie einen vorspringenden Rand, der eine Zeit lang zu sehen ist, nach und nach aber verschwindet (4. 19. 20. 21. 22.). Man sieht deshalb auch an der Peripherie, wo die beiden Linsenscheiben zusammentreffen, bald einen hervorspringenden Rand, bald eine Rinne, die öfters rings um die Linsenscheibe kreisförmig läuft, öfters aber auch wohl nur an einer Stelle erkennbar ist (4. 20. 21. 22.). *Crista et sulcus lentis foetalis.* Durch Umbiegung der wachsenden Linsenfasern an der Peripherie füllen sich diese früheren Spuren nicht vollendeter Linsenbildung nach und nach aus, und da dieselben bei ihrer Umlagerung um den Linsenkörper nicht von Pol zu Pol sich erstrecken, sondern nur die Seitentheile in kurzen Segmenten umlagern, muss nothwendig die anfangs cubische, später mehr runde Gestalt des Linsenkörpers, zuletzt in eine Linsengestalt sich verwandeln.

Recapitulirt man nach diesen Föetaluntersuchungen die Art und Weise, wie der Linsenkörper entsteht und sich weiterbildet, namentlich an getrockneten Föetallinsen, so wird man in dem Aufbau des Linsenkörpers zwei Perioden unterscheiden, die der Grundbildung und die der weitem Gestaltgebung. Die erste ist die architektonische Grundlegung, die Entstehung der hinteren Linsenscheibe, die andere, die auf dieselbe Weise geschieht, die der vorderen, wobei aber nicht zu übersehen ist, dass bei dem Anbau der hintern und der vordern Linsenscheibe die dreigetheilte Linsenfaserguppierung stattfindet, die durch den ganzen Weiterbau des Linsenkörpers sich hindurch erhält. Bei der Weiterbildung des Linsenkörpers nach diesen drei Gruppen sehen wir, dass die Linsenfasern im Anfange der Phakogenese kurze und pallisadenartige Schichten sind, die

nach dem Grundbautypus zusammengestellt, anfangs keine vollendete Rundung bilden, sondern mehr ein Vieleck. Letzteres rundet sich an den Ecken durch Auflagerung mehr ab; dies geschieht dadurch, dass die vorher kurzen palisadenförmig gelagerten Linsenfasern sich oben und unten krümmen, und so zur abgerundeten Gestaltgebung wesentlich beitragen (4. 17.).

Wenden wir uns jetzt zu den Ergebnissen der Beobachtungen über die Phakogenese an menschlichen Embryonen.

Ende des zweiten oder Anfang des dritten Monats erscheint im menschlichen Foetalauge die Linse nicht mehr als Scheibe, sondern als eine vorn ziemlich flache nach hinten zugespitzte kleine Kugel (ähnlich der 5. 2. abgebildeten). Die Linse sammt Kapsel ist in dieser Zeit proportionell, sehr klein; sie füllt nicht den vierten Theil des Auges aus; hier und dort sieht man, wenn man sie in Weingeist legt, eingebogene Stellen, was durch die Einschrumpfung des Linsenkapselrandes nach innen geschieht, da die Linsenmasse noch zu klein ist, um die Cavität der Kapsel auszufüllen, und an ihren Lateraltheilen noch Rinnen und Lücken hat, die die sich bildenden und um den Linsengrund sich legenden Linsenfasern noch nicht ausgefüllt haben. Der aus der Linsenkapsel herausgenommene Linsenkörper besteht aus Linsenstreifen, die aus Linsenkugeln sich zu bilden beginnen. Im Raum der Kapsel von der Linse eines menschlichen Foetus aus dem Ende des dritten Monats fand ich eine Scheibe, die nach hinten zu, gegen den Grund des Auges hin, gewölbt war. Der Linsenkörper zeigte Linsenfasern in schönster Ausbildung. Dabei machte ich die Bemerkung, dass der flüssige Theil, der den Linsenkörper innerhalb der Kapsel umgab, eigentliche Linsenfasern bei der mikroskopischen Untersuchung nicht enthielt, d. h. die einzelnen Molecüle

waren zwar bereits zusammenhängend, bildeten eine kurze Strecke hindurch einen paternosterartigen Strang, aber sie waren nicht ganz verschmolzen, und hatten an den Seitentheilen noch keine geradlinig verlaufende Abgrenzung; dieselben waren bald runder bald länglicher Gestalt, sie berührten sich unter einander bald leicht an einer Stelle, bald waren sie schon mehr verschmolzen, und ihre Zwischenräume waren dann geschwunden.

In anderen menschlichen Fötalaugen, ungefähr aus dem vierten Monat, erschien der Linsenkörper nach vorn sehr flach, nach hinten dagegen in dem einen Auge beutelartig verlaufend, in dem andern nach hinten zugespitzt. An der Seite befand sich an beiden Linsen eine Leiste, hervorspringend ausgezackt, und offenbar der zuerst gebildeten hintern Linsenscheibe angehörend. Die vordere Scheibe der Linse war kürzer im Längendurchmesser, und auf ihrer vorderen Fläche eine dreieckige Linsenfasergruppierung mit einer Vertiefung wahrzunehmen. Letztere war die Folge der im Centrum des vordern Linsenpoles noch nicht ganz vereinigten Linsenfaser.

Ist die Linse im hintern Pole spitz geformt, so berührt diese fötale Linsenspitze den Boden des Bulbus, der in dieser Zeit in Sclera, Choroidea und Retina nach der Gehirnseite zu, durch den Spalt noch offen ist, und steht mit der Centralarterie in Verbindung, die hier ihren Eintritt in die Augenhöle hat. Sehr nahe an diese Linsenspitze ist der Glaskörper, der jetzt noch eine dünne Hyaloideamembran ist, gelagert, und hat demnach auch eine zugespitzte schräge Richtung. Ihm hängt sich die Centralarterie schwanzartig an.

Die Fötallinse des Menschen aus dem vierten bis fünften Monat der Schwangerschaft hat meistens schon Linsengestalt, die jedoch nach der hintern Seite zu noch ziemlich spitz ausläuft. Aeusserlich trägt sie an

den Seiten Spuren der Vereinigung der zwei Linsenscheiben, die bald als Rinnen bald als Leisten sich zeigen. Der hintere Theil ist dicker als der vordere (4. 18.). Aeusserlich gewahrt man bisweilen an der Oberfläche der Linse Rinnen, die sich um die gesammte Linse herumziehen und zwar vom vordern zum hintern Pol. Diese Rinnen entstehen dadurch, dass die einzelnen Linsenfasern, die der Linse entlang dicht an einander sich lagern, durch fehlende Ablagerung die zwischen den einzelnen Linsenfaserlagerungen entstandenen Lücken nicht ausgefüllt haben. Auf der vorderen Fläche ist im Centrum in dieser Zeit eine Lücke sichtbar, die denselben Ursprung hat wie die Lateralrinnen, dass nämlich die Linsenfasern, die von den Seitentheilen aus zur Vorderfläche der Linse sich erstrecken, in der Mitte derselben sich noch nicht vereinigt, noch nicht berührt haben.

Bei der Untersuchung ungefähr sechsmonatlicher menschlicher Fœtalaugen fand ich die runde Kapsel von der durch und durch hellen ungetrübten Linsensubstanz immer noch nicht ganz ausgefüllt; ich mochte die Linsenkapsel von vorn oder hinten oder von der Seite in Wasser liegend prüfen, ich fand überall einen nicht unbedeutenden Abstand zwischen der innern Linsenkapselwand und dem Linsenkörper (5. 4.). Dabei gingen hier und da seitlich einzelne Streifen Linsensubstanz, von einer Stelle der innern Linsenkapselwand zum Linsenkörper. Ich schnitt die Kapsel an der Seite weit ein; der mehr plump-polygon, als rund gestaltete Linsenkörper trat aus der vorsichtig an der Seite eingeschnittenen Kapsel unter Wasser ungehindert hervor. Auf ein Objektglas gebracht, liess die Linse bei vorsichtigem Hin- und Herrücken hier und dort einzelne ihrer Streifen auf das Glas fallen, und unter dem Mikroskop erkannte ich nun auf das Klarste, Deutlichste und Schärfe

zehn bis zwölf Linsenschichten; sie waren lilla gefärbt, lagen wie die dünnste, schleierartige Membran bandartig über und durcheinander, und gewährten einen wunderbar schönen Anblick (4. 5.). Ich habe die einzelnen Linsenfasern nie heller, reiner, ich möchte sagen, lebendiger liegen gesehen. Die Zwischenräume zwischen ihren Verbindungsrändern waren hell, frei von allem und jeden organischen Stoff, nirgends war ein fremder Körper. An den Enden waren die einzelnen Linsenfasern wie abgeschnitten, nicht gequollen, nicht offen, keine Röhren bildend. Ihre Lage war geschlängelt, sie waren, wie der Faden zum Aufwickeln bereit liegt, in einzelnen Schlingen gewunden (4. 5.). Unwillkürlich musste dieser Anblick zu der Meinung führen, das spätere Linsenwachsthum geschehe durch Umlegen der einzelnen Linsenfaserschlingen um den bereits theilweis vorhandenen Linsenkörper.

Als eine vorübergehende Zwischengestalt im Verlaufe der verschiedenen Bildungsstadien im menschlichen Fötusauge tritt im sechsten Monat die mehr runde Form der Fötallinse hervor. Man bemerkt in dieser Zeit eine grosse Menge schon ausgebildeter Linsenfasern bandartig und locker um die Peripherie der Linse gelagert; sie bleiben leicht beim Hervortritt der Linse aus einer angeschnittenen Kapsel am Rande derselben hängen, zeigen eine vollendete Ausbildung mit ungezahnten glatten Rändern, und zerbröckeln sich leicht in die einzelnen Faserungen.

In den oberflächlich gelegenen Schichten der menschlichen Fötallinse aus dieser Zeit tritt mehr der Uebergang der einzelnen Linsenfasern zu wirklichen Linsenfaserschichten, ja fast Linsenfasermembranen hervor, die sich wie Zwiebschichten gegenseitig innigst decken und zwischen sich bisweilen kleine Zwischenräume bilden, Zwischenräume, die den Sitz des in dieser Zeit

entstehenden Linsenschichtstaars werden können. Entfernt man vorsichtig solche Schichten, so erscheint die in der Tiefe gelegene Linsenmasse mehr wie ein Würfel, und man sieht dann deutlich jene Bildungsepoche, wo die in der Tiefe cubisch gestaltete Linse (4. 17.) durch weitere Anlegung von seitlich sich krümmenden Linsenfasern und Linsenschichten der globosen Form entgegengeht. Diesen Vorgang erklärt mechanisch auch die Entstehung der erwähnten Zwischenräume innerhalb der Iagen des Linsenkörpers. Bei sieben Monate alten menschlichen Embryonen sah ich die Krystalllinse innerhalb der hellen undurchsichtigen Kapsel so liegen, dass sie die Cavität derselben immer noch nicht ganz ausfüllt; es war zwischen der innern Fläche der Kapsel und den äussern der Linse ein schmaler kreisförmiger durchsichtiger Raum vorhanden, an dessen einer Seite ein einzelner Linsenstreifen, der von der innern Kapselwand zum Linsenkörper ging, leicht zu sehen war (5. 4.). Die vorsichtig geöffnete Kapsel ergoss einige Tropfen einer hellen Flüssigkeit, und nach Ausleerung derselben war der helle Zwischenraum verschwunden, die Kapsel legte sich dicht um den Linsenkörper. Die hervortretende Linsenflüssigkeit enthielt theils einzelne Linsenkügelchen theils aus ihnen gebildete Linsenfasern. Durch die erweiterte Oeffnung trat die Linse leicht hervor; bei der Lupen-Untersuchung sah ich Streifen von dem Linsenkörper sich lösen, und bei der Betrachtung durch das Mikroskop gewahrte ich, dass sie aus einer Linsenfaserschicht bestand, die bandartig unter und übereinander liegend, sich theilweise bedeckten, doch auch vereinzelt zu sehen waren. Einzelne Zwischenräume waren in denselben vorhanden. Auf einer Durchschnittsfläche erschienen die Linsenfasern gequollen, noch offen, also keine Röhren bildend. Die Linse war fast durchaus globos. Die Untersuchung von Augen

menschlicher Embryonen, vom Ende des achten und der Mitte des neunten Monats, zeigte die runde Linse innerhalb der Kapsel, letztere aber noch nicht ganz ausfüllend. Es war auch hier ein heller durchsichtiger ringförmiger Raum zwischen der im Centrum liegenden Linse und der Peripherie der Kapsel vorhanden. Bei der Untersuchung mittelst einer scharfen Lupe sah ich, dass auch hier Streifen von der innern Fläche der Kapselwand zum Linsenkörper gingen. Oeffnete ich die Linsenkapsel weit und trat der Linsenkörper aus der Kapsel hervor, so sah ich an ihr Linsenstreifen, wie ein Band gestaltet; dieselben hingen mit dem Linsenkörper zusammen, auf dem ich wie aufgerollt die Fortsetzung der Linsenstreifen deutlich sehen konnte. Der Anblick, den diese bandartig unter- und übereinander gelagerten Linsenstreifen gewährten, war wunderbar schön. Die einzelnen Linsenstreifen konnte ich unter dem Mikroskop in die feinste Textur verfolgen. Sie war durchsichtig, ohne irgend eine Trübung; wo sie abgerissen war, erschien die Durchschnitsfläche glatt, scharf, nicht offen; dabei war durch die Windungen, die die Linsenfasern machten, und in denen sie übereinander lagen, die bandartige Beschaffenheit so bestimmt ausgesprochen, dass man an das Wachsthum der Linse nicht anders als durch Umlegen dieser bandartigen Linsenfasern um den Kern denken musste. Nach einigen Verweilen solcher Linsenfaserstücke in Wasser zeigte die mikroskopische Untersuchung derselben das Auseinanderweichen der Linsenfasern in einzelne Linsenfaserstücke, und in einzelne Linsenzellen.

Im Laufe des neunten Schwangerschaftsmonats tritt die Linsengestalt des Krystallkörpers mehr als früher entschieden hervor; an dieser Formenänderung theilnehmen sich namentlich die seitlichen Theile der Linsen-

fasern, die nicht von Pol zu Pol wachsend sich erstrecken, sondern ausserhalb des Pols nach der hintern Fläche entstehend, sich seitlich nach vorn erstrecken, aber auf der vordern Fläche den Pol nicht erreichen. Hierdurch entsteht eine Ausdehnung, ein Wachsen in den Seitentheilen des Linsenkörpers, hierdurch bilden sich aber auch auf der vordern Fläche desselben eigenthümliche sternförmige, oder auch runde Figuren, weil eben die äussersten feinen Endigungen der Linsenstreifen sich in der Gegend des vordern Poles nicht ganz und innig berühren, und weil hierdurch dort ein Substanzmangel entsteht, der leicht zur Ablagerungsstätte von feinen Moleculen wird, oder wohl auch zu Kapseleinsenkungen Veranlassung wird, also angeborenen centralen Linsen- und Linsenkapselstaar verursachen kann, worauf ich bereits vor Jahren aufmerksam gemacht habe.

Die Linse des menschlichen Fötus zeigt während ihrer Ausbildung bisweilen Abweichungen von der in den bisherigen Mittheilungen geschilderten normalen Form; nur weitere Beobachtungen werden später entscheiden, ob diese mehr Bildungsfehlern, als bestimmte normale Vorkommnisse sind, d. h. Bildungen, durch die die Linse bis zu ihrer vollkommenen normalen Ausbildung hindurchgehen muss. Ueber diesen Gegenstand ist Folgendes zu erinnern. In der ersten Zeit der Linsenkapselbildung ist nämlich gewöhnlich die in der frühesten Periode der Augenbildung nach unten etwas oblonge Linsenkapsel zu mehr runder Gestalt gelangt, und dann muss natürlich die runde Cavität der Linsenkapsel die Stätte für eine mehr runde Anlage das sich jetzt bildenden Krystalllinsenkörpers gewähren. Bisweilen beginnt jedoch die Bildung des Linsenkörpers in so früher Zeit, wo die Linsenkapsel nach unten zu noch länglich geformt ist, und dann ist, da die Primärform des Linsenkörpers der Form der Kapsel zu

folgen pflegt, die Gestalt des Linsenkörpers eine nach unten zugespitzte (5. 1. 2.). Ich habe dieses Vorkommniss am Linsenkörper zu wiederholten Malen in menschlichen Fœtalaugen beobachtet. Ja einige Male waren solche spitz nach unten zu laufende Linsenkörper ausserdem in diese Spitzen in horizontaler Richtung gespalten (4. 21.), welches Vorkommniss höchst wahrscheinlich dadurch sich erklären lässt, dass eine genaue Vereinigung der beiden Linsenscheiben im Verlauf des Wachstums des Linsenkörpers nicht stattgefunden hat, eine Art von horizontaler Spaltenbildung als Bildungshemmung übrig geblieben war. Eine weitere, öfters vorkommende, von der Normalgestalt der sich bildenden Krystalllinse abweichende Form ist die, wo der Linsenkörper nach unten eine Einkerbung, einen Substanzmangel zeigt. Solchen Bildungsabweichungen habe ich noch häufiger als zugespitzten Linsenkörpern begegnet (5. 1. 2.).

Eine fernere Eigenthümlichkeit der Fœtallinsenform ist in frühester Zeit eine spitze Gestaltung nach hinten. Man trifft sie öfters, aber im Ganzen doch selten an. In diesen Fällen ist dann meistens die ganze Bildung des Fœtalbulbus nach hinten zu spitz. Zu bemerken ist ferner an manchen Fœtallinsenkörpern eine bald tiefere bald flachere Rinne (Sulcus) (4. 21. 22.), die am Rande desselben oft partiell, oft ganz um das Organ herum sich hinzieht. Ich halte einen solchen Sulcus für einen Bildungsvorgang aus der Bildungsepoche, wo die vordere Linsenscheibe sich auf die hintere aufsetzt, und es dürfte wohl dieser Sulcus fœtalis lentis dadurch zu Stande kommen, dass der äusserste Rand der vordern Linsenscheibe sich mit dem der hintern nicht innig verbindet; es entsteht hierdurch am Rande beider Linsenscheiben ein Klaffen derselben. Bei andern menschlichen Fœtallinsen befindet sich an der Stelle des Sulcus fœtalis eine oft ziemlich stark hervorsprin-

gende Leiste (*Crista foetalis lentis*) (4. 19.), deren Entstehung so zu deuten ist, dass der äussere Umfang der vordern Linsenscheibe nicht gleich gross wie der der hintern ist, und dass demnach letztere einen Vorsprung bildet über den Rand der vordern Linsenscheibe, diese sonach mit ihrem Rande innerhalb der innern Linsenscheibe steht. Diese *Crista foetalis lentis* ist meistens sehr dünn und schmal, und hat bisweilen ausgezackte Ränder.

Der Bemerkung werth ist noch die wiederholt von mir gemachte Beobachtung, dass in menschlichen Fœtallinsen aus den letzten Schwangerschaftsmonaten oder wohl auch in Linsen neugeborener Kinder, die längere Zeit in Chromsäure aufbewahrt worden waren, der vordere oder hintere Linsentheil eine von dem andern verschiedene Farbe trägt. Bald sah ich, dass die vordere Hälfte heller als die hintere war, bald aber war es umgekehrt, die hintere war heller als die vordere. Ich glaube nicht, dass die verschiedenartige Färbung der beiden Fœtallinsenscheiben abhängig ist von einer grössern oder geringeren Dichtigkeit in der Struktur des Organs, bin vielmehr der Meinung, dass die verschiedene Färbung der Schichten bei meinen Beobachtungen von der leichteren oder schwereren, langsamern oder schnelleren Imbibition der Chromsäure in die Linsensubstanz herrührte, weil, wenn solche in zweifachen Schichten gefärbte Linsen nachträglich in neuere Chromsäureauflösung einige Tage hindurch gelegt wurden, beide Theile dann gleichmässig gefärbt erschienen.

3.

Entwicklung des Glaskörpers.

(Hierzu Tafel 5 und 6.)

Der Glaskörper ist in sehr früher Bildungsepoche des menschlichen Fœtusauges, d. h. zu Anfang des dritten Monats, als ein kleiner durchsichtiger Anhang

hintern Linsenkapselwand schwer sichtbar, und wird deshalb auch oft übersehen. Er liegt der hintern Kapselwand membranartig mit seiner vordern Fläche dicht an, und wird an der hintern Seite von der Netzhaut sehr nahe berührt (5. 9.). Der Raum, den der Glaskörper, der jetzt eine blosse Membran (Hyaloida) ist, einnimmt, ist sehr eng, und da die Linse sammt Kapsel in dieser Zeit der Entwicklung bereits einen bedeutenden Umfang erreicht hat, und einen nicht unbedeutenden Theil der Augenhöle ausfüllt, so ist die Stätte der Glaskörpermembran sehr tief in dem noch klaffenden Grund des Fötalesauges gelegen. Die Gestalt desselben ist unregelmässig rund, napfartig, bisweilen wie eine Mondscheibe oder hufeisenförmig; die concave Seite liegt nach oben an der hintern Linsenkapselwand, die convexe nach innen und unten an der Netzhaut. Ihre Lage ist so, dass sie mit ihrem vordern Rand die hintere Kapselwand bis zum Seitenrand bedeckt, das Centrum derselben aber so wie einen Theil abwärts von da unbedeckt lässt, da hier der freie Raum bestimmt ist, für den Eintritt der Centralarterie, die auf diese Weise zur hintern Kapselwand gelangt. Die Figuren 14—17 auf der fünften Tafel machten das Lagenverhältniss der Hyaloidea zur hintern Kapselwand, sowie die Form derselben deutlicher, als das durch eine Beschreibung geschehen kann. Die Membran selbst ist dicker als die Kapselwand und faltig, nicht glatt wie diese. Sie ist durchsichtig im frischen Zustande, und man gewahrt schon mit blosssem Auge, noch deutlicher aber mit der Lupe, Querstreifen in ihr (6. 16. 17.). Das sind die Balken des Maschengerüsts ihres sulzigen Parenchym's. Die ganze Membran hat im Längendurchmesser kaum den vierten Theil des Volumens der Linse. Je nach der Lage, welche der sammt Hyaloidea aus der Höle des Auges herausgenommenen Linse gegeben

wird, erscheint die Gestalt derselben anders. Eine Reihe schematischer Abbildungen derselben von verschiedenen Seiten gezeichnet, stellt dies alles in das gehörige Licht (5. 14.—18.). Es gelingt nicht oft in so früher Zeit, eine hinsichtlich der Lage und der Form, gut erhaltene Hyaloidea aufzufinden. Die offene nach unten zu gerichtete Stelle der Hyaloidea nimmt unsere Aufmerksamkeit zunächst in Anspruch (5. 13.). Sie ist die Ursprungsstelle, aus der sich, nach und während der Bildung der Corona ciliaris, der Canalis hyaloideus entwickelt. Jetzt ist sie eigentlich nur ein Halbkanal, der durch die Fœtallage der Hyaloidea, die auf sich selbst gebogen ist, entsteht; später vereinigen sich die jetzt einander näher gerückten Ränder der Membran nach und nach gänzlich, dadurch geht der Halbkanal oder Spalt in einen ganzen Kanal über, der aber auch ziemlich rasch verschwindet oder eine Raphe zurücklässt (5. 18.). Diesem Akte der Vereinigung des Spaltes der, auf sich selbst eingebogenen, nach unten klaffenden, Hyaloidea und der der pars ciliaris derselben mit der Linsenkapsel geht aber ein Aufquellen, ein Lamelliren der Glashaut, eine Anschwellung von innen nach allen Seiten hin voraus oder fällt mit ihm zusammen, so dass die in früher Zeit ihrer Bildung flache Hyaloidea sich wurstförmig erhebt, mehr und mehr ausdehnt und dann durch allmähliche Vergrößerung und Ausdehnung nach hinten, aussen und innen, immer mehr kugelförmig sich gestaltet (6. 14. 2. 3.). Dieses Aufschwellen des Glaskörpers, durch innere Metamorphose bedingt, geschieht allmählig. Nach unten hin, in der Gegend der abwärts klaffenden Rinne, bleibt längere Zeit hindurch, während die Annäherung und Verschmelzung der Ränder der sich mehr und inniger berührenden Hyaloidea geschehen ist, eine Narbe mit einer Einbiegung zurück, so dass der Glaskörper noch längere Zeit Spuren der primitiven klaffenden Form be-

hält (6. 3. 4. 18.). Scheinbar sehr verschiedenartig gestaltet ist die Hyaloidea in der frühesten Zeit ihrer Entstehung, und der Beobachter wird, wenn er der morphologischen Entwicklung dieses Organs nachgeht, längere Zeit irre geführt durch diese verschiedenartigen Formen; er glaubt bisweilen die bestimmte sich gleichbleibende Grundform des werdenden Organs gefunden zu haben, und dann ist er oft wieder nicht im Stande, die früheren Befunde mit den neu aufgefundenen in Einklang zu bringen. Diese scheinbare Verschiedenheit der Form bei dem sich bildenden Glaskörper ist theilweis der Kleinheit des Organs und der dadurch bedingten schweren Erkenntniss zuzuschreiben, dann hängt sie aber auch von den verschiedenartigen Zuständen und Entwicklungsstadien, in welchen sich die zu untersuchenden Augen befinden, ab. Die Glaskörperhaut im menschlichen Fötalauge aus dem zweiten Monate ist im Verhältniss zur Linse sehr klein, faltig, dabei sehr dünn, zusammengedrängt zwischen der Netzhaut und der hintern Kapselwand. Sie hat die Gestalt eines Hufeisens; nach vorn ist sie um die Linse herum, die in sie gebettet ist, randförmig gelagert, ohne dass jedoch die Corona ciliaris gebildet ist. Nach unten ist stets ein Hiatus vorhanden (5. 13. 14.). Ende des zweiten oder Anfang des dritten Monats, wo im menschlichen Fötalauge die Linse öfters spitz nach unten und nach hinten steht, ist der Glaskörper als Hyaloidea vorhanden, aber nur mit Mühe durch die Lupe erkennbar, als eine dünne durchsichtige zarte kleine hufeisenförmig gestaltete Membran; es ist nirgends, weder eine Spur von einer Corona ciliaris auf ihr vorhanden, noch ein Pigmentabklatsch oder eine Einkerbung im Ciliarteil der Glashaut, d. h. an der Stelle, wo er mit der Linse zusammenhängt. Die Choroidea hat in dieser Zeit wenig Pigment, sie hat noch keine Ciliarfortsätze,

die Linsenkapsel liegt nach vorn, dicht an der Cornea an, der Rand der Choroidea endigt nicht scharf, nicht gleichmässig sondern etwas ausgezackt, und an einer Stelle desselben ist meistens der Spalt in der Choroidea zu sehen, der sich bis nach vorn erstreckt (3. 5.).

In dem Auge, ungefähr dreimonatlicher menschlicher Fötus erkennt man mit Hülfe der Lupe die dünne faltige Glashaut als Anhängsel der hintern Kapselwand. Sie hat eine Gestalt, die jetzt weniger einer Hufeisenform, sondern mehr einem unregelmässigen Halbmonde zu vergleichen ist. Sie ist hellgelblich und durchsichtig und hängt mit ihrer hintern Seite innigst mit der vordern Fläche der Netzhaut zusammen (5. 2.). Nach vorn liegt sie geschlossen um den Linsenkapselrand, hat aber dort noch keine Spur einer beginnenden Corona ciliaris. Nach unten ist sie noch nicht durch eine Raphe geschlossen, sondern klaffend. Bisweilen ist die Hyaloidea in dieser frühen Periode des menschlichen Fœtalauges in der Mitte oder zu Ende des dritten Monats nach hinten und unten spitz geformt (6. 5.). Diese eigenthümliche Form des Glaskörpers zeichnet sich dann dadurch aus, dass sie gegen die Richtung der Linse mehr abwärts steht. Ein solcher Glaskörper hat eine pyramidale Gestalt, deren Basis sich an die hintere Kapselwand lehnt, deren Spitze nach hinten und unten zugekehrt ist. Die Arteria centralis haftet dann schwanzartig an einem so gestalteten Glaskörper (6. 5.). Die Ursache dieser eigenthümlichen Gestalt ist wohl die pyramidale Form, die in dieser Fœtalzeit der innere hintere und untere Raum des Bulbus hat. Derselbe ist nicht rund, sondern mehr dreieckig, weil der allgemeine Augen-Fœtalspalt der Sclera, Choroidea und Netzhaut weder breit, noch klaffend ist.

Die Grundform der Hyaloidea in den Augen der höheren Thierklassen entspricht im Allgemeinen der

Gestalt der hintern Kapselwand, die sie umlagert; modificirt wird sie aber durch den grössern oder kleineren schmalern oder breiteren Hiatus, der nach unten an ihr vorkommt. Durch die Grösse oder Kleinheit dieses Spaltes wird die Gestalt der Hyaloidea zu einer sehr verschiedenartigen; je nach der Anschauungsweise des Beobachters hat man sie mit verschiedenen Formen verglichen, und der Eine hat sie hufeisenartig, der Andere wurstförmig genannt (5. 11. 12.). Die Hyaloidea ist der hintern und noch mehr der seitliche Flächen der Linsenkapsel anhängend, macht letztere gewissermassen zum Stützpunkt ihrer Weiterbildung. Wir finden sie an der hintern Kapselwand, im obern Drittheil, fest adhären; in der untern Hälfte findet in früher Zeit die Anheftung nicht statt, weil dorthin in dieser Entwicklungsperiode die Centralarterie, die in den Spalt der Hyaloidea eintritt, sinuös sich biegt. Erst wenn dieses geschehen ist, schliesst sich der Spalt der Hyaloidea nach und nach durch Annäherung der Wände derselben, und die Hyaloidea legt sich ganz an die hintere Kapselwand; die Fossa hyaloidea ist dann ausgebildet und die Schliessung des Glaskörpers in dem hintern Spalt ist der Schlussakt dieser Bildungsvorgänge (5. 18. 19.).

Bei oft wiederholten Untersuchungen des Verhaltens der hintern Kapselwand zur Hyaloidea-Membran, d. h. bei näherer Untersuchung der Organtheile, welche in der künftigen Fossa hyaloidea zusammentreffen, habe ich nie etwas Anderes gefunden, als dass die hintere Fläche der hintern Kapselwand innig mit dem Theil der Hyaloidea zusammenhängt, welcher dieselbe überzieht. Es lässt sich irgend ein besonderes organisches Bindemittel, das diese beiden glatt an einander liegenden Membranen zusammenhält, etwa ein feines Fadenwerk, nicht auffinden, ich habe trotz wiederholter Untersuchungen nichts der Art sehen können. Wohl aber

giebt die Arteria centralis vor ihrem Auftritt auf die hintere Kapselwand nach allen Seiten der Fossa hyaloidea laterale Ramifikationen ab, die dort sich vielfach auf der äussern Fläche der fossa hyaloidea (11. 1.) verzweigen, und später zu Gefässverbindungen mit dem Circulus arteriosus zonulæ, der sich sehr früh in kleinen Gefässen andeutet, Veranlassung geben. Ich habe dies Gefässnetz Discus arteriosus fossæ hyaloideæ genannt. In Fœtalaugen ist die Trennung der hintern Linsenkapselwand von der äussern Fläche der Fossa hyaloidea bei älteren Spiritus- und Chromsäurepräparaten nicht schwer und gelingt fast immer, ein Verhalten, was in den Augen Erwachsener seltener getroffen wird, und bei einigen Anatomen und Augenärzten zu der Meinung Veranlassung gegeben hat, als liesse sich die Linsenkapsel an ihrer hintern Wandausbreitung nicht ohne Verletzung ihrer selbst und der Fossa hyaloidea, aus letzterer entfernen.

Ich sah dann auf der vordern Seite des abgetrennten Hyaloideaparenchym's nie Falten oder Ablagerungen, oder Risse, die Membran war unverletzt, wohl aber sah ich immer die schönsten Gefässramifikationen (11. 1.) sich peripherisch ausbreiten; man konnte sie mit der Lupe wahrnehmen, die Augen mochten injicirte oder nicht injicirte sein. Die Grundform der Hyaloidea entspricht der Gestalt der hintern Kapselwand und ist ursprünglich eine mehr ausgeschweift längliche, später, wie es bei der Linse ist, eine länglich-runde. Eine Einbiegung, auf sich selbst an ihrem untern Theile, sonach eine Rinne ist vorhanden; eine weitere Formveränderung, je nachdem dieselbe grösser oder kleiner ist, entsteht in Gestalt eines Hufeisens oder einer Mondichel. Diese Einbiegung auf sich selbst bildet je nach ihrer verschiedenen Tiefe, bald eine Rinne, bald einen Kanal. Sie entspricht dem allgemeinen Spalt des Bul-

bus, der ursprünglich in der Sclera und Choroidea ist, und dient dem Eintritt der Arteria centralis in die Cavität des Auges (5. 11. 12—20.). Die ursprünglich tellerförmige Lagerung der Hyaloidea kann man am sichersten an Durchschnitten, in Weingeist oder Chromsäure gelegener und dann getrockneter Föetalaugen von Vierfüssern studiren. Hier sieht man nach den verschiedenen Bildungsperioden die verschiedenen Grade der Einbiegung auf sich selbst, und kann auch die Umbildung der Ränder dieser Einbiegungen in eine Narbe genau sehen, die immer nach aussen eine Raphe bildet (4. 2.). Sehr bemerkenswerth ist in einer der etwas späteren Bildungsepochen das gegenseitige Lagenverhältniss der Linsenkapsel und Linse zum Glaskörper sowie die Verbindung desselben mit der Linsenkapsel. Dieselbe ist in den Glaskörper wie hinein gebettet, d. h. sie liegt so tief in diesem, dass die vordere Fläche der Linsenkapsel nur um ein sehr Geringes den Rand der sie umschliessenden Hyaloidea überragt (5. 19. 20.). Es liegt die Linse wie ein in einem Ringe gefasster Stein. Meistens ist in dieser Epoche nur noch eine kleine Spur der Spalte des Glaskörpers vorhanden; häufiger nach hinten als nach vorn (5. 20.). Der die Linsenkapsel an ihrem Rande in einigem Abstand umfassende Hyaloidearand ist anfangs wie der Rand jener glatt, ohne Einbiegung und ziemlich hoch und ziemlich dick. Er zeigt auf seiner innern Fläche, da wo er die Linsenkapselwand umgiebt, in dieser Zeit bisweilen regelmässige fadenförmige Verbindungen, die speichenartig von ihr zur Linsenkapsel gehen und die zu oft vorkommen und zu regelmässig gelagert sind, um als zufällige Gebilde angesehen werden zu können. Diese fadentörmigen Bildungen fallen in den Zeitraum, wo auf dem Hyaloidearand weder eine Spur der Corona ciliaris vorhanden ist, noch sich Pigmenttheile dort vorfinden (5. 20.).

Die jetzt in Entstehung begriffenen Ciliarfortsätze haben noch kein Pigment, und es kann sich sonach ein solches auf dem Hyaloidearand nicht abdrücken. Aus diesem fötalen einfachen glatten Rand-Zustand der Hyaloidea bildet sich die Ciliarkrone heraus. Ich will es unentschieden lassen, ob dazu die jetzt wachsenden Ciliarfortsätze, die den Linsenkapselrand mit ihren Spitzen berühren, nicht mit beitragen können, und auf diesen einen solchen Druck üben, dass der Hyaloidearand nicht mehr glatt bleibt, sondern ein gekerbtes Aussehen erhält. Ich glaube es aber nicht, denn dasselbe findet auch nach meinen Untersuchungen mit dem Rande der von jedem Druckeinfluss freien Linsenkapsel selbst statt, denn auch hier finden sich Einkerbungen vor. Ich halte diesen Vorgang nicht für einen durch Druck erzeugten, sondern für einen spontan-organischen. Der rings um den Linsenrand in einiger Entfernung von ihm in die Höhe stehende ziemlich dicke und breite Rand der Hyaloidea legt sich nun rings um den Linsenkapselrand in die einzelnen Einkerbungen derselben, und bildet einen dicht schliessenden Kreis von kleinen kurzen dicht an einander gelagerten Falten, und das ist nun die erte Andeutung der schon in der ersten Anlage ziemlich fertigen Corona ciliaris (6. 1. 2.).

Es giebt einen Zeitpunkt in der Bildungsgeschichte des Glaskörpers des menschlichen Fötalauges, wo dieser einen Hals bekommt (*Collum fötale corporis vitrei* 6. 2.). Dieser Bildungsvorgang fällt zu Ende des dritten oder Anfangs des vierten Fötalmonates, wo das Auge eine nicht unbedeutende Längenform annimmt. Um diese Zeit sind die Ciliarfortsätze bereits vorhanden, die Iris aber noch nicht. Es ist eine vordere Augenkammer noch nicht gebildet, die vordere Linsenkapselwand berührt die hintere Fläche der Cornea, und die Linse, die in dieser Zeit sich durch ihren grossen Län-

durchmesser und ziemlich breiten Lateralsulcus auszeichnet, liegt mit ihren Seitentheilen von den Ciliarfortsätzen eng umgeben (7. 10.). Diese fassen den Linsentheil wie eine Halskrause ein. Sie stehen lateral in rechtem Winkel gegen den Glaskörperhals, noch nicht abwärts; vielleicht tragen sie durch den Druck, den sie gegen den Glaskörper ausüben, zur Bildung eines Halses (*Collum fœtale corporis vitrei*), einer Verengerung des Glaskörperparenchyms an dieser Stelle bei, wie derselbe vielleicht auch Ursache ist, dass dort die Eindrücke mehr hervortreten (9. 9.). In dieselbe Zeit fällt die Ausbreitung der *Pars ciliaris*, der *Ora serrata* der Netzhaut gegen den Rand der Linsenkapsel hin, und die zahnartig gestalteten Enden der *Retina* legen sich fingerförmig an die Fortsätze der *Corona ciliaris*, und verschmelzen später mit denselben zur *Corona ciliaris*. Von einer weiteren Verbindung der Netzhaut mit den Ciliarfortsätzen ist nichts wahrzunehmen, sie endigt vor denselben. Erst später, wenn diese mehr in die Länge wachsen, werden sie durch eine Glashaut überzogen, die jetzt als eine schleimartige dünne Schicht erscheint und von der Glashaut der innern Fläche der *Choroidea* eine Fortsetzung ist. Untersucht man im menschlichen Fœtalaug aus dem dritten oder vierten Monate die weitere Fortbildung der *Corona ciliaris*, so nimmt man bei mikroskopischer Untersuchung wahr, dass die äussere Haut des *Margo ciliaris* *Hyaloidæ* ein bestimmtes histologisches Verhältniss nicht erkennen lässt. Man sieht nur feine Streifen. Die *Pars ciliaris* zeigt jetzt bestimmte Fortsätze (*processus*) oder Zungen, auch eine Art von *Ora serrata*; diese sind am äussersten Rande schwarz pigmentirt, am untern Rande aber farblos (6. 12.). Diese Fortsätze bilden nach und nach durch Anlagern an einander einen geschlossenen Kreis; hinter diesem liegt eine längliche Rinne, die später in den *Petit'schen*

Kanal übergeht (6. 15.). Was die histologische Struktur, der eigentlichen Processus der Corona ciliaris anlangt, so habe ich an ihnen nichts wahrnehmen können, als eine Anhäufung von Epithelien, von Zellen mit Körnern oder Zellen mit pigmentirtem Inhalt. Das äussere Aussehen unter der Lupe ist wie ein poröser Stein (6. 15. a. a.).

Merkwürdig ist jetzt die Entstehung einer Rinne, die bald nach der weitem Ausbildung der Corona ciliaris hinter derselben abwärts auf der äussern Fläche der Hyaloidea sich bildet, und um die Hyaloidea herum zirkelförmig läuft. Diese Rinne entsteht durch einfache Faltung der äussern ziemlich festen Membran der Hyaloidea; diese Faltung als Rinne ist ziemlich glatt auf ihrer innern Oberfläche, zeigt hier und dort einige Vorsprünge, und bildet sich bald zum geschlossenen Kanal durch grössere Annäherung der gegenseitigen Ränder. Dieser Bildungsgang aus einer Rinne in einen geschlossenen Kanal, ist sonach sehr einfach. Der Glaskörper senkt sich nach der Bildung des Petit'schen Kanals sammt Linse bei nun wachsender Iris, und dadurch entstehender vorderer Augenkammer, nähert sich dabei in der Gegend des nun gebildeten Canalis Petiti und des Halses der Linse mehr, und flacht sich dann ab. Es geschieht diese Bildung des Kanals vor der Verbindung der Ora serrata retinæ mit den Processus des Margo ciliaris des Glaskörpers, und es liegt sonach diesem Bildungsgang zu Folge der Petit'sche Kanal innerhalb der Membrana hyaloidea. Ich habe diese Beobachtungen zu wiederholten Malen in den Augen drei- bis viermonatlicher menschlicher Fötus gemacht, die einige Wochen in verdünnter Chromsäure gelegen hatten. Die äussere Haut der Hyaloidea wird durch die Einwirkung derselben ziemlich fest, und man kann deshalb die Untersuchung des eben beschrie-

benen Bildungsvorganges des Petit'schen Kanals an ihr ohne Schwierigkeit verfolgen (6. 15.)

Der Canalis hyaloideus ist eine Einbiegung der Hyaloidea auf sich selbst, durch welche bald eine Rinne, bald ein Kanal entsteht, je nachdem diese Membran-Einbiegung oberflächlich oder tief, klaffend oder eng erscheint. Diese Föetalhyaloidea-Einbiegung endet nach vorn an der hintern Kapselwand, nach hinten an der Netzhaut und zwar am Spalt derselben, und nach unten hin am Boden, also auf der Netzhautspalte (5. 18.). Je nach der verschiedenen Grösse und Dicke des Glaskörpers, je nach der verschiedenen morphologischen Entwicklungsstufe desselben hat nun der Canalis hyaloideus eine grössere oder geringere Tiefe und Länge. Auch hängt hiervon seine verschiedenartige Lage ab. Er ist fast nie in der Mitte des Glaskörpers, er ist fast immer im letzten Dritttheil des Glaskörpers abwärts gelegen, manchmal liegt er ganz nach unten und erscheint dann nicht als Kanal, sondern als seichte Rinne. Es kommt auch wohl vor, dass sein Gang durch den Glaskörper ein schräger ist. (5. 14. 15. 16. 19. 20. 21.) Dieser Kanal oder diese Rinne ist dazu bestimmt, der Arteria centralis einen Durchgang zur hintern Linsenkapselwand zu gestatten; die Arteria centralis perforirt aber die Hyaloidea nicht, sondern sie tritt nur in eine Rinne oder in eine engere Falte derselben, um in ihr den Weg zur hintern Kapselwand zu finden (5. 20.)

Was die Gestalt und Weite des Canalis hyaloideus betrifft, so ist es schwer, über denselben zu berichten. An glücklich injicirten Augen, wo man die injicirte Arteria centralis in ihrem Verlauf am oder unter und durch den Glaskörper deutlich verfolgen kann, scheint derselbe nicht ein immer gleiches Lumen zu haben; es ist dem Lumen eines Darmstückes ähnlich, das bald mit grössern bald mit kleinern Durchmessern sich zeigt,

je nachdem hier die Wände des Kanals gespannt, dort mehr erschlafft sind. Es giebt eine Zeit, wo der *Canalis hyaloideus* noch kein Kanal, sondern eine Rinne ist. Durch ihn tritt die Centralarterie zur hintern Kapselwand. Diese liegt wegen des erwähnten Hiatus in *Retina*, *Choroidea* und *Sclera*, sehr tief im Grunde des Auges, der jetzt noch klafft und dann erst sich bildet, wenn sich mit der *Sclera*, der sich dem Auge mehr nähernde *Nervus opticus* verbunden hat. Geschieht diese Fundusbildung des Auges, so verbinden sich an der *Hyaloidearinne* die Ränder derselben und aus der Rinne bildet sich dann ein Kanal heraus. Dieser Kanal des Glaskörpers hat je nach den verschiedenen Bildungs- und Wölbungsstufen des hintern Theils des *Corpus vitreum* eine verschiedene Länge, einen verschiedenen Verlauf und eine verschiedene Stellung. Bald geht er schräg durch den untern Drittheil des Glaskörpers zum untern Theil der Krystalllinsenkapsel, bald inserirt er sich etwas höher im Centrum desselben, bald endlich geht er von dem Centrum des hintern Theils des Glaskörpers zur Mitte der hintern Kapselwand (6. 29. 21. 22.). Aehnliches ergiebt die Untersuchung des *Hyaloideakanales*, wenn er mit fremden Stoffen gefüllt ist. Ich habe zu wiederholten Malen, namentlich in Kalbsföetalaugen den *Canalis foetalis corporis vitrei* mit Blut gefüllt gefunden, das in den frischen Augen bei der anatomischen Untersuchung roth erschien, wenn diese aber ein paar Tage in *Spiritus* gelegen hatten, eine gelbe Farbe annahm. In solchen Fällen hatte der Kanal an der hintern Linsenkapsel eine knollige Form, die rückwärts schlanker wurde und fast fadenförmig am hintern Ende des Glaskörpers endigte. Dabei hatte letzterer keine Wölbung nach hinten, im Gegentheil eine Einbiegung auf sich selbst. Die Ge-

stalt eines solchen, mit Blut angefüllten, *Canalis foetalis* des Glaskörpers ist schraubenartig.

Häufiger als durch Blutaustritt wird der fötale Hyaloideakanal durch Extravasirung der Injectionsmasse aus der Centralarterie bei Injectionen gefüllt. Ich habe auch solche Fälle benutzt, über die Gestalt des *Canalis foetalis* des Glaskörpers Aufschluss zu erhalten. Die Form eines solchen Extravasats ist ebenfalls schraubenförmig-länglich. Es entsteht dadurch, dass, wenn die *Arteria centralis* mit ihren Lateralverzweigungen und ihren vorderen Ramificationen mit der Injectionsmasse gefüllt ist, und der Druck auf die injicirte Masse fortgesetzt wird, die *Arteria centralis* an einer Stelle berstet und die Injectionsmasse sich in die ganze Ausbreitung des Kanals ergiesst (6. 7.). Nicht selten ereignet es sich, wenn die gebräuchlichen Injectionsmassen von Wachs in Fötusaugen des Menschen oder Quadrupeden mit etwas zu grosser Kraft getrieben wird, dass in dem *Canalis hyaloideus* ein ziemlich dickes Extravasat entsteht. Die Form des Extravasats aus der geborstenen *Arteria centralis* ist dann länglich, und füllt die Gestalt des *Canalis hyaloideus* aus; die *Arteria centralis* liegt dann meistens in der Extravasatmasse des *Canalis hyaloideus*; bisweilen, jedoch nicht immer, sind alle Gefässe der hintern Linsenkapsel injicirt. Je jünger der Fötus war, desto tiefer lag der Hyaloideakanal und desto weiter erschien er; die centrale Mitte des Glaskörpers habe ich in Fötusaugen ihn nie einnehmen gesehen. Der *Canalis hyaloideus* verschwindet nach und nach, wenn die Funktionen der *Arteria centralis*, die grösstentheils fötale sind, ihrem Ende entgegengehen, wenn nämlich die direkte Ernährung des Linsensystems durch Blutmaterial nicht mehr nothwendig ist, und wenn der zur Kugelform hervorgewachsene Glaskörper keine Stoffe aus den Lateralästen

der genannten Arterie mehr bedarf. Dann verödet bekanntlich dieses Gefäss, und nun hört auch die Bestimmung des Canalis hyaloideus auf, den Centralgefässen eine weite Hülle und ein Weg zur hintern Linsenkapsel zu sein. Dieses Verschwinden des Canalis hyaloideus ist nun kein isolirter organischer Vorgang, es ist nur der Schluss der Ausbildung des Glaskörpers; es hängt mit der Einbiegung des Glaskörpers auf sich selbst (5. 13.—18.) und zwar in folgender Weise zusammen. Die Wände desselben vereinigen sich nicht von dem Centrum aus gegen die Peripherie hin, sondern von der Mitte der Einbiegung gegen dieselbe, und hier geht die Vereinigung des Spaltrandes in der Art vor sich, dass bisweilen die Verwachsung bis zum Linsenkapselrand zuerst stattfindet, die Spalte im Grunde des Auges erst später erfolgt. Jedoch bildet sich wohl auch bisweilen die Vereinigung zuerst am Grunde des Glaskörpers, später erst steigt sie zum Kapselrand auf. Der freie Raum, der jetzt von der früheren Einbiegung der Hyaloidea auf sich selbst noch übrig ist, ist jetzt der Canalis hyaloideus, und diese Wände sind es, die zuletzt sich gegenseitig verkleben (5. 17. 18.). Bisweilen bleiben aber äusserlich am Glaskörper an irgend einer Stelle der früheren Spalte, also in der Richtung desselben hier und dort eigenthümliche Eindrücke zurück. Ich habe solche unter der dicken Netzhaut, die in Chromsäure verhärtet war, und bei der Zerlegung des Fœtal-
 auges stellenweise sich aus solchen Eindrücken abbröckelte, beobachtet. Nach vorn gegen die Linsenkapsel hin, hatte ein solcher Glaskörper-Sulcus eine ziemlich breite Beschaffenheit und bestand aus einer Abtheilung, nach hinten aber waren meistens in solchen Sulcis mehrere Abtheilungen, die schräggegen einander gestellt waren, vorhanden.

Es sind sonach zweierlei Arten von Spaltungen im Glaskörper zu unterscheiden, die in demselben während des Fötallebens vorkommen. 1) Spalten als morphologische Ueberbleibsel aus der primären Bildungsform; der Glaskörper hat dann aus der Zeit seiner ersten Entstehung noch einen grössern oder kleinern Spalt über die Normalzeit hinaus behalten; 2) Spalten aus der Zeit des innigen Zusammenhanges der Hyaloidea mit der Netzhaut, wo ein gegenseitiges Ineinanderlegen einzelner oberflächlich liegender Theile der genannten Organe in Bogen- oder Zahngestalt stattfindet. Dieser fötale Zustand, der bei fortschreitendem Wachstume der Ausdehnung der Netzhaut und der Hyaloidea Platz machen sollte, bleibt an einzelnen Stellen in auffallender Grösse zurück, und dann treibt gewöhnlich eine Retinafalte pectenartig in die Glaskörpermasse hinein. Nicht selten ist dann die Hyaloidea dünner an solcher eingebogenen Stelle, als die übrige Hyaloidea (7. 5. 6.).

Nicht mit Stillschweigen darf das fötale Lagenverhältniss des Glaskörpers zur Netzhaut übergangen werden. Es ist in dieser Hinsicht Folgendes zu erinnern. Die Netzhaut bildet in früher Zeit der Entwicklungsperiode, wie man sehr deutlich aus einer Durchschnittszeichnung es sehen kann, eine Menge von Gyri, die dicht mit dem Glaskörper zusammenhängen (5. 4. 6.). Diese Verbindung der innern Fläche der Netzhaut mit der Hyaloidea ist nicht in der Weise zweier glatt gegen einander liegender Membranen vorhanden, sondern in der Art, dass einzelne äussere Schichten des Glaskörpers sich in die Gyri der Netzhaut hineinlagern, so dass also eine Falte der Netzhaut in eine zurücktretende Glashautschicht hineinragt (7. 6.), während ein Blatt des Glaskörpers wieder in einer Aushöhlung der Netzhaut liegt. Der Glaskörperumfang dehnt sich bei fortschreitender Lamellirung später mehr und mehr aus, und

vergrössert sich ungehindert bei fortschreitender Ausglättung der innern Fläche der Retina; beide Membranen glätten sich also mehr und mehr an der vorher faltigen Berührungsstelle, sie entfernen sich dadurch von einander, werden selbstständig und tragen durch diesen organischen Vorgang wesentlich zur Vergrösserung des Bulbus, namentlich in dem hintern Theile, bei. Dass dieses gegenseitige innige Contactverhältniss von zwei so fein organisirten Häuten, von denen die Hyaloidea wenige Nerven und wenig Blutgefässe hat, während sie reichlich auf der innern Fläche der Retina vorhanden sind, vitale Verrichtungen übt, ist wohl mehr als wahrscheinlich, und dürften die Gefässe der Netzhaut in dieser Fœtalzeit auch für die Ernährung des Glaskörpers von grosser Bedeutung sein. Es ist mir nicht gelungen, eine nähere histologische Verbindung an den Berührungspunkten der Hyaloidea mit der Retina aufzufinden, jedenfalls dürfte aber dieses feine anatomische Verhältniss weiterer Forschungen werth sein, und einen interessanten Beitrag zur Lehre von der Ernährung ohne unmittelbare Vermittlung der Blutgefässe geben.

Der in der Lamellirung begriffene Glaskörper aus dem Fœtalauge der Vögel, der Quadrupeden und des Menschen erhält sich lange Zeit hindurch in einem ziemlich flüssigen halb durchsichtigen Zustand. Setzt man denselben in seiner Verbindung mit der Linse und der Linsenkapsel der Einwirkung des Weingeistes aus, so nimmt er nach Verlauf weniger Stunden, während Linse und Linsenkapsel in diesem Zeitraum weiss und undurchsichtig werden, eine weisslich-bläuliche Färbung an, bleibt aber sehr fluctuirend, schrumpft nicht zusammen. In diesem Zustande habe ich die lamellirten Glaskörper noch nach drei und vier Jahren gesehen, wenn sie in Weingeist aufbewahrt wurden. Nur in Aus-

nahmsfällen sah ich eine Eindickung des Organs, wenn die Einwirkung des Weingeistes, der sich verflüchtigt hatte, sistirt war. Diese geringe Einwirkung des Weingeistes auf den Glaskörper spricht für eine geringe Quantität gerinnbarer Stoffe in dessen früherer Föetalzeit, und für mehr wässrige Bestandtheile in seinem Innern. Lies ich den wachsenden Glaskörper in Spiritus, der sich verflüchtigte, längere Zeit eintrocknen, so nahm die Masse eine consistentere Beschaffenheit an. Im frischen Zustande untersucht, sah ich schon mit blossen Auge an föetalen Glaskörpern in denselben einen streifigen Bau, der bei der Lupenuntersuchung noch deutlicher hervortrat. Es lagen nämlich in der Hyaloidea eine Menge parallel neben einander liegender Streifen, die in regelmässigen Lagen ziemlich dicht durch die Hyaloidea hindurchgingen. Weitere mikroskopische Untersuchungen ergaben hier Folgendes: Der Glaskörper aus dem Auge des menschlichen Fötus von ungefähr zwei oder drei Monaten zeigt bei der Untersuchung unter dem Mikroskop eine gallertartige Masse, die sich in einem eckigen Zellengerüste befindet, das sich von grössern zu kleinern ähnlichen Gestalten fortbaut (6. 16.). Dieses Gerüste des Glaskörpers verschwindet dem untersuchenden Auge sehr bald bei eintretender Vertrocknung, und es bleiben dann nur kurze Zeit einzelne gelatinösfettige Tropfen auf der Glasplatte zurück, die keinen bestimmten Bau mehr erkennen lassen. Bei der mikroskopischen Untersuchung des frischen Glaskörpers aus dem Auge vier- oder fünfmonatlicher menschlicher Fötus beobachtete ich ein Gerüste von einzelnen ziemlich regelmässig übereinander liegenden eckigen Zellen, die eine gallertartige Flüssigkeit enthielten, welche sehr hell, meistens farblos, doch auch bisweilen gelb war, der Farbe der wahren föetalen Cornealmasse ganz ähnlich. Diese Zellen traten an den

meisten etwas dichtern Stellen zu wahren Zellennetzen zusammen, die hier bald locker, bald gedrängt auf einander lagen. Die einzelnen Zellenwände und Zellensätze erschienen hier und dort als deutliche Röhren, die an bestimmten Punkten zu Knoten anschwellen. Solche Knotenpunkte waren gewöhnlich die Sammelplätze für weiteren Anbau neuer Zellenausläufer, und wohl zurückgebliebener Keime früherer Zellen. In Glaskörpern aus dem siebenten oder neunten Fötalmonat des Menschen gewahrt man von dem beschriebenen eigenthümlichen Zellengerüste (6. 16. 17. 18.) nur selten noch deutliche Spuren, man sieht dann nur noch ziemlich stark ausgeprägte Fasern, die verschieden breit, ganz durchsichtig sind, und offenbar zu breiten Wänden (parietes) verschmelzen (6. 18.)

Dieser histologische Vorgang ist ein sehr wichtiger Zeitpunkt für die Ausbildung des Glaskörpers, es ist der der fortschreitenden Umfangsvermehrung. Es besteht derselbe nicht in einer Auflagerung von aussen, sondern in einer innern parenchymatischen Fortbildung, in der Lamellirung. Man bemerkt zunächst bei genauer mikroskopischer Untersuchung in Chromsäure erhärteter fötaler Glaskörper, dass innerhalb derselben eine Lamellenbildung entsteht; es treten die auf einander gelagerten Theile membranartig hervor, man sieht auf diesen Membranen Molecüle in grosser Menge dicht an einander gelagert. Bald entfernen sich diese dicht an einander gelagerten Schichten etwas von einander, und bilden gleichmässig von einander entfernte, mit einer hellen Flüssigkeit erfüllte Zwischenräume. Ich habe das zunächst an den Stellen des Fötalglaskörpers wahrgenommen, welche nach der Peripherie zu liegen, und vorzüglich da, wo der Glaskörper Einbiegungen auf sich selbst macht, sonach an der Grenze desselben gegen die Retina hin. Auch tritt das deutlich und in

grosser Regelmässigkeit in der Richtung der Fossa hyaloidea hervor, wo in der Richtung der Wölbung der hintern Kapselwand regelmässig gestellte Wände (parietes) zu beobachten sind. Ist der Glaskörper in seinem hintern Theile an irgend einer Stelle eingebogen, verlängert, so wird man bei näherer Untersuchung sehen, dass die inneren Membranschichten der äussern Gestalt in bestimmten Abständen regelmässig folgen, und mit ihnen in diesen immer gleichen Abständen ihren Verlauf machen. Ich habe an solchen Stellen von Glaskörpern, die lange in Spiritus und Chromsäure gelegen hatten, gar nicht schwer einzelne Lamellen von einander abnehmen können (4. 30.). Durch diese Lamellirung des Glaskörpers wird nun dessen Gestalt, die bisher im Vergleich mit der Linse sehr klein und napfförmig war, rasch vergrössert, und eine mehr rundlich-längliche, während sie bisher napfförmig gestaltet war. Es erstreckt sich nämlich die Bildung von Lamellen, die der Richtung der obersten Hyaloideaschicht in regelmässig nach innen und hinten gelagerten Schichten folgt, durch den ganzen Glaskörper von vorn nach hinten (4. 5–10.). Es erklärt sich auch auf diese Weise das Zustandekommen der Sektoren, die in der Lagerung der Glaskörperlamellen beobachtet werden, auf eine ganz natürliche Weise.

So sehen wir denn die längere Reihe von Metamorphosen, welche der Glaskörper, der sich aus einer ziemlich dünnen Membran (5. 9. 11.) Hyaloidea zu einer länglich-runden von heller Flüssigkeit strotzenden durchsichtigen Kugel herausbildet, zu durchlaufen hat. Wir sahen, wie seine Verbindung mit der Linsenkapsel und der Linse durch die Entstehung der Corona ciliaris sich gestaltete, wie er in früher Zeit in nächster Verbindung und Berührung mit der Retina steht und durch diese an Umfang zunimmt, wie er später aber zu eigener

Selbstständigkeit gekommen, von ihr sich trennt, und wie er dann des centralen Blutzufusses durch die Obliteration der Centralarterie sich entäussert. Wir haben ferner gesehen, wie durch einfache Faltenbildung der Hyaloidea der Canalis Petiti entstand, und wie endlich durch spontane Lamellirung innerhalb des Glaskörpers sich regelmässig gelagerte Schichten bilden, zwischen denen anhaltend eine durchsichtige Flüssigkeit abge-sondert und aufgesogen wird, und wodurch ein der Erhaltung der Augenform unentbehrliches Gerüste gewonnen wird.

4.

Entwicklung der Netzhaut.

(Hierzu Tafel 7. 8.)

Die ersten Spuren der Netzhaut sind in dem Raume zu suchen, der sich zwischen der hintern Fläche der Hyaloidea und der innern der Choroidea befindet. Man sieht dort schon in frühester Zeit, wo die Augenhöle mit der Hirnhöle noch (2. 1. 2.) in unmittelbarer Verbindung steht, wo noch keine Spur irgend einer Augenmembran vorhanden ist, eine Flüssigkeit, die wenn man Vögel-Foetalköpfe aus frühester Brütungszeit an die Luft setzt, schnell austrocknend verschwindet, so dass die Cavität der Augenblase leer erscheint. Diese schnell verdunstende Flüssigkeit in der foetalen Augenblase ist ein Theil des Hirnwassers der primitiven Gehirnblase, aus dem sich das Gehirn bildet; ein Theil des Gehirnblasenwassers befindet sich bei der Communication jener mit der Augenblase in dieser; es bildet sich jetzt aus ihm die Netzhaut. Diese ist sonach ein Stück flüssiger Gehirnmasse; das aber bei fortschreitender Bildung des Kopfes und der Augenhäute von dem Gehirn selbst

eine Zeit lang getrennt wird, dann aber mit diesem durch die Entstehung der optischen Nerven sich wiederum verbindet (7. 13.).

Es ist zunächst die Morphologie der Retina zu betrachten; sie führt zur Bildungsgeschichte der Pars ciliaris retinæ, der Ora serrata, des Retinaspaltes, der Raphe, der fötalen Retinafalten, der Verbindung der Retina mit den optischen Fasern, und der Bildung der letzteren.

Die Netzhaut tritt verhältnissmässig sehr früh und in bedeutendem Grössenverhältniss in der Bildungsgeschichte des Auges auf. Sie entsteht aus den Bildungszellen des im hintern Theile des Auges befindlichen Hirnwassers, und zwar als eine weisse Schicht. In der frühesten Periode des menschlichen Fötusauges, zwischen der vierten bis sechsten Schwangerschaftswoche erscheint die Retina schon als eine weisse flockige Membran. Sie legt sich um die jetzt verhältnissmässig sehr grosse Linse, und ist hinten und an einer Seite offen, in einen Spalt klaffend; dieser Spalt ist ziemlich breit, und erstreckt sich vom Grunde des Auge aus bis hinauf an den Linsenkapselrand, der Lage und Richtung des Spaltes in der Choroidea und Sclera entsprechend. Die Retina liegt zwischen der Choroidea und zwischen dem Glaskörper und ist sehr faltig. Der Glaskörper, zur Zeit nur eine dicke Glashaut (Hyaloida), noch keine Kugel, ist sehr dünn, und man übersieht ihn desshalb leicht. Fötusaugen aus dem dritten Monate zeigen eine dicke, faltenreiche, sehr aufgequollene weisse Netzhaut, die nach vorn an der Linsenkapsel frei anliegt. Sie zerfliesst im Wasser leicht in einzelne flockige Stücke. Auf der innern Fläche erscheinen einzelne, plumpe, abgerissene rothe Gefässreiser, die in Weingeist sehr bald eine gelbe Farbe annehmen. Ueber das Verhältniss der Retina zum Sehnerven und

über ihre hintere Beschaffenheit in dieser Zeit kann ich, ungeachtet der Schwierigkeit der Untersuchung der sehr weichen Retinalmasse, bestimmt sagen, dass im Grunde des Auges ein Retinalspalt vorhanden ist, in welchem später die Verbindung der Netzhaut mit den Fasern des Nervus opticus geschieht. Durch den gemeinschaftlichen Fötalspalt aller Häute, also auch durch den Retinalspalt tritt die Centralarterie in die Augenhöle ein. Der Spalt der Netzhaut ist im Grunde des Auges breiter als nach oben. Die Ränder der Retina sind am Spalt einwärts gekehrt. Weiterhin wird die Netzhaut noch dicker, faltenreicher, sie zerfließt aber auch jetzt noch sehr schnell, ins Wasser gelegt. In ihrem vordern Ende an dem Linsenkapselrand, in der Pars ciliaris, schlägt sie sich in schmaler Ausdehnung nach innen zu auf sich selbst um; ein Zusammenhang mit dem Linsenkapselrand ist jetzt nicht vorhanden. Bisweilen sieht man einen kleinen Abstand zwischen der Pars ciliaris retinae und dem Linsenkapselrand, und in demselben ein schmales dünnes weisses Häutchen.

Die in späterer Bildungsperiode etwas dünner gewordene Netzhaut behält ihre vielen Falten bei; die Pars ciliaris derselben zeigt fortdauernd eine schmale Einbiegung der Netzhaut auf sich selbst, als sei sie eingesäumt. Das eingesäumte Ende der Netzhaut liegt scharf auf den jetzt rund sich wölbenden Glaskörper, wo er den Linsenkapselrand berührt, aber man sieht deutlichst, dass ein Verschmelzen des Endes der Netzhaut mit der Corona ciliaris in dieser Zeit noch nicht stattfindet. Dasselbe Verhältniss hält auch noch länger oder kürzer an, bis sich die Ora serrata ciliaris bildet, d. h. bis aus dem ziemlich dicken Ciliarrand der Retina zahnartige Fortsätze, der Säge nicht unähnlich, hervortreten. Diese sind in ihren Endigungen scharf und abgeschnitten (7. 6.). In menschlichen Fötusaugen von dritthalb bis

vierthalb Monaten zeigt sich die Netzhaut wie ein Stück Hirn, das mit Gyris versehen ist, weiss und dick, den Raum zwischen Choroidea und Glaskörper ganz auskleidend, und ziemlich fest, erst nach längerem Verweilen in Wasser, in kleine Stücke zerfliessend. Lässt man die Fœtal-Netzhaut in dieser Zeit in Chromsäure erhärten, so findet man an der Stelle des früheren Spaltes jetzt eine schmale Raphe, die erhaben auf der innern Seite verläuft, und sich von der Eintrittsstelle des Nervus opticus bis zur Corona ciliaris heraufstreckt. Bisweilen ist sie aber nur auf einer oder der andern Stelle dieses Raumes sichtbar (Raphe fœtalis retinæ 7. 10.). Durchschnitt ich menschlichen Fœtus von drei bis vier Monaten, die in Chromsäure einige Zeit gelegen hatten, den Kopf so, dass die Orbita gelüftet ward, und ich vom Bulbus den obern Theil der Sclera und Choroidea wegnehmen konnte, so gewährte ich dann die Ausbreitung der fest gewordenen ziemlich dicken Retina über den Glaskörper hinweg und zwar auf ihrer äussern Fläche. Ich nahm nun den Glaskörper sammt Linse aus der verdickten Netzhaut heraus, bei welchem Vorgange ein Theil der Netzhaut auf der Choroidea liegen blieb. Sie war nach vorn dicht an den sich bildenden Ciliarfortsätzen von einem erhabenen Saum eingefasst, mit dem sie an der in der Bildung begriffenen Corona ciliaris endigte und zwar als spätere Ora serrata (7. 11.). Da, wo dieser sich von der Linse und dem Glaskörper getrennt hatte, lag der Rand der Corona ciliaris frei zu Tage, und man sah, dass letztere ein selbstständiges Gebilde ist, über dessen Entstehung bei der Bildung des Glaskörpers die Rede gewesen. Von dem Saume der Netzhaut aus, sonach von der Pars ciliaris derselben, nach der Insertion des Nervus opticus hin, also abwärts ging eine erhabene Raphe, die Schliessungsstelle des früheren Spaltes der Retina;

dieselbe lag in einem Sulcus des Glaskörpers. Es ist dies wie eine Andeutung des Pecten im Vogelauge; eine solche Erhabenheit der Netzhaut kann leicht, wenn sie über ihre Normalzeit verharret, zu Missbildungen Veranlassung geben. Diese Raphe verbirgt in den abwärts liegenden Theilen der Retina einzelne oder wenigstens eine nicht geschlossene Stelle des früheren Retinalspaltes. Schliesst sich ein solcher gar nicht, so ist dies dann wohl das Sömmering'sche Foramen.

Die Netzhaut aus dem menschlichen Fötusauge von vier bis fünf Monaten, das einige Zeit in Chromsäure gelegen hatte, zeige Folgendes: Auf der hintern der Choroidea zugekehrten glatten Fläche der ziemlich dicken Netzhaut befinden sich Eindrücke, von der Gestalt, wie sie auf der fünften Tafel 5. 6. sich vorfinden. Es sind diese Figuren die Kehrseiten der fötalen Falten, sonach die Folgen der von aussen nach innen zu geschehenen Einstülpungen der Netzhaut, die auf der entgegengesetzten Seite, der innern, als Erhöhungen auftreten, während sie auf der hintern Fläche Eindrücke sind. Diese halbmondförmigen Eindrücke (*Impressiones semilunares*) stehen mit den halbmondförmigen Erhabenheiten, Falten der innern Fläche (*Elevationes semilunares*) in Verbindung. Ueber ihre Entstehung vermag ich keine Auskunft zu geben. Jedenfalls aber haben sie eine physiologische Bedeutung nicht untergeordneter Art, und erinnern an ähnliche Gestaltbildungen auf der Oberfläche des Gehirns. Die Choroidealfäche der Netzhaut, die äussere, ist jetzt von einer feinen dünnen Membran überzogen, was man sehr deutlich auf einem Durchschnitt der fötalen Netzhaut aus dieser Zeit sieht. Diese hat die Neigung sich einzubiegen, selbst aufzurollen. Die Hyaloidealfäche ist perlmutterartig glänzend, und hier und dort gewahrt man auf ihr wohl bisweilen einen kleinen astförmigen Gefässstamm, namentlich an der

untern Fläche. Diese Gefässstämme sind einzeln; über ihren Ursprung oder Zusammenhang mit oder aus andern Gefässen, vermag ich keine Auskunft zu geben, ihre Endigungen waren aber isolirt ohne Umbiegung und ohne Schlingenbildung. Entsprechend jenen *Impressiones foetales retinae* der hintern Seite sind hier Elevationen vorhanden von halbmondförmiger Gestalt, so dass das Horn des einen Halbmondes in das Horn des entgegengesetzten Halbmondes eingreift, wodurch oft eine längere Kette solcher Bildungen entsteht (7. 3. 4.).

Der Glaskörper hängt in dem Zeitraume des vierten und fünften Monates im Auge des menschlichen Fetus der innern Fläche der Netzhaut, die hier durchaus faltig ist, innig an, so dass jede erhabene Falte der Netzhaut einem Eindrücke des Glaskörpers entspricht. (Vgl. den Abschnitt über den Glaskörper.) Im Grunde des Auges erhält sich dieser gefaltete Zustand der Retina am längsten, dagegen er nach der Mitte und der Pars ciliaris hin später mehr und mehr abnimmt, einer Glättung Platz macht. In solchen Fällen sieht man nur noch vereinzelt in der Mitte des Augengrundes hier und dort eine Falte der Netzhaut, die in den Glaskörper hineinragt, und den Glaskörper nach innen zu auf sich selbst einbiegt (7. 5.). Gegen das Ende des Uteruslebens, zu Ende des neunten Monates, ist aber nur noch eine oder die andere Falte der Retina im Grunde des Auges sichtbar. Gewöhnlich ist das in der Gegend der Fall, wo früher die Spalte der Netzhaut war, die jetzt sich in eine Raphe verwandelt hat; diese ändert sich später in eine Falte um und trägt nicht selten in sich eine offene Stelle, das Foramen centrale; es bildet sich später dort der gelbe Fleck. Es giebt jedoch auch Ausnahmefälle, wo Retinalfalten im Menschaugen über die foetale Zeit hinaus bleiben und eine so bedeutende Grösse und Ausdehnung erlangen,

dass sie das Wachsthum des Glaskörpers aufhalten und seine Ausbildung verkrüppeln. Eine bisher nicht gekannte Ursache angeborener Augenkrankheiten, die durch den Augenspiegel zu erkennen sein dürfte. In einem menschlichen Fötusauge, dem linken, aus ungefähr dem vierten Monate, sah ich beim Durchschnitt, dass der Glaskörper das ganze Auge füllte, und ich konnte nur an zwei Orten noch Längefalten der Netzhaut gewahr werden, die in den Glaskörper hineinragten, d. h. die diesen auf sich selbst einbogen. Die eine Falte war im hintern Theile des Auges, die zweite nach vorn, wo der Spalt der Retina gewesen war. Der Glaskörper bekam aber dadurch eine sehr auf sich eingebogene Gestalt und hatte seine Rundung gänzlich verloren. Solche permanent bleibende Fœtalnetzhautfalten erinnern an das Pecten der Vögel. Histologische Untersuchungen der Netzhaut aus dem Fœtalaug des Menschen im zweiten Monate der Schwangerschaft liessen mir nichts Anderes unter dem Mikroskop erkennen, als Granula, d. h. runde Körper mit einem Kern. Spätere Bildungselemente der Netzhaut, als Stäbchen, waren in dieser Bildungsperiode nicht wahrzunehmen. Die in Chromsäure gelegene Netzhaut eines dreimonatlichen menschlichen Fœtus zeigte mikroskopisch Folgendes: Die vorhandenen Bildungselemente der Retina sind Nervenzellen (granula). Diese liegen in grosser Menge über einander und bilden bald eine dichte Schicht, bald eine weniger dichte. In letzterer konnte man die Form der einzelnen Nervelemente genauer unterscheiden; ausser den genannten Nervenzellen waren einzelne Bacilli, aber in sehr geringer Menge vorhanden; mir schien es, als bildeten sich diese durch Zusammensetzung einzelner Granula. Auch sah man zwischen jenen granulirenden Schichten eine Masse, die mehr ein zartes gestreiftes Ansehen hat. Diese gestreifte Schicht

lag offenbar bei feinen Durchschnitten der Netzhaut, die etwas ausgezackt in ihren Trennungsstellen waren, unter der Schicht der Nervenzellen. Die oberste Schicht der Netzhaut, die Hyaloideaffläche, zeigte mir unter dem Mikroskop die Bacilli als kleine, runde an einander dicht gereihete einzelne Kreise, wie Pallisaden an einander gefügt. Zu wiederholten Malen habe ich auch streifige Elemente innerhalb anderer Retinalstoffe, namentlich runder Nervenzellen in Netzhäuten menschlicher Fötusaugen aus etwas späterer Bildungszeit wahrgenommen. Mir schienen diese streifigen Elemente die erste Andeutung des *rete fibrarum* zu sein. In quer durchschnittenen Fötusaugen aus dem vierten und fünften Monat, die in Chromsäure gelegen haben, sieht man auf der innern Fläche der Netzhaut an Stellen, wo keine Falten sind, in der deutlichsten Ausbreitung von der Stelle des Sehnervenursprungs aus nach vorn in der schönsten Weise Opticusfasern fein ausstrahlen. Diese Ausbreitung der Opticusfasern über die innere Retinalfläche geschieht in Form der feinsten Fäden; ich habe sie dagegen an Stellen, wo fötale Retinafalten sich befinden, nicht auffinden können (8. 2.). Die Falten der Netzhaut werden in dieser Zeit seltner, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Opticusfasern sich auf gefalteten Netzhautfalten nicht ausbreiten. Je mehr diese Falten schwinden, desto ausgedehnter scheint dann die Ausbreitung der Opticusfasern über die faltenlose Retina zu sein. Die Untersuchung von in Chromsäure erhärteten Stücken der fötalen Netzhaut, auf der ich die Opticusfaserausbreitung mit bewaffnetem und unbewaffnetem Auge gesehen hatte (8. 2. c.), zeigte unter dem Mikroskop nichts, was diese Opticusfaserausbreitung genauer erläutert hätte. Querdurchschnitte gelangen nicht, und auch nicht weitere Nachforschungen darüber, wo eigentlich die anatomische Ausbreitung der

Opticusfasern stattfindet, ob sie nämlich auf der innern Seite der Retina, oder ob sie innerhalb der bis jetzt gebildeten Schichten der Retinaelemente sich verzweigen. Als ziemlich ausgebildet können die Nervenhautschichten im Fötalauge wohl dann angesehen werden, wenn die Retina sich mit dem Nervus opticus verbunden und wenn der Eintritt der Opticusfasern auf die Netzhaut stattgefunden hat. Dieser Bildungsvorgang der Netzhaut findet schon ziemlich früh statt, d. h. zwischen dem vierten und fünften Fötalmonat. Ein bis jetzt übersehener Bildungszustand in der Netzhaut ist der, wo sich an dem hintern Theil derselben da, wo die Impressiones semilunares liegen, und sich durch allmähliges Verschwinden der Falten mehr und mehr ausgleichen, in dem Reste dieser Eindrücke Ablagerungen stattfinden, welche die dort befindlichen Lücken ausfüllen. Durch diesen Bildungsvorgang wird die bis dahin hier und dort eingebogene membrana limitans der Netzhaut glatt (7. 11.). Es ist bereits oben gesagt worden, dass der vordere Rand der Retina (*Margo ciliaris foetalis*) in früher Zeit des Fötallebens nach innen eine Linie breit auf sich selbst eingeschlagen, also eingesäumt ist. Hierdurch bildet die Netzhaut in dieser Gegend einen erhabenen festen Saum, der dicht an dem untern Ende der Ciliarfortsätze endigt, die hierdurch wie durch ein Cingulum fest zusammengehalten werden, und wodurch die Fötalnetzhaut hier eine feste Stütze bekommt, (*Margo ciliaris foetalis retinæ*) (7. 11.). Dieser Zustand der Netzhaut ist ein fötaler, ein vorübergehender. Er macht sehr bald einer neuen Bildung Platz. Dem sich mehr ausdehnenden, namentlich in seinen vordern Theilen wachsenden Glaskörper und der dadurch mehr nach oben gehobenen Linse weicht der bisher fest an der innern erhabenen Seite der Ciliarfortsätze gelegene Retinalrand, aus dem heraus eine neue Bildung, die

Ora serrata retinæ hervortritt. Das vordere Ende der Retina, der Margo ciliaris fœtalis, bekommt spitze Auswüchse, Fortsätze, erscheint dadurch sägenartig ausgezackt; diese Fortsätze legen sich bei der weiter fortgeschrittenen Glaskörpervereinigung mit der Linsenkapsel, und bei der Vergrößerung des Glaskörpers in die Länge durch Bildung des Glaskörperhalses, einzeln auf und zwischen die Fortsätze des Hyaloidearandes auf die Linsenkapselwand. Diese Bildung der Ora serrata fällt meistens in das Ende des dritten oder in den Anfang des vierten Fœtalmonates (7. 8. 9. 10.).

Ich sah wiederholt auf der innern Fläche eines vordern Augensegmentes des menschlichen Fœtus aus dem Anfange des vierten Monates, dass die Pars ciliaris der Netzhaut in einzelnen spitzen Zähnen als margo serratus fœtalis ciliaris dicht unter den Ciliarfortsätzen endigte. Sie war dort ebenso dick wie an andern Stellen, und erschien an dem untern Ende der Corona ciliaris zahnförmig wie eine Säge, aber plump. Ein dünnes Häutchen war fast immer wahrzunehmen, das als Zwischenmembran zwischen der Netzhaut und den Ciliarfortsätzen in dieser Zeit lag. Es ist eine Hyalinhaut.

Wenden wir uns zur Verbindung der Retina mit dem Nervus opticus und zu ihrer eigenthümlichen Metamorphose an dieser Verbindungsstelle. Bevor wir diesen Gegenstand näher erörtern, müssen wir zunächst an die Vereinigung der Scheide des Nervus opticus mit dem Fundus der Sclera erinnern. Es ist dieser organische Akt gewissermassen das Spiegelbild der in der Tiefe an derselben Stelle vorgehenden Vereinigung (3. 14. 15. 16.). Der Nervus opticus ist in frühester Zeit des Fœtallebens nicht vorhanden; die Augenblase bildet sich aus der Hirnblase, ist eine Ausstülpung derselben, und steht mit ihr in der allernähesten Berührung und Communi-

kation, Blase an Blase (2. 1.). Erst später muss sich durch Zwischenbildungen zwischen der Augenblase und der Gehirnblase, namentlich durch die Bildung der Orbitalknochen, Furca orbitalis (2. 3.), das Auge von der Gehirnblase entfernen, und jetzt entsteht der Sehnerv. Er ist anfangs eine Rinne, die später zur Röhre sich umgestaltet. Diese erscheint hohl; man kann nämlich streckenweise von der Segmentfläche des durchschnittenen Nerven aus ein Rosshaar in die weiche pulpöse Masse einführen (7. 9.), aber man stösst doch hier und dort auf Hindernisse, was dadurch herbeigeführt wird, dass durch die aus anfangs flüssigem Hirnwasser, später pulpösem Stoff entstehende optische Nervenmasse das Weiterführen des Haares gehindert wird. Der Sehnerv ist sonach nicht hohl, sondern nur von einer nachgiebigen Masse erfüllt. Die Ausbildung des Nervengewebes des Nervus opticus geschieht der Länge entlang vom Gehirn aus gegen die Retina hin. Ueber die Entstehung des Chiasma haben meine Untersuchungen mir keine bestimmten Resultate gegeben, nur das ist mit Gewissheit zu erinnern, dass die Sehnerven Ausstülpungen der Vierhügelhülle sind, und dass sie nicht aus kleiner Stelle, sondern von dem ganzen Umfang der Hirnblase in Form eines Processus derselben ausgehen. Beim menschlichen Fœtus bildet sich in der Zeitperiode des dritten und vierten Monates das Chiasma nervorum opti-
corum als Fortsatz des untern und obern Theiles der genannten Gehirnblase vollständig aus. Oeffnet man dieselbe vom Gehirn aus, so kann man von da aus in die innere Oeffnung der Ausstülpung desselben, also in den Sehnerven, ein mässig starkes Rosshaar leicht einführen. Es ist sonach hier die Wegsamkeit eines Gehirnkanales vorhanden, der sich später mit Nervenmasse füllt, und den Sehnerven bildet. Diese Nervenpulpa des Nervus opticus besteht aus Nerven-

zellen; diese sind dicht an einander gereiht, vereinigen sich membranartig, bilden einen länglichen Sack, ganz wie die Gehirnmasse in fortlaufenden Falten auf sich selbst einbiegend, und füllen die röhrenförmige Cavität der Scheide des Nervus opticus nach und nach aus. Diese Nervenmasse erscheint dem unbewaffneten Auge wollig, oft röthlich, bisweilen weisslich, hell wie das Primitivgebilde der Retina, und ihr äusserer Bau ist wie jene eine auf sich selbst in viele Windungen eingebogene Membran. Auf einem Querdurchschnitt sieht man die Art dieser Faltung genau (8. 3—6.); in der Mitte ist eine weite Oeffnung, der Querdurchschnitt des grössern Kanals, in dem die Arteria centralis verläuft. In den Seitentheilen liegen die Querdurchschnitte feiner Längkanäle (durch Einbiegung der Nervenmembran auf sich selbst entstandene Falten), in denen sich die Fasern des Nervus opticus bilden. Durchschneidet man einen Nervus opticus der Länge nach, so sieht man dann deutlich, dass der Kanal für die Arteria centralis, der in der Mitte liegt, ziemlich gross in seinem Durchmesser, aber an verschiedenen Stellen ungleich ist, auch ist er nicht glatt auf der Innenfläche. Der Gang des Kanals ist gerade bis zum Eintritt in die Bulbus-Cavität, hier macht er eine knieförmige Biegung nach der Augenhöle zu (Arteria centralis); man sieht neben dem grossen Kanal, für die Central-Arterie, zu beiden Seiten feinere Kanäle longitudinal verlaufen. Diese letzteren sind in grosser Menge vorhanden, sie liegen dicht neben einander. Auf dem Längendurchschnitt mit der Lupe betrachtet, gehen diese kleinen Längkanäle nicht in einer geraden Richtung und in einer gleichmässigen Stärke fort, sondern sie sind bald länger, bald kürzer, je nachdem der Längendurchschnitt, der das Segment bewirkt hat, bald diesen, bald jenen Kanal getroffen hatte. Im Ganzen ist aber der Verlauf dieser feinen Kanäle nicht

in streng geraden, sondern in leichten Bogenlinien verlaufend gegen den Bulbus hin (8. 3—6.). Es liegen in diesen Kanälen die Opticusfasern. Diese entstehen aus Nervenkügelchen durch paternosterartiges Anreihen derselben an einander. Bei der Untersuchung unter dem Mikroskop sieht man eine grosse Menge von Nervenkügelchen, die an und auf einander locker lagern und sich auf das Bestimmteste zu Längenfaserchen, d. h. zu Nervenstäben vereinigen. Die einzelnen Kügelchen reihen sich anfangs locker später gedrängt an einander, und bilden Längsstreifen, das sind die Nervenfasern (8. 3.). Ausserdem sieht man aber deutlich, dass aus diesen feinen Strängen Nervenlängensäulen sich zusammensetzen, die ebenfalls neben einander und hier und dort wohl mit einander verlaufen.

Die Pulpa nervosa, die eigentliche Bildungsstätte der optischen Nervenfasern, endet erst in später Entwicklungszeit konisch an der Vereinigungsstelle des Nervus opticus mit der Netzhaut. Sie erscheint früher abgeflacht bisweilen concav an dem Ausgangspunkt, der je früher desto mehr hinter die Vereinigungsstelle mit der Netzhaut fällt. Spitz erscheint sie, weil auf ihr in dieser Zeit die Arteria centralis sich befindet, die bei dem Austritt aus dem Nervus opticus in das Auge eine ziemlich dicke Basis hat. Es scheint deshalb beim ersten Anblick bei der Untersuchung eines fötalen menschlichen Augensegmentes aus dem Ende des dritten oder Anfang des vierten Monates, als wenn der Nervus opticus einen grossen Vorsprung in die Augenhöhle über das Niveau der Retina hinaus machte. Das ändert sich aber später (7. 12.).

Gegen das Ende des dritten Monates zeigt die Retina im menschlichen Fötalauge ihre nun geschehene Verbindung mit den optischen Fasern und dem intraocularen Ende des Nervus opticus. Er steht jetzt im

Niveau der Retinafläche und hat beim Herausziehen einen kolbigen Kopf (7. 14.).

Man muss bei diesen Untersuchungen nicht vergessen, dass die Centralarterie den Mittelpunkt der Pulpa nervosa nervi optici einnimmt, und dass es nicht leicht ist, das morphologische Verhältniss beider Gebilde anatomisch zu trennen, namentlich zur Zeit der letzten Ausbildung der Papilla nervea, die mit der Atrophirung der Centralarterie zusammenfällt.

Man sieht in dieser Zeit, dass das Neurilem sich um die Endigung des eigentlichen Sehnerven, der den Boden der Arteria centralis bildet, nabelartig gelagert hat, und dass die Arteria centralis aus diesem Nabel nicht als Spitze stramm in die Augenhöle und zunächst in den Glaskörper hineinragt, sondern schlaff dort hängt. Es ist um diese Zeit die Arteria centralis oben atrophirt und von der Stelle des Auftrittes auf die hintere Kapselwand gelöst. Der Kanal im Glaskörper verschwindet bald darauf. Der Umbilicus nervi optici, denn so möchte ich das Ende des Sehnerven in dieser Zeit seiner Entwicklung nennen, ist eine sehr schöne Bildung (5. 14.). Er besteht darin, dass die Neurilemausbreitung einen erhabenen Wall rund um das kolbige Ende des Nervus opticus innerhalb des Auges dicht an seinem Eintritt in die Cavität des Bulbus bildet (7. 14.).

Das ist nur anfangs der Fall, weil die wallartige Umsäumung der Netzhautöffnung, mit welcher das Sehnervenende sich bald verbindet, jetzt noch sehr eng ist, dieses dicht umschliesst, und weil die Scheidung des Sehnerven, an der künftigen blinden Stelle wegen Deckung durch die Netzhaut jetzt noch nicht bestimmt hervortritt. An einem menschlichen Fötalauge aus dem vierten Monat, das längere Zeit in Spiritus und in Chromsäure gelegen hatte, und das ich der Länge nach durchschnitt, sah ich aus dem Ende des Nervus opticus auf die Netz-

haut viele Nervenstämme treten; sie kamen büschelartig aus dem Nervus opticus, traten unmittelbar am Punkte ihres Hervortretens auf die Netzhaut und in dieselbe und strahlten gegen die Mitte derselben peripherisch aus. Sie vermieden alle Falten der Netzhaut und hielten sich an ihre glatten Stellen; von Umbiegungen und Anastomosen konnte ich nichts wahrnehmen (8. 26.).

Einen sehr schönen Anblick gewährt diese kreisförmige Austrittsstelle der optischen Fasern auf die Netzhaut zur Zeit, wo die Arteria centralis noch vorhanden ist. Man sieht dann deutlichst, dass die optischen Fasern rings um die Centralstelle des Endes des Nervus opticus herum, aus der das genannte Gefäß in das Auge tritt, einzeln oder paarweise hervortreten, die Centralarterie peripherisch umgebend (8. 6.).

Der letzte Akt der Vereinigung des Nervus opticus mit der Netzhaut ist die Bildung der sogenannten blinden Stelle. Die Netzhaut endet nicht gleich im glatten Rande auf dem Colliculus des optischen Nerven, sondern in einen Kreis, der bei näherer Lupenuntersuchung ausgezackt erscheint und mir: *Ora serrata optica retinæ foetalis* heisst (8. 16.). Es erinnert dieses Ende der Netzhaut nach hinten um den Colliculus opticus an die *Ora serrata foetalis ciliaris retinæ* (7. 10.). Nach einiger Zeit verschwinden diese Auszackungen und die Netzhaut endet an dieser Stelle in einen glatten runden erhabenen Rand. Auf dem kolbigen Ende des Sehnerven in dessen Mitte tritt als ein kleiner spitzer Knopf der Colliculus opticus hervor. Es ist das letzte Ueberbleibsel der obliterirten Centralarterie. Da diese erst spät obliterirt, einige Monate und länger nach der Vereinigung der Opticusfasern mit der Netzhaut, so kann der Colliculus opticus oder wie man sie auch genannt hat, die *Papilla nervea*, erst gegen das Ende des Föetallebens zur Wahrnehmung gelangen, bisweilen auch gar nicht.

An einem Schafs-Embryo aus sehr früher fötaler Zeit, dessen Kopf ich, nachdem er lange in Kupfersolution gelegen hatte, durchschnitt, so dass die Augen in ihrer hintern Seite offen dalagen, sah ich es deutlich, dass ein Theil der Netzhaut sich stielförmig nach dem Scleraspalt hin und in ihn hinein sich verlängert hatte, und dort mit der aus der Scheide des Nervus opticus herauswachsenden Pulpa nervosa zusammentraf (8. 7.).

Hier findet also eine gegenseitige Annäherung von Netzhaut und Opticusfasermasse statt und die Verbindung beider Organe ist hier eine andere als im menschlichen Fötalauge. Ueber das Nähere derselben kann ich zur Zeit noch nichts sagen. Sie muss weiteren Beobachtungen überlassen bleiben.

5.

**Entwicklung der Choroidea, der Ciliar-Fortsätze, der Iris
und des Tensor Choroideæ.**

(Hierzu Tafel 8 und 9.)

Entwicklung der Choroidea.

Um sich eine naturgemässe Vorstellung von der Art und Weise zu machen, wie die Choroidea aus ihrem frühesten Entwicklungszustand nach und nach zur vollkommenen Ausbildung ihrer selbst, der Ciliarfortsätze und der Iris gelangt (diese drei Augentheile bilden zusammen ein Organsystem), muss man die Augen von Hühnerembryonen von Tag zu Tag untersuchen. Schon sehr früh sieht man äusserlich an der Entstehungsstelle des Auges einen nach unten nicht ganz geschlossenen Ring von bläulicher Farbe, der eine mehr längliche Gestalt hat, bald aber in eine runde nach unten geschlossene Ringform übergeht. Das ist nicht etwa die Iris, es ist die vordere Endigung der Choroidea, die

in dieser Zeit fast pigmentlos ist, und nur an ihrem von aussen sichtbaren Rand-Ende die ersten Spuren der Pigmentbildung trägt, welche dieser Stelle die bläulich-schwärzliche Farbe giebt. Die Choroidea ist in dieser Zeit eine längliche gegen sich selbst aufgerollte, in den Rändern sich aber noch nicht ganz berührende Membran, die nach vorn einen ungeschlossenen länglichen Ring bildet. Da sie sich noch nicht in den Endrändern berührt, entsteht von selbst nach unten und hinten ein Spalt, der bei fortschreitendem gegenseitigen Entgegenwachsen und bei endlicher Verschmelzung der sich immer mehr einander nähernden Ränder der Choroidea nach und nach verschwindet. Dieser Abstand zwischen den Membranrändern ist der Choroidealspalt (1. 2. 3. 4.). Dieses Verschmelzen geht oft spurlos vorüber, bisweilen bildet sich an der Vereinigungsstelle eine sichtbar bleibende Raphe. Man kann sich diesen Vorgang des Aufrollens der Choroidea auf sich selbst mit Bildung einer nicht ganz geschlossenen Oeffnung nach vorn und einer mehr länglichen nach hinten bei einem spaltartigen Klaffen nach unten, dadurch am besten deutlich machen, wenn man ein längliches Stück Papier in der angegebenen Weise auf sich selbst aufrollt. Dadurch entsteht eine längliche röhrenförmige Hülle, dieselbe umgiebt den Retina-Theil des primitiven Hirnbildungssstoffes, der in der Augenblase bei der Abtrennung derselben von der grossen primitiven Hirnblase zurückgeblieben ist; sie ist in dieser Zeit, wo die Sclera noch nicht existirt, gewissermassen die erste Schutzhülle des Augenhirnes, d. h. der sich nun bildenden Retina. Mit der Bildung der Choroidea geht das jetzt flache Auge nach und nach in eine mehr runde Gestalt über, jedoch durch manche Bildungsformen hindurch, die im Verlauf dieser Darstellung sich deutlich herausstellen werden. Anfangs ist die Choroidea, da sich auf ihr das

Pigment erst bildet, hell, es geht aber bald in eine dunklere Farbe über.

In der ersten Zeit, wo bei der Kopfneigung des Embryo nach vorn der Bulbus mehr nach unten hin, wie sich überbeugend, gerichtet ist, steht die Spalte, die das Choroidealende bei seiner Aufrollung nach vorn bildet, mehr nach unten und es ist der obere Theil der Choroidea der auch der breitere ist, mehr sichtbar, dagegen der untere und schmalere Theil mit dem Spalte mehr nach innen und abwärts gekehrt ist. Das ändert sich aber bei mehr gestreckter Lage des Embryokopfes; von jetzt an nimmt das Auge seine Normallage ein, und gestaltet sich auch mehr napfartig und nach allen Seiten gleichmässig rund aus seiner ovalen Form heraus, wozu das sich stärkere Entgegenwachsen der Choroidealränder, und das dadurch bewirkte Verkleinern der Choroideaspalte wesentlich beiträgt (2. 11—14.). In dieser Zeit erscheint in der vordern Choroidealöffnung dicht an den Rändern derselben in runder, aber nach unten hin noch unterbrochener Gestalt, eine bläuliche Färbung, die der Iris täuschend ähnlich ist, und lange fälschlich für die entstehende Regenbogenhaut gehalten wurde (1. 2. 3. 4.). Kurz darauf schliesst sich an dieser Stelle der Choroidealspalt, und zwar zunächst an dem nun mit den jetzt gebildeten Ciliarfortsätzen versehenen Choroidealrande. Diese Schliessung beginnt vorn am äussersten Rande und rückt von da mehr und mehr nach hinten zu, so dass sich die Ränder der Choroidealspalte einander nähern, endlich berühren und verschmelzen. Diese Verschmelzung schreitet zunächst nach unten und von da nach hinten zu, wo jedoch der Spalt noch längere Zeit offen bleibt, später aber sich gänzlich schliesst (2. 23. 24.).

Aus der früheren Gestaltung der innern Fläche der Choroidea gränzt sich Mitte des dritten Monats, viel-

leicht etwas später gegen die Stelle der sich bildenden Ciliarfortsätze hin, die Choroidea bestimmt ab, d. h. sie erstreckt sich bis gegen den innern Rand der jetzt abgegränzten Cornea und bildet dort einen Rand; wir nennen ihn *Margo ciliaris choroideæ fœtalis*. Diese Randbildung tritt erkennbar hervor, wenn der Primitivspalt der Choroidea geschlossen ist; bis dahin ist derselbe gegen das Ende nicht sehr schroff (8. 9. 10.), nicht marquirt, nicht abgeschnitten. Er ist nicht geradlinig umgränzt, wie etwa der Rand der Iris, er ist etwas ausgeschweift, aber doch ohne Zacken. Der Rand hat eine Einsäumung, die nicht auf der innern Fläche des Cornealrandes aufliegt, sondern nach innen zu gerichtet, von dieser etwas absteht, es ist, als ob dieser etwas hervorragende und nach innen abstehende Rand der Choroidea der Anfangspunkt, die Basis der Ciliarfortsätze wäre, als wenn aus diesen wellenförmigen Ausbiegungen die einzelnen Falten sich herausbilden wollten. Ich habe mit Bestimmtheit nicht ermitteln können, ob die schärfere Marquierung des Randes der Choroidea dadurch entsteht, dass diese Membran sich an demselben nach innen oder aussen auf sich selbst umkehrt, also einsäumt. Mir schien das nicht der Fall zu sein, weil sonst der Rand wohl keine Einkerbungen haben, sondern scharf geradlinig und verdickt an einem Ende verlaufen würde. Der Grund der dunklern Einfassung am Choroidealrande liegt in einer vermehrten Absonderung von Pigmentmoleculen. In einem kleinen Abstände von dem besprochenen Rande entfernt, sieht man auf der innern Fläche der fœtalen Choroidea einzelne aus Punkten gebildete Linien. Bei näherer Betrachtung durch die Lupe erkennt man an diesen Punkten kleine Längenfalten (3. 5.). Diese verlängern sich und gehen nach vorn hin, wo sie das Ende des dunklen Randes in sich aufnehmen, und die äusserste

Spitze der künftigen Ciliarfortsätze bilden. Der Choroidalrand steht nach der Entstehung der Ciliarfortsätze nicht mehr von der innern Fläche der Cornea, wie früher ab, sondern liegt jetzt an derselben an, in einzelnen Fällen oder zu gewissen Zeiten endigt er in einzelne Spitzen.

Die normale Gestalt des Ringes den der Margo foetalis Choroideæ bildet, des Sitzes der späteren Ciliarfortsätze, ist immer die oval-runde. Ist dieselbe auch in früher Zeit oval, hier und da etwas ausgeschweift, so stellt sich doch, sobald der Choroidealspalt geschlossen ist, die normale Rundung mehr heraus (8. 10.). Ist der Ring nicht ganz geschlossen, der Spalt also noch mehr oder weniger offen, so giebt das zu abweichender z. B. eckiger Gestaltung Veranlassung, wie diese sich auch wohl oval formiren kann (8. 10.).

Was den Zustand der Choroidea im Augengrunde betrifft, so habe ich auf der innern Fläche derselben im menschlichen Foetalauge aus dem dritten Monat in der Gegend des Eintrittes des Nervus opticus den Rest der Spalte der Choroidea in Form einer länglichen Figur wahrgenommen (2. 20.). Sie war nach oben hin gegen die Ciliarfortsätze geschlossen. Unter dieser Choroidealspalte ist in dieser Zeit die Scleralspalte bereits verwachsen. Später schliesst sich auch der Choroidealspalt, bildet eine Raphe, die sich aber auch nach und nach verliert, und in ihrer Undeutlichkeit nur von dem sehr geübten Auge erkannt (2. 19.) und deshalb häufig übersehen wird. Ueber die Entstehung der Pigmentbildung in der menschlichen Foetalchoroidea und über deren weitere Fortbildung als interstitielles und membranöses Vorkommen in diesem Organ habe ich folgende Beobachtungen gemacht.

In sehr früher Zeit beobachtet man bereits Pigmentspuren im menschlichen Foetalauge zur Zeit, wo

man die ersten Andeutungen dieses Organs mit Lupe kaum wahrnehmen kann; untersucht man unter dem Mikroskop solche Keimstellen des künftigen Auges, so tritt die Andeutung der Pigmentbildung deutlich in Form von Pigmentkugeln ohne Inhalt hervor; es gehören dieselben offenbar der Keimanlage der Choroidea, keinem anderen Theile des Fœtalauges an. Zur Zeit, wo die Choroidea sich als selbstständige Haut bestimmt erkennen lässt, im zweiten oder dritten Monat, ist das Pigment dieser Membran im menschlichen Fœtalauge bereits von verschiedener Form. Man sieht es als kleine dunkle Punkte, als Kerne, als schwarze dickere Streifen, wie Haare, am Ende mit Pigmentzellen versehen. Zwischen diesen verschiedenen Pigmentstellen liegt auch ein gelblich-bräunliches körniges Pigment bald zerstreut, bald angehäuft. (3. 5.) Meistens fand ich diese Pigmenterscheinungen auf der inneren Fläche der eben sich bildenden Fœtalchoroidea, bisweilen aber auch in ihrem Parenchym, oberflächlich oder tiefer gelagert. Das ist ein Entwicklungsstadium des Choroidealpigments aus sehr früher Zeit; der später sich complicirende Bau der Choroidea nimmt aus diesem einfachen Ursprunge nicht unwahrscheinlich seinen Fortgang. Entfernt man mittelst des Wasserstrahles und des Pinsels die geschilderten Pigmentformen von der inneren Fläche einer frühzeitigen Fœtalchoroidea, und untersucht letztere unter dem Mikroskop, so gewahrt man im Parenchym gestreifte Andeutungen, und das sind geregelte Lagen glatter Fasern; ausserdem sieht man Pigmentkörper und Pigmentzellen vielfach vertheilt. Die Membran ist stark und dicht. Man sieht sodann deutlich einzelne plumpe baumastartige Röhren, röthlich oder gelblich gefärbt, sie liegen parallel neben einander, und haben viele Seitenauswüchse meistens unter einem rechten Winkel, die jedoch in dieser Zeit noch nicht mit einander

in Verbindung getreten sind. Die Lage dieser Röhren, (es sind Gefässe), ist innerhalb des Parenchyms, deshalb kann man die Umrisse derselben nicht überall deutlich unterscheiden. Die Untersuchung dieser Gefässe in etwas späterer Zeit der Entwicklung zeigte, dass sie gestreckter waren, dass sie an Umfang zugenommen hatten, dass sie hier und dort über einander, nicht blos neben einander lagen, dass die Communication der einzelnen Seitenäste überall vollendet war. Die früher rechtwinklig aus dem Hauptstamme hervortretenden Seitenäste scheinen jetzt alle unter einem spitzen Winkel aus den Hauptstämmen hervorzutreten. Es entsteht hierdurch ein schönes Capillarnetz, und die zwischen diesen Verzweigungen liegenden freien Parenchymstellen der Choroidea bilden ziemlich regelmässige vieleckige Figuren. Die jetzt sichtbar werdenden Pigmentzellen haben meistens eine eckige Form, und sind mit kleinen Pigmentkörnern theilweise oder ganz erfüllt; jedoch sind auch manche derselben pigmentlos. Sie liegen wohl auch auf Gefässramificationen, am häufigsten aber auf den eben genannten gefässlosen Parenchyminseln, die zwischen den Gefässverzweigungen sich befinden. Hier und dort sah ich einzelne in der Bildung begriffene Nervenstämme, als einfache Lineargebilde von zwei scharfen Conturen umgeben. So viele Mühe ich mir gegeben habe, eine bestimmtere Anschauung über die weitere Entwicklung des Gefässsystems in der Choroidea foetalis mir zu verschaffen, so wenig fruchtete dieselbe. Es ist mir nicht gelungen z. B. über die Bildung und das Verhältniss der Arterien zu den Venen der Choroidea genauen Aufschluss zu erhalten. Das aber habe ich bestimmt gesehen, dass hier und dort an den Gefässramificationen der eben beschriebenen foetalen Choroidea kleine Capillaren einzeln oder auch in Verzweigungen zu der Pigmentmembranschicht

übergehen, wie ich auch frühzeitig kleine Gefässübertritte von den Scleralarterien in die hintere Fläche der sich bildenden Choroidea beobachtet habe. Mikroskopische Untersuchungen der äussern der Sclera zugewendeten Fläche der fötalen menschlichen Choroidea lassen dort Epithelialzellen mit einzelnen Pigmentkörpern und Pigmentzellen, und Faserfibrillen bisweilen membranartig verbunden, und wohl auch ein halbgläzendes Gefüge darstellend, sehen.

Es bildet sich, wie oben angedeutet wurde, auf der innern der Retina zugewendeten Seite der Choroidea ziemlich frühzeitig eine schleimartige bläulichweisse im Zusammenhang fortlaufende Schicht, die nur mittelst einer scharfen Lupe oder mittelst des Mikroskops als solche bei ihrem Entstehen zu erkennen ist. Sie erstreckt sich zunächst von der Tiefe des Augengrundes aus, gegen den Margo ciliaris choroideæ hin, und bei fortschreitendem Wachsthum derselben setzt auch sie ihre weitere Ausdehnung fort und spielt bei der Bildung der Ciliarfortsätze eine Rolle. Die mikroskopische Untersuchung der in verschiedenen Bildungsperioden untersuchten Membranschicht hat mir im dritten oder vierten Föetalmonate am Menschen Folgendes gezeigt: Die Membran besteht stellenweise aus weissen sechseckigen Zellen ohne irgend eine Spur von Pigment; daneben aber sieht man einzelne dieser sechseckigen Zellen schwärzlich gefärbt, so dass also weiss und schwarz conturirte Zellen gemischt durch einander liegend gewahrt werden. Bisweilen beobachtete ich wohl auch, dass in einzelnen Pigmentzellen die Umrisse nicht durchgängig, sondern nur stellenweise schwarz gefärbt waren. Es war wohl auch nur ein Theil der Umrisse einer Zelle dunkel gefärbt, und zwar lilla, der andere Theil derselben war noch weiss (9. 13. 14. 15.). In sehr kurzer Zeit darauf erschienen die Ränder fast sämtlicher Zellen

sehr zart schwarz gefärbt. Ihre Umrisse wurden dicker, deutlicher, die Mitte der Zellen blieb anfangs weiss, bis sie sich später nach und nach mit Pigment ausfüllte. Hierdurch bekamen die vorher vereinzelter Zellen einen Zusammenhang, und zwar den einer Haut. Man sieht deutlich, dass diese Membran anfangs aus ungefärbten pigmentleeren, weiss conturirten Zellenwänden zusammengesetzt ist, dass sich dann die einzelnen Zellenumrisse anfangs lilla, später schwarz oder doch dunkel färben, und dass sich dann in den Zellen und zwar zuerst an der innern Wand derselben das Pigment absondert, das später bei namhafter Zunahme auch die Mitte der Zelle ganz erfüllt. Die gefüllten Pigmentzellen reihen sich nun fester an einander und verkleben an ihren Rändern dicht und regelmässig. Eine Zwischensubstanz, oder Zwischenräume zwischen den Rändern der sich verbindenden Zellen konnte ich nicht wahrnehmen. In der Zeit, wo die Pigmentzellen in ihren Conturen schwarz gefärbt sind und membranartig sich ausdehnend dicht an einander stehen, wo aber die Mitte der Zelle noch nicht mit Pigment gefüllt ist, bekommt die Haut ein gefenstertes Aussehen, als seien die pigmentlosen Stellen durchbrochene Räume. Die nähere Untersuchung zeigt jedoch bald den Irrthum.

Gegen das Ende des vierten Monats ist die in Rede stehende Membranschicht aus der Gegend des Augengrundes in der Pigmentirung schwächer, heller, aber von da aus gegen die Ciliarfortsätze hin wird sie stärker und dunkler; das Ganze wird jetzt noch mehr membranartig, und in Wasser einige Zeit bewahrt, löst sich dieselbe gern in einzelne kleine und grössere Stücke auf.

In der Choroidea eines ungefähr sechsmonatlichen menschlichen Fötus sah ich die Pigmentschicht in fortschreitender Entwicklung betreffs der Structur und der tieferen Pigmentirung; ich gewahrte aber auf ihr noch

viele weisse sechseckige Zellen, die in ihren Umrissen erhaben, aber nicht schwarz, sondern mehr violett gefärbt waren; letzteres trat nur an einzelnen Stellen hervor, jedoch so, dass eine Zelle mit vollendeten schwarzen Umrissen sichtbar war, während an andern Zellen nur einzelne Punkte der Conturen schwarz pigmentirt erschienen. Die Pigmentabsonderung begann sonach hier auf den etwas erhabenen Umrissen der Zellen, nicht in ihrer Mitte; sie zeigte sich aus einzelnen pigmentirten Punkten hervorbrechend, und ging dann hier und dort in schwarze Linien über (9. 15.). Diese an einzelnen Stellen stärker hervortretende Pigmentabsonderung war immer mit stärkeren Gefässramifikationen, die mehr vereinzelt als zusammenhängend waren, aber an ihren Enden büschelförmig sich verzweigten und unter der beginnenden Pigmentlage sich befanden, vergesellschaftet; letztere war da gar nicht wahrzunehmen, wo noch keine Pigmentabsonderung sich zeigte, wo die Zellenbildung zwar vorhanden, aber noch weiss war. Es scheint sonach wahrscheinlich, dass die Gefässbildung auf der Choroidea nicht ohne Einfluss ist auf die Pigmentirung der Zellen selbst, welche letztere hier aus runden Pigmentmoleculen besteht, was man dann auf das Deutlichste wahrnehmen kann, wenn man mittelst des Pinsels von der Choroidea entfernte Pigmente mikroskopisch untersucht. Zu Ende des fünften oder sechsten Monates oder zu Anfange des siebenten gewahrt man auf der inneren Fläche der bisher besprochenen fötalen Choroideal-Pigmentschicht, baumförmig gestaltete weisse Verästelungen, die unmittelbar auf derselben lagen. Diese baumförmig gestalteten weissen Verästelungen sind das Gerippe zu einem membranösen Gefüge, das sich jetzt herausbildet, und zur Hyalinhaut später sich gestaltet. Diese ersten Andeutungen der künftigen Glashaut der Choroidea sind meistens zu-

erst neben der Raphe der Choroidea, dem Reste der früheren Spalte dieser Membran, sichtbar. Sie erstrecken sich von dieser etwas erhabenen Ursprungsstelle abwärts gegen den Grund des Auges und aufwärts gegen die Ciliarfortsätze hin, seitwärts aber gegen die Peripherie der Choroidea.

Entwicklung der Ciliarfortsätze.

Gegen die Mitte oder am Ende des dritten Monates hat sich im Auge des menschlichen Fötus am freien vordern Ende der Choroidea (*Margo foetalis ciliaris*) jede Spur des früheren Spaltes oder einer Einkerbung verloren, jedoch ist ein Rest der Spalte gar nicht selten hinter dem geschlossenen Choroidealrand an verschiedenen Stellen nach dieser Zeit sichtbar (3. 10.). Der Rand der fötalen Choroidea ist etwas ausgezackt, und zur Faltenbildung, wie wir oben gesehen haben, vorbereitet, in die er baldigst übergeht, indem wie es scheint sich von dem innern Ciliarrand der Choroidea nach dem äussern hin auf der innern Fläche die Einfaltung vollzieht (8. 9.). Dieselbe giebt dem fötalen Ciliarrande der Choroidea ein lebendiges Ansehen.

Während die Falten der künftigen Ciliarfortsätze sich in ihrer Basis einzeln zu erheben beginnen, beobachtet man, dass an jeder derselben zwischen Choroidea und Sclera ein proportionell dicker plumper Gefässstamm hervortritt, und sich unter oder in die Falte begiebt, so dass in jeder Falte einer derselben sich befindet. Ein solches Gefäss ist sehr bald von einem zweiten mit ihm parallel laufenden gefolgt, schlängelt sich innerhalb der erst im Entstehen begriffenen Falte ein kleines Stück mit jenem fort, und es bildet sich so ein Zwillingsgefäss (*Vas gemellum foetale processuum ciliarum*). An jedem Stamme desselben sprossen oben und zur Seite Aeste, die sich entgegenwachsen, und so

entsteht sehr bald jenes schöne Gefässconvolut des Ciliarfortsatzes. Dasselbe wird während seiner Ausbildung mehr und mehr von einer bläulich weissen schleimartig sich verzweigenden durchsichtigen feinen Haut umhüllt, die eine Zeit lang pigmentlos und durchsichtig den Einblick auf die Gefässbildung gestattet, dann aber vorzüglich gegen den Margo ciliaris foetalis hin sich pigmentös belegt, und zwar mit sechseckig gestalteten Pigmentzellen, zu welcher Zeit die Gefässbildung nicht mehr sichtbar ist. Es unterliegt sonach keinem Zweifel, dass die Ciliarfortsätze an der Faltung des vorderen Endes der Choroidealmembran hervorgehen; hier ist der Eintritt und die Stätte für eine eigenthümlich gestaltete Gefässramification, die in früher Zeit pfeilartig verläuft, und die ersten Andeutungen der Lateralabzweigungen zur Bildung der Gefässschlingen der Ciliarfortsätze enthält (7. 7. 8.), und sich später in der vasculösen schönen vielfachen Bogenverbindung beider Gefässe vollendet.

Darüber aber vermag ich zur Zeit nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob die an der Einfaltung des Margo ciliaris foetalis sichtbar werdende feine bläulich-weiße Membran eine Fortsetzung der auf der innern Fläche der Choroidea liegenden Pigmenthaut ist, die in dieser Zeit noch nicht pigmentirt ist; oder ob es die eigentliche Choroidea ist, die nach der Einfaltung am Margo ciliaris in ihrem Wachsthum stehen bleibt, und sodann an der Entstehungsstelle der Ciliarfortsätze fortwachsend, sich als Umhüllungshaut der Gefässe der Ciliarfortsätze, also, als die Membran der Ciliarfortsätze selbst, gestaltet. Fortgesetzte Untersuchungen menschlicher Foetalaugen aus frühen Schwangerschaftsmonaten müssen diesen Gegenstand in das nöthige Licht setzen. Untersucht man mikroskopisch das Ende des Ciliarfortsatzes eines menschlichen Foetalauges

aus dem fünften oder sechsten Monat in seiner natürlichen Lage, d. h. mit seiner der Cornea zugerichteten Spitze, so gewahrt man, dass jene zwei oben erwähnten Gefässstämme (einander sich deckend) nach vorn in gebogener Richtung verlaufen, sich dann einander nähern, aber in ihren Körpern sich nicht berühren. Die Ausläufer solcher Gefässe sind spitzig (10. 7.). Zwischen den Gefässen liegt auf einer dünnen durchsichtigen Membran in etwas späterer Zeit eine grosse Menge hellbrauner Pigmentmoleküle; dieselben sind bald dicht, bald zerstreut, bald aber auch wie ein kleiner Haufen, und geben der Zwischenhaut der zwei unvollendeten Ciliargefässe ein lebendiges Ansehen. Das Pigment erstreckt sich nie bis zu der Spitze der Membran des sich bildenden Ciliarfortsatzes, sondern hört vor dem letzten Dritttheile des Organs auf. Dieses ist weiss. Nach einiger Zeit vereinigen sich die zwei Gefässstämme durch allmähliche Verlängerung ihrer Spitzen; sie bilden dadurch einen Bogen, der sich durch Queräste, die aus dem Hauptstamm hervortreten, schön gestaltet, indem die von beiden Seiten des Stammes entspringenden Collateralgefässe seitwärts „und nach unten“ dann abwärts verlaufen, wo sie anastomosiren (10. 8.).

Bemerkenswerth ist die Veränderung, die sich bei dem Wachstume der Ciliarfortsätze in der Richtung derselben bemerklich macht. Es ist in dieser Beziehung zu erinnern, dass diese theils von der eigenen durch das Wachsthum bedingten Gestaltsveränderung abhängt, theils aber auch von der Gestaltsveränderung und dem Wachstume der benachbarten Organe, der Iris, der Corona ciliaris, der Ora serrata, der Netzhaut und selbst des Glaskörpers, denn mit allen diesen Theilen kommen die im Wachsthum begriffenen Ciliarfortsätze vorübergehend mehr oder weniger in engere Berührung. Die Ciliarfortsätze Ende des achten, und im Verlaufe des

neunten Monates, sowie im Auge des Neugeborenen gehen ein eigenthümliches Verhältniss zur Uvea ein, von dem am Schluss dieses Abschnittes gesprochen wird. Die Ciliarfortsätze haben in dem menschlichen Fötusauge frühzeitig etwas eigenthümlich Plastisches, was sich schon im Beginne ihrer Entstehung bemerkbar macht. Das ist namentlich an ihren Spitzen der Fall. Das Wachsthum der in Rede stehenden Organe ist ziemlich rasch, und mit ihm vermehrt sich die Pigmentabsonderung, die sich zu den Spitzen in früher Zeit nicht verbreitet; sie hat in dieser Hinsicht manche Aehnlichkeit mit der Pigmentirung der innern Choroidealschicht. Die Pigmentirung erreicht später die Spitzen der Ciliarfortsätze. Trennt man in einem menschlichen Fötusauge aus dieser Zeit die Ciliarfortsätze von der Linse und der Corona ciliaris, so bleibt ein Theil des sehr dunklen Pigmentes auf der Corona ciliaris hängen, und dadurch wird die oberflächliche Stelle der Ciliarfortsätze des Pigmentes beraubt. Man sieht dann recht deutlich, dass innerhalb der Falten der Ciliarfortsätze die Pigmentirung stark ist.

Ein durch den Rand des Ciliartheiles der Netzhaut umgrenzter Zustand der Ciliarfortsätze an ihrer Entstehungsstelle (7. 11a.) ist im Fötalauge aus dem dritten oder vierten Schwangerschaftsmonate bemerkenswerth, und fällt in die Zeit, wo die Iris entweder noch gar nicht oder nur als ein schmales zirkelförmiges Gebilde vorhanden ist, und wo der Tensor choroideæ sich eben bilden will (7. 11.). Auch ist in dieser Zeit eine bandartige Einsäumung der Ciliarfortsätze an ihren nach der Iris zu gerichteten Enden sichtbar, so dass also die Ciliarfortsätze an ihrer vordern und hintern Grenze begrenzt erscheinen; die innere Begrenzung ist schmal, weiss, flockig, und wie bandförmig gestaltet (*Vinculum process. ciliar. internum*, s. *pupillare, et externum*

s. retinale (7. 11.). Ich vermag zur Zeit nicht, diesem doppelt gebundenen Zustande der Fœtaleiliarfortsätze eine besondere Deutung zu geben; jedenfalls ist derselbe vorübergehend in der Entwicklungsgeschichte der Ciliarfortsätze, die sich später theils von selbst erheben, theils durch den an den Seitentheilen wachsenden Glaskörper gehoben werden; sie treten später aus dieser beengenden Verbindung mit dem Netzhautrande und aus dem vorderen Beschränkungsband heraus, und entwachsen der geschilderten Haft, indem sie sich verlängern und erheben.

In der pathologischen Morphologie des Auges kommt bei Fällen von Dyscoria dieser Zustand der Ciliarfortsätze als Stehenbleiben auf eine frühere Bildungsstufe constant vor, ein Gegenstand, den ich schon vor Jahren besprochen habe.

Bildungsgeschichte der Iris und des Tensor choroideae.

Die Entstehung der Iris unmittelbar am fötalen Choroidealrande, der sich jetzt ganz in seinen Primitivspalt geschlossen hat und an dem die Ciliarfortsätze sich zu bilden angefangen haben (9. 6.), lässt sich am menschlichen Auge ohne Schwierigkeit beobachten, da die Genese der Iris in eine Zeit fällt, wo das menschliche Auge bereits eine höhere, der anatomischen Untersuchung zugängliche, Ausbildungsstufe erreicht hat. Die Entwicklungsgeschichte der Iris beim Menschen lässt sich sonach ohne alle Beihülfe vergleichend genetischer Studien darstellen; letztere werden jedoch einiger Eigenthümlichkeit wegen mit erwähnt werden müssen.

Gewöhnlich sieht man an Augen von menschlichen Embryonen aus dem vierten Schwangerschaftsmonate, wenn man dieselben in der Sclera eine oder einige Linien hinter der Cornea durchschneidet und die hintere

Fläche des vorderen Segmentes nach Herausnahme des Glaskörpers, der Linse und der Netzhaut mit der Lupe untersucht, dicht an den Ciliarfortsätzen einen grauen schmalen geschlossenen Ring. Es ist das die hintere Fläche der Iris, die jetzt noch, aber nur kurze Zeit hindurch, ohne Pigmentschicht ist, also ohne Uvea. Jener Ring liegt aber nicht immer unmittelbar mit seinem Ciliarrande am Choroidealrande an; es liegt dann zwischen diesen beiden in einem sehr schmalen Spalt eine Reihe von feinen Fäden, die den Ciliarrand der Iris mit der Choroidea verbinden (*Tela interstitialis Iridis foetalis*). Bei der Untersuchung dieser Stelle mittelst einer scharfen Lupe sieht man den Zwischenraum wie aus einem Maschengewebe bestehen (9. 5.). Auf der vorderen Fläche erscheint die sehr dünne Iris in dieser Zeit blau, was von dem durch das Irisparenchym durchscheinenden Uvealpigment herrührt; zur Zeit, wo letzteres noch nicht vorhanden ist, ist das Irisgewebe durchsichtig grau, farblos sowohl auf der vorderen als hinteren Fläche. Gleichzeitig mit der Iris oder wenigstens unmittelbar nach der ersten Andeutung derselben beginnt die Bildung des Tensor; er ist noch schmal, dehnt sich aber bei weiterem Wachsthum der Iris mehr nach hinten und vorn aus, und wird Stützpunkt der Iris nach aussen an den jetzt sehr hervorragenden Sclero-Cornealrand. Das Bindegewebe ist der histologische Character dieses Organs; in seinen verschiedenen Bildungsepochen fand ich dasselbe zu wiederholten Malen, und es schien mir, als wenn diese Grundsubstanz, theils in elastische Fasern, theils in feine Capillaren sich umbildete. Ueber die Verbindung der Iris mit dem Tensor choroideæ, sowie über dessen Bildungsgeschichte ist Folgendes zu erinnern.

In dem dritten oder vierten Monate fällt im menschlichen Fœtalaug auf der innern Fläche der Umhüllungs-

haut, da wo Cornea und Sclera sich abgränzen, ein Vorsprung auf; er gehört mehr der Sclera als der Cornea an, wir nennen ihn *Crista sclero-cornealis foetalis* (9. 6.). Es bildet sich an ihm der *Tensor choroideæ*. Trennt man die Iris, Choroidea sammt dem *Tensor choroideæ* von dieser Sclero-Cornealverbindung, so bleibt einiges Gewebe, einige Flocken an dem hervorspringenden Scleralrand hängen (9. 7.). Die Iris und Choroidea in ihrem von der Cornea und Sclera getrennten Zustande von vorn gesehen, zeigen nun im Verlaufe des dünnen weisslichen *Tensor Choroideæ*, eine Furche, gleichsam eine Treppestufe, die in den Scleralrand genau passen würde, wollte man die durch die anatomische Untersuchung getrennten mit Vorsicht auseinander gezogenen Theile wieder zusammenfügen. Diese Furche und das Gewebe am Scleralrand sind nun die Primordien des *Tensor choroideæ* (9. 7. 8. 9.). Der *Tensor choroideæ* beginnt in seiner ersten Anlage ziemlich früh, als ein dünner weisslicher Ring unmittelbar vor dem Ciliarende der Choroidea, diesen umkreisend. Es ist derselbe dünn bei seinem Anfang, und wird immer dicker gegen seinen oberen Theil hin. Es lagert der *Tensor*, wenn er vorwärts gewachsen ist, so, dass er gerade an die Stelle, wo der *Margo ciliaris* der Choroidea mit den beginnenden Ciliarfortsätzen endigt, sich anheftet, über die kurzen Spitzen der letzteren sich im rechten Winkel beugt, und dort in einem scharf ausgeschnittenen Rande den Ciliarrand der Iris aufnimmt. Der *Tensor* wird auf diese Weise ein festes Verbindungsmittel der Choroidea mit der Iris auf seiner innern Seite, während seine äussere sich an den vorspringenden Rand der Sclera anheftet. Durch diese Verbindung gehalten schmilzt der *Tensor* inniger mit der Choroidea zusammen, und der frühere Abstand, der zwischen der Iris und dem Ciliarende der Choroidea sich vorfindet, schwindet im-

mer mehr, wozu auch das Stratum pigmentosum, was von der Choroidea, zunächst von den Ciliarfortsätzen, aus zur hintern Fläche der Uvea geht, das Seinige beiträgt. Dabei findet anfangs ein bedeutendes Herüberziehen der Endigungen der Ciliarfortsätze auf die Uvea statt, durch die Ausbreitung der Pigmentlage auf letzterer.

Kehren wir jetzt zur Bildungsgeschichte der Iris zurück. Die nicht ganz runde an der schmalen Seite der eben entstandenen Fœtal-Iris etwas oblonge Pupille, anfangs sehr gross, wird beim fortschreitenden Wachstume des Irisparenchyms kleiner. Die Verbindung zwischen dem Ciliarrand der Iris und dem Choroidealrande wird nun theils durch die Verdichtung des wachsenden Choroidealtensors, theils durch das Dickerwerden des Uvealpigmentes immer inniger, und sehr bald verschwindet das Maschengewebe, und macht an der bisher lockern Verbindungsstelle der Iris und Choroidea einer unmittelbaren Vereinigung Platz. Diese wird später noch fester durch die Entstehung der Pupillenmembran, die von der Oberfläche des ausgebildeten Tensor choroideæ ausgeht, auf der vordern Fläche der Iris liegt und in die Zinn'sche Haut sich umwandelt; so ist die Iris an ihrem Ciliarrande sowohl am Choroidealrande wie am Tensor choroideæ fest angeheftet. Untersucht man die Iris am Ciliarrande später, so erscheint dieser als ein glatter Rand, der in der treppenartigen Einkerbung des Tensor choroideæ festsitzt, bisweilen aber auch auf seiner vordern Fläche dicht am Rande mit zahnartig gestalteten Filamenten des Ciliarrandes der Desmet'schen Haut (*Margo denticulatus membranæ Desmeti*), (9. 10.) sich vereinigt, in welchem letzteren Falle man dieser Verbindung den Namen des *Ligamentum pectinatum Iridis* gegeben hat. Die Ausbildung der letztgenannten Theile gehört aber der Mehrzahl der Fälle, der Zeit nach der Geburt an, oder sie fällt aus-

nahmsweise in den letzten Monat der Schwangerschaft. Die Iris im menschlichen Fötusauge ist nach innen und unten zu nicht so breit wie an den übrigen Stellen bei ihrer frühesten Entstehung (9. 1. 8.). Bei weiterem Wachstume des sich gleichmässig gestaltenden Irisringes in die Breite, wodurch der Pupillarraum enger wird, sieht man auf der vordern Fläche der Iris nach und nach einige Kreise entstehen, die an die Struktur der Holzzirkel an durchsäigten Baumstämmen erinnern. Es legt sich beim Wachstume der Iris Kreisfaser an Kreisfaser und es hat deshalb die Iris auf ihrer vordern Fläche eine Zeit lang ein durchaus ringförmiges Aussehen, bis sich dasselbe später durch Bildung der Radialmuskelfasern so ändert, dass die kreisförmige Bildung im Ciliartheil der Iris ganz verschwindet und sich auf die Pupillargegend beschränkt. Im fünften und gegen den sechsten Fötalmonat ist der immer noch sehr schmale Irisparenchymring nach innen und unten nicht ganz so breit wie an den andern Stellen. Dieser Fötalzustand der Iris bleibt bisweilen permanent oder dauert bis gegen den sechsten Fötalmonat (9. 3.). Es beginnt in dieser Zeit die Bildung der Muskelfasern der Iris; zunächst entstehen die Circularfasern, diese sind überwiegend vorhanden; ihr Umfang ist bei weitem breiter, als der Theil der Iris, wo die Radialfasern entstehen werden. Die Stelle, wo später Circularfasern auf die Radialfasern rechtwinklig stossen, lässt die Lage dieser Theile nicht deutlich erkennen. Die Fasern alle haben Längenzellen mit Kernen. Einzelne Pigmentkörperchen sind hier und dort in und zwischen die Substanz der Fasern in der obern Schicht der Iris gelagert; dieselben sind unregelmässig gestaltet, bald länglich, rund, bald blockig; sie liegen nach dem Verlauf der Fasern, bald radial, bald circular. Der Pupillenrand ist in dieser Zeit bereits sehr ausgebildet; hier sind die

Circularfasern in grosser Menge und Schichten eng gelagert, und dadurch erhält der Rand etwas plastisches gewölbtes, erhobenes (9. 11. 12.).

Die Iris wird auf diese Weise im Laufe der nächstfolgenden Zeit breiter, und auf ihr liegt fortdauernd die feine Pupillenmembran (9. 4.). Diese kommt vom Tensor choroideæ, und geht über die Iris zur Pupille, über die sie sich eine Zeit lang lagert. Das Stroma der Iris ist sehr dünn, fast durchscheinend; es wird blassgrau, wenn man von der Uvealseite die Pigmentschicht entfernt, dagegen diese der Irismembran gleich wieder eine bläuliche Farbe giebt, wenn sie der Iris wieder untergelegt wird (9. 8. 9.). Bei der mikroskopischen Untersuchung des Irisparenchyms vor der Zeit der Entstehung der Uvealpigmentschicht zeigt dasselbe keinen Gehalt von Pigmentstücken, erst später, vielleicht gleichzeitig mit der Bildung der Uvealpigmentschicht, entstehen im Stroma kleine unregelmässige, bald eckige, bald eckig runde Pigmentkörper; bei weitem in grösserer Menge aber am Ciliarrande, als in der Gegend des Pupillarringes. Auch habe ich bisweilen gelbe Pigmentmoleculen zerstreut bei diesen Untersuchungen wahrgenommen. Histologisch zeigt das Irisparenchym auf das Deutlichste in der frühesten Zeit dicht an einander liegende Zellen und unebene Fasern, die dem Bindegewebe angehören. Die Irismuskelfasern haben den Charakter des Bindegewebes.

Die Gefässe der Iris kommen bekanntlich aus den Ciliargefässen; sie entstehen nicht vereinzelt im Irisparenchym selbst, sondern Gefässbogen verzweigen sich auf der Irissubstanz, legen sich auf ihr nieder, und verweben sich mit ihr. Ueber die Art dieser Vereinigung, so wie über die Zeit fehlen mir genauere Beobachtungen, die ich bei passender Gelegenheit anzustellen nicht versäumen werde.

Die gelungen injicirte Iris aus dem menschlichen Fœtalaug von ungefähr 6—7 Monaten zeigt an der Stelle, wo die Iris mit ihrem Ciliarrand in den Tensor choroideæ sich einlegt, ein sich circular daselbst erstreckendes Gefässconvolut, das sich bis zu einem Drittel der Iris gegen den Pupillarrand hin maschenförmig erstreckt, mit den Ciliargefässen der Choroidea über den Tensor hinweg durch vereinzelte Gefässe, die aber dort auch einen maschenförmigen Verlauf bildeten, in Verbindung steht, nach vorn hin aber gegen den Pupillarrand hin wieder ausbiegen. Eine für die weitere Irisbildung wichtige Periode fällt zwischen dem sechsten und neunten Monat, es ist die, wo die bis dahin überwiegend vorhandenen Circularfasern im fortschreitenden Bau der Iris von den nun in's Wachsthum gelangenden Radikalfasern übertroffen werden. Es wächst so nach in dieser Epoche die Iris, von ihrer Mitte aus, sie vergrößert sich durch Verlängerung der Radialfasern, während die Circularfasern sich nicht mehr im Umfang ausbreiten. Ist das normale gegenseitige Verhältniss der Radial- und Circularfasern völlig ausgeglichen (jene nehmen zwei Drittel, diese ein Drittel des Iris-Raumes ein), so entsteht auf der vordern Fläche der Iris die Zinn'sche Haut. In dieselbe Zeit fällt die weitere Uvealbildung. Die Uvea entsteht durch Vorwachsen der pigmentösen Haut der Ciliarfortsätze, die sich von diesen aus, wenn die Iris sich zu bilden begonnen hat, auf die hintere Fläche der letztern erstreckt. Das Wachsthum der Uvea geschieht gleichmässig, einförmig sich nach vorn schiebend, der Form der Iris folgend. Die Uvea ist eine selbstständige Membran, die ihre eigenthümliche Entwicklung hat, wenn sie auch einen integrierenden Theil der Iris bildet (9. 1.). Es ist wünschenswerth, dass fortgesetzte Beobachtungen die Bildungsgeschichte der Uvea erläutern, namentlich das morpho-

logische Fortschieben von den Ciliarfortsätzen auf die hintere Fläche der Iris bis zum Pupillarrand hin. Das kann ich aber zur Zeit bereits bestimmt aussagen, dass die fötale Uvealschicht eine *Membrana propria* ist, die erst im Verlauf der Iridogenese mit der Regenbogenhaut sich inniger vereinigt, und mit ihr verschmilzt, eine Zeit lang aber selbstständig besteht. Ich habe einmal auf ihr ein, von der normal gebildeten Iris ganz unabhängiges, Colobom im Thierauge beobachtet.

Die Bildung der Zinn'schen Haut geschieht durch die vordere Pupillarmembran. Diese legt sich Anfang oder Mitte des letzten Schwangerschaftsmonates immer näher und näher auf die vordere Irisfläche, verlöthet sich mit ihr an einzelnen Stellen sehr dicht, während an anderen die Verbindung lockerer ist. Dadurch bilden sich Falten in der durch Obliteration der Gefässe immer dünner und dünner werdenden Pupillarmembran, und diese geben die erste Veranlassung zur Entstehung des weissen wunderbaren Gewebenetzes, dessen Ausbildung der Schlussstein der fötalen Iridogenese zu sein pflegt. Eine Epitheliumla gebildet sich zuletzt auf den glatten Stellen der Zinn'schen Haut.

Die mikroskopische Untersuchung der Iris von einem kurz vor der Geburt gestorbenen oder von einem neugeborenen Kinde zeigt Folgendes: Der Pupillarrand hat hier und dort dünne kurze Franzen; sie gehen von dem scharf fadenförmig abschliessenden Pupillarrande aus, mit dem sie innigst zusammenhängen. Sie endigen einzeln ziemlich dick und fluctuiren im Wasser. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass der grösste Theil dieses Gewebes amorphe Masse war, in denen zusammengeschrumpfte inpermeable Gefässreste lagen, in denen man jedoch keine Blutkörper unterscheiden konnte. An Stellen, wo keine Pupillarfranzen sind, endet der Pupillarrand scharf abgeschnitten, hat aber ein

mehr wellenförmiges Grenzende. Der Pupillarmuskelring zeigt auf das Deutlichste Circularfasern, die sich in fortlaufender fast ununterbrochener Fortsetzung und in kleinen Abständen von einander darstellen. Zwischen und auf diesen Circularfasern liegen Pigmentkörner länglicher und bisweilen kolbiger Form. Hinter dem Pupillarmuskelring nach dem Ciliartheile der Iris hin sieht man ausgebildet und ziemlich regelmässig die Longitudinalmuskelfasern; sie fangen dicht am Tensor choroideæ, an dessem innern Rand an, und erstrecken sich nach vorn, wo sie am innern Rande des Pupillarmuskelringes, auf diesen in geradem Winkel auftretend, endigen. Diese Verbindungsstelle ist glatt, bildet keine Erhabenheit. Auf und zwischen den Longitudinalfasern lagen Pigmentkörner von verschiedener Form und Grösse, bald dichter, bald zerstreuter, bald dunkler, bald heller, und dann gelber Farbe; es erinnert das an das früheste Pigment auf der Fœtal-choroidea. Die Uvealseite zeigt, nachdem die Pigmentschicht entfernt ist, einen sehr scharf gezeichneten Pupillarrand. An einer Stelle war ein franzenförmiger Auswuchs, der breit an den Pupillarrand hing, wahrzunehmen. Auf der Ciliarfaser-schicht des von der Pigmentschicht entblösten Pupillarringes lagen Pigmentkörner von verschiedener Grösse und Form, aber meistens länglich gestaltet. Auf den Radialfasern, die hier von den noch einzeln stehenden Ciliarfortsätzen an ihrer Verbindungsstelle, mit dem Tensor choroideæ hier und dort bedeckt waren, und in regelmässigen Zwischenräumen verlaufend auf den Pupillarcirkel in rechtem Winkel auftreten, lagen die Pigmentkörner dichter und dunkler. Die Ciliarfortsätze sind in dieser Zeit kurz, klein, aus einander stehend; dabei ist ein Ciliarfortsatz in der Ausbildung hinter dem anderen zurück. Sehr schwer ist es, wenn man die Ciliarfortsätze durch Hülfe des Pinsels und des Wasser-

strahles in ihren Faltungen lüftet, und das Pigment beseitigt, alles Pigment zu entfernen; es bleiben namentlich auf der Haut in der einzelnen Faltung Pigmentmoleküle zurück. Die äussersten Spitzen der Ciliarfortsätze sind durchgängig weiss. Diese Erscheinung kommt daher, dass die Pigmentbildung in den Pigmentzellen der zur Zeit noch weissen Spitzen noch nicht stattgefunden hat.

Von der hinteren Seite jeden Ciliarfortsatzes, also von der convexen Seite desselben aus (9. 6.), geht ein länglicher Faden auf die Uvea, und verbindet sich mit dieser. Man sieht diese Faden deutlichst, einerlei, ob die Pigmentlage auf der Uvea liegt, oder ob sie von ihr entfernt wurde. Diese einzelnen Streifen bilden zusammen auf der Uvea ein radiales speichenförmiges Gefüge, dessen einzelne Streifen am Pupillarrand endigen. Wahrscheinlich ist es dazu bestimmt, der Uvealpigmentschicht einen festen Anhalt auf der hinteren Fläche der Iris zu geben, damit sie so in den Stand gesetzt wird, den Irisbewegungen zu folgen, d. h. sich zusammenzuziehen und zu erweitern, ohne bei diesen Bewegungen Schaden zu leiden, zu bersten oder abzufallen. Ueber den Ciliarfortsätzen hängt die Iris mit dem Tensor choroideæ seitlich fest zusammen, nur an einzelnen Stellen ist ausnahmsweise die Verbindung noch durch einzelne Faden bewerkstelligt, wie das in der Föetalzeit bisweilen, oder eine Zeit lang, der Fall ist. Entfernt man mittelst des Pinsels von der Uvea alles Pigment im Auge eines neugeborenen Kindes, und bringt sie in ihrer Verbindung mit dem Tensor choroideæ unter Wasser, so sieht man den letzteren als aus sehr dünner Gewebeschicht bestehend; die Iris selbst ist auch jetzt sehr durchsichtig, ja, so durchsichtig, dass man durch sie die Spitzen der Ciliarfortsätze erkennen kann, ebenso die Radialstruktur der Uvea. Auch sieht man dann bisweilen

deutlich, dass der Ciliarrand der Iris am Ciliarligament nicht ganz dicht anliegt, was, wenn die Pigmenthaut von dem Ciliartheil der Choroidea aus zwischen den Ciliarfortsätzen durch zur hinteren Fläche der Iris tritt und dort die Uvea gebildet hat, nicht wahrgenommen wird, weil eben dieses Stratum pigmentosum ciliare uveale jenen Hiatus deckt.

Wir haben dem über die Bildungsgeschichte der Choroidea, der Ciliarfortsätze und der Iris Gesagten noch die folgenden Bemerkungen hinzuzufügen. Man darf diese Gesamtheile eines Organsystems nicht getrennt betrachten; sie bilden ein Ganzes unter sich Zusammenhängendes auch in ihrer Bildungsgeschichte.

Die Iris ist die Blüthe der Choroidea; von dieser geht jene aus, und der Zustand der Choroidea, normal oder abnorm, bedingt stets einen naturgemässen oder von der Norm abweichenden Bau der Iris. Als Mittelglied und als Theilnahmsorgan an diesen innigen physiologischen und pathologischen gegenseitigen Beziehungen zwischen den beiden Membranen sind die Ciliarfortsätze anzusehen. Es ist für uns eine durch Untersuchungen ausgemachte Thatsache, dass Bildungsfehler der Choroidea Bildungsfehler der Ciliarfortsätze nach sich ziehen, sie seien entweder Bildungshemmungen oder pathologische Bildungsabweichungen, und dass dann diese wiederum auf die Irisbildung einen unbedingten Einfluss äussern. Wir wollen als Beleg dieser Ansicht nicht von dem Iriscolobom in seinem Abhängigkeitsverhältniss von dem Ciliarrand der Choroidea sprechen, denn über diesen Gegenstand wird noch immer gestritten; wohl aber ist die Dyscoria, die abnorme Pupillengestalt, mit ihren verschiedenen Abarten hier als sprechendes Beispiel namhaft zu machen, die immer mit Bildungsfehlern und Pigmentabweichungen in den Ciliarfortsätzen verbunden vorkommt, und deren Ent-

stehung sich als von den genannten Fehlern der genannten Organe ausgehend nachweisen lässt. (Vergl. meine neuen Beiträge zur Lehre von den angeborenen Fehlern der Iris, der Choroidea und der Ciliarfortsätze, *Illustr. med. Zeitung*. Bd. I. 6. Mit 2 Tafeln. München 1852 in 8.)

Die verschiedenen Formen der Dyscorie verdanken ihre Entstehung genetischen Störungen der Choroidea und der Ciliarfortsätze, die die Hervorbildung einer normalen Iris stören oder hindern, denn bei allen Formen der Dyscorie, sie sei länglich, spitz, oder oval, ist mehr oder weniger immer das circuläre Wachsen der Irisparenchymschichten von der Norm abweichend. Der Grund liegt aber nicht in dem Baue des Irisparenchyms, sondern meistens in der primär abweichenden Form oder Richtung der Ciliarfortsätze.

6.

Entwicklung des Gefäßsystems im menschlichen Fötalauge.

(Hierzu Tafel 10. 11.)

Die Entwicklung des Gefäßsystems im Fötalauge des Menschen lässt sich zwar ziemlich genau durch alle Perioden der Ausbildung desselben in seinen einzelnen Theilen verfolgen, es bleiben jedoch namentlich in der frühesten Zeit einige Lücken, wenn man die Untersuchung derselben auf ersteres allein beschränkt. Es wird sonach auch in diesem Abschnitte zunächst die Aufmerksamkeit auf einige vergleichend genetische Betrachtungen des Gefäßsystems im Fötalauge der Vögel und der Quadrupeden gerichtet werden müssen.

Die frühesten Spuren der Gefäße am Auge des bebrüteten Eies sieht man im Anfang des vierten Tages der normalen Entwicklung. Es ist das Auge bereits ziemlich hervorragend, grau gefärbt, hat nach unten

seinen Spalt, und ist im Ganzen noch nicht ganz gewölbt, ganz rund, sondern mehr eckig, als sei es noch einer weiteren Ausdehnung von innen gewärtig. Es ist keine Spur einer Einstülpung der Augenumhüllungshaut auf sich selbst zu gewahren. Die Farbe ist mehr grau als blau. Die Stellung des Auges auf beiden Seiten nach innen und abwärts. Um die Cornea herum, namentlich nach abwärts, ist die Bildung eines Gefäßes in Gang. Während in dieser Zeit die Gefäße um den Embryo entwickelt erschienen, waren sie am unteren Cornealrand in der Entstehung begriffen, und bestanden bei der Untersuchung mittelst einer scharfen Lupe aus kleinen abgerissenen zur gegenseitigen Verbindung hinstrebenden Gefäßreisern. Es waren diese einzelnen Gefäßreiser von plumper Gestalt, wie abgefallene dürre Baumäste, ohne Windung, ohne Wellenlinien, und sie erinnerten an den Zustand der Gefäßbildungen auf granulirenden Wunden. Aus diesen Gefäßen in der Umgegend der Cornea entwickelt sich sehr bald in einem weiteren Kreise ein arterieller Bogen, der auf der Augenslidergegend die Orbita umkreist.

Mikroskopische Untersuchungen der ersten Spuren der Blutgefäße am bebrüteten Hühnerembryo in der Umgegend des Auges oder an und in diesem selbst aus dem Anfange des dritten bis zu Ende des vierten Tages zeigen Folgendes: Die Blutgefäße entstehen durch Verschmelzung runder Zellen; diese bilden zunächst ein Stück Membran, aus der durch Faltung eine Rinne, und aus dieser dann ein Rohr entsteht. Letzteres ist nun ein Stück Gefäß. Die Zellen, die innerhalb des so organisirten Gefäßrohres zurückbleiben, bilden sich in Blutkügelchen um. Ein solcher neu entstandener Gefäßstamm hat eine sehr plumpe Gestalt; er bekommt sehr bald durch schmale Ausbiegung der Wand des Rohres Aeste, die weiter wachsen; diese

verbinden sich entweder mit einzelnen noch isolirt gebliebenen Zellen, und nehmen diese als zugewachsenes Material zu ihrer Weiterverbreitung als Capillaren in sich auf, wodurch eine Gefäßverlängerung entsteht, oder sie verbinden sich entweder mit der Wand eines andern in der Nähe liegenden Gefäßstammes unmittelbar oder, was häufiger der Fall ist, mit dessen Gefäßauswüchsen, wodurch dann die eigentlichen Capillaren entstehen.

Die Beobachtungen, die ich mit der Entstehung der Augenblutgefäße um und an menschlichen Foetalaugen angestellt habe, haben mich ganz dasselbe gelehrt, was eben von der Gefäßbildung am Hühnerembryo berichtet wird. Ich habe aber namentlich in späterer Zeit (im zweiten und dritten Monat) auch Blutkörperinseln auf den Augenmembranen aufgefunden; die gewöhnlichere Form der primitiven Gestaltung der Blutgefäße aber am menschlichen Foetalkopf in früher Zeit war die plumper kurzer Gefäße, die sich durch Auswüchse mit anderen Blutgefäßstämmen derselben Gestalt durch Ausbiegungsäste verbanden; so entstanden denn aus anfangs isolirten Blutbahnen Erweiterungen, Verzweigungen und Verlängerungen. Ich glaube, dass diese Erscheinungen eines vermehrten und erweiterten Blutumlaufes mit der Bildung des Aortenbogens im bebrüteten Hühnerei zusammenzuhängen.

Sehr öfters habe ich wohl auch gleich von Anfang an schön gestreckte längere Blutgefäße beobachtet, die nicht überall mit Blutkügelchen erfüllt waren, später aber bei regelmässig fortschreitender Ausbildung sich in allen Theilen gleichmässig mit denselben füllten, und zu Auswüchsen von Lateralästen und zur Bildung von Capillaren die Veranlassung gaben.

Was die Entstehung der Augenblutgefäße aus Blutinseln betrifft, so kann ich nicht unerwähnt lassen,

dass ich am Auge des menschlichen Fœtus aus dem vierten, fünften und wohl auch sechsten Monate auf der *Conjunctiva bulbi* nahe an den der innern Seite der Nase zugekehrten Stellen rothe Flecken beobachtet habe, die mir nicht zufällig erschienen, da sie regelmässig so häufig an denselben Stellen wiederkehrten. Bereits vor Jahren habe ich auf solche aufmerksam gemacht und sie auch abbilden lassen. (*De Genesi et usu maculæ luteæ in retina oculi humani obviæ. Vinaris* 1830 in 4. c. tab. aen. Fig. 3.) Später wurde es mir nicht blos wahrscheinlich, sondern zur Gewissheit, dass diese rothen Stellen Blutinseln sind, d. h. frei in der Haut liegende Blutkörper, um die sich und aus denen sich Gefässwände herausbilden. Ferner muss ich noch die Beobachtung hinzufügen, dass ich nicht selten in den vorderen Augenkammern am Fœtalaug der Quadrupeden, der Katze, des Hasen, an der hintern Wand der Cornea vereinzelt Blutlager gefunden habe, die ich geneigt bin, in Beziehung zur Blutgefässentstehung zu deuten.

Zu wichtig um verschwiegen zu werden ist noch die Beobachtung, dass die Gefässbildung im Parenchym einzelner Organe Gestalt gebend für die Weiterbildung derselben zu sein scheint, so ist es z. B. auffallend, dass nach der dreitheiligen Richtung hin, die die *Arteria centralis* auf der hinteren Kapselwand hat, die Primitivlagerung der Linsenfasern in der hinteren Linsenscheibe eine dreigetheilte ist. (Vergl. 4. 7. 8. und die Erklärung.) Die Meibom'schen Drüsenbälge ferner lagern sich ganz in der Richtung der primitiven Tarsalgefässverzweigungen, die wunderbar schön als feines und regelmässiges rechenartig gestaltetes Gefässfachwerk aus dem *Circulus arteriosus fœtalis palpebrarum* sich hervorbilden. (Vergl. Entwicklungsgeschichte der Augenlider und 11. 4.)

Bleibt die Injection der Blutgefäße des Auges wohl immer das sicherste Mittel zur genauesten Darstellung und zur möglichst deutlichen Wahrnehmung der Verzweigungen der Fœtalaugengefäße, so muss ich doch nach vielfacher Erfahrung daran erinnern, dass ein gutes Auge mit Hülfe einer guten Lupe den Fœtalgefäßverlauf in den meisten Theilen des Thier- und Menschenauges bis in die feinsten Verzweigungen und Endigungen auch ohne Injection verfolgen kann. Man muss hierbei nur die Vorsorge obwalten lassen, die durchsichtigen Theile des Fœtalauges, sobald man in den Besitz derselben kommt, in destillirtes Wasser auf ein Uhrglas zu bringen, dem man einige Tropfen Weingeist beifügt und die Untersuchung rasch, und wenn möglich mit auffallendem Sonnenlichte vornehmen.

In und am Auge des menschlichen Fœtus sind zwei Arten von Blutströmungen durch dazu bestimmte Gefäße wahrzunehmen, die centrale durch die Arteria centralis und die peripherische durch die Gefäße der Sclera, der Conjunctiva u. s. w.

Wir wollen uns zunächst mit den Centralgefäßen des Fœtalauges beschäftigen, und dann zu den peripherischen übergehen. Ich mache aber hierbei die Bemerkung, dass meine Beobachtungen nicht so weit gehen, den Verlauf aller Gefäße des menschlichen Fœtalauges zu beschreiben. Die Lösung dieser Aufgabe muss weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, die ich später in einer illustrirten Monographie mitzuthemen gedenke.

Auch muss hier erinnert werden, dass, um Wiederholungen zu vermeiden, in diesen Abschnitten die Bildungsgeschichte solcher Gefäßtheile nicht wiederholt wurde, die in andern Abschnitten bereits besprochen wurde, z. B. die Bildungsgeschichte der Gefäße der

schen zu beobachten, ob die Arteria centralis durch den Scleralspalt in die Augencavität vor der Insertion der Scheide des Nervus opticus eintritt, oder ob sie mit letzterem in dessen foetaler Rinne liegend, dorthin gelangt. Wohl aber habe ich am Vogelaugle den Eintritt der Centralarterie als eines dünnen Gefässstammes ohne Nebenäste durch den Scleral- und Choroidealspalt in das Auge beobachtet (3. 7.). Aehnliches liess mich ein glücklicher Zufall am Kopfe eines Lammfötus sehen. Durch Zufall trennte ich bei einem horizontalen Schnitte den Kopf und die Augen, und sah dann, dass einige Zeit vor der Verbindung der Scheide des Nervus opticus mit dem Scleralspalt in der Rinne der noch nicht vereinigten und jetzt noch hohlen Sehnervenscheide, die Arteria centralis, in das ursprüngliche Augenrudiment hineingetreten war (3. 16.).

Das ursprüngliche Augenrudiment ist aber nicht etwa ein leerer Raum, sondern eine mit Gehirnwasser gefüllte Blase, die nach vorn von der allgemeinen Embryonalhaut gebildet wird, und nach dem Gehirne zu anfangs offen ist, später aber sich schliesst. Innerhalb dieser Augenblase entwickelt sich eine Schöpfung wunderbarer Art, sie wird die Stätte des gesammten Apparates des Auges, der feinsten und edelsten Organe. Wir sehen hier auf interstitiellem Raume Bildungen entstehen, deren spätere Vollendung die Kleinheit ihres Entstehungsortes gänzlich vergessen macht. Und hierzu trägt offenbar der Einfluss der Arteria centralis bei, über deren Verzweigung im menschlichen Fötalaugle wir Folgendes beobachtet haben.

Die in die Augencavität durch den Spalt der Sclera, Choroidea und Netzhaut getretene und in der Rinne

oder dem Canal des Glaskörpers (6. 7. 8. 9.) nach vorn sich verzweigende Centralarterie nimmt ihren Weg zur hinteren Kapselwand. Der Verlauf der Arteria centralis dorthin innerhalb der Rinne oder des Canals des Glaskörpers ist meistens geschlängelt, selten in gerader Richtung. Diese Arterie liegt frei in dem weiten Canalis hyaloideus. In den Augen von sechs oder sieben Monate alten menschlichen Fœtus habe ich zwei Mal gesehen, dass die Arteria centralis in der Mitte des Hyaloideacanal vor ihrer Dreitheilung eine Schlinge bildete. (Ansa arteriæ centralis fœtalis (10. 11. 12.) Sehr leicht lässt sich die Arteria centralis aus dem Canalis hyaloideus hervorziehen (7. 11. 12.) Die sinuöse oder wohl auch schlingenförmige Gestalt der Arteria centralis erklärt sich aus ihrem anfangs für eine kurze Strecke, später für einen grösseren Raum bestimmten Verlauf. Der Raum, den die Centralarterie im mehr ausgebildeten Fœtalaug, z. B. im siebenten Monat zu durchmessen hat, ist wohl noch einmal so lang, als der im Fœtalaug aus den ersten drei Monaten. Durch das Wachsthum des Glaskörpers in die Länge, der das jetzige Missverhältniss seiner Grösse zur Linse durch sein Wachsthum so ausgleicht, dass er bald zweimal so gross als die Linse wird, streckt sich die Centralarterie mehr und mehr, und bekommt bei gleichzeitiger vermehrter Wölbung der Sclera nach der Seite des jetzt geschlossenen Spaltes hin eine mehr gerade Richtung. Die Centralarterie giebt zunächst, gleich bei ihrem Eintritt in's Auge an die Sclera und Choroidea sehr kleine Gefässäste, grössere Lateralgefässe aber an die Retina ab (Membrana vasculosa fœtalis retinæ). Weiter gegen die Hyaloidea zu entspringen aus der Arteria centralis Seitenäste in grösserer Menge, vier auch sieben habe ich öfters gezählt, die sich über die der Retina zugekehrte faltige Fläche des Glaskörpers verzweigen.

Man hat sie bisher öfters übersehen und diese Vascularität für die Membrana vasculosa retinæ gehalten, sie ist zwar dieser nahe gelegen, aber doch für die Hyaloidea bestimmt. Die Ramification ist ein wahrer Discus arteriosus hyaloideæ. In manchen Foetalaugen habe ich aber die schöne Gefässramification nicht aufgefunden. Andere Lateraläste, weiter nach vorn gelegene, der Arteria centralis verzweigen sich auf der innern Fläche des Hyaloidealkanal. Die Wände desselben haben nicht eine gerade, sondern eine mehr sinuose oder selbst gedrehte Richtung, und man sieht deshalb gar nicht selten einzelne dieser Lateraläste der Arteria centralis weithin sich verzweigen. Auch habe ich, wie oben erwähnt wurde, bisweilen beobachtet, dass Lateralverzweigungen der Arteria centralis auf der hintern der Netzhaut zugekehrten Fläche der Hyaloidea discusartig verliefen; beide Lateralverzweigungen der Arteria centralis auf der äussern Fläche der Hyaloidea und auf der Membran des Canalis hyaloideus habe ich gleichzeitig nie beobachtet.

Am Glaskörper des Kalbsfoetus aus der mittleren Tragezeit habe ich ausserordentlich entwickelt und deutlich auf der Fossa hyaloidea ein grosses Gefässnetz zu wiederholten Malen gesehen. Der Verlauf der Gefässe war astartig, und sie kamen alle aus der Centralis, die dann nicht in der Mitte des Glaskörpers und der Fossa hyaloidea, sondern seit- oder abwärts lag (Discus arteriosus fossæ hyaloideæ, 11. 1.).

Einige Male sah ich an gut injicirten Augen vom Lammembryo, die viele Monate in Spiritus gelegen hatten, an den Zweiggefässen des Hyaloideacanal deutlich einzelne Lateraläste in die Glaskörpersubstanz selbst abgehen. Der Glaskörper hatte einen ziemlich grossen Hyaloidealkanal, man sahe inspissirte und helle Lamellen. Da sah ich mit der Lupe auf das Deutlichste, dass an

zwei Stellen kleine Lateraläste der Arterie des Hyaloideakanals in Oeffnungen, die sich auf einzelnen Glaskörperlamellen befanden (*Foramina parietalia*), eintraten und sich von dort aus auf tiefer gelegenen Theilen des Glaskörpers verzweigten. Dieser Wahrnehmung von etwaigen Oeffnungen in den Parietalblättern des Glaskörpers bin ich später oft wieder nachgegangen, habe sie aber nicht wieder auffinden können. Die Zeichnung, die das zweimal Gesehene verdeutlichen, spricht bedrucker als jede Beschreibung (10. 13.). Der Verlauf, den die *Arteria centralis* gegen die Linse hin nimmt, ist nicht in allen Fœtalaugen derselbe, sondern er weicht mannigfach ab, je nach der Gestalt und der Richtung des bald kürzeren bald längeren bald tief bald höher gelegenen Sulcus oder *Canalis hyaloideus* (5. 13.—18.).

Bisweilen läuft die *Arteria centralis* eine Strecke im Grunde des Fœtalauges hin, und steigt dann kurz vor der hintern Kapselwand in einer Kniebiegung (10. 10.) aufwärts auf dieselbe, bisweilen aber geht sie unmittelbar nach den Eintritt in's Auge gleich schräg aufwärts und dann biegt sie sich auch schräg auf eine tiefere Stelle der hintern Kapselwand (4. 8.).

Sehr verschiedenartig ist die Theilung der Centralarterie vor ihrem Auftritt auf die hintere Kapselwand in verschiedene Ramifikationen, sie spaltet sich bald in vier bald in fünf bald in drei Aeste. Die dreitheilige Ramifikation ist die häufigste. Dieser Auftritt der Arterie auf die hintere Kapselwand geschieht nicht unmittelbar an der Theilungsstelle, sondern eine halbe oder ganze Linie hinter derselben (4. 8.). Durch die Theilung der Arterie in drei oder vier Aeste entstehen meistens seitwärts von der Mitte nach dem Rande der hintern Linsenkapselwand hin, drei oder auch vier, umgekehrten Pyramiden nicht unähnliche Gefäßverzweigungen (4. 8.). (*Ramificatio pyramidalis arteriæ*

centralis.) Die Arteria centralis tritt nicht immer im Centrum, sondern öfters in der untern Hälfte, also ausserhalb des Centrums auf die hintere Kapselwand, wie man das auf das Deutlichste in solchen Fällen sehen kann, wo im Fötalauge es gelungen ist, die Linse aus der Kapsel herauszunehmen, ohne die hintere Wand der letztern zu zerstören. Von dort begeben sich die schönen überall gleich starken Gefässverzweigungen, nachdem sie sich über die hintere Kapselwand verbreitet haben, über den Rand der hintern zur vordern Kapselwand, auf diese, und gehen dann, die vordere Kapselwand durchbohrend, auf der innern Fläche dieser Membran in eine Epithelialbildung über (4. 9.). Lateralverbindungen der feinen Gefässverzweigungen der hintern Kapselwand waren hier mit Capillargefässen der Fossa hyaloidea an der Stelle des Uebertrittes von der hintern zur vordern Kapselwand nicht immer, aber bisweilen wahrzunehmen. Eben so habe ich auch, durch den verstorbenen Dr. Sperber in Dresden vor einer Reihe von Jahren darauf aufmerksam gemacht (Meine Zeitschrift für die Ophthalmologie B. 2. S. 434), wiederholt feine Anastomosen wahrgenommen; die Capillargefässe der vordern Linsenkapselwand mit der innern Fläche der hintern Pupillarhaut bildeten, also mit der sogenannten Membrana capsulo-pupillaris, über deren Ursprung und Verlauf wiederholt die Rede sein wird. Eine Vena centralis oculi foetalis habe ich nie bestimmt gesehen, so viele Mühe ich mir auch deshalb gegeben habe. Meine Zeitschrift für die Ophthalmologie enthält in ihren fünf Bänden mannigfache Notizen über die Lage und Geschichte dieses Gefässes.

Die Membrana vasculosa retinæ liegt auf der innern Fläche der Netzhaut zwischen ihr und dem Glaskörper; sie wird durch Seitenäste der Arteria centralis gebildet. Die Membran besteht aus Arterien und Venen,

die insgesamt leicht unterscheidbar auf ihr der feinen durchsichtigen Membran ruhen. Höchst wahrscheinlich geht die Membran später bei der Weiterbildung der Netzhaut in Theile derselben organisch über. Die Arterien dieser Membran liegen der innern Fläche der Retina näher, die Venen der äussern Fläche der Hyaloidea. Die Venen, von denen wohl zwei auf eine Arterie kommen, sind dicker als die Arterien, verlaufen geschlängelter als sie, während die Arterien einen mehr geraden Verlauf nehmen, eine mehr gleichmässige röhrenartige Gestalt haben und nicht so flach und breit wie die Venen erscheinen. Es erinnert diese Gefässlage der Netzhaut an die der Choroidea. Die Retinalarterien sind sehr fein, und werden wohl in späterer Zeit nach Ausbildung der Netzhaut noch feiner, verlaufen auch im Auge des Erwachsenen in mehr gestreckter Richtung und deshalb mehr in Form stumpfer Winkel als sinuös. Die Verästelungen der Arterien sind vielfach, und die Verbindung derselben mit den Venen ausserordentlich häufig. Es ist in der vasculösen Membran der Retina die venös-arterielle Verbindung eine ausserordentlich gedrängte. Dieses Alles ist an gelungen injicirten Präparaten auf das Schönste wahrzunehmen, aber auch an frischen Foetalaugen. Was den näheren anatomischen Verlauf der einzelnen Gefässe der vasculösen Retinalmembran betrifft, so ist Folgendes zu bemerken. Der grösste Theil der Gefässe derselben entspringt aus der Centralarterie, die durch den foetalen Augenspalt frühzeitig in die Augenhöhle tritt. Man kann den Eintritt der Arteria centralis bei dem Vogelembryo wie bei dem Embryo der Quadrupeden dicht neben dem Nervus opticus durch den Scleral- und Choroidealspalt deutlich sehen, das geschieht immer sehr tief nach hinten und unten nicht in der Mitte,

weil sich die *Arteria centralis* unter die *Membrana hyaloidea* zu begeben hat.

Dicht neben dem Eintritt der *Arteria centralis* in die Höle des Bulbus durch den allgemeinen Augenspalt überhaupt, zunächst aber durch den Spalt der *Retina*, da wo die innere Fläche der Netzhaut ausgebreitet liegt, und der Glaskörper den nach vorn hingehenden Hauptstamm aufnimmt, gehen drei bis vier Seitenäste des in Rede stehenden Gefässes seitwärts ab, und zwar zu beiden Seiten. Von diesen tritt der eine oder andere auf die hintere Fläche der dicken Netzhaut, die übrigen treten auf die vordere Fläche derselben, und verzweigen sich ziemlich regelmässig in vielen Seitenästen, die sich zahlreich mit Venen vereinigen; je weiter diese Seitenäste nach vorn gegen das Ciliarende der Netzhaut dringen, desto vielfacher wird die Spaltung der immer dünner und zierlicher werdenden Arterienverzweigungen, die endlich am Ende der Netzhaut, da wo sich dieselbe nach innen umgeschlagen hat, so endigen, dass sie sich dort einzeln mit feinen Zweigen der *Choroidealgefässe* verbinden, die meisten gehen in *Anastomosen* über und in den venösen Sinus der Netzhaut.

Was die Venen der Netzhaut betrifft, so sammeln sich dieselben in dem sogenannten *Circulus venosus* als *Sinus venosus retinæ*, der im Auge des menschlichen Fötus unschwer zu sehen ist. Die Arterien und Venen der *Retina* haben ausser dem genannten noch folgende Verbindungen. Einige sehr feine Gefässe treten auf die *Zonula Zinnii* und communiciren dort mit einigen Arterienzweigen, die ähnlich den Gefässen der *Iris*, dort einen Bogen bilden, der um die *Krystalllinsenkapsel* herum gelagert ist. Seitenverbindungen habe ich aus diesen Zweigen nie zur *Linsenkapsel* selbst gehen sehen. Wohl aber steht dieser Gefässkreis der *Zonula* zur Zeit, wo die *Membrana pupillaris interna*

existirt, mit einzelnen Gefässen derselben in Verbindung. Die eben beschriebenen arteriellen Gefässe gehen ebenfalls in Venen über, die in den *Circulus venosus retinae* einmünden.

Wenn man gelungen injicirte Fötusaugen von Schweinen aus früher Zeit untersucht, so findet man, dass die vasculöse Membran, von der früher die Rede war, zwischen der Retina und dem *Corpus vitreum* liegt. Entfernt man letztere mit grosser Vorsicht sammt der Netzhaut von dem Glaskörper der meistens durchsichtig und hell und flüssig sich erhält, so gewahrt man auf ihm hier und dort einzelne Eindrücke und Rinnen, die kleine Spuren der Injektionsmasse enthalten. Sehr leicht kann man verführt werden diese Eindrücke und Rinnen, die von den injicirten und dadurch ausgedehnten Gefässen der vasculösen Membran der Retina durch den Abdruck derselben auf die nachgebende weiche Hyaloidea herrühren, für Gefässe zu halten; aber bei einer gründlichen Untersuchung mittelst scharfer Lupen wird man sich bald überzeugen, dass durchaus keine Gefässe von der vasculösen Retinalmembran auf die Hyaloidea übergehen, noch weniger in dieselbe eindringen. Die vasculöse Membran lässt sich, wenn auch sehr schwierig, doch sehr vollständig von der Hyaloidea wegnehmen, obgleich die gegenseitige Berührung beider Membranen eine wellenförmige und sehr innige ist. (Vergl. die Abschnitte über die Bildung der Netzhaut und des Glaskörpers.) Wahrscheinlich will es mir aber scheinen, dass bei dem Reichthume der Gefässe auf der vasculösen Schicht der Retina, und bei der innigen Lage derselben an der Hyaloidea die Absonderung dieser Gefässe zur Ernährung und zum Wachstume des Glaskörpers viel beitragen dürfte.

Wenn man in injicirten Augen, die längere Zeit

in Spiritus gelegen haben (denn nur an solchen gelingt diese anatomische Darstellung ohne grosse Schwierigkeit) die Linsenkapsel sammt Linse aus der Verbindung mit dem Glaskörper, also aus der Fossa hyaloidea, löst, so zerreisst man unvermeidlich einen Kranz der feinsten und schönsten Gefässe. Dieser liegt auf dem Rande des Glaskörpers da, wo dieser von der Linsenkapselwand abgelöst wurde. Dieser Gefässkranz steht hier in Verbindung mit Lateral-Gefässverzweigungen der Arteria centralis, die sich auf der Fossa hyaloidea sternförmig ausbreiten. Derselbe ist hier in Verbindung durch feine Capillaren mit Capillar-Gefässen der Ciliarfortsätze, und so sehen wir denn die Verbindung der Arteria centralis mit den Gefässen der Ciliarfortsätze stattfinden. Ich habe schon in sehr früher Zeit deutlichst diese Gefässverzweigungen auf der äussern Fläche des Margo ciliaris der Hyaloidea, noch bevor dies ein Faltenbildung übergeht, beobachtet; sie sind die Primordien des in Rede stehenden grösseren Gefässkranzes der Zonula ciliaris.

Verlauf injicirter Gefässe der gemeinschaftlichen Umhüllungshaut des Foetal Auges.

Die Cornea hat sich von der Sclera, die jedoch noch so durchsichtig ist, dass man die innerhalb der Schichten dieser Membran liegenden und verlaufenden injicirten Gefässe mit blossen Auge unterscheiden kann, geschieden. Man sieht deutlich, wie ein Gefässstamm von der Sclera aus, wo er sich in zwei Hauptäste getheilt hat, auf die innere Fläche der Cornea tritt, und von dort aus mit einigen Zweigen in die Substanz derselben eindringt. Umbiegungen oder Bifurcationen machen die Gefässäste nicht. Auf einem Theile des Gefässastes liegen an der inneren Seite die Ciliarfortsätze, die Gefässe selbst also zwischen dieser und der Cornea. Diese selbst hat rechenartige Abtheilungen.

Die Sclero-Cornealgefäße des Fötusauges habe ich sehr schön in der Weise verlaufen gesehen, dass zwischen den Schichten dieser durchsichtigen Membran ein grösserer Halbkranz vor der künftigen Cornea sich befand, um diese Stelle umherging, und Seitenäste nach dieser Gegend schickte, die alle, mehr oder weniger, in das Parenchym der Membran eindrangten. Dieser halb-zirkelartige Gefässast macht aber dadurch, dass rechts und links einzelne Seitenäste abgehen, eine eigene Figur. Dieser Ast liegt an der innern Seite der gemeinschaftlichen Augenhaut. Umbiegungen auf der Cornealstelle habe ich nicht wahrnehmen können, ebenso wenig Bifurcationen. Sie gingen eine kurze Strecke in die Membran hinein, jedoch betrug die Strecke kaum ein Drittel der Cornea (10. 6.). Auf der innern Fläche einer solchen Augenhaut sieht man die Ciliarfortsätze deutlich anliegen; sie sind nach vorn die Endigung der jetzt noch pigmentlosen innern Schicht der Choroidea. Eine Iris ist noch nicht vorhanden. Die Ciliarfortsätze decken hier die Sclero-Cornealgefäße; man kann dieselben nicht sehen. Wohl aber kommen zwischen den einzelnen Ciliarfortsätzen Seitenäste hervor; die nach aussen hin gehenden senken sich in die Cornea, die nach innen gehenden verbinden sich mit der dort sich ansetzenden Membrana capsulo-pupillaris. Es sind das die Seitenäste des Cornealkranzgefässes, die hier von den Ciliarfortsätzen bedeckt werden, aber zwischen ihnen hervortreten und theils nach aussen zur Sclera treten, wo sie sich in den Sinus venosus scleræ ergiessen, theils aber mit der Membrana capsulo-pupillaris am innern Rande der Ciliarfortsätze sich verbinden. Sehr bemerkenswerth ist auf der Verbindungsstelle des Linsenkapselrandes mit dem Glaskörper eine schöne Gefässverzweigung.

In menschlichen gut injicirten Fötusaugen aus dem vierten Monat habe ich auf der innern und äussern Fläche der Sclera vor der Verbindung derselben mit der Scheide des Nervus opticus, also in ihrer hintern Hälfte, arterielle Gefässe in mannichfacher Verbreitung gesehen. Gewöhnlich umgiebt eine grössere Gefässramifikation, die jedoch nicht aus einem Gefässstamm besteht, sondern aus mehreren kleineren zusammengesetzt ist, die genannte Verbindungsstelle am Nervus opticus; kleinere liegen etwas mehr nach oben, und zwar auf der äussern Fläche sowohl als auf der innern. Sie bilden auf der letzteren sternförmige Punkte, aus denen nach allen Seiten hin in schräger Verzweigung die kleinen Arterienäste verlaufen. Es sind diese Gefässe offenbar die ersten Anfänge der Ciliararterien, die inmitten des dünnen Scleralparenchyms aus früher Zeit sich zu bilden anfangen, und um die herum und über welche sich die äussere Schicht der Sclera später lagert. Durch eine solche Auflagerung entstehen Kanäle und die Foramina perforantia scleræ, in denen die Ciliararterien und Venen und Nerven gleichen Namens liegen (10. 3. 4.) Gefässinjectionen, die an menschlichen Fötaläugen aus der Mitte oder der zweiten Hälfte der Schwangerschaft gelingen, zeigen ausserdem in der Sclera noch andere schöne Gefässverzweigungen. Es sind dies die Vasa propria scleræ. Solche injicirte Gefässe sind meistens kurz, sehr geschlängelt, bisweilen haben sie aber einen mehr gestreckten Verlauf, sie geben dann nicht viele Seitenäste ab; sie erscheinen wie noch nicht fertig, wie noch im Werden begriffen; sie haben Aehnlichkeit mit neugebildeten Gefässen in organisirten Exsudaten. Da wo später Sclera und Cornea sich sondern, die Cornea durchsichtig bleibt, die Sclera jedoch durch Auf- und Einlagerung von Längenasern zur harten undurchsichtigen Haut wird, bilden sich sehr frühzeitig auf mehre-

ren Seiten grössere Gefässe, die sich bald vereinigen und um die Sclera herum dann eine schöne Verzweigung bilden. Dieser Kreis in der Sclera besteht theils aus einem feinen Arterienkranz, theils aus einem dickeren Sinus venosus, aus dem Venenstämme rückwärts gehen und sich in andere ergiessen. Von den Arterien aus gehen bei gelungener Injection nicht selten auf das Bestimmteste einzelne Aeste in die Theile der Cornea, die der Sclera zunächst liegen. Sie treten in die Substanz der Cornea ein, gehen aber nicht sehr weit gegen das Centrum der genannten Membran vor, endigen stumpf und biegen sich nicht um. Nun bildet sich aber sehr bald über der eben beschriebenen Gefässverzweigung eine neue. Bevor sich nämlich Cornea und Sclera bestimmt scheiden, hat sich die Conjunctiva oculi schon ziemlich stark über Sclera und Cornea erstreckt. Da sieht man nicht selten auf dem Uebergangspunkte dieser Membran zu den zwei oft genannten Häuten auf der Stelle des Annulus conjunctivæ rothe Flecke, Blutinseln. Aus diesen bildet sich nun ein oberflächlich liegendes Gefässnetz heraus, das der Conjunctiva, welches später in Communication mit den tiefer liegenden Gefässen tritt, und der Membrana vasculosa retinæ analog, höchstwahrscheinlich für die Bildung und Ernährung der unter und an ihr liegenden gefässarmen Parenchyme einwirkt.

Die hintere und die vordere Pupillar-Membran.

Einer bis zur hintern Fläche der Hornhaut verlaufenden aus der Tiefe des Auges circulär emporkommenden Gefässmembran begegnet man schon in sehr früher Periode (zwischen dem vierten und fünften Monat) des Fœtalauges; ich habe sie am Embryo des Lammes im injicirten Auge zu der Zeit deutlichst gesehen, wo die Iris noch nicht vorhanden ist. Oeffnet

man in solcher Zeit durch eine vorsichtige Umschneidung der Cornea das injicirte Auge, so sieht man nach Lüftung der Hornhaut (denn mehr als eine solche Lüftung darf man anfangs nicht wagen, um das Zerreißen der Vascularhaut zu verhüten), dass eine injicirte Membran dicht unter der Cornea liegt, rings um von dem Linsenkapselrand kommend, und sich an der Choroidea und an den aus ihr hervortretenden Ciliarfortsätzen verlierend. Die Ciliarfortsätze, die noch kurz sind, berühren in solchen Fœtalaugen den innern Cornealrand, weil die Iris noch nicht gebildet ist, oder erst anfängt sich zu bilden. Die gewöhnliche Pupillarmembran ist diese Membran nicht, sie kann natürlich in solchen frühen Fœtalaugen noch nicht vorhanden sein, ist jedoch von manchen Anatomen für sie gehalten worden. Die in Rede stehende Membran ist vorn wie die Pupillarmembran beschaffen, und leise aber dicht der hintern Hornhautwand anliegend. Ich glaube, dass diese Membran, die sogenannte *Membrana capsulo-pupillaris* aus sehr früher Zeit ist. Man hat sie, da man sie erst in späterer Entwicklungszeit sah, falsch benannt; hätte man sie in ihren frühern Stadien gesehen, so hätte man sie nicht *Membrana capsulo-pupillaris* nennen können. Diese Membran, eine *Membrana choroideo-uvealis* hängt durch einige kleine Capillaren mit ebenfalls kleinen Capillaren der *Arteria capsularis* an dem Linsenkapselrand, wo diese zum vorderen Linsenkapselrand gehen, oder mit Capillaren der *Fossa hyaloidea*, zusammen, und bildet so eine Verbindung der Choroidealgefäße mit Gefäßen der *Arteria centralis*.

Ich deute mir die nähere Geschichte der *Membrana choroideo-uvealis* nicht anders, als dass sie das vordere Ende der unpigmentirten innern Choroidealhaut ist (vergl. die Entwicklungsgeschichte dieser Haut), die, nachdem sie die Schleierhaut der Ciliarfortsätze gebildet

hat, zur Zeit, wo die Iris noch nicht vorhanden ist, nach vorn über der vorderen Kapselwand als imperforierte Haut umliegt, hier und dort Capillarverbindungen unterhält, dann aber später nach Bildung der Iris an die hintere Fläche derselben übergeht, sich an sie eng anlegt, sich pigmentirt und so die Uvealbildung wesentlich vermittelt. Diese Membran ist, je nachdem man sie in Augen früherer oder späterer Entwicklungsperiode fand, verschieden gedeutet und benannt worden, führt also verschiedene Namen. Die Geschichte ihrer Entstehung ist sehr dunkel und verwirrt. Mir schien es das Zweckmässigste sie hintere Pupillarmembran zu nennen, die eigentliche Pupillarmembran würde dann die vordere heissen.

Diese vordere Pupillarmembran entsteht bei weitem später als die bisher besprochene hintere. Sie ist eine Begleiterin der Irisbildung, während jene eine Vorläuferin derselben ist. Die Irisbildung coincidirt mit einem wichtigen Entwicklungsakt des Auges, welches bis dahin keine zwei Kammern hatte, sondern eine einzige Höhle bildete. Nach der Entstehung des Tensor choroideæ und der Iris bildet sich unter Wölbung der Hornhaut die vordere Augenkammer. Erst in dieser Entwicklungsperiode steigt hinter dem Tensor von der Choroidea aus über die Iris hinweggehend eine vaskulöse Membran empor, die sich zwischen die hintere Fläche der Cornea und die vordere der Iris legt, eine Zeit lang in ihrer primären Bildung verharret, und dann ihre Rückbildung antretend sich zur Zinn'schen Membran, d. h. zum membranösen Ueberzug der Iris permanent umgestaltet.

Permanente und provisorische Foetalgefässe.

Ausser den Gefässen des Foetalauges, die permanent, d. h. für die Lebensdauer des Organs bestimmt

sind, giebt es föetal-provisorische, d. h. solche, die nur auf Zeit existiren und dann verschwinden, oder, wenn sie bleiben, als abnorme Phänomene anzusehen sind. Zu diesen provisorischen Gefässen sind diejenigen Gefässläute zu rechnen, die man früher mit dem Namen der Pupillarmembran oder der Membrana capsulo-pupillaris und vasculosa föetalis retinæ belegte, ausserdem die Centralarterie. Diese Gefässe mit ihren Membranen haben die Bestimmung, nur für einen gewissen Zeitraum bestimmten Organen Blut zuzuführen, dann aber nach und nach als Membranen zu verschwinden, und zur vollendeten selbstständigen Entwicklung gewisser Organe verwendet zu werden. Die sogenannte verdere Pupillarmembran, d. h. diejenige, die von der Choroidea aus über dem Tensor choroideæ weg über die Iris und Pupille hingeht und an der innern Fläche der Hornhaut liegt, und die hintere Pupillarmembran, die den Namen der Kapselpupillarmembran führt, die von der innern Fläche der Choroidealmembran als Fortsetzung dieser noch nicht pigmentirten Föetalhaut ausgeht, an der innern Seite der Ciliarfortsätze haftet, diese vasculären Membranen obliteriren und verschwinden nach und nach, werden aber dabei noch zur Bildung gewisser Organe verwendet. Es geschieht das nach meinen Beobachtungen an der vorderen Pupillarmembran in der Art, dass in den Gefässzweigen, die sich im Centrum knieförmig nach innen umbiegen, um auf sich selbst zurückzugehen, zunächst Blutstockungen eintreten. Die in den Gefässen circulirenden Blutkörper fangen an sich zu rarificiren, dadurch werden einzelne Stellen leer, und in andern sind dieselben verändert; dabei schrumpfen die Kanäle ein, ziehen sich auf sich selbst zurück, und es entsteht zuerst in der Mitte eine grössere unregelmässige Oeffnung, die bei fortschreitender Zurückziehung der Membran auf sich selbst

nach und nach an Grösse der unter ihr liegenden Pupille gleich wird. Jetzt legt sich die Pupillarhaut enger der vordern Seite der Iris an, klebt mit ihr zusammen, und die mehr und mehr verödeten Gefässe der Pupillarmembran bilden auf ihr jenen eigenthümlichen Ueberzug, der wunderbare Gestalten annimmt.

Ueber das Schicksal der hintern Pupillarhaut, die von den Ciliarfortsätzen aus in der Richtung der künftigen Uvea geht, habe ich nur wenige Beobachtungen zu machen Gelegenheit gehabt; es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sie auf dieselbe Weise wie die vordere Pupillarmembran obliterirt, und zur Bildung der auf der Uvea sichtbaren eigenthümlichen Radialföpfung, namentlich aber der Uvea selbst, d. h. des Pigmentbeleges der hinteren Irisseite wesentlich beiträgt.

Die Arteria centralis obliterirt in folgender Weise. Ende des fünften oder Mitte des sechsten Monates wird die bis dahin als rothes Gefäss deutlich sichtbare Arteria centralis eine Strecke hinter der hinteren Kapselwand weiss, einige Zeit darauf ist sie nicht mehr sichtbar, und von der hinteren Kapselwand wird der bisher roth und sichtbar gebliebene Gefässstamm dünner und feiner, und verschwindet nach und nach gänzlich, selbst dem bewaffneten Auge. Das Weisswerden und Verschwinden der im hintern Theile des Glaskörpers sich verzweigenden Arteria centralis ist das Zeichen der beginnenden Obliteration dieses Organs. Untersucht man um diese Zeit ein menschliches Auge, so sieht man, dass in der Mitte der Retina ein pyramidal gestaltetes Organ in den Glaskörper hineinragt. Es löst sich leicht von ihm der Glaskörper, in dessen hintern Theil es steckt, und man sieht dann, dass das spitze Ende sehr dünn ist, aber keine Oeffnung hat, also inpermeabel ist. Der Glaskörper hat an der Stelle, an welcher das pyramidale Organ sass, einen weiten Kanal, der aber nicht bis zur Linsenkapse,

geht, sondern nur in das erste Dritttheil des Glaskörpers von hinten dringt. Es ist der Rest des Hyaloideakanals. Einige Male fand ich im Fœtalauge diese pyramidale Form, nicht steif stehend, sondern zusammengefallen, dadurch kleiner als sonst und theilweise ausserhalb des Glaskörperkanals liegend, der jetzt auch schon nach oben hin verengert war. Es hatte hier die Lösung der obliterirten Stelle der Arteria centralis an ihrer obern Hälfte vor der hintern Kapselwand stattgefunden. Eine nähere Betrachtung der Basis einer solchen Centralarterie zeigt den starken Umfang derselben. Sie ist in ihrem Durchmesser ziemlich dick, denn sie bedeckt die künftige blinde Stelle jetzt ganz. Nach und nach wird der obere Theil mehr und mehr dünner und verschwindet bis auf die Papilla nervea ganz und gar, während die Netzhaut rings um die blinde Stelle in ihrem optischen Rande sich abflacht, und ihren Margo denticulatus verliert.

Bemerkenswerth und hierher gehörend ist die von mir zu wiederholten Malen gemachte Beobachtung, dass die Obliteration der Arteria centralis auf beiden Augen nicht gleichen Schritt hält. So beobachtete ich mehr als einmal, dass diese Arterie auf dem einen Auge noch dick und steif in den Glaskörper eintrat und ihren Zusammenhang mit der hinteren Kapselwand noch bestimmt zeigte, während am anderen Auge dieselbe einen mehr sinuösen Verlauf machte, sich schon von den inneren Linsenkapselverbindungen gelöst hatte und abwärts gesunken war.

Beachtenswerth zum näheren Studium dieses wichtigen Vorganges in der Arteria centralis ist das Verhalten der Arteria centralis im Auge des Kalbes wenige Tage nach dessen Geburt. Dieselbe tritt nämlich ziemlich dick, pyramidal gestaltet, aus dem Nervus opticus auf der Stelle des Colliculus, den Keim desselben in sich tragend,

und ihn bedeckend, hervor, ist nicht roth gefärbt, sondern weiss, geht in den Glaskörper hinein, und wird nach kurzen Verlauf in demselben plötzlich dünn, fadenförmig, und ist dadurch an dem obern Theil des Gefässes, das vor der hintern Kapselwand liegt, nicht mehr mit ihr in organischem Zusammenhange. Da, wo die Arteria centralis in den Glaskörper hineintritt, ist eine wirkliche grosse Oeffnung in demselben.

7.

Entwicklung der Augenlider, der Augenhöle, der Augenmuskeln, des Orbitalfettes und der Thränenorgane.

(Hierzu Tafel 11 u. 12.)

Entwicklung der Augenlider.

Das Augenlid giebt dem Auge den seelischen Ausdruck. Augenlidlosigkeit ist der Grund, dass der menschliche Fötus in den ersten Monaten seiner Genese im höchsten Grade den thierischen Typus trägt. Die kleine glatte Hautstelle des liderlosen hervorragenden Fötusauges wird der Sitz wunderbarer Organisation. Diese Hautschicht in unmittelbarer Umgebung des Auges, ein Stück der allgemeinen Umhüllungshaut des Fötuskopfes ist hinsichtlich ihrer histologischen Beschaffenheit den andern Theilen derselben ganz gleich; sie besteht in dem zweiten und dritten Monat des Fötallebens aus einfachen Bildungszellen, zwischen denen sich später deutliche Bindegewebsspuren vorfinden, und aus welchen dann die weitere Fort- und Ausbildung dieser Gegend hervortritt. Sie ist in frühester Zeit nichts als ein Stück der allgemeinen Kopffötalhaut, die glatt auf das Auge übergeht, nach und nach aber die klappenartige Anlage für die Entstehung und das Wachsthum der Augenlider bildet. In dem allgemeinen Theile dieser Schrift ist die Blepharogenese in ihren Hauptzügen

treu nach der Natur skizzirt worden (1. 8—11.). Sie besteht in der Bildung zweier (der obern und der untern) Falten der allgemeinen Föetalhautbedeckung, die anfangs den Bulbus eng ein- und umschliessen, dann weiter wachsen und sich über denselben ausdehnen, bis sie endlich sich berühren und das Auge bedecken. Dieses Hervorwachsen und Sichberühren von Hautfalten behufs der Augenlidsbildung schliesst aber noch eine grosse Menge anderer morphologischer Vorgänge in sich, denn unter der Haut der Augenlider bilden sich der Tarsus, die Meibom'schen Drüsen und die Bindehaut; es entsteht unter und mit ihr im Zusammenhange der Thränenapparat mit seinen Aufsaugungs- und Ableitungsorganen, es bildet sich der knöcherne Schutz des Auges, die Orbita, und zuletzt wird das Auge durch seine Muskeln und durch die der Augenlider znm Bewegungsorgan; das Ganze schliesst das Wachsen der Wimpern. Wir gehen zur näheren Betrachtung all' dieser Gegenstände sogleich über, schicken jedoch derselben noch folgende Beobachtungen über die Morphologie der Palpebralgegend an menschlichen Föetus aus dem dritten und vierten Monat voraus.

Ein menschlicher Föetus, drei Monate alt, hatte einen geschlossenen Augenlidspalt, der Canthus internus war sehr spitz auslaufend. Dort lagerte an der Stelle der mit unbewaffnetem Auge noch nicht sichtbaren Caruncula lacrymalis ein Häufchen Schleim, das aus dem Canthus fadenförmig heraushing, und sich leicht entfernen liess. Der Spalt stand horizontal, er war in der Mitte etwas wenig klaffend, sehr geschlossen aber an beiden Enden. Nirgends eine Spur von Cilien oder Augenhrauen. Der Rand des obern Lides war eingezogen: wendete man ihn auswärts, so erschien er wie doppelt, was darauf hindeutete, dass zwischen den beiden Platten des Augenlides die Tarsusbildung begann.

Der Rand des obern Augenlides war durch den Tarsus ausgeschweift, hervorragend. Orbicularmuskelfasern fehlten, ebenso die Meibom'schen Drüsen. Am inneren Augenwinkel sah man noch keine Andeutung des Tendo orbicularis, der wohl auch kaum vorhanden sein konnte, da er gleichzeitig mit dem Orbicularmuskel entsteht. Merkwürdig war die grosse Dünnhcit der das Augenlid jetzt constituirenden Hautschichten.

Ein eben abortirter Menschenfötus vom Ende des vierten Monates, frisch erhalten, sehr roth auf der Hautoberfläche mit stark angefüllten Blutgefässen, zeigt die geschlossene Augenlidgegend durchsichtig fast gelatinös. Den Bulbus sieht man durch die sehr durchsichtigen Augenlider liegen, und zwar auswärts, am Bulbus unterscheidet man durch die Lider hindurch die Iris und die Cornea. Der Bulbus ist sehr prominirend. Der Spalt der geschlossenen Augenlider hat eine schöne Wölbung. Nach der innern Seite hin flacht sich derselbe, der nach aussen hin durch den Bulbus sehr gehoben ist, rasch ab. Hier sieht man am Ende des Augenlidspaltes nach unten hin einen gelben kleinen Streif, die Andeutung des unter der Haut liegenden und durch diese durchscheinenden Tendo des Orbicularmuskels. Am Augenlidspalt äusserlich nirgends Andeutungen von Meibom'schen Drüsen. Der Spalt selbst geschlossen. Von allen Seiten aus der Umgebung der Orbita tritt eine ziemlich grosse Menge einzelner Gefässverzweigungen auf die sehr dünnen Augenlider, in denen man oben liegend eine gelatinöse Schicht unterscheidet. In den Umgebungen des geschlossenen Augenlidspaltes zeigt sich das Gewebe bei der mikroskopischen Untersuchung, theils als Bildungskugeln, aber auch in sehr grosser Menge als Bindegewebszellen, als längliche, die man als die ersten Andeutungen des Muskelstratum's der Augenlider ansehen darf. Im dritten Monate,

also in der zehnten bis zwölften Woche treten die Bulbi sehr stark an der äussern Seite hervor, sie lehnen sich auswärts förmlich an den äussern Augenlidwinkel, der durch das Auge gehoben, und gespannt wird, von ihm theilweise gedeckt. Der halb offene Augenlidspace sammt den Augenlidern selbst wird dadurch in seiner ganzen Länge ausgedehnt. Die Bulbi, deren Hornhäute jetzt sehr abgeflacht aber gross sind, haben eine Richtung nach aussen (*Situs divergens*). Die Lider berühren sich noch nicht in ihren Rändern. Es ist eine halb-klaffende Lidspalte da; das obere Lid ist in dem mittleren Theile seines Randes nicht ausgeschweift, wenn zur Zeit noch der Tarsus fehlt; mehr ist das bei dem untern Lide der Fall. Im Spalt ist nach innen zu ein Theil der Sclera zu sehen, bläulich gefärbt; sie nimmt ein kleines Drittheil des Spaltes ein, die beiden andern Drittheile werden von der grossen Cornea erfüllt. Die Lider selbst sind sehr dünn und fast durchsichtig in der Mitte ihrer Substanz, dicker dagegen gegen den Rand des Spaltes hin. Das Auge protuberirt gegen den äussern Augenwinkel hin, und hebt denselben in die Höhe, wodurch der äussere Palpebralwinkel und die Ränder desselben ausgedehnt werden (11. 4.). Der innere Augenwinkel ist bereits in seiner Ausbildung so vorgeschritten, dass er sowohl am obern als am untern Lide die eigenthümlichen Vorsprünge, Zungen bildet, an deren Spitzen später die Thränenpunkte erscheinen, die jetzt aber noch nicht sichtbar sind. Die *Caruncula lacrymalis* ist nicht zu sehen, wohl aber wird nun dicht hinter der Cornea ein Ring sichtbar, den die vom Bulbus auf die Augenlider jetzt sich hinüber schlagende Bindehaut zu bilden im Begriff ist. Es ist das der *Annulus conjunctivæ*. Die Bindehaut des Auges ist vollendet aber die der Lider noch nicht. Es findet sich noch kein Augenlidband vor, und die Augenliderbindehaut geht noch

nicht bis zum Augenlidrand herab (11. 5.) Für die bedeutende Hervorragung der Augen sind die Augenspalten klein, schmal. Die Augen haben noch keine Orbitalumgebung, sie sind wie Knöpfe an den Kopf angeheftet, liegen noch nicht in demselben, weil eben die Orbitalbildung erst in der Tiefe beginnt. Die Gegend der Nasenwurzel liegt tief, ist ziemlich breit. Augenbrauen sind noch nicht vorhanden, die Nase ist flach, die Nasenlöcher sind offen, die Oberkiefergegend ist sehr schmal, Processus zygomatici sind unausgebildet, Mund gross, Kinn sehr klein. Die Gesichtsgegend ist schmal nach der Seite hin, schnell sich abflachend. Die Fissur der Augenlider liegt jetzt in der Mitte vor den Augen selbst; nach aussen sieht man ein Stück Sclera, sonst ist in dem Spalt nur die Cornea sichtbar. Der äussere Winkel der Spalte ist sehr nach vorn gelegen, so dass man neben ihm nach aussen den hervorragenden Bulbus wahrnimmt. Das obere Augenlid wird bogenartig ausgeschweift, es hat einen eingesäumten Rand, der nach aussen gekehrt ist; Cilien sind noch nicht sichtbar. Der Rand des untern Augenlides ist nicht eingesäumt, er ist nicht auswärts gekehrt, er liegt gerade verlaufend dicht an der Cornea an, hat noch keine Cilien, keine Drüsen. Die Ränder der Augenlider hängen nirgends am Auge fest. An dem innern Canthus ist an der Stelle der Caruncula eine gelatinöse Schleimmasse, die dort heraushängt; die mikroskopische Untersuchung derselben zeigte kugelförmiges Schleimgewebe.

Nach der Wegnahme finden sich noch keine erhaltenen Spuren von Caruncula lacrymalis vor. Ebenso ist kein Thränenpunkt vorhanden, obgleich da, wo die Einsäumung des Randes des obern Augenlides beginnt, eine Andeutung desselben sich vorfindet als ein kleines blindes Grübchen (Fovea clausa). Der Thränensack

ist nicht vorhanden, die Gegend ist zu flach, und die den Oberkiefer bildenden Knochen sind noch sehr zurück, es kann in denselben noch kein Thränenbein sich gebildet haben.

Bemerkenswerth ist die Bildung von Palpebralzungen an der innern Seite der Augenlider in der Zeit, wo die Augenlidspalten auf beiden Gesichtsseiten nicht horizontal gelagert sind und nicht parallel mit einander laufen, sondern mehr convergirend gegen einander sich verhalten (12. 6. 7. 8.). Später verkürzen sich diese Palpebralzungen, wenn die abwärts stehende Richtung der Augenlidspalte durch eine fortschreitende Entwicklung der innern Seite der Orbita (12. 6.—13.) eine mehr horizontal liegende geworden ist, und mit dieser Verkürzung der Palpebralzungen, die durch ein Einkriechen der ganzen Substanz in oder auf sich selbst zu Stande kommt, tritt die Bildung der Thränenpunkte auf. Diese sieht man nämlich zu Ende des vierten Monates deutlich auf der innern Fläche der Augenlider dicht am Ende derselben liegen; sie befinden sich auf einer Art Erhöhung, Zitze, wie die Ausführungsgänge der Brustdrüsen, und sind verhältnissmässig gross (11. 10.). Die runde Thränenpunktöffnung ist beträchtlich. Ueber die Entstehung der Thränenpunkte vermag ich nichts Bestimmtes zu sagen, da es mir nicht gelungen ist, Näheres über dieselben zu beobachten. Jedenfalls hängen sie mit der Bildung der Thränenkanäle zusammen, deren Entstehung man sich kaum anders denken kann, als auf dem Wege der Rinnenbildung, die dann in einen Kanal sich umgestaltet. Die Thränenpunkte sind im fünften Monate so ausgebildet, dass man ein dünnes Haar in ihre Oeffnung leicht einführen kann.

Merkwürdig ist ferner, zu einer gewissen Zeit das Lagenverhältniss der geschlossenen Augenlider zu dem Bulbus selbst. Das Auge, das sehr hervorragend ist

und nach aussen steht, weil es noch nicht tief genug in der jetzt noch flachen unausgebildeten Orbita liegt, trägt auf der Cornea den äussern Augenlidwinkel der geschlossenen Spalte auf der rechten, wie auf der linken Seite; der innere Augenwinkel reicht desshalb weit über die innere Grenze des Bulbus hinaus, und haftet an der innern Orbitalwand ziemlich tief mit dem bereits gelblich aussehenden Tendo. Die flache Orbita ist an der innern Seite wie der innere Augenwinkel spitz gebaut; diese Spitze steht ziemlich tief, rückt aber später nach weiter vorgeschrittener Ausbildung der Orbita mehr in die horizontale Richtung, und rundet sich mehr ab (12. 6.—13.). Die Natur hat hier trefflich vorgesehen, denn mit der spätern Rotation des Auges nach innen, mit der weitem Ausbildung der innern Seite des Bulbus, mit vorschreitender Wölbung desselben, wird die Augenlidspalte ganz in die Mitte vor die Cornea gerückt.

Die Bildung der Augenlidspalte fällt in die Zeit der gegenseitigen Berührung der Lider; es ist da noch kein Tarsus vorhanden. Jene ist in dieser Zeit sowohl in dem äusseren als in dem inneren Winkel etwas ausgeschweift; in der Mitte berührt das obere Lid das untere mehr als seitwärts, wodurch die Augenlidspalte eine seitwärts ausgeschweifte Form bekommt. Dieselbe verschwindet als vorübergehende Fötalerscheinung sehr bald bei der Anheftung der Augenconjunctiva an die innere Fläche des Lides, und bei der Bildung der Augenlidknorpel und der Meibom'schen Drüsen.

Sind die Augenlider nach und nach zu einer gegenseitigen Berührung an ihren Rändern gekommen, hat sich ihre äussere Gestalt als Augendeckel vollendet, so gehen sie einer weiteren Ausbildung in ihren einzelnen Theilen, als: im Tarsus, in den Meibom'schen und Zeis'schen Drüsen, in den Muskelfasern und im

Tendo orbicularis entgegen. Bevor Letzteres aber geschieht, erscheinen die Augenlider sehr dünn, so dass die sehr hervorragenden Bulbi durch sie hindurchschimmern. Die Lider sind gegen die Spalte zu dicker als nach unten, oben und gegen die Mitte hin, und nicht selten habe ich wohl den sich eben bildenden *Tendo orbicularis* oder wohl selbst die Primitivformen der Meibom'schen Drüsen durch sie hindurch mit unbewaffnetem Auge erkennen können.

Bemerkenswerth ist zunächst die Bindehaut der Augen und Augenlider. Durch die Faltung der allgemeinen Hautbedeckung in zwei sich nach und nach verlängernde, endlich sich gegenseitig berührende Hautfalten entsteht eine Cavität vor dem Auge, welche nach vorn eine Zeit lang geschlossen ist, später aber sich im Augenspalt wieder öffnet. Die innere Fläche dieser Cavität bildet die Bindehaut des Auges, die äussere Fläche die jetzt geschlossene *Conjunctiva palpebralis*.

Diese *Conjunctiva oculo-palpebralis* ist im dritten Monate des Fötuslebens morphologisch ziemlich fertig. Sie liegt fest auf dem Bulbus und schlägt sich oben und unten dann gegen das Augenlid um, ist aber mit der innern Fläche des Augenlides anfangs nicht verwachsen. Erst später, wenn die Augenlider sich berührt haben, und wenn die Bildung des Tarsus und der Meibom'schen Drüsen beginnen, tritt eine festere Verbindung mit der hintern Fläche der Augenlider bis zu den Rändern hin ein, und damit dann auch ein Verwachsen der Ränder der *Conjunctiva* und Verwachsen derselben unter sich unmittelbar über der Commissur der Augenlider (11. 9. 10.). Ich habe gar nicht selten gesehen, dass die *Conjunctiva* an der genannten Stelle ziemlich starke Falten bildete.

Die mikroskopische Untersuchung der in Rede stehenden Membran zeigte auf der innern Palpebralfäche Epithelien in grosser Menge schön ausgebildet und dicht neben einander liegend; das Parenchym, das eigentliche Grundelement, waren aber Fibrillen; dieselben waren parallel gelagert; ausserdem fand ich Nervenäste vor, einzelne Pigmentschollen und hier und dort einen rothen Fleck, den ich für Blutinseln, zur Gefässbildung bestimmt, halten musste.

Bildung der Meibom'schen Drüsen.

Die Bildung der Meibom'schen Drüsen beginnt nach der gegenseitigen Berührung und Verklebung der Augenlider im Augenlidspalt. Sie geschieht sonach zu Ende des vierten Schwangerschaftsmonates, oft auch weit später. Die innere Fläche der Lider ist von der Conjunctiva palpebralis noch nicht ganz überzogen (11. 9. 10.). In dieser Zeit entsteht ein plumper Gefässkranz, der den geschlossenen Augenlidspalt umkreist; er bildet sich durch zwei Gefässbögen, deren einer nach aussen, der andere nach innen liegt; dieselben vereinigen sich in der Mitte, wo dann die Bogen sich lösen und locker sich verbinden (11. 4.). Jeder dieser Bogen hat regelmässige neben einander liegende Lateralramifikationen, die die Form einer Leiter bilden, und ein solches Gefässbild wird das Gerüste des Materials zur Bildung des Meibom'schen Drüsenkanales auf der inneren Augenlidfläche (*Circulus arteriosus foetalis palpebrarum*). Von beiden Augenwinkeln aus bildet sich nun die Anlage von Bindegewebe, das sich über die ganze innere Fläche der Augenlider einige Linien vom Spalte auf- und abwärts erstreckt; sie wird die Grundlage zu der bald entstehenden Meibom'schen Drüsenreihe. Am Menschenfötalaugen habe ich die Bildung der Drüsen anhaltend nicht beobachtet, wohl aber an

den Lidern von Quadrupedenembryonen wiederholt. Anfangs zeigt die Bildungsstätte für die Meibom'schen Drüsen nur einfache Schläuche (*Glandulæ vallatæ*) neben einander gelagert. Diese Schläuche, deren Wände zellig sind, stehen in unmittelbarer Verbindung und Communication mit einander; sie haben einen gemeinschaftlichen Gang, an dem sie wie Trauben hängen. Die anfangs einzelnen Säcke der Meibom'schen Drüsen sind aus Bindegewebe gebildet. Das Lumen der Bläschen ist von viereckigen abgeplatteten Zellen erfüllt. Diese enthalten grössere oder kleinere Bläschen, die ganz das Aussehen von Fetttropfen haben.

Ich habe bei der Untersuchung der Meibom'schen Drüsen an den Augenlidern von Schaafembryonen auf das Bestimmteste die eben beschriebene Struktur gesehen, und bei der Compression des Gewebes Fetttropfen von verschiedener Gestalt und Grösse wahrgenommen, die jedenfalls aus den Ausführungsgängen der Drüsen hervorgetreten waren. Bisweilen beobachtete ich, dass in dieser Zeit bei der Wegnahme der Augenlider von der vordern Fläche der Cornea, da wo dieselben geschlossen und zusammengeklebt sind, also gerade an der Vereinigung der Augenlidspalte, eine Adhäsion dieser Theile mit der Cornea stattfand. In der Regel ist das nicht der Fall, und es lassen sich die Lider leicht und ohne Hinderniss von der Cornea wegziehen, obgleich der Spalt derselben der Cornealbindehaut so fest anliegt, dass er den Eindruck seiner Gestalt häufig auf ihr zurücklässt, namentlich an Weingeistpräparaten. Der Grund jener Adhäsion ist der, dass sich auf der innern Fläche der Augenlider, wo sie im Spalt geschlossen sind, in grosser Menge ein den Meibom'schen Drüsen sehr ähnlicher Bildungsstoff anhäuft, der dann zur Verwachsung Veranlassung giebt. Es kann auf diese Weise leicht ein Anchyloblepharon congenitum entstehen,

wie ich es am menschlichen Fötusauge beobachtet habe, das pathologischer, nicht fötaler, Natur ist, und noch nicht beschrieben wurde.

Die Bildung des Tarsus fällt in dieselbe Zeit des Entstehens der Meibom'schen Drüsen. Er bildet sich wie jene zunächst aus Bindegewebe. Ich habe bei wiederholten Untersuchungen beobachtet, dass bei der Tarsalbildung den Bindegewebskörpern sehr ähnliche Zellen, die in demselben sich verzweigen, eine grosse Rolle spielen. Ich habe aber auch bisweilen Fetttropfen beobachtet, von denen ich nicht zu bestimmen wage, ob sie dem sich ausbildenden Tarsalgewebe oder dem Bindegewebe der Meibom'schen Drüsen angehörten. Beide Gebilde sind einander nicht bloss in früherer Entwicklungsperiode histologisch sehr nahe verwandt, sie bleiben sich auch später nicht bloss durch Contact, sondern auch durch Einbettung (die Drüsen im Tarsus) sehr nahe verwandt.

Bildung des Tarsus.

Der Rand des oberen Augenlides ist vor der Vollendung des Tarsus in der Mitte wie eingezogen, als sei er doppelt; nach der Ausbildung desselben verliert sich diese Einbiegung, denn der Tarsus schiebt sich schrägkantig nach vorn; gleichzeitig wird der Rand des Lides, der bisher sehr nach auswärts stand, dem Auge mehr zugekehrt, weil der früher auswärts gekehrte Tarsus sich mehr nach innen biegt. Das obere Augenlid bekommt hierdurch eine schöne Wölbung. Horizontaldurchschnitte des Augenlides machen diesen Vorgang am Tarsus sehr deutlich. Der Augenliderverschluss dauert unbestimmte Zeit, und sondert sich während desselben innerhalb des Sackes, den die Conjunctiva oculopalpebralis bildet, ein helles Fluidum ab, das ausfliesst, wenn man die Augenlider gewaltsam trennt. Kürzere

oder längere Zeit vor der Geburt (ich kann den Zeitpunkt nicht genau angeben) löst sich die bisherige Verwachsung der Augenlidränder, und mit der Eröffnung des Augenspaltes vollendet sich die bisher noch zurückgebliebene Ausbildung der Meibom'schen Drüsen an den Rändern der Augenlider, ein Vorgang, der im folgenden näher erörtert wird.

Spontanes Oeffnen des Augenlidspaltes.

Innerhalb der ziemlich regelmässig gelagerten Reihe der Meibom'schen Drüsenbälge, die auf der Verbindungshaut der hintern Fläche des Augenlides sich befindet, entstehen schräg einander gegenüber liegende runde oder oblonge Oeffnungen (ich nenne sie Resorptionspunkte, 11. 13.) in der Verbindungsmembran, in regelmässigen Entfernungen von einander. Von diesen Resorptionspunkten aus, die sich vergrössern und verlängern und zu Resorptionslinien werden, pflanzt sich die Trennung der hintern Augenliderflächen in ziemlich gerader Linie von einer Resorptionsöffnung zur andern fort, und so entsteht, wenn die Trennung längs des ganzen Augenlides stattgefunden hat, auf jeder der sich trennenden Augenlidtheile eine Auszackung. Gerade an der Spitze einer solchen Auszackung kommt nun der letzte Drüsenbalg einer Meibom'schen Drüsenreihe zu liegen, und dieser hat eine Oeffnung, die bald als bleibender Ausführungsgang fungirt. Beim Säugethierlide bleibt der ausgezackte Rand längere Zeit, ja bei einigen Thieren verliert er sich nie ganz. Am Augenlide des fötalen Menschen hingegen sind diese Liderzacken von Anfang an kleiner und verlieren sich bald ganz. Haben sich die Lider getrennt, so zeigen sich die Cilien nicht gleich, sondern erst später, denn es müssen die zackigen Hervorragungen der Ausführungsgänge der Meibom'schen Drüsen erst sich verkleinern und ganz ver-

schwinden, bevor die Cilien hervorsprossen können (12. 2.). Die Meibom'schen Drüsen beginnen ihre Bildung auf der innern Fläche des Tarsus, aber es kommen deren auch innerhalb der Substanz des Tarsus vor. Dieses partielle Eingebettetsein der Drüsen in die Tarsussubstanz erklärt sich theils durch die gleichzeitige Bildung des Tarsus und der Drüsen, und aus der Bildung beider aus einem und demselben Bildungsstoff, dem Bindegewebe, und aus dessen histologischen Modificationen.

Die Augenlid-Drüsen, in denen die Cilien wachsen, entstehen in ihrer Primordialbildung vor den Meibom'schen. Ich habe an Lidern von Quadrupedenfötus ihre Entstehung durch Einstülpung der Haut beobachtet. Diese Einstülpungen sehen wie Hauteindrücke durch stumpfe Nadelstiche gemacht aus, und kommen schon lange vor der Zeit vor, wo die Lider sich noch nicht berühren, sondern einen noch ziemlich weiten Augenlidspalt zeigen. Sie liegen im obern Lide einige Linien entfernt über dem Spalt, und zwar in zwei Reihen übereinander, nicht neben einander, so jedoch, dass sie eine Zickzacklage bilden. Bei fortschreitendem Wachstume der Hautbedeckung des obern Lides gegen das untere tritt der obere Augenlidrand nach abwärts, er dehnt sich dabei seitlich aus; die in zwei Reihen gelegene Hautdrüsen-Einstülpungen gelangen dadurch in eine einzige gerade Linie, die endlich nach Ausbildung des Tarsus und der Meibom'schen Drüsen an den äussersten Rand der Augenlider zu liegen kommt, und wo dann in regelmässiger Richtung die Cilien hervorstossen (12. 4. 5.).

Die Entstehung der Supercilien fällt in die Zeit des Hervortretens der Palpebralcilien, und auch wohl in eine spätere. Bevor die einzelnen Haare (Cilien) hervorsprossen, gewahrt man über jedem Augenlidspalt

einzelne Erhabenheiten der Hautbedeckung, die bei näherer Untersuchung durch die Lupe schräg nach aussen gestellte Cilien zeigen. Diese Erhabenheiten der Haut entstehen durch die vorwärtsschreitende Bildung der Cilienbälge (12. 13.).

Ist die Bildung der Augenlider bis dahin gelangt, dass sich nach dem Entstehen der Tarsen und der Meibom'schen Drüsen der Augenlidspalt öffnet, so bleibt am obern und untern Lide eine kurze Zeit ein gezackter Rand (*Margo denticulatus*) zurück als Folge bilateraler Trennung einzelner Drüsenbälge aus der Reihe der Meibom'schen Drüsensäulen beider Augenlider. (12. 1. 2.) Diese einzelnen abgetrennten und hervorragenden Drüsenbälge ziehen sich bald zurück, und die bisher zackigen Ränder der Lider werden glatt. Das geschieht theils durch Zurückbildung jener zackigen Drüsenreste, theils aber auch durch ein weites Hervortreten des Tarsalrandes, über den sich die allgemeine Hautbedeckung herüberlegt (12. 4. 5.).

Bildung der Orbita.

Einer der merkwürdigsten Bildungspunkte für das menschliche Auge ist im Laufe des zweiten und dritten Schwangerschaftsmonats der kleine Raum, der zwischen dem hintern Theil des Bulbus und dem vordern der Augengehirnblase liegt, also die Stelle des Fœtalkopfes, wo das Auge mit dem Gehirn zwar noch verbunden ist, bald aber sich von diesem entfernen muss, damit der Sehnerv sich formen könne (1. 22. 23.). Dort liegt nun auch die Entstehungsstelle der Orbita; es wird nämlich die Entfernung des Auges von dem Gehirn durch die Bildung des ersten Orbitalknochenblättchens zwar nicht unmittelbar bewirkt, aber doch mit unterstützt. Dieses Knochenblättchen entsteht durch Umlagerung der Zusammenhangsstelle des Auges mit dem

Gehirn von oben nach unten. Ich habe zu wiederholten Malen dasselbe isolirt mit der Pincette aus der Orbitalgegend hervorgezogen; es hat ein gabelförmiges Ende, weshalb ich es *Furca orbitalis* nenne (2. 3.). Durch dieses Knochenblättchen wird das Auge von der Gehirnblase getrennt und nach unten gehalten, und dort die Stelle des Sehnerven fixirt. Es ist diese *Furca orbitalis* ein Theil des künftigen Keilbeins und zwar aus der Gegend der *Alae parvæ* desselben, da wo sie sich später mit dem *Processus orbitalis* des Stirnbeins verbindet und das *Foramen opticum* bildet. Oberhalb der *Furca* wächst sie sodann als ein Theil des Stirnbeins, als obere Orbitalwand über den *Bulbus* aufwärts und isolirt diesen auch auf dieser Seite von der Gehirnblase. Abwärts bildet sich in dieser Zeit noch keine Orbitalwand, weil die Knochen, die sie später bilden werden, der Oberkiefer, das Gaumeubein und Jochbein, ihrer Ausbildung noch harren. Nach innen ist jetzt auch noch keine Orbitalwand vorhanden, weil die drei Knochenparthien, die zur Bildung derselben sich vereinigen müssen, das Siebbein, das Thränenbein und der Oberkiefer nur erst in ihrer Anlage als dünne membranöse Schichten vorhanden sind. Die äussere Wand der Orbita, die letzte, die entsteht, und aus dem grossen Flügel des Keilbeins und dem Jochbein besteht, fällt in eine sehr späte Föetalzeit.

Die Orbitalbildung geschieht sonach von innen nach aussen, und zwar von innen nach vorn in ihrem Beginnen. Ihre erste Entstehung fällt mit der Abschnürung des Auges vom Gehirn zusammen; der erste Orbitalknochen beginnt zwischen dem hintern Theile des Auges und dem Gehirn; er umlagert denselben, er schliesst das Auge an dessen hintern Theil von der Gehirnblase ab; dort an der Trennungsstelle bildet dieser kleine Knochen einen Anfangspunkt für die Entstehung und

das Wachsthum der Orbita, die sich jetzt zwar weiter nach oben aber noch nicht nach vorn ausbreitet (12. 12.). Diese sich nach oben ausbreitende dünne Knochenhaut, in der die Anfangspunkte der baldigen Knochenbildung sich befinden, umgiebt den Augapfel so, dass sie anfangs denselben dicht umschliesst, zwischen ihm und sich gar keinen Raum gestattet (12. 12.). Nach vorn hin bleibt die Ausbildung der künftigen Orbitalränder als Theile des Stirnknochens lange in Rückstand; der Bulbus ist zwar von den Augenlidern bedeckt, aber an den Seitentheilen von den Orbitalrändern nicht geschützt; die obere Orbitalwand sowie die seitliche ist noch nicht vorhanden, wenigstens nicht stark vorgebogen (12. 6—12.). Es ist deshalb sehr leicht, mittelst eines scharfen Staarmessers die Hälfte des über ihn sehr hervorragenden Bulbus abzutragen, ohne den Orbitalrand irgendwie zu verletzen. In dieser Zeit ist sonach die Orbita der Gestalt des flachen Auges entsprechend (8. 15. a. b.), nach vorn sehr breit, und in der Tiefe sehr flach. Einige Wochen und Monate später ist bei der fortschreitenden Bildung der einzelnen Theile der Orbita bildenden Knochen, der Margo orbitalis schon bemerkbar und die Orbita ist länger und tiefer geworden. Es ist dabei bemerkenswerth, dass der menschliche Fœtalbulbus anhaltend eng umgeben bleibt von der dünnen Knochenanlage der künftigen Orbita. Diese ist zur Zeit bei weitem dünner als die Sclera des Fœtalbulbus, wovon man sich durch Betrachtung der Abbildung 12. 12. überzeugen kann. Während die Orbitalbildung von hinten nach vorn und nach aussen in der angegebenen Weise fortschreitet, ist über den hintern Theil derselben über ihren Zusammenhang mit dem Gehirn Folgendes zu erinnern.

Die anatomische Untersuchung menschlicher Fœtusköpfe aus dem zweiten und dritten Monate und auch

aus früherer Zeit der Genese zeigt deutlich, dass der hintere Theil des Bulbus in nächster Berührung mit der Gehirnblase steht. Hirn und Augen liegen sich so nahe, dass der jetzige Nervus opticus die Stelle der Verbindung zwischen diesen beiden ist, und dieser ist sehr klein und schmal (2. 1. 2.). Hier zwischen dem Bulbus und dem Ursprung der optischen Hirnausstülpung bildet sich in Form der Furca ein Flügel des Keilbeins, der nach und nach die optische Hirnausstülpung auf beiden Seiten umlagert und das Foramen für den optischen Nerven abgiebt. Es ist an dieser Stelle, wo die Bildung und Streckung des Nervus opticus gleichzeitig mit der Erweiterung und dem Ausbau des fötalen Schädels vor sich geht. Die (7. 14.—19.) gegebenen Durchschnittsabbildungen fötaler menschlicher Köpfe tragen zur richtigen Anschauung dieses Entwicklungsvorganges wesentlich bei, genauere Untersuchungen über diese wichtige Entwicklungsstelle des Schädels und der weiteren Ausbildung der Orbita aus frühster Föetalzeit fehlen uns aber zur Zeit. Diese allein sind im Stande, die Ausbildung des Fötalschädels in dieser Gegend und ihren Einfluss auf die Bildung der Augenhöle im Allgemeinen und im Einzelnen naturgemäss zu erläutern. Ich hoffe auch diese Lücke durch weitere Untersuchungen auszufüllen.

Das fötale Menschenauge ist in dieser Zeit nicht mehr von napfförmiger Gestalt wie früher. Allmählig nimmt seine Breite ab und die Länge zu, und gleichzeitig wölbt es sich nicht mehr nach aussen; seine gegen das Gehirn hin gekehrte in der Orbita gelegene Fläche bekommt eine stärkere Wölbung nach hinten, weshalb auch die Augenhöle eine grössere Tiefe einnimmt. Später, je mehr das Ende des Fötuslebens herbeikommt, nimmt das Auge allmählig an Wachsthum zu, weit langsamer und nur weniger bemerkbar aber als der

Skelettheil des Kopfes. Dieser, der die Gesichtsknochen später bildet, tritt mehr hervor und vergrößert dadurch die Tiefe der Orbita; der Bulbus tritt dadurch scheinbar in das Innere des Kopfes zurück. Schon lange vor dem Schlusse des Fötallebens tritt er weniger nach aussen hervor; die wachsende und jetzt sehr wenig Fett enthaltende Augenhöle passt sich dem Auge mehr und mehr an, das Auge schafft sich seine Orbita. (12. 6. 12.).

In früherer Fötalperiode stehen die Augen einander sehr nahe, es ist die eigentliche Grundlage des Geruchsorgans (das Siebbein, die Pflugschaar, das Thränenbein und die Conchæ) erst in ihrer ersten Anlage vorhanden. Durch das Wachsthum derselben bildet sich später die eigentliche Nasenhöle, und dadurch rücken dann auch die Orbitæ, und mit diesen die Augen, mehr auseinander. Es giebt Fälle, wo dieses Auseinanderücken der Orbitæ durch Wachsthum und Ausbildung der Nasenhöle gar nicht oder in sehr geringem Grade eintritt, jedoch sind sie sehr selten. Fälle minderer Art pflegen mit anderen Augenmissbildungen verbunden zu sein, z. B. mit Epicanthus, strabismus convergens u.s.w., und kommen bei neugeborenen Kindern, wenn auch selten, vor.

Man geht zu weit, wenn man die Ansicht ausspricht, an den Augen des menschlichen Fötus sei die convergirende Stellung die natürliche, in diesen bildeten sie sich aus. Diese Auffassung ist nicht richtig; die convergirende Stellung ist zwar eine nothwendige Folge bestimmter genetischer Verhältnisse der Augenhöle und des Auges am werdenden Fötus, aber sie ist eine mit einer vorübergehenden Entwicklungsperiode vorübergehende, keine permanente Erscheinung. Bei einigen Völkerschaften ist diese convergirende Stellung des Auges zum Nationaltypus geworden, z. B. bei den Pam-

pas-Indianern und bei den Malaien. Diese behalten ihr ganzes Dasein hindurch eine fötale Orbitallage, die erblich von Geschlecht zu Geschlecht geht, während bei anderen Nationen z. B. den Chinesen ein anderer fötaler Orbitalzustand permanent geworden ist, der nämlich wo die Zwischenorbitalgebilde, die knöchernen wie die häutigen, entweder allein oder zusammen relativ zu gross gebildet zeitlebens verharren, während dieser Zustand eigentlich nur als fötal, d. h. vorübergehend sich zeigen sollte. Die nothwendige äusserlich in den Hautbedeckungen erscheinende Folge ist der Epicanthus congenitus, ein Bildungsfehler, der zu weiter tragenden Erörterungen in tieferem genetischen Sinne führen muss.

Bildung des Orbitalfettes.

Bei der Untersuchung der beginnenden Orbitalknochenbildung fand ich in der Orbitalmembran (12. 12.), vereinzelte Ablagerungen von Knorpelzellen, die in späterer Zeit deutlich als gelbe gefüllte Knochenzellen sich weiterbildeten. Die Untersuchung einer röthlichen Masse, die im dritten Monate zwischen dem hintern Theil des Bulbus und der Orbita liegt, zeigt noch keine Spur von Orbitalfett, in das sie aber später im vierten oder fünften Monat übergeht; auch bilden sich gleichzeitig längliche Schichten, die sich parallel mit dem Nervus opticus legen, und nach vorn auf die sehr dünne bläuliche weiche Sclera erstrecken, die Augenmuskeln. Bald darauf erscheint eine gelatinöse Masse, die nach und nach theilweise oder an verschiedenen Punkten eine gelbe Farbe annimmt, und aus der sich dann einzelne Fettzellen, Fettträubchen, ungefähr Ende des vierten oder Anfang des fünften Fötalmonats herausbilden. Die einzelnen Fettzellen sind selten ganz von Fettmasse erfüllt; sie haben hier oder dort Ecken, sind nicht immer rund, und bei der Compression unter Glasplatten erscheint

der Fettinhalt einer Fettzelle aus vielen Fetttropfen bestehend. Die Hülle der Fettzellen ist in dieser Zeit fast immer in schwer zu trennendem Zusammenhang mit Maschen von Bindegewebe umgeben. Die Vergrößerung der Orbitalfettmasse nimmt bei dem fortschreitenden Wachsthum des Bulbus bald zu; das geschieht namentlich im Fundus der Orbita, wo der Nervus opticus aus seinem sinuosen Verlauf (5. 16.) heraustritt und eine mehr gerade Richtung annimmt, weniger aber an den Seitentheilen, wo die sehr dünnen Orbitalwände immer noch sehr dicht an dem Auge anliegen. Diese vermehrte Orbitalfettbildung fällt in den sechsten Monat, und beruht auf dem Wachsen der einzelnen Fettzellen nach allen Seiten. Die Orbitalknochen entfernen sich bei oder mit der Zunahme des Orbitalfettgewebes mehr vom Bulbus. Dieser wird in seiner Orbitallage freier, er ist nicht mehr so eng von den Orbitalwänden umgeben. Die Veränderung der Orbitalform fällt auch in diese Zeit; die vorher hornförmig gekrümmte den Bulbus dicht umgebende Orbita wird weiter, nimmt eine mehr gerade Richtung an, während sie offenbar früher schräg von oben nach unten verlief (11. 13.)

Das Orbitalfett zeigt sich im Verlauf des siebenten Schwangerschaftsmonates vollends organisirt. Man sieht die gelblichen Fettträubchen durchsichtig und hell, und wenn man sie comprimirt unter dem Mikroskop untersucht, so sieht man durchsichtige Fetttropfchen aus den Traubenhüllen hervortreten. (Münch. illustr. medic. Zeitung. Bd. III, Taf. 7, Fig. 10, meine Abhandlung „Zur pathologischen Anatomie des menschlichen Auges“ S. 151. München 1852, in 8.)

Es wird sich künftig die Aufmerksamkeit des Untersuchenden auf die Metamorphosen richten müssen, die in der Orbita dicht hinter der Sclera mit den Muskeln und dem Orbitalfette vor sich gehen. Die Meta-

morphosen sind bedeutend, hinsichtlich der Stellung und des Wachsthum's des hinteren Theils der Augenmuskeln, aber auch hinsichtlich der Entwicklung und Fortbildung des Orbitalfettes. Indem letzteres sich um den Nervus opticus lagert, drängt es die Muskeln nach und nach von dem Sehnerven ab, der bis dahin sinuös und zusammengedrängt war, sich jetzt aber mehr streckt. Die Stellung der Augenmuskeln wird dadurch ebenfalls eine mehr gestreckte, sowie überhaupt das Wachsthum aller der Theile, die die tiefste Gegend der Orbita einnehmen, nicht ohne Einfluss auf die Gestaltveränderung der Augenhöhle sein muss.

Bildung der Augenmuskeln.

Die Augen menschlicher Embryonen aus dem dritten Monat haben in einzelnen feinen Strängen die ersten deutlichen Andeutungen. Diese Stränge sind so weit nach hinten an die Sclera inserirt, so dass fast die zwei vorderen Drittheile des Bulbus vor der Muskelinsertion liegen, nur das hintere Drittheil von den Muskeln bedeckt wird. Nach hinten zu sind diese Muskeln wie in eine Masse verschmolzen, wie eine Art Grundmuskel, und bilden am Fundus des Bulbus eine von diesem schwer zu trennende Masse von röthlicher Farbe, die im Hintergrunde der sehr flachen schräg gestalteten Orbita festliegt, und die hinteren Theile derselben, die der Bulbus selbst nicht einnimmt, ausfüllt. Erst später erheben sich die einzelnen Muskeln aus jenem Conglomerate selbstständiger, und in bestimmteren Umrissen hervor. Die Orbita selbst enthält in ihrem hinteren Theile jene oben erwähnte röthliche Masse, die sich gegen die Schädelhöhle hin an der Stelle des sich bildenden Keilbeins erstreckt, das jetzt als kleiner gabelförmiger Knochenring auf dem sich bildenden Sehnerven liegt (*Furca orbitalis* 2. 3.)

Die Augenmuskeln haben in der Hälfte des vierten Monates, wo sie ausgebildeter sichtbar sind, schon seh-nige Ansätze, sie bestehen in dieser Zeit aus schön vollendeten Primitivröhren, mit einer Neigung beim Drucke in quere Bruchstücke zu zerfallen. Aber schon im dritten Monat habe ich die fadenförmige Andeutung der Muskeln des Auges in der Orbita des menschlichen Fötusauges deutlichst wahrgenommen. Man kann leicht die einzelnen dünnen Gestalten derselben unterscheiden, und zu wiederholten Malen habe ich z. B. den *Obliquus superior oculi* in seinem schrägen Verlauf in dieser Zeit gesehen. In der Zeit, wo die Bildung von Knochenkörpern in der gesammten Knochenanlage des Kopfes beginnt, bildet sich die *Trochlea* in der Art wie die *Furca orbitalis*, nämlich durch Umlagerung des *Trochleamuskels* mit Knochenmasse, aus der nach und nach die Rolle entsteht, die gleich bei ihrem Anfang fest an der bekannten Stelle des Orbitaltheils des Stirnbeins angeheftet ist (7. 14.—20.).

Bildung der Thränenorgane.

Die anatomische Untersuchung über die Entstehung der Thränenwerkzeuge an menschlichen Fötus aus den ersten drei Schwangerschaftsmonaten giebt nur negative Resultate, d. h. ich habe in dieser Zeit keine Spur ihrer beginnenden Bildung auffinden können. Im vierten und fünften Monate finden sich dagegen schon in der Bildung weiter vorgeschrittene Theile des in Rede stehenden Organsystems. Die *Caruncula lacrymalis* ist vor dieser Zeit nicht wahrzunehmen. Thränenausführungsgänge oder deutliche Spuren der Thränendrüse sind nicht zu sehen; die Thränendrüse entzieht sich noch ganz jeder Nachforschung. Ich habe sie bei der genauesten Untersuchung der Orbita nicht auffinden können. Thränenpunkte sind an den Lidern jetzt auch

noch nicht wahrzunehmen; vom Thränensack und Thränenkanal ist keine Spur vorhanden. Die Wangengegend ist sehr klein, sehr kurz, denn das Os maxillare superius hat sich noch nicht gebildet, und so ist es unmöglich, dass ein Thränenkanal schon vorhanden sein könnte. Die Maxillargegend harret noch ihrer Ausbildung, ferner auch die gesammte Gegend des künftigen Siebbeins (Os ethmoides), so dass sonach die einzelnen Theile z. B. das Os lacrymale, noch nicht gebildet sein können. Durchschnitte in der Nasen- und untern Orbitalgegend, die die Gegend des Thränensacks trafen, haben mich zweimal nach dem vierten Monat eine kleine häutige runde Höle in dieser Gegend auffinden lassen; ich halte dieselbe ihrer Lage nach für den obern Theil des durch interstitielle Bildung zustandegekommenen häutigen Thränenkanals; es gelang mir aber nicht immer von dem Thränensack aus ein Pferdehaar in den Thränenkanal zu führen. Das ist auch nicht möglich, da bei der erst beginnenden Bildung des Os maxillare superius, das ausserordentlich kurz ist, erst der obere Theil des Thränenableitungsorgans vorhanden sein kann. Es ist mir höchst wahrscheinlich, dass bei vorschreitender Ausbildung des Oberkieferbeins und des Os ethmoides sich Knochentheile auf die, um den häutigen Thränenkanal namentlich um den hinteren Theil desselben herum befindliche, Knochenmembran legen, und dass diese Ableitungsorgane der Thränen auf diese Weise ihre knöcherne Hülle erhalten. Ein solcher Bildungsgang des knöchernen Thränenkanals ist das Resultat meiner Untersuchungen, und analog der Entstehung von Organen, die innerhalb des Knochensystems nach vollendeter Ausbildung liegen, die jedoch bei ihrer Entstehung frei von Knochenhüllen sind, und erst später von letzteren umgeben werden.

So viele Mühe ich mir auch gegeben habe, über die Struktur des Thränensacks und der Thränenröhren im menschlichen Fötus etwas Genaueres zu erforschen, so wenig ward dieselbe doch belohnt, und ich kann über die Histologie dieses lacrymalischen Röhrensystems nur sagen, dass sie mir rein cellulöser Struktur erschien. Ebenso wenig gelang es mir genauere Kenntniss darüber zu erhalten, ob das Epithelium desselben ein Pflasterepithelium oder ein Flimmerepithelium sei.

Die Thränendrüse ist in der letzten Hälfte des vierten Monates erkennbar, ihre Bildungsweise ist mir aber unbekannt geblieben. Die Thränendrüse ist in ihrem Entstehen sehr schwer zu beobachten. Ich glaube sie zu wiederholten Malen in der letzten Hälfte des vierten Monates am menschlichen in Chromsäure aufbewahrten Fötalauge gesehen zu haben, als einen kleinen platten Körper, der auf dem Fötalbulbus etwas nach hinten lag und sich schwer von der dünnen Zellschicht, die in der Orbita dort liegt, unterscheidet. Diese Wahrnehmung machte ich in der Weise, dass ich die obere jetzt sehr dünne knöcherne Orbitalhälfte mit grosser Vorsicht von dem Bulbus entfernte, so dass dieser in dem unteren Theile der Orbita liegen blieb, und dass die auf ihm liegende Zellschicht sich unversehrt erhielt. Die obere Orbitalwand, die in dieser Zeit sehr dünn und zart um den Bulbus herumgelagert ist, und von seiner hinteren Seite ausgeht, ist nach vorn in der Stirngegend noch nicht gebogen, bildet keinenfalls einen Orbitalrand, sondern steht sehr schräg, so dass die künftige nach innen gelegene obere Orbitalwand in der Stirngegend fast einen Theil der Gesichtsknochen bildet (12. 6.—12.). Die Orbita, die sich in ihrer Bildungsgeschichte immer nach dem Bulbus richtet, ist also in dieser Zeit sehr flach, denn der Bulbus ist ja noch napfartig gestaltet. Bei dieser Beschaffenheit der Orbita liegt die Ansicht

sehr nahe, dass die Thränendrüse nach Art der Drüsen der Palpebralcilien durch Einstülpung entstehen könnte. Das ist aber nicht der Fall. Die Thränendrüse ist nicht so einfach organisirt, um hinsichtlich ihrer Entstehungsweise auf eine Stufe mit den Ciliendrüsen gestellt werden zu können. Sie entsteht höchst wahrscheinlich nach Art des Pancreas, der Meibom'schen Drüsen, durch einen eigenen Bildungsstoff und Bildungsvorgang, nicht durch Einstülpung der foetalen allgemeinen Umhüllungshaut.

Dritter Theil.

1.

Ueber einige morphologische Gesetze im fötalen Auge des Menschen.

Die Morphologie des Auges schreitet von innen nach aussen. Der Kern entsteht zuerst, dann die Schale. Ein Stück Gehirn ist der Kern, es ist das die fötale Netzhaut; sie trennt sich eine kurze Zeit hindurch vom Gehirn, lagert um und in sich die durchsichtigen und undurchsichtigen Augentheile, die Linse, den Glaskörper und die Choroidea, und verbindet sich dann wieder durch den Sehnerven mit dem Gehirn. Hierauf bilden sich die Gefässe und die Nerven in den Geweben des Auges; es treten die Bewegungs- und Schutzorgane, die Muskeln, die Orbita und die Augenlider hinzu, und die Thränenwerkzeuge vollenden das Ganze. Welcher Mittel bedient sich die Natur dieses Alles zu schaffen? Der einfachsten! Es sind das die Lamellirung, der Spalt und die Faltung. Durch den Spalt wird es möglich, dem Kern des Auges die weiteren Organe und diesen ihre Gefässe zuzugesellen, und denselben mit dem Gehirn in Verbindung zu setzen; durch die Lamellirung entstehen in der Tiefe des Auges neue Theile, die Faltung wählt die Natur wichtige Ernährungs-

und feine Bewegungs-Organen zu schaffen. Die nächsten Seiten führen diese Andeutungen weiter aus, und geben einen kurzen Ueberblick dieser ophthalmogenetischen Vorgänge. Bevor dieses aber geschieht, ist zunächst der Lagenveränderung des Fötalauges zu gedenken, welche mit der fötalen Formveränderung mannichfache Beziehungen hat.

Lagenveränderungen des fötalen Auges.

(Tafel 1. 6–17.)

Das Auge erleidet einige Lagenveränderungen während der Uterinexistenz des Fötus; diese sind weniger am einzelnen Auge als in dem bilateralen Verhältnisse derselben wahrzunehmen. Die fötalen Augen stehen frühzeitig ziemlich weit aus einander (*situs divergens*) sie rücken sich dann auffallend näher (*situs convergens*), um sich endlich wieder von einander zu bleibender paralleler Axenstellung zu entfernen. Der einzelne Bulbus zeigt dabei die Richtungsveränderung, dass er sich, nach innen zu, schräg stellt, und dann wieder in die frühere senkrechte Lage zurückgeht. Man kann das genau an der fötalen Richtungsveränderung des Augenspaltes beobachten. Diese Lagenveränderung des fötalen Bulbus geschieht aber nicht spontan, getrennt von den Umgebungen desselben, sie geschieht in Zusammenhang mit den Umgebungen und durch diese selbst. Der fötale Bulbus, frühzeitig umgeben von einer eng anliegenden Orbitalhülle wird durch diese letztere, welche durch mehrfache Knochenbildung und Knochenvereinigung entsteht, und deshalb selbst mehrfache Gestaltveränderungen durchgeht, öfters zu Lagenveränderungen gebracht. Diese hängen überdiess von den fötalen Formveränderungen des Bulbus selbst ab, die theils die Spaltverwachsung, theils die Opticusinsertion, endlich aber auch die Muskelauflage und die

Thätigkeit derselben mitbewirken. Streng genommen kann man nun diese Lagenveränderungen, die fötalen Ursprungs sind und durch fötale Fortbildung, theils des Bulbus selbst, theils der Umgebungen desselben, geschehen, nicht fötale Drehungen nennen. Es sind das durch die Kopfentwicklung in der Orbital-, Frontal- und Nasal-Gegend und durch die fortschreitende Entwicklung des Bulbus selbst herbeigeführte nothwendige Veränderungen in der Lage des Bulbus.

Fötale Formveränderungen des menschlichen Auges.

(Tafel 1—3)

Untersucht man die verschiedenen Formveränderungen des menschlichen Auges während der Fötalzeit anatomisch in ihrer Reihefolge, so kommt man sehr bald zu der Einsicht, dass die wechselnde Form des fötalen Auges nicht zufällig ist, sondern als der nothwendige äussere Ausdruck innerer Organ-Formveränderungen angesehen werden muss. Folgende Untersuchungsergebnisse sind in dieser Beziehung beachtenswerth.

1. Eine eigenthümliche nach hinten eckige Form des Bulbus wird bisweilen in früher Fötalzeit beobachtet, wo der Augenspalt noch nicht geschlossen ist. Man sieht diese Form aber nur vorübergehend und in sehr früher Zeit, und zwar ausnahmsweise.

2. Das Auge ist in frühester Bildungszeit meistens napfförmig. Ein solches Auge hat nur eine Kammer. Die Linse füllt sie fast ganz allein aus, sie berührt vorn die hintere Fläche der Cornea, nach hinten die vordere Fläche der Netzhaut; der Linse zur Seite liegt der flache membranartig gestaltete Glaskörper. Diese flache Form des menschlichen Fötalauges fällt in die beiden ersten Monate der Ophthalmogenese und einige Zeit über sie hinaus.

3. Das Auge wächst in seinem Längendurchmesser, behält aber noch eine mehr breite als oblonge Gestalt. Die Hornhaut hebt sich, und die Sclera verlängert sich in ihren Seitentheilen. Die Ciliarfortsätze sind entstanden, nach ihnen bildete sich die Iris. Die Hyaloidea hat sich nach dem Fundus bulbi zu, in ihrer Rinne (canalis hyaloideus) vereinigt, sie wird zum Glaskörper der nach hinten zu globos sich gestaltet. Diese Augen-foetalform fällt in den dritten und vierten Schwangerschaftsmonat hinein, und reicht bisweilen in den fünften hinüber.

4. Das Auge ist im Längendurchmesser gewachsen, und hat eine mehr oblonge Gestalt angenommen, die durch die sich bildende Protuberantia scleralis noch grösser erscheint. Die Cornea hebt sich durch Entstehen des Tensor choroideæ. Die Iris nimmt an Wachsthum zu, die vordere Augenkammer bildet sich. Der Glaskörper vergrössert sich nach hinten, er ist jetzt grösser als die Linse und nach allen Seiten gewölbter als früher. Die faltenreiche Retina glättet sich.

5. Das Auge erscheint breiter als in der früheren Form, und hat eine Verkleinerung im Längendurchmesser erfahren. Die Protuberantia scleralis verschwindet; die Insertionsstelle des Nervus opticus erscheint dadurch anders gerichtet. Die Cornea ist abgeflachter, aber breiter. Der Glaskörper ist in fortschreitendem Wachsthum begriffen nach den Seiten und nach dem Grunde zu, die Retina folgt in ihrer Ausdehnung und in ihrem Wachstume dem Glaskörper.

6. Das Foetalauge hat seine Form nicht verändert, ist aber in der Ausbildung grösser geworden. Alle inneren Organe namentlich die Linse und der Glaskörper sind in ihrer Weiterentwicklung begriffen, während die Netzhaut sich verdünnt abflacht und sich ausbreitet.

Lamellirung.

(Tafel 4 und 5.)

Während viele Embryologen die Entstehung mancher Augentheile oder deren Hilfsorgane durch Einstülpung der Fœtalumhüllungshaut auf sich selbst erklärten z. B. die Linsenkapsel, die Thränendrüse, den Thränensack, bin ich in der vorliegenden Darstellung der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges durch Beobachtungen zu der Ansicht gelangt, dass die auf interstitiellem Wege entstehende Lamellirung die Ursprungsweise mancher Theile des Auges bildet. Ich habe auf diese Art die Entstehung der Krystalllinsenkapsel erklärt, und ich bin der Ansicht, dass auf diesem Wege auch andere Organe z. B. der Thränenkanal entstehen. Die Lamellirung ist die Scheidung von gewissen, unter der Fœtalumhüllungshaut liegenden Geweben in mehrere Schichten, die anfangs zwischen sich einfache Zwischenräume bilden, später aber in kleinere oder grössere Cavitäten sich umgestalten. Solche Cavitäten bedecken sich, wenn sie geschlossen bleiben, auf ihrer innern Fläche mit Epithelium (der Matrix neuer Organisation) oder sie tragen dort, wenn sie als ableitende Organe mit nach aussen communicirenden Oeffnungen sich versehen, ein Flimmerepithelium. Dahin gehören die Thränen absondernden Organe, die am obern Theil der Orbita liegen, und dann die die Thränenflüssigkeit aus dem Augenlidspalt ableitenden, die im Maxillarknochen liegen, vor der Umlagerung mit Knochen-substanz aber in ihren membranösen Theilen sich bilden. Um die häutige Grundlage der letzteren legt sich später, wie um das Auge die Orbita, eine knöcherne Schale. Diese ist anfangs dünn und belegt sich später mit Knochenkörpern. So entsteht der Thränenkanal innerhalb des Maxillarknochens zu einer Zeit, wo dieser noch membranös und dünner als jener häutige Schlauch

ist. Die dünne Knochenmembran legt sich um den häutigen Sack und belegt sich dann mit Knochenzellen.

Der Augenfoetalspalt (Hiatus foetalis).

(Tafel 2 und 3.)

Das Auge bildet sich in seinen einzelnen Häuten wie der Rückenmarkskanal; dieser schliesst sich erst später nach unten, so auch das Auge; es ist wie dieser anfangs eine längliche Rinne, später ein Kanal, zuletzt aber bildet es sich aus dem Kanal zur Kugel um, die mit einem temporären Spalt versehen ist, d. h. die eine Zeit lang in den sich bildenden Häuten noch nicht vereinigt ist.

Das fötale Auge muss diesen Spalt haben, denn der im Auge enthaltene Hirntheil, die Netzhaut, um den sich die Augenhäute herumlagern, soll sich mit dem Gehirn durch den Sehnerven verbinden, und das kann auf keinem andern Wege geschehen, als dadurch, dass der Sehnerv durch den Spalt (den Ort der noch mangelnden Vereinigung, Hiatus) der Augenhäute hindurch treten und mit der Retina sich verbinden kann. Betrachten wir das Verhalten des Spaltes näher. Der Spalt im Fötalauge des Vogels, der Quadrupeden und des Menschen ist ein fötaler Zustand, ein Zustand noch nicht vollendeter Randvereinigung der behufs der Augenbildung auf sich selbst aufgerollten primären drei Augenhäute; er geht von hinten nach vorn, von der Insertion des nervus opticus gegen die Cornea hin, und nimmt die untere Hälfte der Sclera, Choroidea und der Retina in der Regel ein. Der Spalt ist in der frühesten Zeit der Ophthalmogenese ziemlich klaffend, bei beginnender Abrundung des Bulbus wird er schmaler. Die erste Berührung der Ränder des Spaltes findet in der Regel nach unten hin statt, so dass dort eine kurze Zeit hindurch der vorher ununterbrochene Spalt durch eine Art von Raphebildung getheilt wird. Der vordere Spalt ist

dann meistens kleiner als der hintere. Ziemlich rasch geht die Verschmelzung an der vorderen Seite vor sich, wo dann auch sehr bald an dem vordern Endpunkte des Spaltes im Ciliarkörper die Verwachsung auf einer beschränkten Stelle stattfindet, so jedoch, dass hier dicht hinter der Verklebungsstelle nach abwärts, also in den Ciliarfalten, ein kleiner Hiatus übrig bleibt. Diese Verwachsungsweise des Spaltes ist von Wichtigkeit. Vom hintern Spalt aus, d. h. dem Scleralspalt, geht von dem runden centralen Ausschnitt des Hiatus die Verwachsung nach abwärts bei weitem langsamer. Derselbe bleibt hier längere Zeit hindurch breit, wächst an der untern Stelle der Coalition hinterwärts, nicht umgekehrt, lässt aber dort längere Zeit eine sehr bedeutende grosse länglich gestaltete, oben rund unten spitz gestaltete Oeffnung, durch die die Natur die Verbindung der hintern Theile des Auges mit den optischen Nerven vermittelt. Nach und nach vermindert sich auch diese, bleibt aber eine geraume Zeit hindurch breit, und verschwindet eigentlich nie ganz, da mit ihr die Bildung des Pecten im Vogelauge in Verbindung steht. Die Raphe, die anfangs in allen drei Primärhäuten (Sclera, Choroidea, Retina) des Auges zu sehen ist, verschwindet meistens ganz, manchmal ist später auch keine Spur davon zu sehen; an vielen Stellen des Vogelauges bleibt sie aber normal zurück.

Die Coalition des Spaltes aller drei Häute fällt wohl in ein und denselben Zeitabschnitt; das schien mir die Regel zu sein, jedoch habe ich es auch bei der Untersuchung der Häute bald nach ihrer Verschmelzung beobachtet, dass die über einer eben geschlossenen Raphe liegende Membran, noch eine Zeit lang einen grössern oder geringern Hiatus zeigte, z. B. die noch klaffende Choroidea auf der eben verwachsenen Sclera. Denselben Gang der Spaltschliessung habe ich in den Föetal-

augen von Quadrupeden an Hund, Schaaf und der Katze beobachtet, natürlich nicht in so bestimmter Reihenfolge wie am Vogelauge, wohl aber vereinzelt, aber dann doch so oft bei meinen Untersuchungen, dass ich eine bestimmte Reihenfolge von Zeichnungen zu geben im Stande bin, die deutlichst diesen Bildungsvorgang versinnlichen. Ich kann dasselbe von meinen Untersuchungsergebnissen am menschlichen Fœtalauge sagen. Der Augenspalt aber verengert sich nicht blos, er verändert auch seine primäre gerade Richtung und nimmt eine seitliche gekrümmte an, wie das sehr genau an den Fœtalaugen des Vogels zu sehen ist (2. 20. 22. 24.). Man beobachtet solche seitliche Ausschweifungen am häufigsten auf den höchsten Wölbungsstellen des Fœtalbulbus, zunächst auf der offen daliegenden Sclera, dann aber auch auf Choroidea und Retina. Etwas der Verschmelzung des Spaltes Eigenthümliches ist die Entstehung von hervorstehenden Ausbuchtungen, die jedoch nicht überall am Spalt sich bilden, und nur an gewissen Stellen, und am häufigsten in der Sclera vorkommen. Die Wirkung hiervon tritt dann auch auf die Choroidea und Retina über, die sich gewöhnlich an diesen Stellen verdünnen und ausdehnen. Am häufigsten bildet sich eine solche Ausbuchtung in den Spalträndern des hintern Scleralhiatus. Hierdurch entsteht dann die von mir schon vor Jahren beschriebene *Protuberantia scleralis posterior*. Dasselbe geschieht bisweilen, wenn auch selten, am Ende des vordern Scleralhiatus unter der Cornea (*Protuberantia scleræ anterior*). Der Grund dieser abnormen Bildung ist die Coalition der Spaltränder durch eine dünne Zwischenmembran, nicht durch unmittelbare Vereinigung, Verschmelzung derselben unter sich (*Raphe*). Diese Zwischenmembran ist sehr dünn, verdickt sich später aber allmählig (3. 4. 11. 15.).

Man findet solche Zwischenmembran zwischen den Rändern des Fœtalhiatus aber nicht bloß in der Sclera, sondern auch in der Choroidea und in der Iris. Ich habe sie in der Choroidea aufgefunden. (Neue Beiträge zur Lehre von den angeborenen Fehlern der Iris, des Ciliarkörpers und der Choroidea. Taf. 13, Fig. 6 und 7. Münchner illustrierte med. Zeitung Bd. I, S. 3. München 1852.), nachdem man sie schon früher als Zwischensubstanz an den Rändern des Iriscolobom in den verschiedensten Formen und Gestalten gekannt und besprochen hat. Mikroskopisch ist sie noch nicht untersucht und histologisch noch nicht gedeutet.

Eine andere Abart der Coalition der Ränder des Fœtalspaltes ist die, dass sich dieselben nicht bloß einander dicht nähern und durch organische Vereinigung verschmelzen, sondern dass sie sich bei diesem Akt nach innen umkehren, und auf diese Weise nach aussen eine Längengrube und nach der Cavität des Auges zu einen erhabenen Vorsprung bilden. Diese Art der Coalition ist die gewöhnliche bei der Vereinigung der fœtalen Spaltränder der Retina. Man begegnet desshalb immer bald nach dem genannten Bildungsakte auf der innern Seite der Retina eine erhabene Raphe und auf der ihr entsprechenden äusseren Seite einen linearen Einbug, ein Verhältniss, das auf dem Durchschnitt solcher Stellen sehr deutlich hervortritt. Diese Vereinigungsweise des Retinalspaltes im menschlichen Fœtalauge verwischt sich aber in der Mehrzahl der Fälle später ganz; die erhabene Raphe wie der lineare Einbug verschwinden beide, mehr oder weniger, spurlos. Die fœtale Choroidealspalte zeigt im Menschenauge ausnahmsweise Aehnliches, aber wenn es der Fall ist, weicht die erhabene Raphe wie der Einbug sehr bald einer einfachen linearen Vereinigung, die selten lange sichtbar bleibt, und fast spurlos vergeht. Der fœtale

Scleralspalt zeigt bisweilen die in Rede stehende Vereinigungsweise; ich bin ihr aber nur höchst selten begegnet, und zwar nicht an Fœtalaugen, die noch in der Ausbildung begriffen waren, sondern am Auge Erwachsener, bei dem sich diese Art der Scleralspaltvereinigung als Bildungsfehler erhalten hatte, und gleichzeitig mit anderen Bildungsfehlern complicirt war. Zu solcher Vereinigung des Scleralhiatus gesellen sich immer noch andere Bildungsabweichungen.

Nicht so ganz selten geschieht es, dass der fœtale Augenspalt sich bis auf eine kleine Stelle ganz vereinigt. Diese kleine offen gebliebene Spaltstelle findet sich in der Mehrzahl der Fälle in der vordern Hälfte des Scleralspales vor, d. h. von der Mitte der Sclera ab gegen die Ciliarfortsätze hin. Sehr selten begegnet man derselben in der hintern Hälfte, d. h. von der Mitte der Sclera gegen die Eintrittsstelle des Nervus opticus. Eine solche offene Stelle ist öfters so klein, dass sie dem Beobachter anfangs entgeht, aber bei gesteigerter Aufmerksamkeit gefunden wird. In der Mehrzahl der Fälle geschieht die Vereinigung der Spaltränder in allen Membranen so zart und fein und innig, dass in dem ausgebildeten Auge jede Spur eines Hiatus verschwindet. Wer sich aber viel mit der Anatomie des Auges und mit dessen Entwicklungsgeschichte beschäftigt hat, dem wird es da, wo der Ungeübte nichts vorfindet, leicht werden, in der Sclera, Retina und Choroidea, und selbst im Kreis der Ciliarfortsätze (Arlt) Spuren des früheren Hiatus, ja selbst grössere Reste desselben, zu bemerken.

Wichtig ist das Vorkommen eines doppelten Fœtalaugenspaltes (3. 1. 2.) Dasselbe ist bisher nur sehr selten (fünf Mal) beobachtet worden. Zweimal habe ich ihn am Auge des bebrüteten Huhnes, einmal am Auge eines Schaffœtus gesehen. Die letztere Beobachtung ist in Fig. 9 der dritten Tafel illustriert und in der Er-

klärung derselben erzählt. Im Mai 1837 sah ich an einem ungefähr viertägigen Hühnerembryo nicht allein den gewöhnlichen von hinten nach vorn d. h. von der Choroidalendigung nach dem Insertionspunkt des Nervus opticus gehenden Spalt der Choroidea, sondern auch einen gleichen etwas schmaleren, der von der vorderen Choroidalendigung nach hinten auf der innern Seite des Auges ging. Ein anderes Mal im Juni desselben Jahres, wo ich die Embryonaluntersuchungen fortsetzte, sah ich in einem Hühnerfötalauge von demselben Alter eine Narbe in der Choroidea, der gewöhnlichen Choroidalpalte entgegengesetzt, und abermals einen zweiten Spalt neben dem normalen, ebenfalls an einem Hühnerembryo. Im letzteren Falle lag der Spalt nach aussen (4. 1. 2.). Diese Beobachtung erschien, als ich sie zur Erklärung des seitlichen Colobom's benutzte, neu; gleichzeitig hatte Dr. Warnatz Aehnliches beobachtet. (Meine Monatsschrift für Medicin, Chirurgie und Augenheilkunde. Bd. III, S. 534. Leipzig 1840,) sie ist jedoch bereits früher, wie Dr. Fichte bemerkte, von Emmert an Amphibienaugen gemacht und durch Abbildungen erläutert worden. (Archiv für die Physiologie von Reil und Autenrieth. Bd. X, S. 84. Untersuchung über die Entwicklung der Eidechsen in ihren Eiern von Emmert und Hochstetter, Prof. in Bern.) Die genetische Seltenheit eines doppelten Augenfötalspaltes steht noch zu vereinzelt da, um Gegenstand einer bestimmten physiologischen Deutung zu sein.

Falte — Faltung.

(Tafel 3—6.)

Spielt der Druck eines eben gebildeten Augentheiles auf den benachbarten andern, noch nicht ausgebildeten aber weichen, Theil bei der Ophthalmogenese eine Rolle? Diese Frage drängt sich gewiss Jedem auf,

der die Bildungsgeschichte des Auges verfolgt. Wer würde z. B. nicht an die Möglichkeit einer Druckwirkung Seitens der Ciliarfortsätze auf den Margo ciliaris corporis vitrei denken, durch den die fertige festere Gestalt der ersten in der weichen nachgiebigen Masse der letzten sich abdrückte? Wen würde nicht ein ähnlicher Gedanke überkommen beim Studium der gegenseitigen Verhältnisse von Netzhaut und Glaskörper in der Fœtalzeit! Aber bei näheren und weiter vorschreitenden Untersuchungen der Ophthalmogenese wird sich dem verständigen Beobachter bestimmt ergeben, dass ein genetischer Einfluss des Druckes nicht stattfinden kann. Es ist nicht die todt mechanische Druckwirkung, die sich von einem fertigen Organtheil des Auges bildend auf einen unausgebildeten, z. B. die Ciliarkrone, fortsetzt, es ist der lebendige fortwirkende Akt der Faltung, der gleichzeitig oder nach kurzen Pausen in einer gewissen Richtung des Auges, z. B. dicht hinter dem Scleralrand durch die Choroidea, die Hyaloidea und die Netzhaut einwärts bildend, fortwirkt. Es ist merkwürdig, wie dieser einfache organische Vorgang von der Natur namentlich in den ersten Organisationsstadien des Auges zu sehr bedeutenden Bildungsakten angewendet wird (Huschke, in meiner Zeitschrift für Ophthalmologie Bd. III., S. 5) denn die Natur gründet in der Bildung des Menschenauges gerade in sehr früher Zeit die gewaltigsten Bildungsepochen. Wir haben der Faltung den Beginn der histologischen Abscheidung der Cornea und Sclera aus der allgemeinen Umhüllungshaut zugeschrieben (3. 13.), wir sahen, dass die schöne Schöpfung der Ciliarfortsätze aus der einfachen Faltung des Choroidealrandes entsteht (3. 5. 6.), durch die Halbbildung, eine wichtige Metamorphose des Glaskörpers durch Faltung des fœtalen Ciliartheiles desselben entsteht (6. 2.), dass aus der Faltung der Hyaloidea der Petit'sche Kanal

sich bildet (6. 15.), dass eine Faltung der Anfangspunkt des zartesten Gebildes, der *Corona ciliaris* ist. Die Faltung ist der erste Bildungsanfang der Thränenkanäle, denn diese sind anfangs Rinnen und gehen später, wie die Gefässe, in Kanäle über. Die Faltung spielt eine grosse, wenn auch noch nicht erklärte Rolle in der Entwicklungsgeschichte der Netzhaut; und in der Ausbildung des Glaskörpers ist die Faltenbildung und ihr Uebergang in Glättung der vermittelnde Uebergang dieses Organ's in die bleibende Gestalt der Kugelform. (6. 3. 4.)

Die Faltung geschieht in Membranen und zwar an den Rändern derselben und auch in Mitte des Gewebes. Geschieht die Faltung an dem Rande einer Membran, so entstehen an dem äussersten Ende derselben kleine Einbiegungen, deren jede der anderen an Breite und Länge gleich ist. Diese sind so fein und zart, dass man sie bei der Betrachtung mit blossem Auge für Punkte hält, die erst bei der Untersuchung mittelst der Lupe als beginnende Falten erscheinen. Sehr bald verbreitet sich eine solche Einbiegung von dem Rande nach der Tiefe der Membranausbreitung hin, und die frühere kleine Einbiegung wird dadurch zur Falte, d. h. es wechselt jetzt auf der früheren glatten Fläche eine Erhabenheit der Membran mit einem Einbug, die bald länger bald kürzer sind. Durch eine solche Faltenbildung wird der bisherige Saum der Membran verkleinert. Organe, in denen eine Faltenbildung entsteht, erleiden durch sie auch eine Formveränderung; z. B. der vorher weite *Margo ciliaris choroideæ foetalis* wird enger, oder der vorher flache breite Glaskörper wird länglich, bekommt einen Hals (6. 2.) Durch die Faltenbildung wird ferner der Saum einer Membran belebt, das sieht man deutlichst an dem fötalen Ciliarrand der *Choroidea*, an dem die Ciliarfortsätze entstehen, dasselbe

an dem *Margo ciliaris* der *Hyaloides*, an dem die *Corona ciliaris* sich zu bilden anfängt.

Durch den Akt der Faltung, die am Rande der Membranen meistens etwas schräg geschieht, tritt aber ferner eine Verlängerung desselben hervor, denn aus den äussersten Spitzen solcher schräger Faltung wachsen kleine Fortsätze, ich möchte sagen, Zungen heraus, die weiterer Ausbildung unterworfen sind, und zur Vollendung der feinsten Organe des Auges beitragen, z. B. der Uebergang von Falten des *Margo ciliaris hyaloideæ* in die feinen Faserungen der späteren *Corona ciliaris* (6. 12.). Die Faltenbildung bewirkt aber auch am Rande feiner Häute eine Farbenveränderung. Durchsichtige Membranen werden an der Stelle der Faltung undurchsichtig - bläuliche, bisweilen grau-schwarze. Das sieht man sehr deutlich an dem sich faltenden Rande der *Hyaloides*, wie denn schon jeder Einbug in Glashäuten einen Schatten, eine Verdunklung herbeiführt, der Faltung nicht zu gedenken, die das in bei weitem höhern Grade verursacht. Mikroskopische Untersuchungen solcher Falten zeigen, wenn sie auseinander gezogen werden und geglättet sind, keine Spur irgend einer Absonderung in der ersten Zeit der Faltung. Hat letztere aber eine Zeit lang gedauert, so sieht man pigmentöse Moleküle in grösserer oder geringerer Menge innerhalb der Falten. Diese schwarze Ablagerung ist der Grund, weshalb das unbewaffnete Auge nicht die Falte, sondern nur die Pigmentablagerung daselbst als schwarze Punkte erkennt. Faltungen am Saume membranöser Organe des Auges schliessen sich entweder circulär ab, wie die Ciliarfortsätze, und gewähren dann benachbarten Organen einen Stützpunkt, wie z. B. der Iris, oder sie spitzen sich dabei fadenartig zu und gehen in neue Bildungen über, wie bei der *Corona ciliaris*. Ihr Zweck ist Gestaltveränderungen, und zwar verklei-

nernde, abrundende in gewissen Organen herbeizuführen. Solche Faltungen sind bleibende. Es giebt aber auch vorübergehende fötale Faltungen. Diese sind bei der Entstehung mancher membranöser Organe bereits vorhanden, sie beharren eine Zeit lang, verschwinden aber sodann für immer. Diese Falten dienen dazu, in der Anlage kleinen Organen zu ihrem Wachsthum Stoff zu geben, sie zu vergrössern und abzurunden: so sehen wir vorübergehende Faltungen in der Hyaloidea des Glaskörpers, so sehen wir fötale Entwicklungsfalten in der Netzhaut. In beiden Organen verschwinden dieselben, je näher sie der bleibenden Höhe ihrer Entwicklung entgegenschreiten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1. Figur 1.—20.

Foetalaugenbildung — Foetalaugengestalt.

Diese Tafel giebt in einer grösseren Reihe von Abbildungen eine Geschichte der ersten Spuren menschlicher Augenbildung und der Formen, unter denen sie auftritt.

1. Ein menschlicher Embryo aus frühester Zeit. Man sieht am oberen Ende die Gehirnblase vor ihrer Theilung: sie ist ohne alle und jede Spur einer beginnenden Augenbildung, selbst bei der genauesten Untersuchung mit einer scharfen Lupe ist nichts davon wahrzunehmen.

2. Die ersten Spuren der Augenbildung an einem menschlichen Fötus, und zwar rechter Seits. Es ist ein unregelmässig gestalteter dunkler Ring, der nach unten nicht geschlossen ist. Die Zeichnung ist durch die Lupe gemacht, also sehr vergrössert.

3. Ein ähnlicher Fall frühester Augenbildung an einem menschlichen Fötus rechter Seite. Die Zeichnung des Augensringes ist kräftiger, die Rundung desselben unregelmässig, die Augenstelle selbst abgeflacht. Der Ring nicht ganz geschlossen. Der Spalt in demselben ist klein. Der Ring ist der durch die allgemeine Föetalhaut, die sich an dieser Stelle zur Augenumhüllungshaut gestaltet, durchscheinende vordere Rand der Choroidea, nicht die Iris, wie Viele annehmen. Die Ansicht ist durch die Lupe gezeichnet.

4. Die ersten Spuren der Augenbildung bei einem menschlichen Fötus. Ein länglicher Ring, der unten nicht geschlossen ist, ist zu sehen. Es ist der fötale Choroidealrand. Die Augenstelle ist etwas erhaben. Durch die Lupe ist die Figur zwar gezeichnet, aber wenig vergrössert. Sehr oft ist die früheste Bildungsspur des Auges mehr oval als rund, ersteres ist in vorliegender Figur der Fall.

5. Ein in seiner ersten Bildung so weit vorgeschrittenes menschliches Föetalauge, dass der Choroidealring geschlossen ist. Der Bulbus ist namentlich nach oben grösser, schmaler nach unten; er hat sich in seinem oberen Theil mit der Umhüllungshaut gehoben und erscheint dort gewölbt. Er hängt

mtt dem oberen Theil knopfförmig über den unteren herüber. Die Orbita ist noch nicht vorhanden. Das Bild ist vergrößert durch die Lupe gezeichnet.

6. Ein durch die Lupe gezeichneter, wenigstens vier Mal vergrößerter menschlicher Fœtalkopf. Die Augen stehen weit auseinander und sind in ihrem Choroidealring noch nicht geschlossen, zeigen dort den Fœtalspalt. Das mittlere Gesicht ist noch nicht gebildet, es ist nur eine Gesichtshöle da, keine Spur von Augenlidbildung. Die Augengegend ist sehr flach.

7. Eine ähnliche durch die Lupe gezeichnete vergrößerte Darstellung eines etwas älteren menschlichen Fœtus. Die Augen stehen jetzt weit auseinander, werden aber eine mehr convergirende Richtung später nehmen. Der Choroidealring ist geschlossen. Von Augenlidern keine Spur. Die Bildung des mittleren Gesichtes hat begonnen, die Höle desselben hat sich geschlossen.

8. a. Die erste Andeutung der untern Augenlidbildung, die meistens vor der obern geschieht. Ein rechtes menschliches Auge aus sehr früher Zeit der Entwicklung, vielleicht aus dem zweiten Monat. Es ist durch eine einfache Lupe betrachtet. Das Auge ist wenig erhaben, nach oben hin mit den allgemeinen Hautbedeckungen, ohne dass dort die Spur eines obern Augenlides wahrzunehmen ist, zusammenhängend. Es erscheint hell, doch kann man eine Hornhaut als sich erhebendes Organ nicht unterscheiden. Das Ganze ist matt, wie verwischt, noch nicht durchsichtig. Nach unten zu nimmt man eine halb ringförmige Falte wahr, deren Rand convex nach unten, concav nach oben gegen den Bulbus hin liegt. Im Auge erscheint als ein schräg liegender, nach unten offener, also nicht geschlossener schwärzlicher Ring, der fœtale Choroidealrand. (Vergl. Taf. 3. 8. b.) Die untere Falte ist das durch einfache Faltung des allgemeinen Gesichtshaut entstehende untere Augenlid.

8. b. Bildungsanfang des obern Augenlides an einem menschlichen Fœtus aus dem Anfange des dritten Monates. Die Verhältnisse sind wie in der vorigen Figur.

9. Eine durch die Lupe sehr vergrößert gezeichnete Augengegend eines menschlichen Fœtalkopfes vom Anfang des dritten Monates. Die Augen stehen divergirend nach aussen; sie sind von klaffenden doppelt vorhandenen Hautfalten umgeben, den Rudimenten der künftigen Augenlider. Die obern und untern Augenlidfalten haben sich in den Ecken bereits vereinigt.

10. Ein in natürlicher Grösse gezeichnetes rechtes menschliches Fœtalauges, an dem die Augenbildung weiter vorgeschritten ist. Die Ränder der Lider, die noch sehr kurz sind, berühren sich noch nicht, man sieht desshalb den Bulbus deutlich im Augenlidspalt.

11. Die Augenlider eines rechten menschlichen Fœtalauges berühren sich (bedecken den Bulbus) in ihren Rändern. Es ist noch kein Tarsus vorhanden, ebensowenig Zeis'sche oder

Meibom'sche Drüsen. Diese Darstellung ist vergrössert gezeichnet.

12. Eine ähnliche Darstellung (in natürlicher Grösse) eines menschlichen Föetalgesichtes aus dem vierten Monate. Es findet das eigenthümliche Verhältniss statt, dass die geschlossenen Augenlider mit ihrem geschlossenen Spalt nicht vor den Augen selbst liegen, sondern dass diese divergirend nach aussen ausserhalb des Spaltes sich befinden, halb hinter dem äussern Augenlidwinkel liegen.

13. Eine in natürlicher Grösse gezeichnete Ansicht eines etwa viermonatlichen menschlichen Föetalgesichtes. Man sieht die jetzt ausgebildeten Augenlider, die sich auf den Augen liegend in ihren Rändern berühren, also geschlossen sind. Die Nasengegend ist noch breit, sie hat sich aber gehoben. Es ist das die Zeit, wo der Thränenkanal und die Thränenpunkte entstehen. In der Gegend des innern Augenwinkels ist auf der rechten Seite eine von dem obern Lid ausgehende Hautfalte vorhanden, auf der linken ebenfalls, hier noch grösser. Die Hautfalte entspringt oberhalb des obern Lides. Es ist das der Zeitpunkt, wo sich der angeborne Epicanthus bilden kann.

Die Figuren 14—20 geben Horizontaldurchschnitte menschlicher Föetalköpfe aus dem zweiten bis ungefähr fünften Schwangerschaftsmonate. Sie sind alle in natürlicher Grösse gezeichnet und wurden nach Chromsäurepräparaten gefertigt. Diese Zeichnungen geben einen instructiven Ueberblick über die Form- und Lagenveränderungen des menschlichen Föetalauges in dem genannten Zeitraum. Die Beschreibung der einzelnen Figuren erläutert das Weitere.

14. Horizontaler Durchschnitt eines menschlichen Föetuskopfes ungefähr vom Anfang des dritten Monates. Der horizontale Durchschnitt hat die Mitte des Kopfes und der Augen getroffen; letztere sind in 18 vergrössert dargestellt, während 14 in natürlicher Grösse ist. Die Augen sind seitwärts gelagert, und haben eine abgeflachte mehr breite als längliche Form. Die Sehnerven sind gestreckt und sind in dieser Zeit Rinnen und Kanäle, ein wichtiger Bildungsvorgang der Sehnerven.

15. Horizontaler Durchschnitt eines nicht ganz dreimonatlichen menschlichen Föetalkopfes. Die Augen liegen noch mehr seitwärts als früher, sind aber in ihrer Form länglicher geworden, wodurch die Scleralprotuberanz nach aussen entstanden ist; sie kann deutlich an der äussern Seite der Sclera gesehen werden.

16. Durchschnitt eines menschlichen Föetalkopfes aus dem Ende des dritten Schwangerschaftsmonates. Abermals eine Veränderung der Gestalt und Lage der Augen. Die Bildung der Orbita ist vorgeschritten.

17. Ein ähnliches Präparat aus etwas späterer Zeit foetaler Entwicklung. Der Durchschnitt ist tiefer geführt, und traf die Bulbi unterhalb der Insertion der Nervorum optico-rum. Die Gestalt der Augen ist länglicher geworden. Es liegen in den Augen Linsendurchschnitte. Die Glaskörper sind nicht entfernt; sie decken die innere Fläche der Netzhaut.

18. Durch die Lupe vergrösserte Ansicht des in 14 in natürlicher Grösse gezeichneten Präparates.

19. Durchschnitt eines menschlichen Fœtalskopfes vom Ende des dritten Monates unterhalb der optischen Nerven. Die Form der Augen erscheint bei näherer Betrachtung abermals verändert, sie sind namentlich im Querdurchmesser gewachsen, und erscheinen in der Cornealgegend abgeflacht. Man sieht beide Glaskörper und die Linsen auf ihren Durchschnitten.

20. Vorderer Theil des horizontal zerschnittenen Kopfes eines menschlichen Fœtus von vier und einem halben Monat, in natürlicher Grösse gezeichnet. Das Gehirn ist entfernt, ebenso sind es die obern knöchernen Theile der Orbita, so dass der linke und rechte Bulbus in ihrer natürlichen Lage sichtbar sind. Zwischen beiden Bulbis liegt das Siebbein, ein Theil des Stirnbeins sammt der Crista nach vorn, und nach hinten zu; nach der Schädelhöhle hin die Sella turcica. Der linke Bulbus ist frei von Orbitalfett und den Muskeln dargestellt. Man sieht den proportionell sehr dünnen Nervus opticus wenig gekrümmt zum hintern Theil der Sclera sich begeben, links liegt die Protuberantia sclerae, die sich jetzt bereits abgeflacht hat. Nach vorn die Cornea. Die Form des Bulbus ist offenbar noch foetal in seinen Durchmessern und in seiner Gestalt. Der rechte Bulbus ist mit Muskeln umgeben, nachdem die Orbitalknochen entfernt sind; man sieht den Rectus superior, den Rectus internus und einen Theil des Rectus externus. Die Form, die den Inhalt der Orbita, deren Wände entfernt sind, darstellt, ist hornförmig gebogen, und zeigt deutlich, dass dieselbe in dieser Zeit noch nicht wie bei dem neugeborenen Kinde gestreckt ist, was bei Vergrösserung des Os ethmoideum und sphenoideum nach den Seiten hin später geschehen wird. (Tafel 12 letzte Figuren.)

Tafel 2. Figur 1.—24.

Fœtalaugenspalt.

Die zweite und dritte Tafel enthalten Illustrationen des Fœtalaugenspaltes, seiner Entstehung, Dauer und seiner Verwachsung überhaupt, namentlich aber in der Sclera und an der Scheide des Nervus opticus.

1. Vielfach vergrössert durch die Lupe gezeichneter Durchschnitt eines in Chromsäure verhärteten Schafsfœtalauges aus frühester Zeit, wo die Augenblase als eine seitliche Hervorstülpung der Gross-Hirnblase mit letzterer noch communicirend er-

scheint. Die Augenblase (*a*) steht mit der Hirnblase (*b*) in unmittelbarer Verbindung, denn jene hat sich von dieser noch nicht ganz getrennt, sondern es sitzt Blase an Blase. Von den innern Organen des Auges sind bestimmte Umrisse noch nicht zu sehen; beide Blasen sind von Fötalhirnwasser erfüllt.

2 und 3. Der Zusammenhang der in ihrer weiteren Vollendung weiter vorgeschrittenen Augenblase (1) mit der Gross-Hirnblase (2) ist verkleinert; jene steht mit dieser nur durch einen rinnenförmigen Fortsatz noch in Verbindung, der sich zum Nervus opticus später umbildet. Diese Abschnürung wird unter einem gabelförmigen Knochenplättchen (*Furca orbitalis*) gebildet (3), das zwischen Bulbus und der Gehirnblase lagert, und ein Theil der Knochenparthien der nach vorn hin wachsenden Augenhöle ist. Es fällt sonach der Bildungsanfang des Sehnerven mit der Entstehung der Augenhölwände zusammen; der Anfang der Orbita ist jenes gabelförmige Knochenplättchen, das die Abschnürung der Augenblase vom Gehirn vermitteln hilft. (Vergl. den Abschnitt über die Orbitalabbildung, und Tafel 12.)

Die Figuren 4, 5 und 6 verdeutlichen die Conturzeichnungen (die mit dem Zirkel in der Hand ganz in natürlichen Grössen gefertigt wurden) von menschlichen Fötalaugen aus der Zeit des dritten (4), vierten (5) und fünften (6) Schwangerschaftsmonates, nach ihren verschiedenen Formen und Grössen.

Die Figuren 7, 8, 9 und 10 sind Abbildungen von Föetalköpfen von Vögeln (10), Quadrupeden (7 8) und Eidechsen (9). Dieselben sind deshalb hier gegeben, um die verschiedenen Richtungen kennen zu lernen, die der Choroideal-spalt des Auges in den frühesten Perioden des Fötallebens haben kann, und die von der verschiedenen Lage des Auges in dieser Zeit abhängen. In 7 steht der Föetalspalt horizontal, in 8 schräg nach innen und abwärts, in 9 fast abwärts, und in 10 bereits nach aussen und hinten.

Die jetzt folgende Reihe von Figuren von 11—24 erläutert die Geschichte des Föetalspaltes des Auges, dessen Entstehung und dessen Verschwinden. Man kann denselben in genetischer Reihenfolge nur am Hühnerembryo beobachten; am menschlichen Fötalauge sind immer nur einzelne zurückgebliebene Spuren desselben aufzufinden; man muss diese mosaikartig zu einem ganzen genetischen Bilde an der Hand der Entwicklungsgeschichte des Auges am Hühnerembryo vereinigen. In den Abbildungen von 11—24 sieht man eine Reihenfolge von Augen des Hühnerföetus, an denen die Geschichte des Augenföetalspaltes nach strenger Naturbeobachtung am bebrüteten Hühnerei, durch die Lupe vergrössert gezeichnet, dargestellt ist.

11 und 12. Die Figur 11 stellt ein Hühnerföetusauge einige Tage alt von vorn betrachtet dar. Es ist im untern Theil schmäler als im obern, letzterer hängt über dem unteren Theil

herüber, er ist höher, erhabener, dieser abgeflachter. Man sieht den Spalt der Sclera, der von dem untern Rand der Cornea ausgeht und sich abwärts nach hinten bis zum Centrum der hintern Wand des Bulbus in gerader Richtung (12) biegt. Der Spalt endigt dort etwas rechts ausgebogen.

13 und 14. Das Auge ist im Wachsthum vorgeschritten, und ist die untere Hälfte jetzt eben so hoch wie die obere. Der Spalt der Sclera ist auf der vordern Fläche und abwärts etwas schmal (13), dagegen auf der hintern Fläche (14) wie früher beschaffen, aber etwas schräg gelagert, was für eine Verschiebung der Hülle des Auges in seinen einzelnen Theilen und für eine dadurch bedingte Formveränderung desselben spricht.

15 und 16. Das weitere Fortschreiten der Metamorphose des Scleralspaltes, d. h. zur Vereinigung von dessen Rändern, tritt beim Vergleich der Figuren 15 und 16 mit 13 und 14 deutlich hervor; namentlich ist die Schliessung des Spaltes an der untern Seite der Sclera zu sehen.

In den Figuren 17—20 zeigt sich ein längerer Stillstand der Entwicklung.

Die Fig. 21—24 zeigen die allmähliche Schliessung des Spaltes.

Tafel 3. Figur 1.—18.

Foetalaugenspalt.

Diese Tafel illustriert den selten vorkommenden doppelten Foetalaugenspalt, und den Schluss des einfachen Foetalspaltes im Augengrunde.

1 und 2 zeigen zwei Hühnerfoetalaugen, an denen der Verfasser einen doppelten Foetalspalt wahrgenommen hat. Der zweite Foetalspalt war in beiden Fällen schmäler als der erste. (Vergl. den dritten Abschnitt. Augenfoetalspalt. S. 189.)

3. Vergrösserte durch die Lupe gezeichnete Darstellung eines in der Ausbildung stark vorgeschrittenen Hühnerauges in dem Momente, wo der kurze schmale Sehnerv mit dem Scleralspalt sich vereinigt. Das Auge ist von allen seinen Umgebungen getrennt, und liegt auf der Gehirnbilase.

4. Innere Ansicht des vorderen Segmentes eines Kalbsfoetusauges. Man sieht in der Mitte die längliche Cornea an der hintern Seite, und unter ihr in der Sclera eine runde längliche dünne Stelle derselben, eine Ausbuchtung, die dadurch entstand, dass der Scleralspalt in seinen Rändern dort selbst nicht unmittelbar verwachsen, sondern durch eine dünne Zwischenmembran verbunden ist.

5. Durch die Lupe vergrössert gezeichnete innere Ansicht des vorderen Segmentes eines menschlichen Foetalauges aus der vierten bis sechsten Schwangerschaftswoche. Man sieht in dem schwarzen Kreise den Ciliarrand der Choroidea. Der Rand ist die Entstehungsstelle für die künftigen Ciliarfortsätze, an denen rechts einige Primitivfalten derselben zu sehen sind;

nach unten (*a*) ist eine Andeutung des Spaltes der Choroidea. In der Mitte des fötalen Ciliarrandes der Choroidea ist die hintere Fläche der Cornea; die Choroidea zeigt in dieser Zeit noch keine fertigen Pigmentzellen, es sind nur kleine schwarze und gelbe Pigmentkörner in grösserer und geringerer Menge hier und dort vorhanden. Diese Abbildung gewährt eine naturgemässe Ansicht von dem frühesten pigmentösen Föetalzustande einer menschlichen Choroidea.

6. Spalt der Choroidea und Sclera eines Hühnerfötus aus sehr früher Zeit. Es ist der Choroidealspalt (*a*) von der Pigmentlage umgeben; er ist nach oben etwas enger als in der Mitte. Die Richtung des Spaltes ist schräg. Die Ansicht ist vergrößert durch die Lupe gezeichnet.

7. Unter einem einfachen Mikroskop gesehene und deshalb vergrößerte Darstellung des Scleralspaltes, sammt Spalt der Choroidea aus einem Hühnerföetalauge auf der innern Seite gesehen. Der Spalt ist oben abgerundet, das ist die Stelle, wo von aussen die Scheide des Nervus opticus sich inserirt (2. 22. 24.). Diese Stelle liegt dicht an der Gehirnblase, und von hier aus geht der Spalt, spitzer werdend, nach vorn am untern Theil des Bulbus. Es tritt die Arteria centralis (*a*) an dieser Stelle aus dem rinnenartig gestalteten Neurilem des N. opticus kommend in die Cavität des fötalen Bulbus.

8. Diese durch die Lupe vergrößert gezeichnete Figur stellt den hintern Theil eines menschlichen Föetal Auges aus sehr früher Zeit dar (vielleicht die dritte oder vierte Woche). Man sieht in *aa* die Sclera mit ihrer runden offenen Ausbuchtung und Spalte nach hinten gegen die Gehirnblase hin (*b*), mit der das Auge unmittelbar zusammenhängt (2. 1. 2.). In dem Scleralspalt ist der Spalt der Choroidea, welche dünne schwärzliche Membran dort sich zeigt, sichtbar (*ba.*) Man sieht sonach, dass der Scleralspalt in frühester Zeit breiter ist, als der Choroidealspalt. Das Plumpe der Figur darf nicht auffallen; Präparate lassen sich in so früher Zeit nur durch Nadeln, nicht mit dem Skalpell oder der Scheere verfertigen.

9. Auf sich selbst umgebogenes vorderes Augensegment aus einem Schafffötus aus früher Föetalzeit. Man sieht die innere Fläche der Choroidea, und die in ihrer Bildung ziemlich vorgeschrittenen Ciliarfortsätze, an denen aber noch keine Spur von Irisbildung zu sehen ist. Rechts ist der normale Choroidealspalt, der noch nicht geschlossen ist und auch durch die Ciliarfortsätze hindurchgeht, jedoch klaffen diese nicht am Ciliarrande, wo sich die Iris ansetzen wird; der Ciliarrand ist an der äussersten Grenze geschlossen. Entgegengesetzt dem normalen Choroidealspalt ist ein zweiter Spalt dieser Membran sichtbar. Er ist aber sehr schmal. (Vergl. 1 u. 2 dieser Tafel.) Es ist der dritte Fall doppelten fötalen Choroidealspaltes.

10. Durch die Lupe vergrössert gezeichnete innere Ansicht des vorderen Augensegmentes, eines in seiner Bildung weit vorgeschrittenen Hühnerföetalauges. Man sieht die als schmalen Ring beginnende Bildung der hintern Fläche der Iris, dann die Ciliarfortsätze, in denen der Spalt, nach dem Augengrunde breiter als nach der Iris, zu sichtbar ist. Die in der Peripherie umherliegende Membran ist die flockige Netzhaut..

11. Die hintere Ansicht der Sclera eines menschlichen Föetalauges aus sehr früher Zeit durch die Lupe vergrössert dargestellt. Das Object in natürlicher Grösse findet sich dicht unter der Figur. Man sieht jetzt den Föetalspalt der Sclera in mehr dreieckiger, nicht mehr oblonger Gestalt, es ist der Nervus opticus im Begriff, sich zur Verwachsung in den Spalt zu senken. Diese Darstellung eines selten am menschlichen Föetalauge zu beobachtenden Vorkommnisses schliesst sich der Figur 8 an.

12. Vergrössert durch die Lupe gezeichnete Ansicht der innern Fläche eines Lateralsegmentes eines menschlichen Föetalauges vom Ende des dritten Monates. Die natürliche Grösse findet sich unter der Figur. Man sieht den Rest des Choroidealspaltes, der bis zu den Ciliarfortsätzen geht. Die Iris ist noch nicht gebildet. Die Choroidea, die man sieht, weil die Retina entfernt ist, hat noch wenig Pigment.

13. Schematische Darstellung der Bildung der Cornea im menschlichen Föetalauge durch Einfaltung der allgemeinen Umhüllungshaut des Bulbus nach innen. Es ist letztere in dieser Zeit noch sehr dünn. Ist die Einfaltung zirkelförmig auf der äussersten Fläche der Augenumhüllungshaut geschehen, wodurch nach innen ein Vorsprung sich bildet, so tritt die durch die Einfaltung hervorgetriebene zirkelförmige Stelle der Umhüllungshaut als Cornea deutlich hervor, wie dieses in der schematischen Zeichnung deutlich zu sehen ist. Durch die spätere Auflagerung fester Theile auf die jetzt dünne Sclera in der Art, wie es auf der linken Seite der Figur durch eine punktirte Linie angegeben ist, wird die Formation der Sclera ihrer Ausbildung näher gebracht.

14. Vergrösserte Ansicht des hintern Theiles einer Schafföetalsclera in dem Moment, wo das noch rinnenförmig gestaltete Neurilem des Nervus opticus sich in den Spalt der Sclera einsenkt, eine genetische Darstellung, die den Verwachsungsakt des Neurilems des Nervus opticus deutlichst versinnlicht. Hier findet die Insertion in dem hintersten Theil des Spaltes statt, bisweilen aber auch in der Mitte, so dass dann der Spalt ober- und unterhalb des Sehnerven noch eine Zeit lang klafft, und zu beiden Seiten dann sich schliesst. Im ersteren Falle geht der Schluss der Spalte langsam von statten, und wie es die Abbildung

15 zeigt, durch eine dünne membranöse Zwischensubstanz *b*, die die Protuberantia scleralis bildet. (Vergl. Fig. 4.)

16. Ist die Verwachsung des Neurilems des Nervus opticus mit dem Scleralspalt zu Stande gekommen, so bleibt, wie man das in dieser Darstellung sieht (*a*), eine Zeit lang in dem Neurilem noch ein Spalt, eine offene Stelle zurück. Hierdurch wird die schöne leichte Vereinigungsweise der in Rede stehenden Organe erklärlich. Dieselbe schliesst sich nach und nach, hinterlässt aber nach längerer Zeit schwache Andeutungen ihres früheren Klaffens. (Vergl. 17.) Die vorliegende Zeichnung ist die durch die Lupe vergrösserte Darstellung der geschilderten Verwachsung zwischen Nervus opticus und Sclera, die ich an einem Schaffötusauge aus sehr früher Zeit beobachtete. *a*. Nervus opticus, das Neurilem hat dicht vor der Vereinigung mit der Sclera einen Hiatus. *b*. Der Eingang des Nervus opticus in die Augenhöle. *cc*. Durchschnittenene Sclera. *d*. Linse, Glaskörper mit *c* der Arteria centralis, die aus *b*, dem Eingang in den Nervus opticus, herausgezogen ist. Die Netzhaut ist weggespült.

17. Durch die Lupe vergrössert gezeichneter Durchschnitt des Nervus opticus dicht an der Verbindung mit der Sclera an einem menschlichen Fötalauge vor dem fünften oder sechsten Monate. Das Neurilem hat eine schwache Andeutung des Spaltes (*a*), noch mehr aber die eigentliche Nervenmasse des Nervus opticus.

18. Darstellung des hintern Segmentes eines menschlichen Fötal Auges von sechs Monaten auf der innern Seite gesehen. Man sieht den Nervus opticus (*a*), die Sclera, (*bb*) auf dem Durchschnitt und die Retina; an ihr einen länglichen Spalt, der sich später verkleinert und das Foramen rotundum retinae gebildet haben würde.

Tafel 4. Figur 1.—23.

Bildung der Foetallinse.

Die vierte und fünfte Tafel geben bildliche Darstellungen der Linsen- und Glaskörperbildung.

1. Das Auge eines dritthalb Tage hindurch bebrüteten Hühnerembryo's, unter einer starken Lupe vergrössert dargestellt. Man sieht in ihm die ersten Andeutungen der Linsenbildung. In *aaab* gewahrt man den äussern Umriss des Auges, die Umhüllungshaut, in *b* den Fötalspalt des Auges, in *c* die Stelle der Umhüllungshaut, wo sich die Cornea von der Sclera durch Einfalzung trennt (3. 13.); hinter ihr in der Mitte und in der Tiefe des Auges liegt die Linsenkapsel, die sich eben lamellirt, und in ihrem Centrum ist die erste Andeutung der Entstehung des Linsenkörpers zu sehen: sie bildet sich durch regelmässige Lagerung einzelner aus Linsenkugeln entstehenden Linsenfasern. Die Linsenkapsel ist hier wie die Cornea in frühester Fötalzeit von länglicher Gestalt; bei fortschreiten-

der Metamorphose des Föetalaugenspaltes geht die oblonge Form dieser Organe in eine mehr runde über.

2—6 versinnlichen das Material, aus dem der Linsenkörper sich bildet, und die organischen Umwandlungen, durch welche jenes nach und nach hindurchgeht, von der Linsenkuugel bis zur Linsenfasermembran. 2 zeigt die Mitte der eben in zwei Blätter getheilten Linsenkapsel, und zwar der hinteren; es findet sich eine Gruppe von Linsenkuugeln vor, die sich später durch Absonderung der Epithelialschicht der inneren Fläche der vorderen Linsenkapselwand vermehrt. Aus diesen Linsenkuugeln bilden sich, nachdem sie sich linear gelagert haben (3), und in eine Längengestalt übergegangen sind, Linsenfaseru verschiedener Dicke und Länge (4), die später in ihren Endigungen sich krümmen und schlängeln (5). Diese Bildung in Linsenfaseru geht durch Juxtaposition derselben in Linsenfasermembran über (6). Man sieht in 6 eine fertige Linsenfasermembran auf der einzelne Linsenkuugel linear gelagert, in Begriff sind, in Linsenfaseru sich zu verwandeln, so dass in dieser Abbildung das Wachsathum der Linse, das ein Vorgang der Auflagerung von sich fortbildenden Linsenstoffen ist, zur Anschauung kommt.

7 zeigt die vordere Fläche der eben gebildeten hinteren Linsenscheibe aus dem Auge eines Hühnerembryo von ungefähr dem sechsten Tage der Bebrütung. Die Linsenscheibe ist dünn, wird von eben entstandenen Linsenfaseru gebildet, die in drei Gruppen gelagert von der Peripherie zum Centrum gehen; hier ist ein dreieckiger Raum, wo später der Linsenkern entsteht. Diese hintere Linsenscheibe ist die Grundlage zur Bildung des Linsenkörpers. Sie ist meistens rund, bisweilen, wenn ihre Bildung in sehr früher Zeit fällt, nach abwärts zu länglich, eine Form, die bisweilen provisorisch ist, und später in die runde übergeht, bisweilen aber auch permanent bleibt. Auf der hintern Fläche erscheint eine solche Linsenscheibe gleichmässig geformt.

8. Vergrössert durch eine scharfe Lupe gezeichnete menschlichen Föetallinse sammt Kapsel. Man sieht die hintere Linsenscheibe in derselben; der vordere Theil der Kapselhöhle ist noch nicht mit Linsensubstanz ausgefüllt. Die Arteria centralis tritt in dreifästiger Theilung auf die hintere Linsenkapsel, verzweigt sich über dieselbe, und geht auf die vordere Kapselwand über, wo sie sich nicht etwa blos verzweigt, sondern durch das Gewebe der dünnen vorderen Kapselwand dringt, und sich auf der inneren Fläche derselben in viereckigen und auch sechseckigen Zellen endigt.

9 giebt eine bildliche Darstellung (mikroskopisch erforscht) von diesem Bau der innern Fläche der vorderen Kapselwand. Diese Membran ist eine Glashaut, die schnell, wenn sie der Trockenheit ausgesetzt wird, in eine Menge Falten sich legt

und stark einschrumpft, ein Beweis, dass in dieser Zeit ihre Höhle von dem Inhalt noch nicht ausgefüllt ist.

10 giebt in der kleinen Figur eine Darstellung der natürlichen Grösse einer menschlichen Fötallinse vom Anfang des dritten Monats sammt Kapsel; in der grösseren Figur sieht man dagegen durch eine scharfe stark vergrössernde Lupe gezeichnet dieselbe Linse sammt Kapsel. Die vordere Kapselwand zeigt eine grosse Menge von Falten, die an vielen Stellen wegen der Zartheit der Glasmembran in kleine Oeffnungen übergegangen sind. Der Linsenkörper ist in diesen Darstellungen blos zur Hälfte, und zwar blos in der hinteren Scheibe vorhanden (7), die vordere Hälfte der Kapsel ist also leer. Dieses zeigt sich deutlich in den folgenden Darstellungen.

11 zeigt in der obern kleinen Figur die natürliche Grösse einer fötalen primären Quadrupedenlinsenscheibe, in der mittleren durch die Lupe vergrössert dargestellten Abbildung die Falten und die durchscheinende Epithelialformation, und in der dritten vergrösserten Figur eine Seitenansicht der primären hintern Fötallinsenscheibe.

12. Diese Darstellung giebt in *b* die Seitenansicht einer Schaafsfötallinse aus der Hälfte der Tragezeit, in *a* die hintere Ansicht derselben, die Linse ist nur als hinterer Linsentheil vorhanden; derselbe ist aber sehr gewachsen und hat nach vorn am Rande eine Einfassung. Er ist beutelförmig. Es ist diese Linsendarstellung eine Hemmungsbildung (Hemiphakia). Auf der hintern Fläche (*a*) ist ein Eindruck zu sehen, die Folge des fötalen Linsensubstanzmangels.

13 und 14. Diese Abbildungen zeigen den Zustand einer Schaaflinse, wo dieselbe erst in ihrer hintern Scheibe gebildet ist. Man sieht das deutlich in 14, die die Seitenansicht der hintern Linsenscheibe gewährt, die vordere Kapselwand ist sehr eingeschrumpft auf und in sich selbst, weil die vordere Linsenscheibe noch fehlt. 13 giebt die Ansicht der vorderen Linsenkapselwand. Die kleine Figur giebt die natürliche Grösse des Präparates, die anderen sind durch die Lupe vergrösserte Darstellungen.

15 und 16. Eine getrocknete Schaaffötuslinse aus sehr früher Zeit, deren natürliche Grösse in der kleinen oberen zifferlosen Figur dargestellt ist. An der Linse hängen nach hinten die getrocknete Hyaloidea und Retina. Die vordere Fläche der in schräger Auffassung gezeichneten Abbildung ist die nach innen zu vertiefte, und nach aussen am Rand umgeschlagene vordere Ansicht der primären, also hintern Linsenscheibe.

16 zeigt die trianguläre Struktur der primären Linsenscheibe und die dreigruppige Lagerung der Linsenfasern (vergleiche 7) bei Lupenanwendung. Man sieht, es ist hier nur die hintere Linsenscheibe vorhanden.

17. Darstellung einer getrockneten Schaaffötallinse, durch die Lupe vergrössert. Man sieht in den tiefen Schichten, von

denen die cirkulär gerichteten Linsenfasermembranen theilweise weggenommen sind, zwei durch eine seitliche Linie abgegränzte Linsenscheiben, die obere und die untere, die aus dicken pallisadenförmig gestalteten Linsenfäsern bestehen. Die Betrachtung dieser Abbildung giebt eine naturgemässe Idee von der primären Entstehung der Linse zunächst der hintern dann der vordern Linsenscheibe, die in früherer Zeit in ihrer Gestalt mehr einem Würfel als einer Linse oder Kugel gleichen, später aber von Linsencirkularfasern umspinnen werden, und die Kugelgestalt dann erhalten.

18—23. Diese sechs Abbildungen zeigen ebenfalls auf das Deutlichste, dass die Linse sich aus zwei Scheiben zusammensetzt. Sie sind theils schematische Figuren (18—19), theils der Natur vergrössert durch die Lupe nachgezeichnete.

18. Idealer Querschnitt einer menschlichen Linse sammt Kapsel. Man sieht beide Linsenscheiben. Die hintere Linsenscheibe ist dicker als die vordere. Zwischen beiden ist ein flacher unausgefüllter Zwischenraum, an der vorderen Fläche ist das Centrum durch die Linsenfäsern noch nicht ausgefüllt.

19. Seitliche Linsenansicht. Der Rand der hinteren Linsenscheibe tritt hervor und macht einen hervorspringenden Rand, auf dem eingerückt nach innen, die vordere Linsenscheibe sich aufgebaut hat.

20. Seitliche Linsenansicht. Rings um die Gegend, wo beide Linsenscheiben sich vereinigt haben, läuft äusserlich eine Rinne (*Sulcus foetalis circularis lentis*.) Dieselbe verschwindet später bei dem Umlegen der Linsenfäsern um die äusserste Linsenfläche, sie ist foetalen Ursprunges und foetaler Bedeutung.

21. Ein solcher *Sulcus foetalis* ist in der vorliegenden Ansicht nur links an einer Seite vorhanden, er ist durch die Lupe vergrössert.

22 und 23. Ebenfalls Darstellungen eines *Sulcus foetalis lentis humanæ*, sehr breit in 22, schmaler in 23.

Tafel 5. Figur 1.—20.

Bildung des Foetalglaskörpers.

1, 2 und 3. Durch die Lupe vergrösserte Darstellungen von Foetalinsen. Sie haben alle eigenthümliche Gestalten, die foetalen Ursprunges sind. Sie sind aus den Augen von Quadrupeden.

1. Linse mit Längengestalt. Ihre Form erinnert an die Cornealgestalt in früher Foetalzeit. Sie hat sich dem Typus der Foetalcornea nachgebildet, und diese Form über die Normalbildungszeit beibehalten.

2. Diese Linse ragt mit ihrem hintern Theil konisch nach dem Grund des Auges zu, und hat dadurch eine eigenthüm-

liche Gestalt erhalten. Es ist unbestimmt, ob diese Linsenform eine fötale oder eine pathologische ist.

3. Linse mit einer Art Ausschnitt am unteren Theile, fast colobomatös. Wenn die Linse in 1 eine nach unten vorspringende Verlängerung hatte, zeigt diese Linse einen Defekt in derselben Gegend.

4. Man sieht in dieser schematischen Zeichnung den kleinen Linsenkörper in der von ihm nicht ausgefüllten Linsenkapsel liegen. Zur Seite links liegt eine Linsenfaser, gleichsam als lege sie sich um den Linsenkörper wie ein Faden um den Knaul.

5. 6. 7. Schematische Figur 5 einer fötalen Linsenkapsel aus sehr früher Zeit; es hat sich erst die hintere Linsenscheibe gebildet, deshalb ist die vordere Linsenkapselwand sehr flach; nach hinten ist ein Eindruck, man sieht ihn von oben (a). Dieser Eindruck in der hinteren Linsenkapselwand ist die Stelle, wo an der hintern Wand die Centralarterie auftritt, und wo die hintere Seite der hinteren Linsenscheibe anliegt. Diese Kapselstelle hat bei einer geraden Ansicht der hinteren Kapselwand bald die Gestalt eines verschobenen Vierecks (6), bald einer liegenden ∞ (7). Sie spielt bei der Entstehung der *Cataracta congenita capsularis posterior* eine Rolle. Ich nenne sie *Fovea capsulae lentis foetalis*.

8. Bisweilen liegt dieser hintere Kapselwandeinbug nicht im Centrum sondern abwärts, wie es in vorliegender Figur der Fall ist, ein Vorkommniß, das mit der tiefen fötalen Lage der Linse bei noch gespaltem klaffenden Glaskörper und mit dem tief abwärts stattfindenden Auftreten der *Arteria centralis* auf die hintere Kapselwand im Zusammenhange steht.

Diese jetzt folgende Reihe von Abbildungen, die sich bis über die sechste Tafel erstreckt, giebt Darstellungen zur Morphologie und Histologie des fötalen Glaskörpers, und zwar des menschlichen und thierischen.

9. 10. 11. 12. Das früheste Fötalvorkommen des Glaskörpers ist meistens membranös, es ist die *Hyaloides*. Sie hat bisweilen die Gestalt, wie sie in 11 und 12 von allen Umgebungen getrennt erscheint, manchmal ist sie napfartig, manchmal halbmondförmig; es ist deshalb schwer, die rechte Gestalt-Bezeichnung für dieselbe aufzufinden.

9. zeigt durch die Lupe vergrößert (die kleine Figur giebt die natürliche Grösse) die Lage der Glashaut in frühester Zeit, wenn die Linse dicht gelagert zwischen Netzhaut und dieser liegt. Man sieht den Spalt in derselben; sie ist hier napfartig durch ihren Anschluss an die hintere gewölbte Linsenkapselwand, bisweilen ist sie spitz geformt.

10. zeigt in der kleinen Figur die natürliche Grösse, in der grossen die durch die Lupe vergrößerte hintere Ansicht des vordern Segmentes eines Schaffötalauges. In der Mitte

die Linse, um sie herum die Glashaut, die nach unten einen Spalt hat (*a*), die andern Kreise sind die Augenhäute auf ihren Durchschnitten.

11 und 12. Diese Figuren geben Gestalt-Abbildungen der Hyaloidea foetalis aus sehr früher Zeit, 11 in natürlicher Grösse, 12 etwas vergrössert.

13—18. Schematische Darstellungen einiger Metamorphosen, die die Hyaloidea bei ihrer Umwandlung zum Glaskörper bei Menschen und Thieren durchzumachen hat.

13. Vordere Ansicht. Die Glashaut ist um die Krystalllinse gelagert. Sie umschliesst dieselbe, hat aber nach unten einen Spalt, der nach und nach verschwindet. Auch umschliesst sie die Linsenkapsel nicht genau an dieser Stelle.

14. Hintere Ansicht der Hyaloidea, wie sie auf der hintern Fläche der Linse liegt. Sie berührt dieselbe durchaus nicht auf der ganzen Fläche. Dadurch ist in *a* ein offener Raum geblieben, durch den man zur hintern Linsenkapsel gelangen kann (*a*) (Sulcus hyaloideus).

15. Dieselbe Lage der Glashaut; es haben sich die Flächen der Häute einander mehr genähert, und es ist der Sulcus hyaloideus noch kleiner geworden (*a*).

16. Das ist in dieser Figur noch mehr der Fall, es ist kaum von dem frühern Sulcus mehr als eine Raphe übrig.

17. In dieser schematischen Figur bildet in *a* die Hyaloidea einen Kanal, der aber streng genommen doch mehr eine nach unten offene Rinne als ein Kanal ist. Es steht derselbe hoch, fast in der Mitte der hintern Linsenkapselwand.

18. Schematische Darstellung eines Canalis hyaloideus mit einer Raphe des Glaskörpers.

Der Zweck dieser verschiedenartigen Berührungs- und Verschmelzungsarten der Hyaloideafläche ist kein anderer als der, der Arteria centralis, die durch den Spalt der Sclera und Choroidea getreten ist, den Durchgang unter oder in der Glaskörperfalte zur hintern Kapselwand zu gestatten.

19 und 20. Die kleinen Figuren geben die natürliche Grösse.

19. Durch die Lupe vergrössert gezeichnete Darstellung einer foetalen menschlichen Hyaloidea, in der die Linse sammt Kapsel eingebettet ist. Sie ist aus sehr früher Zeit, ungefähr aus der zehnten Woche. Die Hyaloidea zeigt einen scharfen, ziemlich dicken Ciliarrand, aus dem sich bald die Ciliarkrone herausbilden wird (Margo ciliaris corporis vitrei). Er steht ziemlich weit von der Linsenkapselwand ab und lässt zwischen ihr und sich einen Abstand; er ist glatt, ohne Einkerbung und ohne Pigmentspuren. Die Glashaut ist bereits lamellirt, sie ist auf dem Punkt Glaskörper zu werden.

20. Hyaloidea aus demselben Stadium der Entwicklung auf der Linsenseite liegend. Man sieht nach rechts und oben, dass im sich wölbenden Glaskörper eine Rinne sich befindet,

ein Rest der früheren Spalte der Glashaut, jetzt Sulcus hyaloideus, der von dem Ciliarrande bis zur Mitte der hinteren abgerundeten Fläche sich erstreckt. In ihm liegt die zur hintern Kapselwand gehende Arteria centralis.

Tafel 6. Figur 1.--18.

Bildung des Foetalglaskörpers.

1. In dem Ciliarrande der Hyaloidea eines menschlichen Glaskörpers aus dem siebenten Monat, der hier vergrößert gezeichnet ist (*aaaa*), sind in *b* und *c* die verschiedenartigen Faltungen wahrzunehmen, die zunächst bei der Bildung der Corona ciliaris entstehen. Diese Einfaltungen des Hyaloidearandes werden nach und nach grösser und länger, erstrecken sich von da hinterwärts, so dass dadurch der Abstand zwischen Linsenkapsel und Hyaloidearand verschwindet, der Hyaloidearand sich circulär verkürzt, wodurch die Linse sammt Kapsel gehoben wird, und sich ausserdem in dieser Gegend des sich mehr und mehr globos gestaltenden Glaskörpers ein Hals desselben bildet. Dieser Hals (*Collum corporis vitrei foetale*) stellt sich in

2 dar. Man sieht, dass der Glaskörper in seinem Längendurchmesser zugenommen hat, es hat sich an ihm ein Hals gebildet, der durch die Einfaltung des Margo ciliaris entstanden ist. Der Glaskörper hat sich gleichzeitig etwas auf sich selbst eingezogen an der unteren Seite.

3. Ein durch die Lupe vergrößert gezeichneter menschlicher foetaler Glaskörper aus dem dritten oder vierten Schwangerschaftsmonat, der in Chromsäure verhärtet ist. Man sieht nach oben die fast vollendete Corona ciliaris, und rechts unter ihr einen Rest des Glaskörperfoetalspaltes, der oben ziemlich breit ist, nach unten schmaler wird; er ist ziemlich tief.

4. Ein foetaler menschlicher Glaskörper aus noch früherer Zeit. Er ist in Chromsäure erhärtet. Die Linse, die schräg auf dem Glaskörper stand, ist entfernt; man sieht in die offene Linsenkapsel hinein. Nach unten ist der Sulcus hyaloideus klaffend sichtbar.

5. Ein foetaler Schafglaskörper in Chromsäure erhärtet mit der Linse. Die Linse steht schräg gegen den nach hinten zugespitzten Glaskörper gerichtet. Sie ist nach hinten zu spitz (3. 24.) gebildet, und daher die spitze Gestalt der Hyaloidea, die dieselbe als dünne Membran umlagert. Der Sulcus hyaloideus, ist unten an der Hyaloidea zu sehen.

6. Vergrößert durch die Lupe gezeichneter perpendikulärer Durchschnitt eines menschlichen foetalen in Chromsäure verhärteten Glaskörpers sammt Linse und Kapsel aus dem fünften Monat. Nach oben die Linse sammt Kapsel auf ihrem Durchschnitt. Hinter der durchschnittenen Linsenkapsel liegt triangulär der durchschnittene Canalis hyaloideus, der sich bis

ungefähr zwei Dritttheile in den Glaskörper hinein, von oben nach unten erstreckt und dann spitz endet.

7. Ein Theil eines fötalen Schafglaskörpers in Chromsäure erhärtet aus früher Zeit, durch die Lupe gezeichnet. *a.* Glaskörper. *b.* der an der Mitte desselben liegende Canalis hyaloideus, der oben breit, nach unten hinten hin schmal verläuft. *b.* die injicirte Arteria centralis, die aus dem Canalis hyaloideus *c.* herausgerückt ist.

8. 9. 10. Drei fötale Kalbsglaskörper. Sie sind in normaler Grösse und Lage gezeichnet. Man sieht an ihren verschiedenen Richtungen ein Verlaufen des Canalis hyaloideus.

8 ist der Glaskörper des rechten Auges. Man sieht von der Linse aus schräg nach hinten und unten den Hyaloideakanal verlaufen. Er war mit extravasirtem Blute erfüllt, sehr ausgedehnt und machte einen sinuösen Verlauf. Vor der hintern Fläche des Glaskörpers endigt er blind, reichte nicht bis zu dieser hinein; dieser ist dort etwas eingezogen (Area Marteggiana).

9. Der Glaskörper des linken Auges. Es war dasselbe Verhältniss bei ihm, nur dass der mit extravasirtem Blute erfüllte Hyaloideakanal eine mehr gelbe Farbe hatte. Am Ende des Kanals gegen den Grund des Glaskörpers war dieser auf auf sich selbst eingezogen. Der Glaskörper hatte eine Einbiegung. (Arca Marteggiana.)

10 giebt die Darstellung von einem andern Fall der Art. Der Hyaloideakanal geht gerade durch den Glaskörper hindurch, ist deshalb kürzer und endigt in der Mitte der hintern Fläche des Glaskörpers. Er ist durch das extravasirte Blut sehr ausgedehnt, nach hinten spitz endend, und dort in ziemlicher Ausdehnung den Glaskörper auf sich selbst einziehend.

11. Man sieht ein Stück des Ciliarrandes eines fötalen menschlichen Glaskörpers (*a*), der schräg auf der Seite liegt, aus der Zeit, wo dieser seine ersten Falten bildet. (Vergl. 13 dieser Tafel.) Diese *bb* erscheinen hier bei ihrem Ursprung, sie werden von unten gesehen. Sie verbergen sich unter einem dicken Ring, *bb*, der das hier sitzen gebliebene abgerissene vordere Stück der Netzhaut ist, die hier endigt (Ora serrata ciliaris retinae), und nach vorn in *c* die in der Bildung fortgeschrittene Corona ciliaris zeigt, d. h. die zungenartigen Fortsätze, die aus dem gefalteten Ciliarrand der Hyaloidea hervorgewachsen, sich verdicken und auf den Rand des Linsenkapselrandes sich auflegen. Diese Processus marginis ciliaris hyaloideae sind, wie

12 zeigt, anfangs kleine gefaltete zungenförmige Hervorragungen, auf denen sich pigmentöse Molecüle ablagern, und die nach und nach sich verdicken, und dicht an einander, sich wohl selbst halb deckend, regelmässig lagern und einen Kreis bilden.

13. Diese vergrößert gezeichnete Figur zeigt an einem menschlichen Fötalauge aus dem fünften Monate die weitere Ausbildung dieser Fortsätze, und ihre Lage neben einander, ihre vordere Endigung in *a* am Linsenkapselrand; ausserdem ist noch ein eigenthümliches faseriges Gefüge unter ihnen vorhanden, das am Ende dieser Fortsätze von ihrer inneren Fläche aus zum Linsenkapselrand geht, das man aber nicht sehen kann 14. *cc*. *b* ist die Gegend der Ora serrata retinae ciliaris in fötalem Zustand.

14 zeigt die früheste Andeutung von der Entstehung dieses faserigen Kreises an einem durch die Lupe vergrößert gezeichneten Durchschnitte einer fötalen Schaaflinse sammt Glaskörper. Man sieht in *a* die Durchschnittsfläche der Linse, in *b* die hintere Kapselwand und zwischen *c* und der Linsenkapsel ein gestreiftes Gefüge, das man aber nicht immer findet.

15. Bildung des Canalis Petiti.

aa, *bb*. Der über den Linsenkapselrand sich erstreckende mit Fortsätzen versehene, also zur Corona ciliaris bereits umgewandelte Ciliarrand der Hyaloidea erscheint in diesem Raume. Oben *aa* sind die Spitzen der genannten Fortsätze. In *bb* ist ihre Basis, die mit der Hyaloidea zusammenhängt, und hier *bb dd* in eine Rinne übergeht, die sich sehr bald mehr schliessen wird und dann den Petit'schen Kanal bildet, der den Linsenrand circulär umschweift. Auf dieser Stelle, den Canalis Petiti deckend, endigt die Retina als Ora serrata, sie ist aber in diesem Präparate ganz entfernt; wir sehen in *dd cc* die durch Liegen in Chromsäure etwas verdickte Hyaloidea.

16. 17. 18. Diese Figuren erläutern die histologischen Verhältnisse des Fötalglaskörpers.

16. Mikroskopische Darstellung der Struktur des menschlichen Glaskörpers aus der frühesten Fötalzeit. Es ist eine Art Bindesubstanz. Man sieht in 16 ein Fachwerk von Zellen, die in mannichfachen Kniebiegungen in Verbindung stehen und vielfache Knotenpunkte bilden; sie sind von einem gelatinösen durchsichtigen Stoff erfüllt. (Vergl. das Ende des Abschnittes über die Bildung des Glaskörpers.)

17 zeigt einen vereinzelt abgelösten Zellentheil mit zwei Knoten, der sich von dem Gerüste des Schleimgewebes des fötalen Glaskörpers getrennt hatte; diese Knoten sind wahrscheinlich Kerne früherer Zellen.

18. Durch die Lupe vergrößerte Darstellung der in der Bildung fortgeschrittenen fötalen Glaskörperstruktur an dem Auge eines Schaffötus aus der zweiten Hälfte der Tragezeit. Der Glaskörper, der einige Zeit in Chromsäure und dann in verdünntem Weingeist gelegen hatte, zeigt in *ba* die Raphe, und in den von der Raphe rings um die Peripherie gehenden Abtheilungen seine blättrige Struktur, die in dem vorliegenden Falle macerirt, und deshalb mit dem blossen Auge zu erken-

nen war. Der Glaskörper hat die Gestalt einer Glans penis. Er ist ein in seiner Ausbildung aufgehaltenes Organ.

Tafel 7. Figur 1.—16.

Foetalnetzhausbildung.

Diese Tafel enthält bildliche durch die Lupe vergrößert gezeichnete Darstellungen der vorzüglichsten Epochen aus der Entwicklungsgeschichte der fötalen menschlichen Netzhaut.

1. Ansicht der innern Seite der Foetalnetzhaub eines Kalbes aus sehr früher Zeit. Man sieht in *a* den Durchschnitt der Sclera, in *b* der Choroidea, und in *cc* die dicht und gedrängt neben einander liegenden Falten der Hyaloideaseite der Retina.

2. Hyaloideafläche der fötalen menschlichen Retina aus dem dritten Monate. Sie ist in Chromsäure erhärtet, und es ist eine Stelle gewählt, auf der die Falten einzeln und klein erscheinen.

3. Eine dieser Falten ist noch mehr vergrößert von vorn dargestellt; sie erscheint als eine Erhebung und hat eine halbmondförmige Gestalt (*Elevatio semilunaris*).

4. Dieselbe Falte von der hintern Fläche. Man sieht ihre halbmondförmige Gestalt, und ihre Entstehung durch Erhebung der Falte veranlasst (*Impressio semilunaris*). Die innere Fläche der Retina ist gyrficirt, wie die äussere Fläche des Gehirns.

5. Ansicht der innern Fläche eines Segmentes eines viermonatlichen in Chromsäure verhärteten menschlichen Fötales. Das Segment ist seitlich gemacht und bildet ungefähr den dritten Theil des Bulbus. Man sieht in *cc* den Durchschnitt der Sclera, in *a* den Durchschnitt des erhärteten Glaskörpers, und in *bb* den der sehr faltigen auf sich vielfach eingebogenen Netzhaut.

6. Segmentdarstellung der Foetalnetzhaub eines menschlichen Auges aus dem fünften Monat. *a* Sclera, *b* Choroidea, *cc* Netzhaut, *d* Glaskörper. Die äussere Haut des Glaskörpers (*dd*), die Hyaloidea, hängt innigst mit der innern Fläche der Netzhaut zusammen (*cc*), so dass diese beiden Häute sich innigst berühren und sägezahnförmig in einandereingreifen,

7. Darstellung desselben Gegenstandes von 5, nur dass der Glaskörper (*a*) entfernt ist. Man sieht den Durchschnitt der Sclera in *aa*, in *c* die innere Fläche der Choroidea, und in *b* die innere Fläche der auf dieser Stelle faltenlosen Retina, auf der sich hier und dort einzelne Nervenfasern zeigen.

8. Vergrößerte Darstellung eines menschlichen fötalen Glaskörpers aus dem Ende des dritten Monats, und zwar der Gegend der beginnenden Halsbildung desselben sammt Linse. *a*. Linse sammt Kapsel, *b*. Corona ciliaris, *c*. Stellen derselben, wo die Retina an dem untern Theil der Corona ciliaris endigt;

es sind in *d* einige Reste derselben zu sehen. *e*. Rest des Fötalspaltes des Glaskörpers.

9. Ende der Netzhaut nach vorn (Ora serrata retinae fötalis). Man sieht die plumpe Randzackung nach oben.

10. Durchschnitt eines menschlichen Fötalauges aus dem dritten Monat. Der Bulbus ist in Chromsäure erhärtet.

a. b. Durchschnitt der Cornea und Sclera.

c. Raum der künftigen vorderen Augenkammer; es lag hier die Linse, eine Iris ist noch nicht da.

dd. Corpus ciliare, unter ihm der fötale Netzhautrand (Ora serrata), der hier befestigt ist. (Vergl. 11.) und in

e. eine Raphe, die abwärts in der Netzhaut sich fortsetzt.

11. Ansicht der innern Fläche des vordern Segmentes eines menschlichen in Chromsäure erhärteten vier- bis fünfmonatlichen Fötalauges, sehr vergrößert dargestellt.

cccc. Innere Fläche der Choroidea. Von ihr ist die Retina entfernt, von der nur der vordere auf sich etwas umgeschlagene und dadurch etwas verdickte Retinalrand (Ora serrata retinae) übrig ist (*aa*), der theilweise unmittelbar bei dem Beginn der Ciliarfortsätze an der Choroidea, und theilweise an der Corona ciliaris, die hier entfernt und nicht zu sehen ist, hängen zu bleiben pflegt. Die Ciliarfortsätze bekommen dadurch eine fest zusammengehaltene gedrängte Stellung. (Vinculatio processuum ciliarium.)

In *bb* tritt das innere Ende derselben hervor, das durch ein Band zusammengehalten ist; sie treten in dieser Zeit noch nicht zungenförmig hervor, sondern bilden hier einen länglichen Kreis, hinter dem nach innen die Iris zirkelförmig aber noch nicht auf allen Punkten gleich breit sich zu bilden beginnt. Innerhalb ihres Kreises sieht man die hintere Fläche der vorderen Pupillarmembran.

12. Durchschnitt des hintern Theiles der Sclera und des Nervus opticus eines menschlichen Fötus aus dem Ende der dritten Monats.

bb. Durchschnittsfläche der sehr dünnen Sclera.

aa. Durchschnitt des Nervus opticus.

cc. Durchschnitt der Muskeln des Auges, zwischen denen der Nervus opticus liegt.

Diese Darstellung ist für die Insertionsweise des Nervus opticus wichtig. Derselbe tritt in *a* in die Höhle des Auges ziemlich tief hinein. Ihm zur rechten ist ein Stück Retina zu sehen, während diese fast ganz entfernt wurde. Man sieht, dass der spitze Nervus opticus (die Spitze ist die abgerissene Arteria centralis) über die Fläche der Netzhaut weit hinausragt. Unmittelbar an dem Neurilem des Nervus opticus liegen die Muskeln, zwischen ihnen und dem Nerv ist noch kein Orbitalfett enthalten.

13. Eine ähnliche Durchschnittsansicht derselben Theile eines etwas älteren fötalen Menschauges.

a. Hinterer Theil des Glaskörpers, der am hintern Theile durch die in ihn hineintretende Arteria centralis mit dem Nervus opticus zusammenhängt.

b. Durchschnitt desselben.

cc. Durchschnitt von Sclera, Choroidea, Netzhaut. Die Figur links ist das Fötalaug in natürlicher Grösse.

14. Aehnliche Ansicht aus einem noch mehr entwickelten menschlichen Fötalaug:

a. Glaskörper mit Arteria centralis.

b. Durchschnitt des Nervus opticus, an dessen obern Ende sich bereits die blinde Stelle circular gebildet hat. Aus ihrer Mitte tritt die Arteria centralis.

d. Ein rundes Stück dicker Netzhaut, das am kolbigen Ende des Nervus opticus hängen geblieben ist.

cc. Durchschnittsflächen von Sclera und Choroidea.

15. Ansicht der künftigen blinden Stelle auf dem Ende des Nervus opticus innerhalb der Ausbreitung der Retina. Auf dieser Stelle sitzt die Arteria centralis mit sehr breiter Basis pyramidenförmig auf und geht dann aufwärts in ziemlicher Höhe in eine scharfe Spitze über. Diese ist der Punkt, wo die Arteria centralis obliterirt. Durch Aufsaugung verschwindet diese ganze Masse, die zwischen *c* liegt, nach und nach und es bleibt, wie man das in 81. sieht, dann die blinde Stelle zurück. Man sieht an der Basis in 81. *b* den ausgezackten Rand, der der Ora serrata optica retinae foetalis entspricht.

abd. durchschnittene Sclera und Choroidea, die Retina ist entfernt.

c. künftige blinde Stelle der Retina, die in die obliterierende Arteria centralis übergeht.

16. Dieselbe Figur in natürlicher Grösse.

Tafel 8 Fig. 1—12.

Vereinigung des Nervus opticus mit der Netzhaut.
Bildung der Ciliarfortsätze.

1. *a.* Durchschnitt durch die hinteren Augenmembranen eines weiter vorgeschrittenen menschlichen Fötalauges.

aa. bb. Durchschnittene Augenmuskeln.

cd. Geschlängelter Nervus opticus, auf dem Durchschnitt gezeichnet. *d.* Endigung desselben in die blinde Stelle.

ee. Orbitalfett und gelatinöse Masse, aus der jenes entsteht, am hintern Theil der Sclera und zwischen den Muskeln gelagert.

1. *b.* Darstellung der Endigung der fötalen Retina an der blinden Stelle bei deren Bildung (Ora serrata retinae optica foetalis). Sie endigt wie an der Ora serrata ciliaris in einzelnen Zacken am Rande der blinden Stelle.

2. Durchschnitt eines in Chromsäure verhärteten menschlichen Fötalauges aus dem Anfang des vierten Schwanger-

schaftsmonates. Der Durchschnitt stellt den unterhalb der Insertion des Nervus opticus liegenden Theil des Bulbus dar, *a* der vordere Theil, *b* der hintere Theil.

Man sieht die Retina sich ausbreiten, die gegen die Ciliarfortsätze hin in viele grosse Falten übergeht; wo keine Falten sind in *c*, verbreiten sich die Fasern des optischen Nerven, die aus dem Opticus heraus auf die Netzhaut treten.

3. 4. 5. 6. Diese Figuren erläutern die Entstehung und den Verlauf der optischen Fasern innerhalb des Neurilems des Nervus opticus und den Uebertritt derselben auf die Netzhaut.

3. Ansicht der innern Fläche eines Segmentes des Nervus opticus, der durch Längendurchschnitt in zwei Theile getheilt ist.

aa. Kanal, in dem die Arteria centralis verläuft.

bb. Nervenmasse ähnlich der Retina; links in dem Kanal liegt in der Nervenmasse eine Opticusfaser zwischen *aa* und *b*.

4. Eine ähnliche Ansicht.

aa. Canalis arteriae centralis, und zu dessen beiden Seiten Opticusfasern, die im Verlauf der Nervenmasse neben einander lagern und längs des Nerven verlaufen, *bb.*, bis sie am Ende des Nerven in der blinden Stelle seitwärts auf die Retina treten. (6.)

5. Giebt die Ansicht der Stelle eines Querdurchschnittes der Nervenmasse eines Nervus opticus. Man sieht die durchschnittenen Opticusfasern, von denen immer einige zusammenliegen, und Fadengruppen bilden, dicht an der blinden Stelle zweigen sie sich peripherisch ab und treten zur Netzhaut über.

6. Schematische Darstellung des fötalen kreisförmigen Austrittes der Opticusfasern aus den Seitentheilen der blinden Stelle, und ihres Ueberganges von da zur Retina. In der Mitte (*b.*) ist die Arteria centralis bei ihrem Austritt aus dem Nervus opticus sichtbar. Es bildet also die Ursprungsstelle der Arteria centralis den Mittelpunkt des Nervus opticus, und um ihn herum kreisförmig gelagert treten die Opticusfasern hervor, um auf die Netzhaut zu gelangen. (*aa.*)

7. Darstellung der Verbindung der Netzhaut mit dem Nervus opticus an einem Schafföetusauge aus sehr früher Zeit. Die Nebenfigur stellt das Fötusauge in natürlicher Grösse dar. Man sieht in *a* die Netzhaut an ihrer hintern Seite durch einen Fortsatz in die Oeffnung des Nervus opticus eintreten; es tritt also hier die Netzhaut zum Nervus opticus, nicht dieser zur Netzhaut. Der Nervus opticus ist sonach in dieser Zeit eine Strecke lang an seiner Verbindung mit der Sclera hohl. Diese Beobachtung steht zur Zeit vereinzelt da.

8—12. Bildung der Choroidea und Iris.

8. Hintere Ansicht des vordern Segments eines menschlichen Fötalauges vom Anfang des vierten Monates in natürlicher Grösse. Man sieht Sclera, Choroidea und die ausge-

bildeten Ciliarfortsätze. Die Irisbildung hat noch nicht begonnen. Linse und Glaskörper sind aus dem Auge entfernt.

9. Vergrösserte Darstellung des Margo ciliaris choroideæ aus einem ungefähr dritthalb Monate alten menschlichen Fœtalaugen. *aa.* Der äussere Rand *b.* die Stellen, wo die begonnenen Falten gegen den Augengrund hin endigen.

10. Durch die Lupe vergrösserte Darstellung des Bildungszustandes der Ciliarfortsätze an einem menschlichen Fœtalaugen aus dem dritten Monat. *aa. aa.* Choroidea mit dem im Innern abgeschlossenen in etwas unregelmässigen Kreis ausgehenden Margo ciliaris, der auf der innern Seite scharf eingesäumt, und ohne beginnende Irisbildung ist. *b.* Es haben sich bereits Falten, die ersten Anfänge der Ciliarfortsätze, gebildet.

11. und 12. Diese Figuren geben eine Reihe von vergrösserten Darstellungen der beginnenden Irisbildung bei Menschen- und Thierembryonen.

11. Durch die Lupe vergrösserte Darstellung der hintern Ansicht des vordern Segmentes eines fœtalen Kalbsauges aus früher Tragezeit.

aa. aa. Ciliarfortsätze im geschlossenen Kreis des Margo ciliaris choroideæ sich befindend.

bb. Zwei Gewebestreifen schräg abwärts links und schräg aufwärts rechts laufend; sie sind die ersten Spuren der beginnenden Irisbildung, die hier nicht circular entsteht, sondern fragmentarisch in einzelnen Stücken an der innern Fläche der Ciliarfortsätze erscheint. Es ist die hintere Ansicht der Iris, eine Uvea d. h. Pigmentschicht auf ihr hat sich noch nicht gebildet.

12. Ein ähnliches Präparat aus einem Schafsfoetusauge aus noch früherer Zeit.

aa. aa. Ciliarfortsätze in einem an einer Stelle *b.* noch offenen Kreise des Margo ciliaris choroideæ.

cc. Zwei Gewebe-Streifen, oben quer vor und links abwärts einer beginnenden Irisbildung. Darstellung von der hintern Seite, ohne Spur einer beginnenden Uvea. Unten links ist die Darstellung des Präparates in natürlicher Grösse. Dieses Vorkommen ist sehr selten, ich habe es nur einmal gesehen.

Tafel 9 Figur 1—15.

Bildung der Iris und des Tensor Choroideæ.

1. Vergrösserte Darstellung der hintern Ansicht des vordern Segmentes eines fœtalen Kalbsauges aus früher Zeit. Im Hintergründ Pigmentschicht der Choroidea.

cc. Klaffende Stelle zwischen den durch einen Einschnitt getrennten Cornea, Sclera und Ciliarkörper.

dd. Ciliarfortsätze im Margo ciliaris geschlossen.

b. eine offen gebliebene Stelle des frühern Choroidealpaltes; sie geht bis zum Margo ciliaris, ist aber dort gegen den Pupillarrand hin geschlossen.

eee. Beginnende Irisbildung, sie ist circulär an allen Stellen des Margo ciliaris, gleichzeitig entstehend, ziemlich gleich breit. Von einer Uvealbildung, d. h. pigmentösen Schicht, ist keine Spur.

2. Vordere Ansicht einer beginnenden Irisbildung, die in der kleinen Figur links in natürlicher Grösse dargestellt ist aus einem menschlichen Fötalauge. In *aa* ist die breiteste Stelle der Iris zu sehen, in *b.* die schmalere. In der sehr weiten Pupille liegt die Pupillarmembran, die hinter der Peripherie der vordern Irisfläche auf und hinter dem Tensor choroideæ entspringend, über diese hinweggeht, also eine Membrana pupillaris anterior.

3. Eine ähnliche Ansicht aus einem menschlichen Fötalauge von der hintern Seite einer sich bildenden Iris, es ist in *aa* die breite, in *b* die schmale Seite sichtbar. Eine pigmentöse Schicht, die Uvea, bedeckt jetzt die hintere Fläche der Iris.

4. Vergrösserte Darstellung der vordern Fläche einer fötalen menschlichen Iris aus dem Anfange des fünften Monats. Man sieht auf der vordern Fläche der Iris einen Ring, den ersten Anzeiger der sich bildenden Muskelfasern der Iris; ausserdem gewahrt man auf einem andern Theil ein Stück Pupillarmembran, die am Tensor choroideæ entspringend sich über die Irismembran weg zur Pupille biegt und später zur Entstehung der Zinn'schen Haut mitwirkt. Unten ist die natürliche Grösse dargestellt.

5. Durch die Lupe vergrössert gezeichnete Ansicht des Maschengewebes, wie es bisweilen im menschlichen Fötalauge zwischen dem Ciliarrande der entstehenden Iris und den Ciliarfortsätzen, oder wohl auch zwischen jener und dem Tensor choroideæ beobachtet wird.

6. Durch die Lupe vergrössert gezeichnete Ansicht mehrerer Ciliarfortsätze, die ihr Vinculum retinæ fötale durchbrochen haben, und sich mehr erheben. Sie sind jetzt nicht mehr sehr zusammengedrängt, erscheinen an einzelnen Stellen isolirt, sind aber noch schmal. Sie sind in dieser Zeit, nach der innern Fläche der Choroidea zu, pigmentlos *aa*; nach der Uvea hin in *b* gehen von ihrer hintern Seite in *b* (Nebenfigur) einzelne Streifen, wahrscheinlich Gefässe, zur Uvea, die dort auf der Uvea ein eigenthümliches Gerüste bilden. (*Vasa s. Ligamenta uveo-ciliaria.*)

7. Vergrösserte hintere Ansicht des vordern Segmentes eines ungefähr drei und ein halb Monate alten menschlichen Fötalauges, von dem der obere Theil hinweggenommen ist, so dass man in *cb* und *bc* den Durchschnitt der Sclera, in *a* den Durchschnitt der Cornea sieht; *ccc* ist die durchschnittene

Sclera, *dd* zeigt die Verbindungsstelle der Sclera mit der Cornea an der innern Seite. Die Corneo-Sclera bildet hier einen starken Vorsprung nach innen, um den sich der Tensor choroideæ entwickelt, und an den in *dd* einzelne Spuren seiner muskulösen Bildung in Form von Fasern zu sehen sind; *e* ist die innere Fläche der Cornea, die Descemet'sche Haut, die gegen die Verbindungsstelle mit der Sclera hin aber vor derselben ausgezackt endigt, um sich in das Ligamentum pectinatum Iridis umzuwandeln. 10. Die Figur rechts ist die natürliche Grösse des Fötalaugenpräparates.

8. Obere Ansicht der von dem eben geschilderten Präparate abgezogenen Choroidea. *dd* Scleralfläche der Choroidea, *cbbc* Stelle, wo sich der äussere Kreis des Tensor choroideæ zu bilden im Begriff ist; diese Stelle bildet am Präparat einen Halbkreis.

baab. An dieser halbkreisförmigen Stelle erscheinen zwei neben einander liegende Streifen; der nach aussen ist hell, der nach innen dunkel. Jener, der hellere, ist der innere Kreis des Tensor choroideæ. Dieser, der schwarze, ist die Iris, die dadurch schwarz gefärbt erscheint, weil bei ihrer sehr dünnen Textur das beginnende pigmentöse Uvealstratum, das hinter ihr liegt, durch sie hindurchscheint. An der innern Fläche der Iris sind einzelne Theile der vorderen Pupillarmembran sichtbar.

9. Dasselbe Präparat von der innern Seite gesehen. Es schwimmt im Wasser und ist sehr durchsichtig. Man sieht in *cde* die innere Fläche der sehr dünnen Choroidea, die nur hier und dort deutlicher die beginnende Pigmentschicht sehen lässt, namentlich zwischen *c* und *e*. In *bb* liegt ein Theil der in ihrer Bildung begonnenen Ciliarfortsätze, sie sind noch sehr schmal, aber deutlich aus Falzungen bestehend; *aa* ist die Uvealseite der Iris, die hier weniger dunkel und textirt erscheint als auf der andern Seite.

10. Vergrössert durch die Lupe dargestelltes zackenförmiges Ende der Descemet'schen Haut an der innern Fläche des fötalen Cornealrandes, wo dieser in die Sclera übergeht. Die einzelnen Fortsätze dieses Margo pectinatus bilden später das Ligamentum pectinatum Iridis. 7. *e*.

11. 12. Diese beiden Figuren geben vergrösserte Darstellungen der Bildungsweise der longitudinalen und circulären Muskelschicht der Iris. In 11 ist die Bildung der Longitudinalfasern noch zurück; sie hat in 12 den Standpunkt bleibender Ausgleichung erreicht, wo die Longitudinalmuskeln die circulären an Ausdehnung weit übertreffen.

13. 14. Darstellungen des Pigments der fötalen Choroidealschicht. Man sieht in 13 die Darstellung eines solchen Pigmentstücks, an dem weisse (*a*), schwärzliche (*b*) und gefüllte (*c*) Pigmentzellen zu sehen sind.

14. Gibt eine sehr vergrösserte Ansicht der Umrisse der Chloroidealpigmentzellen.

15. Ansicht eines vergrößerten Pigmentstücks, in welchem man die verschiedenen Ablagerungsgrade des Pigments in den Wänden verschiedener Zellengruppen sieht. Einige Zellen sind pigmentirt und gefüllt, andere sind nur in den Umrissen pigmentirt, ihre Höhle ist aber von Pigmentablagerung frei, andere Zellen sind in ihren Umrissen geformt, aber frei von allem Pigment, in andern endlich ist die Pigmentirung der Zellenwände nur durch Punkte geschehen. Man brachte mir einst eine eben aus dem durch Ophthalmia neonatorum geborstenen Auge eines Neugeborenen gefallene Linse, an der ein Stück der Zonula mit einem Stücke Pigment sas. Ich untersuchte das Pigmentstück genau und fand, dass es die schönsten sechseckigen Zellen enthielt, und durch diese gebildet war. Die Zellen selbst waren zum grössten Theil frei von Pigmentstoff, dagegen waren einzelne der Zellen theilweise damit gefüllt. Dieser Pigmentheil der Zonula ist nun aber, wie man weiss, ein Abdruck des Pigmentes der Ciliarfortsätze, deren innere Seite daher durch die mikroskopische Untersuchung zur Ansicht kamen. Sie waren ganz so beschaffen, wie die in 13 und 14 gegebenen Abbildungen.

Tafel 10. Figur 1.—15.

Zur Angiologie des Foetalauges.

1. Darstellung der ersten Gefässspuren am Auge eines Hühnerembryo vom vierten Bebrütungstage. Man sieht dieselben sich innerhalb des Gewebes der allgemeinen Umhüllungshaut zu beiden Seiten vielfach verzweigen. Es ist um diese Zeit noch kein Augenpigment vorhanden. Die Gefässe sind wie Blutinseln, die der Umbildung in Rinnen und Canälen entgegensehen.

2. Cornealgefässe, sie treten auf und in die Cornea, und zwar auf der vorderen Fläche als Capillaren, die frei und astförmig enden.

3. 4. Schematische Figuren, um die Lage der Ciliararterien innerhalb der Schichten der Sclera und die Bildung der Foramina penetrantia scleræ durch Auflagerung zu zeigen.

3. *ab*. Primäre Schicht der Sclera, ein Gefäss derselben perforirt in *a* diese sehr dünne Hautschicht, um in den Bulbus zu gelangen) der untere Theil desselben Gefässes *bd* bedeckt sich nach und nach mit der neuen Hautschicht *c*, so dass also das Gefäss in *d* auf der äussersten Schicht der nun doppelten Sclera liegt, von dieser theilweise dann bedeckt ist, dann zwischen beiden Schichten eine Strecke läuft, und zuletzt auf die innere Schicht der Gesamtsclera übertritt.

4. Schematische Darstellung desselben Vorganges von der Seite gesehen. *aa* Durchschnitt der primären d. h. der innern Scleralschicht, durch sie penetriert das Gefäss *bb* oben

liegt aber zwischen der innern, der primären Schicht *aa* und der äussern Schicht *cc*, die sich auf Gefäss *bb* nach und nach aufgelegt hat. Es bezeichnet sonach der Verlauf des Gefässes *bb* durch die zwei Schichten der Sclera *cc* und *aa* den Raum, den ein Foramen perforans sclerae einnimmt.

5. Vergrösserte Darstellung des Auftretens vieler arterieller Gefässe auf die hintere Fläche der Cornea von der Sclera aus. Diese Gefässe communiciren an vielen Stellen unter einander, und erfüllen einen Theil der hinteren Cornealfläche. Die Darstellung ist von einem menschlichen Fötalauge aus dem vierten Monat genommen und durch die Lupe gezeichnet.

6. 7. 8. Die auf der innern Fläche der menschlichen Fötalsclera sich verzweigenden Gefässe theilen sich gegen den Cornealrand hin in zwei Gefässgruppen *aa*. Die, welche an der innern Fläche liegen, treten vereinzelt oder paarweise, (ausserdem sich vielfach in Verzweigungen theilend) auf die innere Fläche der Cornea; hier vereinigen sie sich mit Nebenzweigen, oder verlieren sich in den feinsten Verzweigungen im Parenchym der Cornea, machen aber an keiner Stelle Umbiegungen oder Schlingen. Die mehr nach der Augencavität zu liegende Gruppe von Gefässramifikationen ist für die Bildung der Gefässe der Ciliarfortsätze bestimmt. *aa*. Es wachsen aus ihnen, wie in

7 es dargestellt ist, Zwillingsgefässe (*Vasa gemella foetalia*) in die dünne Membran jeder Choroidealfalte hinein, vereinigen sich durch Seitenäste, wie

8*b* es zeigt, und nach und nach durch Verlängerung derselben zu eigenthümlichen Gefässschlingen.

8*a*. Die drei Abbildungen *a. b. c.* in 8 sind schematische Darstellungen zur Versinnlichung der Art und Weise, wie die Gefässschlingen der Ciliarfortsätze sich bilden. Sind an der Gefässgruppe *aa* in 6 die Zwillingsgefässe vereinzelt und noch nicht vereinigt, blind endigend (7) hervorgewachsen (die hier gegebene Abbildung ist durch eine scharfe Lupe schematisch gezeichnet), so bilden sich nach oben kleine vaskulöse Auswüchse, ebenso an den Seitentheilen (8*b* und *c*), die bei der Weiterbildung die Gestalt 8*a* annehmen, indem aus den zwei Gefässstämmen bisweilen Abzweigungen (8*c*) hervortreten, und sich im bogenförmigen Ausbreiten gegenseitig aufsuchen und vereinigen.

9. Gefässramifikation, die aus der Vereinigungsstelle der Sclera und des Nervus opticus auf der innern Fläche der ersten aus der Sehnervenöffnung hervortreten. *b*. In diese ist eine Sonde eingeführt. *a*. Bisweilen bilden die Gefässe dort einen Circulus arteriosus. Der Sehnerv ist nicht etwa hohl, er ist von einer nachgiebigen pulpösen Nervenmasse erfüllt, die die Einführung der feinen Sonde nicht hinderte.

10. Schematische Darstellung des Verlaufes der Arteria centralis im Auge. *a.* Eintritt in das Auge durch den Spalt. *ab.* Verlauf im Grunde des Auges. *b.* Stellen, wo sie in den Canalis hyaloideus tritt. *c.* Verzweigungen nach der Seite; diese gehen theils zu der Fossa hyaloidea, theils zur Linsenkapsel u. s. w.

11. 12. Ansa foetalis arteriae centralis nenne ich eine Schlinge, die die Arteria centralis in ihrem Verlauf durch den Canalis hyaloideus vor dem Auftritt auf die hintere Linsenkapselwand bisweilen zeigt. Sie verliert sich später, wenn sich das Auge im Längendurchmesser vergrößert. Diese Ansa foetalis habe ich im Fötalauge des Menschen, und zwar im siebenten und achten Monat zweimal beobachtet, einmal auch an dem Fötalauge des Rehes. Sie liegt hinter der Theilung der Arterie in drei bis vier Ramifikationen vor dem Auftritte auf die hintere Kapselwand (3. 8.), verliert sich durch die allmähliche Streckung der Arterie beim Wachsthum des gesammten Auges in die Länge, nach und nach von selbst, und steht vielleicht mit der späteren Atrophirung in Verbindung. Auch hier werden weitere fötale Untersuchungen Aufklärung bringen.

13. Rami parietales corporis vitrei arteriae centralis. Einige Seitenäste der Arteria centralis gehen innerhalb des Verlaufes derselben durch den Canalis hyaloideus auf die Wand desselben über, und verzweigen sich dort capillär, bisweilen tritt aber auch von hier aus ein Seitenast *a* durch die Membran des Kanals, und dann verzweigen sich weitere Zweigäste auf die einzelnen seitwärts liegenden Blätter (Parietes) des Glaskörpers. Sie gelangen durch Löcher derselben in die Tiefe des Organs *bbb.* (Foramina parietalia corporis vitrei.) Ich habe dieses Vorkommen nie im menschlichen Fötalauge gesehen, wiederholt aber in fötalen Schaftaugen, die injicirt waren und lange in Weingeist gelegen hatten. In solchen Augen begegnet man auch häufig der Lamellirung des fötalen Glaskörpers.

14. 15. Die Arteria centralis wird im menschlichen Fötalauge vom sechsten Monat an der Stelle des künftigen blinden Fleckens sehr stark. 14. Das ist das Vorzeichen ihrer nahen Obliteration; jetzt wird das bis dahin pyramidal geformte steife Organ plötzlich schlaff sinuös, denn es löst sich langsam los 15, und wird nach und nach durch die Aufsaugung entfernt. Der Glaskörper hat in dieser Zeit einen ziemlich weiten Kanal nach hinten, der aber auch bald verschwindet. Der Glaskörper bleibt eine Zeitlang an dieser Stelle auf sich etwas eingezogen. Area Marteggiana. Der obere, der hinteren Linsenkapselwand anhängende Theil der Arteria centralis obliterirt später von der Stelle aus, wo sich die Centralarterie löst und nach abwärts fällt.

Tafel 11 Fig. 1—14.

Zur Angiologie des FoetalAuges und zur Bildung der Augenlider.

1. Durch die Lupe vergrößerte Darstellung der Gefäßverzweigung in der Fossa hyaloidea (*a*). Es ist aus derselben die Linsenkapsel sammt Linse weggenommen worden, um auf der Fossa hyaloidea die Gefäßverzweigung und ihre Verbindung mit den Gefäßen der Corona ciliaris zu sehen. *b*. Für den Discus arteriosus fossæ hyaloideæ giebt die Arteria centralis an der Stelle ihrer Theilung vor der hintern Kapselwand circuläre Seitenäste ab, die discusartig auf der Fossa hyaloidea sich verzweigen, und auf dieser Membran einen dichten Gefäßstern bilden. Diese liegen zwischen der hintern Linsenkapselwand und der vordern Fläche der Fossa hyaloidea auf der Membran der letzten, und verzweigen sich am Rande mit Aesten von Gefäßen der Corona ciliaris; auch habe ich zu wiederholten Malen einzelne Aeste von den Gefäßen der Corona ciliaris sich an der hintern Fläche der Hyaloidea gegen den Grund des Glaskörpers hin verzweigen gesehen.

2. Eine durch die Lupe vergrößerte Darstellung eines injicirten FoetalAuges von einem Schaf. Es ist dasselbe durch einen gelungenen Querschnitt in zwei Hälften getheilt; jedoch hängen dieselben im Wasser schwimmend noch zusammen. *aa*. Durchschnittenne Sclera und Cornea. Man sieht die innere Fläche der Choroidea, die der Sclera anhängt. Die Ciliarfortsätze fallen zunächst in die Augen. Eine Iris ist noch nicht da. Von den Ciliarfortsätzen aus geht eine Membran zum Linsenkapselrand. *b*. An der hintern Linsenkapselwand *c*. ist die Gefäßverzweigung zu sehen. Die Arteria centralis ist nur theilweise sichtbar, sie ist in *d*. obliterirt. Dort macht der Glaskörper eine kleine Einbiegung auf sich. In *ee*. ist die dicke foetale Netzhaut vom Glaskörper abgezogen, so dass man auf ihrer innern Fläche die Gefäßverbreitung sehen kann.

3. Hintere Ansicht eines vordern Segmentes eines menschlichen Foetal-Auges. Man sieht in *aa*. die innere Fläche der Choroidea mit den Ciliarfortsätzen und der hintern Seite der Iris. (Uvea.) Es hat sich, da das Auge etwas macerirt war, das Pigment von Choroidea und Uvea gelöst und ist nur zwischen den Ciliarfortsätzen sitzen geblieben. Man sieht von den Ciliarfortsätzen aus eine Pupillarmembran sich gegen die Pupille hin gleichmässig verbreiten. Es ist sonach hier eine Membrana pupillaris posterior vorhanden.

4. Vergrößerte Darstellung von einem Gefäßkranz, der sich in früher Foetalzeit beim Menschen auf der innern Fläche der Augenlider verbreitet. (Circulus artes palpebr. Foetalis.) Der Gefäßkranz hat überall kleine Querbalken, die an die primitive Gestalt der Gefäße der Ciliarfortsätze 10. 8. *b*.

erinnern. Längs der Richtung dieser Quergefässstämmchen legen sich später die Meibom'schen Drüsen, denn diese, wie die Tarsen fehlen in dieser Fötalzeit noch gänzlich.

5. Durch die Lupe gezeichnete sehr vergrößerte Darstellung der Lider eines rechten Auges eines zwei- bis dreimonatlichen menschlichen Fötus. Die Lider berühren sich noch nicht, haben noch keinen Tarsus, und sind im innern Augenwinkel so eigenthümlich geformt und gestellt, dass man sie hier für die Augenlider im äussern Augenwinkel nehmen könnte.

a. Aeusserer Augenwinkel, *b.* innerer. Es sind noch keine Thränenpunkte vorhanden und es ist noch keine *Caruncula lacrymalis* sichtbar.

6. Innerer Winkel eines menschlichen fötalen Auges rechter Seite, an dem sich oben und unten trianguläre Einbiegungen gemacht haben; gleichzeitig entstehen Faltenbildungen auf der hintern Fläche dieser Stellen. Diese Einbiegungen gehen sehr bald in Verlängerungen über, in förmliche Palpebrationen, wie

7 eine solche vom obern Augenlide darstellt. Auf der hintern Seite von *a.* bildet sich der Thränenpunkt.

8. Die Bildung dieser zungenförmigen Fortsätze der Lider im innern Augenwinkel fällt zusammen mit der Zeit, wo der Augenlidspalt sich schräg abwärts stellt, wie es in dieser Figur von einem dreimonatlichen menschlichen Fötus zu sehen ist. Es liegen die Bulbi auswärts, also nicht in der Mitte des Lidspaltes. In dieser Zeit vergrößert sich der gemeinschaftliche Conjunctivasack des Auges und des Lides; in diesem sondert sich eine helle Flüssigkeit ab, und die jetzt sich bildenden Thränenpunkte schwimmen in derselben.

9. Vergrößerte Darstellung der inneren Fläche menschlicher Fötal Augenlider, wo sich der Tarsus an beiden Augenlidern gebildet hat, und die Tarsalränder sich gegenseitig eng berühren; sie sind glatt und von der *Conjunctiva palpebralis* nur theilweise überzogen, weil die *Conjunctiva a. a.* nur theilweise erst gebildet ist, nur einen Theil der Tarsen *b. b.* bedeckt, deren geschlossenen Spalt man in *c. c.* sieht. Es ist eine schwache Sonde *d* unter die *Conjunctiva* beider Tarsen geführt. Sie liegt frei unter den Tarsen, ist aber durch die *Conjunctiva palpebralis* oben und unten bedeckt. Es haben sich noch keine Meibom'schen Drüsen gebildet. Die Grenze der *Conjunctiva oculi* ist in *aa*; sie hat sich von dem Auge aus bereits auf die hinteren Flächen der Lider fortgesetzt, hat aber diese noch nicht ganz überzogen, was eben erst geschehen wird, wenn sich vor und auf den Tarsen der Meibom'sche Drüsenapparat gebildet hat. (Vergl. 11 dieser Tafel.) Die Tarsen selbst berühren sich im Spalte, eine schräge Abflachung hat am Tarsalrand noch nicht stattgefunden.

10. Dieselbe Ansicht in der Ausbildung vorgeschrittener menschlicher Fœtallider. Man sieht zur rechten Seite die vorhandenen Thränenpunkte, die zitzenartig hervorstehen; es ist der Augenlidspalt künstlich geöffnet; er ist in dieser Zeit gewöhnlich noch geschlossen. Man sieht im Spalt Reste der grösseren Spaltmembran, d. h. der Bindehaut. Die Bildung der Meibom'schen Drüsen hat begonnen, man sieht Spuren davon in schräger Richtung an den vorhandenen Tarsalrändern.

11. Perpendikulärer Durchschnitt an einem drei- bis viermonatlichen menschlichen Fœtalkopfe durch die Knochen der Nase und Orbita, also dicht im innern Augenwinkel; die geschlossene Augenlidspalte liegt nach aussen, es ist also die linke Gesichtshälfte dargestellt. Es ist in dieser Zeit eine kleine Spur von einem Thränensack auf der Durchschnittsfläche der Knochen im innern Augenwinkel wahrzunehmen.

12. Durch die Lupe gezeichnete vergrösserte Darstellung der Meibom'schen Drüsen, wenn sie am menschlichen Fœtalaugenlide, an denen die Tarsen gebildet sind, in einer eng zusammenhängenden Gruppe auf dem Spalt der letzteren sich auflagern. Es sind einzelne Drüsenbälge, an denen der vorder rückwärts liegende mit seinem Nachbar durch Oeffnungen communicirt, so dass unter sich zusammenhängende Längensreihen von Drüsenbälgen entstehen. Die Dicke dieser Drüsenlagen ist nicht unbedeutend. Man sieht in der Mitte eine Art Raphe, die der Raphe der Tarsen entspricht. Es ist die Stelle, wo später die Lider sich trennen.

13. 14. Diese schematischen Figuren zeigen die Art und Weise, wie die Trennung der Meibom'schen Drüsenbälge bei der Eröffnung der Tarsalränder der Augenlider am menschlichen Fœtus geschieht. In Richtung der Linie *cc* entstehen in kurzen Abständen von einander kleine Löcher, (Resorptionspunkte), die rund sind und sich immer an der Spitze eines grössern Drüsenbalges befinden (13*b*), an Stellen also, die in 18 zwischen zwei *aa* oder zwei *bb* liegen. Durch Erweiterung und durch Umsichgreifen der Resorptionslöcher entstehen Resorptionslinien. Diese gehen in Trennungsabstände über, und so entsteht nach und nach eine ausgezackte linienförmige Kluft, wie 14*cc* darstellt. Die getrennten Augenlidränder sind auswärts sägenförmig gestaltet, (*Margo serratus palpebrarum fœtalis*) (12. 2.). Diese Zacken sind die jetzt hervorstehenden aus der Verbindung gelösten Drüsenbälge an *aaa* und *bb bb* in Figur 13, und werden später zu Oeffnungen der Meibom'schen Drüsengänge.

Tafel 12. Figur 1.—13.

Bildung der Augenlider, des Tarsus und der Orbita.

1. Zeigt eine durch die Lupe vergrösserte Darstellung des Trennungsaktes zweier bisher geschlossener menschlicher Fœ-

talaugenlidränder auf der innern Fläche derselben. Dieser Vorgang hat an der äussern und innern Seite begonnen, in der Mitte hängen sie noch zusammen; auf der ganzen hintern Fläche befinden sich die Conjunctiva und die Meibom'schen Drüsen.

2. Vergrösserte Darstellung zweier menschlicher Fœtallider unmittelbar nach der Trennung derselben von einander. Man sieht an beiden Rändern die Drüsenbälge der getrennten Meibom'schen Drüsenreihen zahnförmig hervorstehen. Die Ränder haben noch keinen Tarsalrand, der erst später mehr hervortritt; der Augenlidrand wird sich glätten und die Wimpern werden auf dem Augenlidrande in der allgemeinen Hautbedeckung entstehen.

3. Darstellung des Heraustretens zweier Cilien *aa* aus ihren Bälgen, die früher bloss als Hauteindrücke (Cryptæ) auftraten.

4. 5. Lagerung der Ciliendrüsenbälge als Hauteindrücke am Fœtalaugenlide in zwei Reihen, in früher Zeit; diese Lagerung geht bei fortschreitendem Wachsthum in eine Reihe über (5), indem die oben gelegenen Cryptæ *4aa* zwischen die unten gelegenen treten, und so aus zwei Linien eine sich bildet. 5b. Das Präparat ist vom Lammfœtus.

6. Linkes menschliches Fœtalauge, das seitwärts in der beginnenden sehr flachen Orbita haftet, aber noch von keiner äussern Orbitalwand umgeben ist. Die Augenlider sind entfernt. Es ist sonach hier das erste Stadium menschlicher Orbitalbildung vorhanden.

In 7 sieht man in natürlicher Grösse an einem dreimonatlichen Fœtuskopf, der dicht über der Stirn durchschnitten ist, die Bulbi knopftartig über die Gesichtsfäche hervorragten *bb*, da sie noch von keiner Orbitalwand nach vorn umgeben sind.

8.—13. Diese Figuren bilden zusammen eine bildliche Uebersicht der Entwicklung der Orbita am menschlichen Fœtalkopfe.

8. 9. Unten ist die natürliche Grösse der Darstellung zu sehen. Vergrössert ist die Darstellung in der Hauptfigur. Die Orbita ist sehr flach, wie das (9) die Seitenansicht desselben Gegenstandes zeigt; sie ist mehr länglich als breit; es ist erst der innere Theil der Orbita ausgebildet, der äussere Orbitalrand fehlt noch (9a).

10. 11. Unten die natürliche Grösse. Vergrösserte Ansicht einer in ihrer Bildung vorgeschrittenen fötalen Orbita. Diese ist jetzt mehr länglich als breit, und ziemlich tief, wie das aus 11 hervorgeht, die den perpendikulären Durchschnitt derselben Orbita zeigt.

12. Durchschnitt eines menschlichen Fœtalkopfes von ungefähr 10—12 Wochen. Der Durchschnitt ist perpendikulär im ersten Drittel der Orbita von der Nasenseite aus geschehen. Man sieht die Augenhöhle, in *cc* nach oben, und unten,

die Sclera, die spitz nach hinten geht, und unten flach ist, so dass der ganze Bulbus *a* eine Birnform darstellt. Nach unten und etwas nach hinten liegt das Antrum Highmori *d*. Die obere Lamelle dieses Antrums ist jetzt die untere Orbitalwand. Die obere Orbitalwand ist in *bb* sichtbar, sie ist bei weitem dünner als die Sclera. Unten ist die Darstellung in natürlicher Grösse.

13. Schematische Darstellung der Höhle einer weiter vorgeschrittenen Orbita. Sie ist birnförmig. (Vergleiche hiermit Tafel 1. Figur 14.—20. und die Erklärung.)