

# Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin.

Bd. LI. (Fünfte Folge Bd. I.) Hft. 3.

## XV.

### Das Auge der hirnlosen Missgeburten.

Von Prof. W. Manz in Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. II. Fig. 1—3.)

Das ganz besondere Verhältniss zum Gehirn, welches die Entwicklungsgeschichte für den Sehnerven nachweist, wonach derselbe als einstiger Theil und Auswuchs der embryonalen Gehirnblasen angesehen wurde, und so den meisten anderen peripherischen Nerven gegenüber eine wichtige Ausnahmsstellung einnehmen sollte, hat nicht nur seit lange ein grosses theoretisches Interesse geboten, sondern gerade in letzter Zeit durch die Reform der Lehre von der cerebralen Amaurose auch ein nicht minder grosses practisches gewonnen. Zur weiteren Begründung dieser Lehre galt und gilt es noch, die anatomisch-physiologischen Beziehungen der uns durch den Augenspiegel theilweise sichtbar gewordenen Nerven zu den Centralorganen auf das Genaueste kennen zu lernen. Wenn hier vor Allem wichtig war, den Einfluss zu studiren, den Erkrankungen, Zerstörungen einzelner Theile des Gehirns auf die Function und Existenz des Opticus haben, so musste sich gewissermaassen als Schlussprobe die Frage herandrängen, wie es mit dem Sehnerven da steheu werde, wo gar kein Gehirn vorhanden ist. Es ist kaum ein Zweifel, wenn auch nicht durch mehrfache Beobachtungen erhärtet, dass, wenn es bei der Embryoanlage gar nicht zu der des

Gehirns käme, eine Bildung des Sehnerven überhaupt nicht stattfinden würde. Bei den Früchten aber, welchen die Centraltheile des Nervensystems ganz oder theilweise fehlen, ohne dass ihr Körper sonst besonders verkrüppelt erscheint, handelt es sich, wie jetzt wohl ziemlich allgemein angenommen wird, nicht um eine ganz unterbliebene erste Anlage, sondern um eine pathologische Zerstörung jener Organe zu irgend einer Zeit ihrer weiteren Entwicklung. Nun ist aber schon seit längerer Zeit bekannt, dass wenn einmal die Bildung der peripherischen Nerven begonnen, oder vielmehr eine uns allerdings nicht genau bekannte Stufe erreicht hat, eine Destruction der Centralorgane deren weitere Entwicklung nicht unmöglich macht <sup>1)</sup>). Es war somit zu untersuchen, ob sich dies für den Sehnerven ebenso verhalte; wenn aber dieser als Ausnahme befunden wurde, wenn bei gehirnlosen Missgebüten in dem anatomischen Verhalten desselben wesentliche Abweichungen von der Norm gefunden wurden, so gewann diese Thatsache ein neues, histologisches Interesse durch die Erforschung des Zustandes, in welchem sich die angeblichen peripherischen Endigungen des Sinnesnerven in der Netzhaut in einem solchen Falle befinden, und es musste scheinen, dass daraus für die Frage, welches eben jene peripherischen Endigungen seien, eine Antwort erhalten werden könne. Dieser letztere Punkt war es vor Allem, welcher mich schon vor mehreren Jahren veranlasste, die genaue anatomische Untersuchung der Sehorgane einer Missgeburt, welche zu der Klasse der Hemicephalen (auch Anencephalen) gehörte, und welche mir zufällig zugekommen war, vorzunehmen. Ich habe die damals gewonnenen Resultate nicht veröffentlicht, weil ich der Ansicht war, dass es sich um die Feststellung einer „gesetzmässigen“ Bildungsanomalie handle, eine solche aber niemals auf einem einzigen Falle beruhen dürfe. Nun befanden sich in der hiesigen pathologisch-anatomischen Sammlung freilich mehrere Exemplare von Hemicephalen, von denen mir einige von dem Director der Sammlung freundlichst zur Benutzung überlassen wurden, allein der Zustand dieser, meistens ziemlich alten Spirituspräparate versprach für die histologische Untersuchung natürlich nur sehr wenig. Ich musste daher warten, bis mir der Zufall wieder solche Missgebüten zuführte, was denn auch geschah.

<sup>1)</sup> Vgl. E. H. Weber, Ueber d. Abhängigkeit d. Entstehung d. anim. Muskeln v. der d. anim. Nerven. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1851. S. 547.

Es sind so seit dem Jahre 1862, wo ich die erste Untersuchung angestellt hatte, acht derselben in meine Hände gekommen, und ich darf es jetzt wohl eher wagen, die erhaltenen histologischen Resultate zu veröffentlichen, und aus ihrer Uebereinstimmung in den wesentlichsten Punkten ein allgemeines pathologisch-anatomisches Gesetz abzuleiten.

In der Literatur über Anencephalie habe ich, soweit mir dieselbe zugänglich war, nur eine Arbeit gefunden, welche obige Fragen ausführlich behandelt, während alle anderen Beschreibungen von hirnlosen Missgeburten den Sehnerven gar nicht erwähnen oder einfach sein Vorhandensein constatiren, ohne weitere histologische Untersuchung. Ich kann deshalb wohl auch unterlassen, die von mir durchgesehenen Aufsätze einzeln aufzuführen, nur jener einen Arbeit habe ich Erwähnung zu thun, deren Object auch eine hirnlose Missgeburt war, und welche wohl mehr Beachtung sich erworben und zur Nachforschung angeregt hätte, wenn sie nicht gewissermaassen als Theil der von Bidder und seinen Schülern geführten Polemik gegen die Annahme der nervösen Natur der Stäbchen und Zapfen in der Retina zugleich mit jener fast überall auf Misstrauen gestossen wäre. Es ist dies eine Dissertation, von Ed. v. Wahl<sup>1)</sup> unter Bidder's Leitung verfasst; da ich weiter unten noch mehrfach Gelegenheit haben werde, auf sie zurückzukommen, so will ich einstweilen nur hervorheben, dass ich in den meisten wesentlichen Punkten mit den darin enthaltenen Angaben übereinstimme, wenn ich auch nicht ohne weiteres das Facit anerkennen kann, welches der Verfasser in Bezug auf oben erwähnte histologische Frage aus seinen Untersuchungen gezogen hat. Das Hauptergebniss meiner wie seiner Untersuchungen, auf dessen Constatirung es vor Allem ankam, und welches von mir auch in allen 8 Fällen, die mir zu Gebot standen, constatirt werden konnte, besteht in Folgendem: dasjenige Gebilde, welches bei hirnlosen Missgeburten an Stelle des Sehnerven gefunden wird, enthält keine nervösen Bestandtheile, ist also kein Nerv; in der Retina fehlen nur die „Opticusfasern“ und Ganglienzellen, in allen übrigen Theilen der Retina und des Auges überhaupt finden sich keine wesentlichen oder constanten Bildungsanomalien; nur ganz wenige Ausnahmen

<sup>1)</sup> Ed. de Wahl, *De retinae textura in monstro anencephalico disquisitiones mikroscopicae*, Diss. Dorpat 1859.

abgerechnet, zeigten sie die Structur, wie sie für einen gleichaltrigen normalen Fötus angesprochen werden muss. Zur Anstellung einer solchen Vergleichung lagen nun freilich in dem Zustand, in welchem die betreffenden Fötus mir zur Untersuchung kamen, viele Schwierigkeiten, und blieb mir so für das feinere histologische Detail nur wenig brauchbares Material. Da fast alle Früchte von auswärts ohne jede nähere Angabe über Schwangerschaftsdauer zugeschickt wurden und ich bei einigen auch nur das Auge zur Untersuchung bekam, so musste doch auch öfter die Frage offen bleiben, ob der Zustand, in welchem die einzelnen Gewebe des Auges vorgefunden wurden, dem jeweiligen Alter auch wirklich entsprach, oder ob etwa die Entwicklung des ganzen Fötus oder einzelner seiner Organe eine pathologisch zurückgebliebene war, was doch bei dem frühzeitigen Zugrundegehen des Centralnervensystems immerhin als möglich angenommen werden musste. Was nun das Alter der mir zugekommenen Monstra betrifft, so musste gerade dasjenige, welches zuletzt in meine Hände kam, in jeder Beziehung als ein völlig reifes, und zwar ganz kräftig entwickeltes Kind angesehen werden, womit auch die nachträglich eingeholte Angabe der Hebamme stimmte, dass die Mutter desselben am normalen Ende ihrer Schwangerschaft gewesen sei. Die Körperlänge betrug 44 Cm., das Gewicht 2320 Grm. Eine dieser im Alter nahestehende Frucht war die 4. (M. V<sup>1</sup>), von 38 Cm. Länge, dann folgen 2 von ungefähr gleicher Entwicklung (M. IV u. VII), von denen eine (M. VII) von der Hebamme mit Bestimmtheit als in der 35. Schwangerschaftswoche geboren angegeben wurde; M. II, III und VI dagegen waren offenbar jünger, wie aus dem Zustand der Fingernägel, der Ohren, der Stellung des Nabels, sowie aus der geringen Körpergrösse geschlossen werden konnte.

Was die Monstrosität selbst betrifft, so bestand dieselbe in einem Mangel der knöchernen Schädeldecken und des Gehirns, bei einem Monstrum waren nur die Halswirbel, bei den übrigen die ganze, oder der grösste Theil der Wirbelsäule gespalten, und damit auch das Rückenmark theilweise oder ganz fehlend. Ich habe übrigens diesen letzteren Verhältnissen weniger Aufmerksamkeit geschenkt, da ich darin keine Beziehung zur Bildung des Sehorgans zu erkennen vermochte. Die Hauptsache war der totale Mangel des

<sup>1)</sup> Der Kürze wegen erlaube ich mir die Missgeburten nach der Zeitsfolge, in der sie mir zukamen, mit römischen Ziffern zu bezeichnen.

Gehirns, der allen zukam, dagegen fanden sich die häutigen Schädeldecken wieder in verschiedenem Grade entwickelt: bald lag die Schädelbasis, nur von der Dura mater bedeckt, ganz frei, bald hatte sich darüber ein theilweise behaarter Sack geschlossen, der meistens ein doppelter war, und geronnenes oder noch flüssiges Blut zum Inhalt hatte. Genaueres über das Schädelsskelet wird, soweit das Sehorgan dabei interessirt ist, unten beigebracht werden.

Der Bulbus der von mir untersuchten Missgebürtigen unterscheidet sich in Bezug auf Form und Grösse nicht von dem eines normal entwickelten ungefähr gleichaltrigen Fötus, und hält insbesondere die letztere mit einem solchen gleichen Schritt in Bezug auf die Körpergrösse, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

Bei M. II von 28 Cm. Körperlänge betrugten die Hornhaut-durchmesser: der transversale 10, der verticale 9,5 Mm.; die Bulbusdurchmesser: der sagittale 16, der transversale 15, der verticale 15 Mm.

Bei M. VI von 33 Cm. Länge:

Hornhaut Diam. transv. 8,5, vert. 8 Mm.

Bulbus Diam. transv. 17, vert. 16, sag. 17,2 Mm.

Bei M. VIII von 44 Cm. Länge und 2320 Grm. Gew.:

Hornhaut Diam. transv. 11, vert. 10 Mm.

Bulbus Diam. transv. 19, vert. 19, sag. 19,7 Mm.

Bei einem normalen neugeborenen reifen Kinde:

Hornhaut Diam. transv. 9, vert. 10 Mm.

Bulbus Diam. transv. 18, vert. 17,4, sag. 18 Mm.

Der Bulbus bei Anencephaleu kann somit nicht als abnorm klein, sondern vielleicht eher als etwas grösser, als der des normalen Neugeborenen angesehen werden. Wenn derselbe auch wie der fötale und selbst noch der des Neugeborenen der sphärischen Form nahe steht, so finden sich doch auch hier schon meistens Differenzen der einzelnen Durchmesser in dem Sinne ausgesprochen, wie sie im späteren Alter vorliegen; auch in Beziehung auf die relative Ausdehnung der Hornhaut gegenüber der Sclerotica herrschen die normalen Verhältnisse. Besonders hervorheben will ich, dass eine circumscripte Ausbuchtung der nach aussen vom Opticus-eintritt liegenden hinteren Scleralpartie (Protuberantia scleroticalis v. Ammon) an keinem Bulbus, eine mehr diffuse Erweiterung jenes

Scleralbezirks dagegen, wie sie auch beim normalen Neugeborenen besteht, in mehreren mässig ausgebildet gefunden würde.

Die Sclerotica ist im Allgemeinen von bedeutender Dicke, welche bei den jüngeren Früchten am Aequator am stärksten ist, gegen den Hornhautrand sowie nach hinten etwas abnimmt: so fand ich bei M. II zunächst der Opticusinsertion 2,7 Mm., am Aequator 3 Mm., am Cornealrand 1,5 Mm.; bei reiferen Fötus ist aber das Verhältniss ungefähr das gewöhnliche. Die Structur der Sclera unterscheidet sich von der des normalen Kindes vielleicht durch einen etwas grösseren Gefässgehalt; sonst findet man dieselben ziemlich parallel verlaufenden Züge fibrillären Bindegewebes, von denen die gröberen nach aussen, die feineren gegen die innere Fläche hin gelagert sind. Besondere Erwähnung verdient die zwischen Sclera und Choroidea gelegene Gewebsschicht, welche der sogenannten Lamina fusca oder Suprachoroidea des normalen Auges entspricht. Dieselbe bildet ein zartes, gallertiges Gewebe, das im Ganzen völlig ungefärbt erscheint, und von hinten nach vorn an Mächtigkeit zunimmt. Bei Trennung der Aderhaut von der Sclerotica bleibt dessen grösserer Theil an dieser, der kleinere an jener haften. Unter dem Mikroskop zeigt sich dasselbe bestehend aus blassen Faserzügen, in welchen die fibrilläre Structur um so mehr ausgesprochen ist, je älter das Monstrum; die Fasern sind von sehr verschiedener Feinheit, und bilden ein lockeres Maschengewebe, in welchem Zellen verschiedener Form und Grösse eingeschlossen sind. Zwei Arten dieses schienen mir wesentlich verschieden: die einen waren sehr gross, mit vielen langen und mehrfach verästelten Fortsätzen versehen, besassen einen grossen runden Kern, und ein zartes fein granulirtes Protoplasma; die Fortsätze scheinen mit ihren feineren Ausläufern die von Nachbarzellen zu berühren. In Chromsäurepräparaten bekommen diese Zellenfortsätze allerdings sehr starre Contouren, sehen sehr rauh aus. Pigment enthalten nur wenige: dasselbe liegt als ziemlich grobe stark lichtbrechende Körnchen meistens in der nächsten Nähe des Kerns, manchmal beschränkt es sich aber auch auf einen oder den anderen Fortsatz; einen besonderen Glanz der Zellenkerne, wie ihn Ritter<sup>1)</sup> gewissermaassen als Anzeichen einer beginnenden Pigmentbildung angibt, habe ich

<sup>1)</sup> C. Ritter, Zur histologischen Entwicklungsgeschichte des Auges. Arch. f. Ophthalmologie. Bd. X. Abth. 1. S. 69.

nicht wahrnehmen können. Andere Zellen, die ungefähr ebenso häufig, wie die eben beschriebenen in der Suprachoroidea vorkommen, haben eine entschieden spindelförmige Gestalt, 2 in entgegengesetzter Richtung verlaufende meist derbe lange Fortsätze von ziemlich ansehnlicher Breite, die aber allmäthig abnimmt, der Kern ist länglich oval, stark contourirt, von einer nur schmalen Protoplasmazone umschlossen. Diese spindelförmigen Zellen liegen entweder ganz isolirt, oder an Faserzüge angelehnt, welche eine fibrilläre Structur zeigen. Häufig fand ich hier Bilder, wie sie von Rollett<sup>1)</sup> aus dem Omentum des Embryo beschrieben worden sind; eine Spaltung der Zellenfortsätze selbst in Fibrillen habe ich nicht wahrnehmen können, ebenso wenig eine so dichte Auflagerung der Zellen auf die Bindegewebszüge, dass dieselben als Epithel hätten betrachtet werden können. Einen interessanten Bestandtheil dieser *Lamina fusca* machen auch die Nerven aus, von denen aber weiter unten die Rede sein wird.

Die *Cornea*, deren Dicke sich über ihre ganze Ausdehnung so ziemlich gleich bleibt, enthält reichlich grosse Hornhautkörper mit vielen Ausläufern und oft mehreren Kernen. Die vordere und hintere Grenzmembran sind schon deutlich ausgesprochen; die letztere mit einem einschichtigen geschlossenen Epithel bedeckt, dessen Zellen übrigens noch nicht die regelmässig hexagonalen Formen zeigen, die wir später an ihnen wahrnehmen, sondern entweder rundlich oder sehr unregelmässig polygonal erscheinen; sie messen durchschnittlich 0,02 Mm., der Kern 0,012 Mm. und darüber. Das *Ligamentum pectinatum* besteht aus theils rauhen, theils glatten Balken von verschiedener Breite, welche an ihren Verbindungsstellen, die meistens ein Dreieck vorstellen, Anhäufungen von Zellen tragen. Die Balken selbst zeigen an vielen Stellen deutlich einen Aufbau aus Zellenelementen, deren Protoplasma durchscheinend, wenig körnig, deren Ausläufer meistens sehr breit und mit den benachbarten nahezu verschmolzen erscheinen. Dss Epithel der *Descemet'schen Membran* überzieht als geschlossene Lage, ohne Unterbrechung das ganze *Ligamentum pectinatum*, und gelangt so auf die vordere Irisfläche. Die Bilder, die ich in dieser Beziehung bei den Missgeburten, aber ebenso auch bei normalen Neugeborenen erhielt, stimmen völlig mit der Beschreibung, welche Iwanoff und

<sup>1)</sup> Stricker, *Gewebelehre*, S. 64.

Rollett<sup>1)</sup> von diesem Theil des Ligaments gegeben haben. Von hinten, d. h. von der Choroidea- und Scleraseite her, treten dicht gedrängt feine radiär gestellte Fasern heran, zwischen welchen kleine Gefäße liegen.

Die Chorioidea fand ich bei allen Monstren ganz pigmentlos, mit Ausnahme des ihr eigentlich nicht angehörigen Pigmentepithels. Sie ist von beträchtlicher Dicke, lässt sich aber nur schwer in einzelne Schichten zertheilen. Das Stroma derselben besteht aus Faserzügen, die häufig eine fibrilläre Zeichnung zeigen, und im Allgemeinen größer und dem Bindegewebe ähnlicher sind, als im Auge des Erwachsenen. In erhärteten Präparaten wird an manchen Stellen eine homogene durchsichtige Grundsubstanz deutlich. Die zelligen Elemente sind reichlich, ohne Pigment, mit vielen meistens verästelten Ausläufern versehen. Die Blutgefäße, auch die Capillaren besitzen eine ganz auffallende Weite, und sehr dünne Wandungen: eine Eigenthümlichkeit, welche sich bei den von mir untersuchten Missgeburten auch in anderen Organen fand, und gewiss in innigem Zusammenhang mit den zahlreichen Extravasaten steht, die man in denselben findet. Wenn man auf das frische Auge, dessen Sclera oder Cornea auch nur einen leisen Druck ausübt, so treten Blutflecken in der Iris auf, und auch bei sehr vorsichtiger Herausnahme des Bulbus aus der Orbita findet man Blutextravasate zwischen Choroidea und Sclera, oder sonst irgendwo im Auge. Ob dabei immer Gefässzerreissungen stattfinden, oder ob die rothen Blutkörperchen durch die unversehrte Gefässwand hindurchtreten, kann ich nicht sagen; die Dünngkeit dieser letzteren würde Beides begünstigen, möglicherweise ist diese Eigenthümlichkeit der Blutgefäße der Grund der die Monstrosität bedingenden Destruction des Gehirns. Die Gefässwandungen enthalten übrigens reichlich schöne, ovale, mit Kernkörperchen versehene Kerne, um welche da und dort auch ein kleines Häufchen feinkörnigen Protoplasma's gelagert ist. Die Zellen des auf einer gut ausgebildeten elastischen Lamelle liegenden Pigmentepithels sind im Durchschnitt ziemlich regelmässig hexagonal, und meist reich mit Pigmentkörnchen gefüllt. Als Breitendurchmesser der Zellen fand ich 0,018—0,024 Mm. und des Kerns 0,008—0,01 Mm.; die Höhe der Zelle beträgt 0,009—

<sup>1)</sup> Alex. Iwanoff und Alex. Rollett, Bemerkungen zur Anatomie der Iris-anheftung und des Annulus ciliaris. Arch. f. Ophthalmol. Bd. XV. Abth. 1. S. 42.

0,013 Mm., der Kern liegt zunächst der elastischen Lamelle im pigmentfreien Theil des Protoplasma.

Zellen mit 2 Kernen finden sich in diesem Epithel an verschiedenen Stellen der Choroidea in verschiedener Häufigkeit vor; an einigen zählte ich 1 auf 10 einkernige, an anderen viel weniger. Die doppeltkernigen Zellen sind durchschnittlich etwas grösser als jene, und stellen Polygone mit sehr ungleichen Seiten vor; die Kerne sind, wie die anderen rund, liegen sich meist sehr nahe, sind aber immer durch eine helle Linie oder etwas Pigment scharf getrennt. Von einer Zellmembran habe ich Nichts bemerkt, die Begrenzung der Zelle geschieht durch eine schmale pigmentfreie Protoplasmazone.

Die Dicke der Choroidea ist insbesondere in der Nähe des Sehnerveneintritts beträchtlich (bei reifen Fötus weniger), was wohl hauptsächlich dem hier reichlich vorkommenden fibrillären Bindegewebe zuzuschreiben ist, welches auch viele spindelförmige Zellen einschliesst, sie nimmt gegen den Aequator bulbi hin rasch ab, von der Ora serrata an aber wieder zu, sich zu mächtigem Processus ciliaris erhebend. Diese, vorzugsweise aus vielen weiten Gefässen gebildet, sind nach innen von einer einfachen Lage heller Zellen bedeckt, unter welchen das Pigmentepithel, die Fortsetzung des auf der Choroidea ausgebreiteten, liegt, welches sich auch auf die hintere Fläche der Iris bis zum Papillarrand erstreckt.

Der Ciliarmuskel ist in ziemlicher Mächtigkeit vorhanden, seine Elemente sind in Bündeln vereinigt, aber etwas leichter zu isoliren als beim Erwachsenen; auch circulär gelagerte Muskelfasern sind zahlreich vorhanden. Im vordersten Theil des Muskels zeigt sich auf senkrechten Durchschnitten stets das Lumen eines grösseren Gefässes, welches wohl als der sogenannte Schlemm'sche Kanal anzusehen ist, der so beim Fötus noch mehr gegen den Muskel heringerückt wäre, als im späteren Lebensalter.

Ueber die Iris habe ich nichts Besonderes zu bemerken: ich fand dieselbe meist von einer tiefblauen Färbung, die übrigens mit dem Blutgehalt des Bulbus sich wesentlich änderte. Am Ciliarrand derselben fand ich ein grosses circulär verlaufendes Blutgefäß, von welchem die radiär gegen die Pupille hin verlaufenden Aeste fast alle ausgingen; auch diese Gefässen haben ein verhältnissmässig grosses Kaliber, nur einzelne springen in sanften Bogen über die

vordere Irisfläche vor. Von den Irismuskeln vermochte ich nur den Sphincter zu erkennen; derselbe erscheint vom übrigen Irisgewebe scharf getrennt, besteht aus steifen, concentrisch verlaufenden glashellen Fasern von verschiedener Länge, deren Enden scharf zugespitzt sind; der Kern, fast immer in gleicher Entfernung von jenen gelegen, hat eine Länge von 0,016 Mm., eine Breite von 0,006 Mm., scheint ziemlich glatt, mit starken Contouren. In seiner Nähe, hie und da auch etwas entfernter von ihm liegen im Protoplasma braune Pigmentkörnchen in verschiedener Menge und ganz ungleicher Vertheilung.

Die Krystalllinse gleicht in allen Eigenschaften der eines normalen Fötus des entsprechenden Alters. Den Dickenunterschied der vorderen und hinteren Kapsel fand ich in allen Fällen sehr bedeutend, jene hat ohne die Epithelschicht einen Durchmesser von 0,013 Mm., diese kaum die Hälfte davon. Die Zellen des Epithels der Vorderkapsel stehen in radiären Reihen, die aber in der Nähe des vorderen Pols in Unordnung gerathen, wo sie in unregelmässig polygonalen Feldern beisammenliegen. Auf der äusseren Fläche der Vorderkapsel fand ich immer Reste eines Gefässsystems, aber nur einmal (M. III) eine vollständig erhaltene Papillarmembran; jene Reste waren meistens ziemlich grosse Blutgefässse, welche seltene Maschen und am Pupillarrand unregelmässige Bogen bilden; zwischen denselben traf ich kleine Gruppen von epithelartigen Zellen mit einem glatten runden Kern, von polygonaler Form, mit kurzen, oft hakenförmig gebogenen, an die benachbarten eng sich anschmiegenden Fortsätzen. Die Wandungen jener Gefässse sind dünn, die stärksten mit einer dichten kernhaltigen Adventitia eingefasst; querliegende Kerne fand ich keine.

Der Glaskörper, dessen Consistenz sich wenig von der beim Erwachsenen unterscheidet, ist in eine überall deutlich unterscheidbare Hyaloidea eingehüllt, welche von der Menstrana limitans ret. leicht und vollständig sich trennen lässt; diese Trennung findet auch zwischen ihr und der Linsenkapsel in der tellerförmigen Grube statt. Die Grundsubstanz des Glaskörpers erscheint völlig homogen; nur bei längerem Freiliegen oder in Berührung mit verdünnten Säuren wird dieselbe fein granulirt, welche Eigenschaft durch Zusatz verdünnter Natronlauge sogleich wieder verschwindet. Zellige Elemente sind reichlich vorhanden, und zwar in allen Schichten des

Organs. Sie sind meistens rundlich, ohne Fortsätze (solche scheinen sich da und dort nur durch Druck zu bilden), das Protoplasma ist sehr feinkörnig, enthält häufig helle vacuolenartige Stellen, und einen ovalen oder runden, scharf contourirten Kern von 0,006—0,012 Mm. Durchmesser, während ich für die Zellen 0,01—0,02 Mm. maass; von einer Zellenmembran ist nichts zu sehen. Sehr häufig sind Zellen mit 2 Kernen, jeder mit einem punktförmigen Kernkörperchen, überhaupt hat man Gelegenheit, in wenigen Präparaten schon alle Phasen der Zelltheilung zu verfolgen; auch die Vorbereitungen zur Kerntheilung, seichte oder tiefere Einschnürungen derselben habe ich oft beobachtet. Diese vielen Zwillingssellen, sammt der ganz feinkörnigen Grundsubstanz erinnern sehr nachdrücklich an das mikroskopische Bild des jungen hyalinen Knorpels. Von Blutgefäßen enthält der Glaskörper nur die Arteria hyaloidea, die weiter unten noch erwähnt werden soll; nur in M. 1 waren schon mit unbewaffnetem Auge andere Gefäßbäumchen darin zu erkennen. Dieselben erwiesen sich als die Aeste eines Gefäßes, welches aber nicht, wie zu vermuten war, mit der Art. hyaloidea in Zusammenhang stand, sondern in ziemlicher Entfernung von ihr am Boden des Auges seine Eintrittsstelle hatte; es war eine directe Fortsetzung einer hinteren Ciliararteria, welche Sklera, Choroidea und Retina durchbohrend auf dem kürzesten Weg in das Corpus vitreum gelangte. Eine Verbindung desselben mit Netzhautgefäßen war nicht nachzuweisen; seine Ramification begann erst nach Eintritt in den inneren Augenraum, einige Zweige strebten gegen die hintere Linsenkapsel hin; ausser dem beschriebenen grösseren Stämmchen waren auch noch einige viel feinere vorhanden, welche denselben Ursprung und dieselbe Verlaufsweise zeigten <sup>1)</sup>.

Nach diesen wenigen Bemerkungen über die Structur der dem Sehnerven nicht angehörigen Organe des Auges der Anencephalen, gehe ich zur Beschreibung des Opticus und der Retina über, jene möge genügen, um zu zeigen, dass wesentliche Abweichungen vom Bau des normalen Fötusauges dem jener Missgeburten, regelmässig wenigstens nicht zukommen, wenn solche auch in dem einen oder anderen Falle gefunden werden.

Der Opticus der hirnlosen Missgeburten unterscheidet sich von einem normalen, in seinem orbitalen Stück wenigstens, der

<sup>1)</sup> Vgl. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen. S. 282.

Form nach wenig, mehr durch die Färbung. Der innerhalb der Augenhöhle verlaufende Theil desselben ist ziemlich drehrund, der extraorbitale dagegen so stark abgeplattet, dass man ihn jedenfalls schon bei oberflächlichem Ansehen für atrophisch halten müsste. Vergleicht man aber die Dicke auch des orbitalen Stücks mit dem eines normalen Neugeborenen, so ergibt sich schon eine Differenz von ungefähr von 1 Mm. So fand ich den Durchmesser des Sehnerven beim normal entwickelten Neugeborenen nahe der Insertion an die Sclera, ohne seine äussere Scheide, zu 3 Mm., bei dem völlig reifen Anencephalus (M. VIII) nur 2,2 Mm. Die Messung mit Einschluss der Scheide ist von wenig Werth, da diese selbst einen veränderlichen Quellungszustand und Blutgehalt zeigt. Die Dicke des Nerven nimmt nach rückwärts ziemlich bedeutend ab, schon 3 Mm. von der Sclera entfernt, fand ich nur 2 Mm., in der Nähe der hinteren Orbitalöffnung nur 1,5 Mm.; hier hat auch schon seine Form sich sehr verändert, er ist meistens schon ziemlich platt geworden. Am frischen Auge hat derselbe eine grauröthliche Farbe, welche durch die Scheide deutlich hindurchschimmert; die Consistenz ist eine ziemlich feste und verleiht zusammen mit jener Färbung ihm ein knorpelartiges Aussehen, welches den entscheideten Nerven von einem normalen wesentlich unterscheidet, wenn auch der des neugeborenen Kindes weniger weiss erscheint, als der des Erwachsenen. Die äussere Scheide, die sehr leicht von ihm sich ablösen lässt, ist dick und derb, von weisser Farbe; ihre Structur zeigt von der bei einem normalen Nerven kaum eine Abweichung, doch ist die Zahl und das Kaliber der in ihr und durch sie verlaufenden Blutgefässer grösser als gewöhnlich. Die Vagina externa existierte in dem oben angegebenen Verhältniss zum Opticus bis zum hinteren Ende der Orbita; hinter derselben hat derselbe allerdings auch noch eine äussere Hülle von ziemlich derbem Bindegewebe, die sich aber von dem Inhalt weniger leicht mehr abschälen lässt. Dieses Stück des Opticus besteht aus lockeren, geschwungenen Bindegewebsfasern, Bündeln von solchen und Blutgefässen von 0,001—0,002 Mm. Durchmesser, welche unter einander anastomosiren und längliche Maschen bilden. Von Stelle zu Stelle treten stärkere Gefässer zu und ab, von einer grösseren Arterie stammend, welche diesen Theil des Opticus begleitet, oder, wie ich auch fand, in ihm eingeschlossen ist, ja manchmal seine Hauptmasse ausmacht. Uebrigens zeigt

gerade dieses centrale Endstück eine verschiedene Structur, soweit dies die Anordnung des Bindegewebes und der Gefässe anlangt, welche die einzigen Bestandtheile desselben ausmachen. Oben erwähntes grösseres Gefässtämmchen gehörte zum ersten Ast, welcher die Carotis interna, nach ihrem Eintritt in den Schädel abgibt, entspricht somit einem Zweige der Arteria ophthalmica.

Wie schon angedeutet wurde, ist die Verbindung zwischen der inneren und äusseren Opticusscheide eine sehr lockere und nur durch ziemlich sparsame, feine Fasern vermittelt. Sowohl die innere Fläche der äusseren, als die freie Fläche der inneren Scheide ist von einem in grösseren Fetzen abziehbaren, glashellen, in Müller'scher Flüssigkeit etwas spröde werdenden Häutchen bedeckt, welches unter dem Mikroskop betrachtet, das Aussehen eines gewöhnlichen Pflasterepithels hat. Die einzelnen Zellen sind von ziemlich gleicher Grösse (0,010 Mm. Durchmesser), aber irregularer Gestalt, ihr Protoplasma ist homogen und umschliesst einen grossen runden oder ovalen Kern, gegenüber dessen Masse die des Protoplasmas selbst sehr zurücktritt, so dass die Kerne an den meisten Stellen sehr dicht beisammen liegen. Zerzupft man ein solches Häutchen mit Nadeln, so sieht man, dass die meisten Zellen Fortsätze haben, meistens zwei, nach entgegengesetzter Richtung gerichtete oder auch mehrere, von denen einige der Oberfläche des Opticus parallel verlaufen, andere aber mehr in die Tiefe gegen das unterliegende Gewebe hingreifen. Zugleich mit diesem Epithelium löst man von seiner Unterlage eine dünne Schichte Bindegewebes ab, an welchem jenes ziemlich fest haftet, durch die Verbindung, in welcher dessen Zellen mit den Bindegewebsfasern stehen; man kann da und dort wahrnehmen, wie ein Zellenfortsatz sich fadenförmig auszieht und zu einer Fibrille zu werden scheint, was sich manchmal in Wahrheit aber so verhält, dass jener Fortsatz, nachdem er ziemlich sein geworden, einem fibrillären Bindegewebsbündel sehr dicht anliegt. Andere Zellenausläufer sind nicht fadenförmig, sondern breit und mehr blattartig. Die Schicht der Zellen ist nur eine einfache, es kommen aber ganz ähnliche nicht nur in den tieferen Lagen der Opticusscheide, sondern auch im Parenchym des Opticus selbst vor. Ich bemerke hierbei, dass ich obiges Epithel schon Ende des Jahres 1868 gefunden, und der hiesigen naturforschenden Gesellschaft in der Sitzung vom 30. April v. J. von diesem Befund Mittheilung

gemacht hatte, zu einer Zeit, wo mir die Untersuchungen von Schwalbe<sup>1)</sup> noch unbekannt waren; übrigens habe ich denselben schon damals nicht für einen pathologischen gehalten und jenes Epithel später auch am normalen Neugeborenen gefunden, wie ja auch von Leber und Schwalbe sein regelmässiges Vorkommen für Menschen und Thiere nachgewiesen worden ist. Die ziemlich derben Bindegewebsbalken, welche die tieferen Schichten der inneren Scheide bilden, liegen in concentrischen Lagen, die auf dem Querschnitt des Opticus ziemlich markirt erscheinen. Besonders auffallend, aber in mancher Hinsicht nicht ganz constant, ist die Vertheilung der Blutgefässe in diese inneren Scheiden. In allen Fällen bemerkte ich eine verhältnissmässig grosse Zahl von grösseren Blutgefässen, als im normalen Opticus vorkommen, wenn schon der des neugeborenen Kindes auch daran reicher zu sein scheint, als der des Erwachsenen. In einigen der Monstra nun fand ich auf Querschnitten die Lumina durchschnittener, beträchtlich grosser Gefässe in der innersten Schicht der Scheide ziemlich dicht neben einander im Kreise stehend, kleinere, aber immer noch weit über dem Capillardurchmesser stehende in grösserer Menge im Opticus selbst, und ganz constant, wie in der Norm, im Centrum den Querschnitt von 1—3 Gefässen. In einigen anderen Sehnerven konnte ich jedoch von jener regelmässigen Anordnung der Blutgefässe Nichts bemerken, sondern es fanden sich dieselben im Opticus ganz unregelmässig zerstreut, mit Ausnahme der in dem vorderen Stücke desselben nie fehlenden centralen Stämme. Letztere erschienen auf Querschnitten von einer dicken Bindegewebshülle umschlossen, deren feinere Structur auf diese Art aber nicht erkannt werden konnte. Wenn man dagegen die Retina in der Gegend des Opticuseintritts ganz sanft von der Choroidea abzuziehen sucht, so zieht man dabei einen Faden aus der Axe des Opticus eine Strecke weit hervor, welcher mit diesem, so wie mit der Netzhaut zusammenhängt. Die mikroskopische Untersuchung dieses Fadens (Fig. 2), den ich in einem Falle 2 Mm. lang, an der Basis 0,35, an der Spitze 0,20 Mm. breit fand, zeigt, dass er ein Blutgefäß enthält, welches von einem konischen Mantel umbüllt ist. Letzterer endigt in der Ebene der Netzhaut, mit etwas gewölbtem Rande, so dass das eingeschlossene

<sup>1)</sup> G. Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VI. H. 1.

Blutgefäß von hier an frei, nur von einer ziemlich mächtigen Adventitia umgeben, in den Glaskörper verläuft. Jener Mantel trägt auf seiner Oberfläche eine geschlossene Zellenlage, die völlig den Eindruck eines Pflasterepithels macht, in ihrer Structur aber jenem Epithel analog ist, welches wir als Auskleidung des Raumes zwischen beiden Optieusscheiden gefunden haben. Die Zellen sind von ziemlich gleicher Grösse, stossen mit ihrem Protoplasma unmittelbar an einander und besitzen grosse runde Kerne. Zuweilen scheint auch hier, wie ich es dort öfter bemerkt hatte, das Protoplasma mehrerer benachbarten Zellen völlig zusammenhängend, verschmolzen zu sein, wenigstens konnte an in Müller'scher Flüssigkeit conservirten Präparaten eine Demarcationslinie für die jedem einzelnen Kern zukommende Protoplasmamasse nicht gefunden werden, dagegen boten solche grossen Zellen häufig eine fein fibrilläre Zeichnung. Wie das Epithel der Vagina optici steht nun auch das eben beschriebene mit seiner Unterlage, d. h. mit dem Stroma des Gefäßzapfens in vielfacher Verbindung durch Zellenfortsätze, welche von der Unterfläche der Zelle nach innen abgehen, und mit sternförmigen Elementen in Zusammenhang treten, welche jenes Stroma der Hauptsache nach zusammensetzen, wie das die Abbildung am unteren Ende des Zapfens zeigt, wo die geschlossene obere Zellenlage durch Zufall abgerissen ist. Von einem solchen Zellennetze, oder vielleicht richtiger zellentragenden Fadennetze wird nun auch das centrale Blutgefäß reichlich umspinnen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der beschriebene Zapfen im Wesentlichen eine kolossal entwickelte Lymphscheide vorstellt, die hier auch gegen das übrige Stroma des Opticus eine Strecke weit durch ein geschlossenes Epithel sich isolirt hat. Beifügen muss ich aber, dass ich dieses Gebilde in der bezeichneten Entwicklung nicht in allen Missgeburten aufgefunden habe, woran übrigens auch der Zustand der Präparate zur Zeit der beginnenden Erhärtung Schuld gewesen sein kann. Aeusserst wichtig sind die Beziehungen desselben zur Retina; schon bei seinem Herausziehen aus dem Opticus fällt der sehr lockere Zusammenhang mit jener auf und in der That genügt am erhärteten Präparat ein leiser Zug um beide von einander zu trennen. Man sieht dann, dass der Zapfen in einem Loch der Netzhaut gesteckt hat, und von hier aus die Arteria hyaloidea in den Glaskörper entlässt. Betrachtet man die entsprechende Lücke

der Retina unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung, so erscheint dieselbe rund mit ziemlich scharfen Rändern, aus denen aber doch zarte Fasern herausragen: die abgerissenen Verbindungs-fäden, meistens Gefässe, die von dem Zapfen zur Retina treten; sie sind im Ganzen übrigens nur sehr spärlich vorhanden. Die Arteria hyaloidea, aus jenem an der Innenfläche der Retina plötzlich frei geworden, misst im leeren Zustande fast an allen Stellen etwa 0,05 Mm. im Durchmesser, und durchzieht unverästelt den ganzen Glaskörper bis zur Mitte der hinteren Kapsel, oder wie ich einmal (M. V) fand, theilt sich alsbald in 2 Aeste, von welchen der eine obiges Ziel, der andere aber in geringer Entfernung von der Linse abbeugend, gegen das Corpus ciliare hinstrebt. Die Arterie besitzt eine ziemlich dicke Wandung, die noch ziemlich deutlich die zellige Structur zeigt, wobei die Kerne fast alle in der Längsaxe des Gefäßes liegen. Die Wandungen enthalten übrigens so viele kleine zellige Elemente, dass wir dieselben wohl als eine Lymphscheide ansehen können. In der Umgebung der Arterie scheint die Substanz des Glaskörpers etwas verdichtet und ist hier ganz besonders reich an den oben beschriebenen Zellen.

Der von der inneren Scheide eng umschlossene Opticus selbst, und zwar zunächst dessen orbitaler Theil, besitzt eine durchaus fasrige Structur; sowohl das Zerzupfen frischer, als das etwas leichtere, in Chromsäure erhärteter Präparate zerlegt ihn in ganz ungleich dicke Bündel von groben und feinen Fasern, von sehr verschiedenem und von Stelle zu Stelle wechselndem Durchmesser, welche bei stärkerer Vergrösserung meistens einen fibrillären Bau zeigen. Die gröberen Fasern verlaufen fast alle in der Längsaxe des Nerven, und bilden unter einander unregelmässige Maschen, in welchen dann jene feineren Fibrillen, oder, wie an frischen Präparaten häufiger zu treffen, eine weiche, gelatinöse, meist structurlose Masse eingeschlossen sind, in welchen höchstens da und dort ein fibrillärer Zusammensetzung angedeutet ist. v. Wahl ist betreffs der Structur des Opticus zu ähnlichen Resultaten gekommen; er sagt<sup>1)</sup>: „In massam fundamentalem molecularem, subtiliter strictam magna nucleorum ovatorum rotundorumque multitudo immersa erat, qui, acido acetico in usum converso, massa fundamentali insignem in modum pallescente, etiam manifestius in conspectum sunt dati.“

<sup>1)</sup> L. c. S. 27.

Isolirt man die feineren Fasern auf grössere Strecken, so zeigen dieselben einen etwas geschlängelten Verlauf, theils rauhe, theils glatte Contouren, nur selten dichotomische Theilungen, sie gleichen ihrem Aussehen nach völlig den feinen und feinsten Bindegewebsfibrillen; eine stärkere Lichtbrechung oder varioöse Anschwellungen werden an denselben nicht wahrgenommen; auch wo sie in dickeren Bündeln beisammen liegen, haben sie niemals das dunkle Ansehen, wie die Bündel der markhaltigen, wenn auch noch so feinen Nervenfasern in frischem Zustand es bieten, und zwar, was ich noch besonders zu constatiren für nöthig hielt, auch im frischen Opticus des normalen Fötus, wenigstens aus den letzten Schwangerschaftsmonaten. Andere fasrige Elemente, als die beschriebenen, denen ein „nervöses“ Aussehen etwa mehr zukäme, habe ich bei Anencephalen nicht gefunden. In der Continuität vieler solcher Fasern liegen nun auch Kerne und jene selbst werden leicht als feine Fortsätze kernhaltiger Zellen erkannt. Dass zwischen den Fasern spindelförmige Zellen und zahlreiche Blutgefässe von capillarem und grösserem Durchmesser vorkommen, habe ich schon oben erwähnt. Die Zellen, deren Zahl gegen die Axe des Opticus hin etwas abnimmt, unmittelbar unter dem Epithel am grössten ist, können übrigens auch mehrere Fortsätze haben, die nach verschiedenen Richtungen ausfahren. Ausser diesen mit Ausläufern versehenen zelligen Elementen findet man aber auch häufig kleinere rundliche, ohne Fortsätze, von der Form und Grösse der farblosen Blutzellen, welche manchmal in Gruppen oder Häufchen zwischen den feineren Fasern eingebettet liegen, die aber an erhärteten Präparaten wegen starker Schrumpfung leicht übersehen werden können.

Querschnitte des Opticus, welche ich von in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Präparaten anfertigte, zeigen ein etwas verschiedenes Verhalten. Bei einigen Monstren boten dieselben eine entschieden lacunäre Structur, welche sich bei schwacher Vergrösserung kaum von der eines normalen Sehnerven unterscheidet. Man findet nehmlich verschieden gestaltete, etwas dunklere Felder von helleren Faserzügen eingefasst, in welchen dann wieder Capillaren oder auch grössere Blutgefässe eingeschlossen sind. In anderen Fällen zeigen jene dunklen Partien eine besonders langgestreckte Form und eine radiäre Gruppierung um das Centralgefäß, und trennen

sich von der inneren Scheide durch stumpf abgerundete Enden. Wieder in anderen Embryonen zeigte dagegen der Querschnitt gar keine Andeutung von einer solchen lacunären Structur, sondern überhaupt nur ein ziemlich wirres Gewebe von feinen und feinsten Fasern, die ausserordentlich fest in einander verfilzt sind und zwischen welchen man ausser Capillaren nur da und dort Kerne oder zellige Elemente, insbesondere blutzellenartige, erkennen konnte. Während nun diese letzteren Präparate in gar Nichts an den Bau eines normalen Sehnerven erinnerten, forderten die erst beschriebenen um so mehr zu einer genaueren Untersuchung auf. Auf recht dünnen Querschnitten, welche eine stärkere Vergrösserung zuließen, erwies sich nun, dass die dunklen Felder aus einem ausserordentlich dichten Netz von feinen Fasern bestehen, zwischen welchen auch die Querschnitte von solchen in grosser Menge sichtbar sind; gerade auch hier kommen zellige Elemente häufig vor, und zwar meistens kleine, lymphkörperchenartige. Diese dunklen Felder sind umschlossen von Fasernetzen bedeutend gröberer Art, aus denen aber, wie es scheint, durch raschen Zerfall feinste Fibrillen sich ablösen, ein Verhalten, welches, wie zuerst Klebs gefunden und Leber<sup>1)</sup> bestätigt hat, auch für das Gewebe des normalen Sehnerven gilt. Es ist kein Zweifel, dass jenes feinere Netzwerk auch bei den Missgebürtigen zum Theil wenigstens aus anastomosirenden Kernzellen gebildet ist, deren Vorkommen im Opticus ich oben schon hervorgehoben habe, nur sind dieselben gerade an diesen Stellen des dichtesten Netzwerkes kaum zu erkennen. Da die aus feinen Netzen gebildeten dunkleren (weit weniger durchsichtigen) Felder häufig eine längliche Gestalt haben, so erinnern solche Durchschnitte sehr an Querschnitte von Lymphdrüsen, eine Aehnlichkeit, die in anderen Fällen wieder ganz wegfällt, wo, wie schon bemerkt, eine areoläre Structur ganz fehlt und der ganze Durchschnitt aus einem mehr gleichmässig feinen Netze besteht, in welchem gröbere Faserzüge mit oder ohne Blutgefässen ganz unregelmässig vertheilt sind, die sich zum Theil von der inneren Scheide ablösen. Längsschnitte durch den Opticus gleichen auch hierbei mehr dem normalen Nerven. Man findet da stärkere

<sup>1)</sup> Th. Leber, Beitr. z. Kenntniss der atrophischen Veränderungen des Sehnerven nebst Bemerkungen über die normale Structur des Nerven. Arch. f. Ophthalmol. Bd. XIV. Abth. 2. S. 174.

Bindegewebsbalken, die unregelmässige längliche Maschen einschliessen, und überhaupt eine reiche Verästelung zeigen. Wie schon angedeutet, nehmen diese Längszüge gegen das centrale Ende des Opticus zu, und setzen diesen mit Blutgefässen in der letzten Strecke allein zusammen. Ein senkrechter Schnitt durch das im Foramen sclerae post. und das demselben zunächstliegende Stück Opticus zeigt einige grössere aufsteigende Faserzüge, welche sich in ein Geflecht von schräg und quer verlaufenden Fasern förmlich auflösen, aus welchen dann wieder sehr reichliche, regelmaschige, feinfasrige Netze hervorgehen, in welchen, ausser den Centralgefässen, die sich hier zu verzweigen anfangen, und Capillaren, ziemlich viele Kerne und kernhaltige Zellen, meist von der Grösse farbloser Blutzellen angehäuft sind. Wir haben hier somit eine sehr kräftig entwickelte Lamina cribrosa, die denn auch einen ganz besonders innigen Zusammenhang des Opticus mit der Sclera und Choroidea vermittelt, in welche ja die ganze Masse desselben übergeht, während der mit der Retina auf ein paar Gefässe sich beschränkt.

Zeigen Quer- und Längsschnitte des Opticus bei den hirnlosen Missgebürtigen manche Verschiedenheit, aber doch auch manche Aehnlichkeit mit der Structur des normalen Sehnerven, so musste die Frage, ob jener Nervenfasern enthalte, auf andere Weise gelöst werden. Dazu dienten natürlich vor Allem Zerzupfungspräparate der frischen Nerven, von denen schon früher berichtet wurde. Hatten diese die Existenz von markhaltigen Nervenfasern schon sehr unwahrscheinlich gemacht, so reichte die Anwendung der bekannten Reagentien hin, das Nichtvorkommen derselben auf das Bestimmteste zu bestätigen. Wurde ein Stückchen des entschieden Opticus in verdünnte Osmiumsäure eingelegt, so färbte sich bald dessen Oberfläche hellbräunlich; diese Färbung nimmt nach längerer Zeit (etwa 24 Stunden) etwas zu. Wird nun ein solches Stück zerfasert, so zeigt sich die braune Farbe auf die innere Scheide und die nächstgelegenen grösseren Faserzüge beschränkt, während die feineren weiter nach innen gelegenen dagegen ganz ungefärbt geblieben sind, und doch der Glanz und die eckige Form der geschrumpften Kerne und Zellen das Eindringen der Säure deutlich anzeigt. Zum Vergleich wurde in dieselbe Lösung ein Stückchen vom Opticus eines normalen neugeborenen Kindes, oder wurden mehrere Partikel anderer peripherischer Nerven derselben

Missgeburt eingelebt und nach der gleichen Frist untersucht. An letzteren stellte sich bald eine viel dunklere Färbung ein, welche, wenn auch an den einzelnen Fibrillen des Opticus (wegen der Dünngkeit der Markscheide) wenig ausgesprochen, doch schon nach 3 Stunden auch an den inneren Partien des Nerven sichtbar war, wobei dann die derberen Bindegewebsbalken durch ihre Farblosigkeit kräftig abstachen.

Querschnitte des mit Osmiumsäure behandelten Opticus verändern selbst nach längerem Verweilen darin ihre Farbe nur sehr wenig, noch später nimmt der ganze Schnitt eine gleichmässig bräunliche Färbung an. Ich muss dabei bemerken, dass in derjenigen der zum Vergleich dienenden Stücke eines normalen Neugeborenen und eines Nervus medianus von einer der Missgeburt(en) allerdings auch eine ziemliche Differenz sich ergab. Während die Fasern des letzteren sich bald tief violett färbten, waren die Bündel des kindlichen Opticus immer mehr bräunlich tingirt. Dieser Unterschied ist wohl eintheils in der sehr verschiedenen Mächtigkeit der Markscheide begründet, anderntheils in der Art der bindegewebigen Umhüllung, welche für die Osmiumimprägnation ein bedeutendes Hinderniss abgibt, begründet. Die scharfen ungemein deutlichen Bilder, welche Leber bei seinen Untersuchungen über die Structur des normalen und atrophischen Opticus erhalten hat, liessen für die Entscheidung der mir vorliegenden histologischen Frage grosse Vortheile von der Vergoldung erwarten und ich habe nicht versäumt, wie oben mit der Osmiumsäure, durch Benutzung von sowohl schwachen ( $\frac{1}{2}$  pCt.) als auch stärkeren Goldchloridlösungen Vergleiche zwischen einem normalen Sehnerven und dem eines Anencephalus anzustellen. Die Färbung, welche dabei Querschnitte des letzteren boten, bestand eigentlich mehr in einer ziemlich gleichmässigen Trübung, während der normale kindliche Sehnerv äusserst deutlich die Durchschnitte der Nervenfaserbündel von den gröberen Zügen des Stützgewebes unterscheiden liess. Eine violette Färbung der Nervenfasern stellte sich allerdings dabei nicht ein, woran wohl der nicht mehr ganz frische Zustand des Präparates vor der Vergoldung, vielleicht auch die Altersstufe des betreffenden Kindes die Schuld trägt. Gerade dieser letztere Punkt forderte zu einer Untersuchung auf, ob etwa die Markhaltigkeit der Opticusfasern des Neugeborenen, auch des gesunden, so gering sei, dass sie in einem

noch früheren Entwicklungsstadium sich optisch gar nicht geltend mache. Dieser Zweifel wurde aber durch die Präparate, die einem frischen Sehnerven des Neugeborenen entnommen waren, leicht widerlegt: dessen Fasern zeigen nicht nur in Bündeln zusammengelegt dasselbe dunkle Aussehen, wie beim Erwachsenen, sondern auch deutlich und zahlreich die bekannten Varicositäten, die gewiss für die Diagnose der nervösen Fasern eine grosse Bedeutung haben. Es ist auch nicht anzunehmen, dass die Entwicklung der Markscheide im Sehnerven so weit hinter der in den peripherischen Nerven zurückbleiben sollte, wenn auch die Mächtigkeit derselben dort für das ganze Leben eine geringere bleibt.

Wurden Opticusquerschnitte der Missgeburten in Carminlösung gelegt, oder noch besser unter dem Mikroskop damit tingirt, so färbten sie sich rasch ganz gleichmässig roth, je nach der Stärke der Lösung; verdünnte Natronlauge machte ebenso rasch und gleichmässig den ganzen Quer- oder Längsschnitt aufquellen und durchsichtig.

Die vorliegenden Proben werden, wie ich glaube, hinreichen, um mit Bestimmtheit nachzuweisen, dass in den von mir untersuchten Missgeburten der Sehnerv keine markhaltigen, ja, wohl überhaupt keine Nervenfasern enthält, da wir zur Annahme von marklosen daselbst gar keinen histologischen Grund haben. Von dieser negativen Thatsache aus gewinnt nun die Untersuchung der Retina sowohl, als des centralen Ursprungs des „Nerven“ ein ganz besonderes Interesse; bevor ich aber zur Beschreibung dieser Verhältnisse übergehe, habe ich noch einige Mittheilungen über die Structur anderer peripherischer Nerven jener Missgeburten zu machen, um zu zeigen, ob der Sehnerv diesen gegenüber wirklich eine Ausnahmestellung einnimmt.

v. Wahl<sup>1)</sup> fand die Fasern des Ischiadicus, Vagus und der Spinalnervenwurzeln 0,0003—5 Zoll breit, ohne Markscheide, dagegen aus einer molekulären Masse bestehend, zwischen denselben eine hyaline Masse mit zahlreichen ovalen Kernen; an manchen Stellen war eine fibröse Structur kaum wahrzunehmen. Mit diesen Beobachtungen stimmen die meinigen nur theilweise überein. Im Allgemeinen kann ich sagen, dass alle von mir untersuchten cerebrospinalen Nerven aus den verschiedenen Theilen des Körpers

<sup>1)</sup> de Wahl, 1. c. S. 28.

markhaltige Fasern enthielten. Bei denjenigen Exemplaren, welchen auch das Rückenmark fehlte, zeigten nicht nur die Nn. spinales, sondern auch die Wurzeln solche Fasern, und zwar mit folgenden Unterschieden. Die motorische Wurzel erscheint dem unbewaffneten Auge viel mehr weiss, als die sensible, und enthält dem entsprechend nicht nur viel mehr dunkelrandige Fasern, sondern das Mark schien auch viel glänzender als in diesen, deren Aussehen überhaupt viel weniger dem der Nn. spinales entspricht, als das der vorderen Wurzeln. Während man übrigens an den Fasern der Nervenwurzeln keinen der normalen Bestandtheile — Neurilem, Axencylinder, Markscheide — vermisst, sind doch, auch in den motorischen, die Fasern selbst schmäler, als in den Nervenstämmen. In manchen Nerven fand ich, und zwar oft zwischen ganz normal gebildeten, Fasern, deren Mark nicht die gewohnten glatten, glänzenden Contouren, sondern ein krümeliges Ansehen hatte; es war dies ganz besonders häufig in den hinteren Wurzeln der Fall. Wenn dasselbe auch in der Hauptsache als eine cadaveröse Erscheinung, ein Zerfall der Nervensubstanz betrachtet werden muss, so wurde mir doch auch durch meine Untersuchungen einerseits eine gewisse Abhängigkeit desselben von dem Alter des betreffenden Fötus in hohem Grade wahrscheinlich, anderntheils spricht das gleichzeitige Vorkommen von so degenerirtem und normal aussehendem Nervenmark doch wohl auch für eine ursprüngliche, pathologische Differenz zwischen einzelnen Nerven oder deren Fasern.

Die Untersuchung der Spinalganglien ergab Nervenzellen in grosser Zahl und von normalem Bau. v. Wahl<sup>1)</sup> hält ihre Anwesenheit nicht für ausser allem Zweifel stehend; dagegen fand er äusserst zahlreiche runde Kerne, analog den Körnern der Netzhaut.

Von grösstem Interesse war natürlich die Untersuchung der Nerven des Auges selbst, und ihre Ergebnisse, wenn auch in der Hauptsache mit den für die anderen peripherischen Nerven gewöhnlichen übereinstimmend, boten doch für die einzelnen Fötus manche Verschiedenheiten. Bei allen fand ich jene Fasern enthaltend, welche für Nichts anderes als nervöse gehalten werden konnten, wenn ihr Bau auch, dem Alter des betreffenden Embryo entsprechend, ein differenter war. So fand ich bei M. VI., einem der jüngsten, die mir zu Gebot standen, die Nn. ciliares, soweit sie als Stämmchen

<sup>1)</sup> de Wahl, l. c. S. 30 u. 32.

isolirt werden konnten, aus fasrigen Elementen zusammengesetzt, von durchschnittlich 0,002 Mm. Breite, alle der Längsaxe des Nerven parallel verlaufend, an welchen irgendwo eine spindelförmige Anschwellung mit einem ovalen Kern unterschieden werden konnte. Die totale Länge dieser Fasern liess sich wegen ihrer allmählichen Verschmächtigung nicht leicht bestimmen, doch schien sie mir bei vielen eine beträchtliche zu sein; charakteristisch waren ihre ovalen Contouren, und ihr ziemlich gerade gestreckter Verlauf, wodurch sie sich deutlich von begleitenden Bindegewebefasern unterscheiden liessen. In der Peripherie der Nerven lagen in grosser Zahl Zellen mit vielen Ausläufern, die sich um jene herumschlugen. In einem einzigen von demselben Fötus herstammenden Präparate traf ich eine einzige dunkelrandige, mittelbreite Nervenfaser von nicht bedeutender Länge, bei der ich aber ungewiss bin, ob diese nicht grösser war, als die der markhaltigen Partie, so dass nur an einer begrenzten Stelle der Faser normales Nervenmark sich entwickelt hätte. An Theilungsstellen der Nerven liegen rundliche Zellen mit eben solchen Kernen in Häufchen beisammen.

Viel anders zeigten sich die Nn. ciliares gebaut bei dem völlig reifen M. VIII.; sie bestanden hier aus Fasern von ungleicher Breite (die meisten 0,014 Mm. breit) mit einer (an Chromsäurepräparaten) feingranulirten Markscheide, ohne Kerne; ihre Contouren waren übrigens bald sehr zart, bald derb. Zwischen diesen Fasern liegen viele spindelförmige und auch vielästige Zellen, und viel fein fibrilläres Bindegewebe. Von den Elementen derselben Nerven eines normalen Neugebornen fand ich obige nur dadurch verschieden, dass ihre Markscheide etwas weniger lichtbrechend erschien und sowohl in Osmiumsäure als in Goldchlorid sich weniger dunkel färbte. Es erhellt aus obigen Mittheilungen, dass, wie erwartet werden konnte, die Ciliarnerven sich bei den hirnlosen Missgebüten verhalten, wie die übrigen cerebrospinalen Nerven derselben, d. h. eine normale Structur besitzen. Ob der Befund bei M. VI. dann doch als ein anomaler angesehen werden soll, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu behaupten, da mir das Alter des Fötus eben viel zu wenig genau bekannt war. Nach der ziemlich allgemeinen Ansicht der Histologen entwickeln sich die Nervenfasern aus spindelförmigen Zellen, welche reihenweise mit ihren Fortsätzen verschmelzen, wobei dann später der Zellenkörper mit Kern schwin-

det, und etwa im 4. oder 5. Monat <sup>1)</sup> das Mark sich entwickelt auf eine allerdings noch völlig unbekannte Art und Weise. Wenn wir nun das Alter des betreffenden Fötus höher taxiren, wozu manche Gründe vorhanden waren, so würde die Anomalie der Nervenstructur doch nur in einer verzögerten Entwicklung beruhen, da die vorgefundene einer etwas früheren Altersstufe entsprechen würde, vorausgesetzt, dass der oben angegebene Termin wirklich der für die Bildung des Nervenmarks allgemein gültige ist. Das Vorkommen der erwähnten einen markhaltigen Faser in einem Präparat zeigt übrigens, wie nahe jenem Termin die Nervenentwicklung gewesen ist, da denn doch nicht anzunehmen ist, dass jene Faser wirklich die einzige dunkelrandige in allen Ciliarnerven war, wenn ich schon keine zweite mehr finden konnte.

Die Retina des Auges vom Anencephalus im frischen Zustand und nach Trennung des Bulbus im Aequator *in situ* betrachtet, bietet 2 wesentliche Unterschiede von der des normalen Auges: einmal ist, wenn auch die Durchsichtigkeit ihres Gewebes noch ganz wenig getrübt ist, keine Papille wahrzunehmen. Der Eintritt der Gefäße allein markirt ihre Stelle, nur zunächst um diese schimmert ein Theil des Opticus hellweisslich durch, eine sogenannte Nervengrenze besteht nicht, die Scleralgrenze, resp. der Choroidealrand ist nicht durch eindringende Nervenmasse aus einander gehalten. Am besten erläutern übrigens diese Verhältnisse senkrechte Durchschnitte von der Eintrittsstelle am erhärteten Auge. Einen solchen stellt 3mal vergrössert Fig. 1 dar. Vergleicht man denselben mit einem von einem normalen Auge gefertigten, so fällt zunächst auf, dass die bedeutende Einschränkung, welche der Opticus hier am Foramen sclerae post. am meisten unmittelbar hinter der Choroidea erfährt, wodurch sein Querdurchmesser fast auf die Hälfte reducirt wird, im Auge der Missgeburt fast ganz fehlt. — Der Sehnerv behält hier nach allmählicher Abgabe seiner Scheiden in die Sclerotica dasselbe Volumen durch die ganze hintere Bulbuswand hindurch. Sucht man denselben aus seiner Scheide hervorzuheben, so geht das bis etwa in die Nähe der Choroidea, hier aber hängt er so innig und fest mit den innersten Sclerallagen, sowie mit der Choroidea zusammen, dass es überhaupt kaum möglich ist, ihn mit Gewalt hier abzureißen. In diese Membranen geht nehmlich der

<sup>1)</sup> Kölliker, Gewebelehre. 4. Aufl. S. 360.

grösste Theil seiner Masse über, sie bilden deren eigentliche Ausbreitung. Von dem Verhältniss des Opticus zur Retina war oben schon die Rede. So ist schon die Betrachtung eines Längsschnitts durch das intraoculare Opticusende genügend, seine abnorme histologische Qualität zu erkennen.

Aber auch, um wieder zur Flächenansicht zurückzukehren, die ersten Ramificationen der Blutgefäße zeigen sich etwas anders als in der normalen Retina: dieselben geschehen nicht, wie hier gewöhnlich, so, dass die ersten Theilungen nach auf- und abwärts gerichtet sind, sondern es treten ziemlich gleichdicke Aeste nach allen Seiten hin, die Bogenbildung um die Stelle der Macula lutea ist nicht vorhanden. Die Blutgefäße sind verhältnissmässig sehr breit, und waren meistens alle bis in die feineren Verzweigungen mit Blut gefüllt; häufig lagen zur Seite derselben, und noch häufiger in den Theilungswinkeln rundliche, meistens kleine Eechymosen. Von der Macula lutea fand ich nur in einem Auge (M. V) zwei kleine quer gestellte Fältchen an ihrer Stelle, die vielleicht als die Plica centralis angesehen werden dürfen; in allen anderen Augen war der hintere Pol weder durch eine Fovea centralis, noch durch eine Falte, noch durch gelbe Färbung ausgezeichnet.

Die mikroskopische Untersuchung der frischen Retina ergab bei den Exemplaren, deren Zustand eine solche überhaupt noch zuließ, und deren waren 5 (M. I, II, V, VI, VII), zunächst eine geschlossene Lage von Stäbchen und Zapfen, allerdings mit verschiedener Conservirung der einzelnen Elemente; doch war bei 3 Missgeburten ihre Form noch ganz gut erhalten, in anderen zeigten die Stäbchen die bekannten cadaverösen Veränderungen, Krümmungen, Aufblätterung u. s. w. Bei den gut erhaltenen waren Innen- und Aussenglied, Stäbchen, Kern, bei manchen mit anhänger kurzer Faser, deutlich zu erkennen, die Zapfen dagegen erschienen meistens mehr entstellt. Ob dieselben, Stäbchen und Zapfen, geeignet gewesen wären, den von M. Schultze<sup>1)</sup> neuerdings entdeckten Faserapparat wahrnehmen zu lassen, kann ich nicht sagen, da mir diese Entdeckung zu der Zeit, wo ich meine Untersuchungen anstellte, noch unbekannt war, ich muss es aber bezweifeln, da ich denn doch die Augen niemals ganz frisch, d. h.

<sup>1)</sup> M. Schultze, Ueber die Nervenendigung in der Netzhaut des Auges bei Menschen und bei Thieren. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. V. H. 4.

unmittelbar nach dem Tode in die Hände bekam. Ich kann also nicht entscheiden, ob die von M. Schultze als eigentliche Opticus-endorgane angesehenen Faserumkleidungen der Stäbchen und Zapfen bei den hirnlosen Missgeburten vorhanden sind oder nicht, sowie es mir auch nicht gelang, die fibrilläre Zusammensetzung der Stäbchen- und Zapfenfasern zu erkennen. Abgesehen von diesen nicht eruirbaren feineren Details verriethen übrigens die äusseren Retinaschichten überhaupt, auch an gut conservirten Präparaten, weder in ihrer Mächtigkeit, noch in ihrer Zusammensetzung wesentliche Verschiedenheiten von einem normalen Kindesauge. Was jene betrifft, so bestanden allerdings auch zwischen den von verschiedenen Missgeburten herrührenden Präparaten Verschiedenheiten. Bei allen aber fiel die hervorragende, überwiegende Breite der äusseren Körnerschicht auf; so fand ich in M. II (Chromsäurepräparat) in einem Durchschnitt 3 Mm. von der Papille nach innen gelegen für

die äussere Körnerschicht	0,0515 Mm.
die Zwischenkörnerschicht	0,0165 -
die innere Körnerschicht	0,033 -
die granulöse Schicht	0,066 -

Die innerste Abtheilung der Retina (Ganglienzellen und Opticusfaserschicht) bis zur Limitans interna maass in diesem Falle 0,06 Mm. Die Dicke der ganzen Netzhaut gegen die vordere Grenze, sowie die Aenderung der relativen Dickenverhältnisse gegen die Ora serrata verräth keine wesentliche Abweichung von der Norm. Bezuglich des gelben Flecks fand ich nur in einem Falle eine leise Andeutung einer Structurverschiedenheit von der übrigen Retina, nehmlich eine steile Verdünnung der ganzen Netzhaut, die etwa einer Fovea centralis entsprechen konnte; das Präparat war aber gerade für die Erkennung feinerer Structurverhältnisse nicht geeignet. Meine Erfahrungen in Betreff des Vorkommens eines gelben Flecks gehen somit dahin, dass eine seinem Bau im normalen Auge entsprechende histologische Besonderheit im Auge der hirnlosen Missgeburten nicht existire; ob aber anderweitige, vielleicht weniger intensive Differenzen in der Gegend des hinteren Pols vorkommen, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden.

Die inneren Schichten der Retina (innere Körnerschicht, molekuläre Schicht) enthielten die gewöhnlichen radiären Fasern mit

breiten dreiseitigen Ansätzen an die Limitans interna; sie erschienen durchschnittlich zarter als bei Erwachsenen, sonst aber ganz gleich gebaut; Verbindungen derselben mit den inneren Körnern wurden oft gesehen; letztere ergaben die auch in der normalen Netzhaut vorkommenden Formen. Die seitlichen Ausläufer der radiären Fasern verbinden sich an der inneren Grenze der molekulären Schicht zu nach aussen convexen Bogen unter einander, und erzeugen zusammen mit den umgekehrt gerichteten Limitansansätzen ovale Räume, in welchen nun die Ganglienzellen und Opticusfasern liegen sollten. Von solchen ist aber Nichts zu sehen. Dagegen birgt dieser Raum fast auf jedem senkrechten Schnitt Blutgefäße, die dabei quer oder schräg getroffen, und meistens mit Blutkörperchen vollgeprägt sind. Dieselben sind von verhältnismässig grossem Kaliber, und besitzen eine sehr stark entwickelte Adventitia, die mit Zellen und Kernen reichlich versehen ist, aber auch ziemlich viel feinfasriges Bindegewebe enthält. Wenn nun auch diese Adventitia mit den Stämmen und Aesten der Müller'schen Fasern in vielfacher Verbindung steht, so sind doch fast überall nach Innen und Aussen von den Gefässen freie Räume vorhanden, denen entsprechend, welche neuerdings von Henle<sup>1)</sup> als Lymphräume angesprochen wurden.

Wird die Retina auf ihrer inneren Fläche bei schwacher Vergrösserung betrachtet, so fehlt die ihr sonst durch die Opticusfasern aufgeprägte radiäre Streifung allerdings nicht ganz, aber sie ist viel schwächer und unvollständiger ausgesprochen und wohl nur durch die Blutgefäße, resp. das ihnen angehörige Bindegewebe hervorgerufen.

Von grösseren Zellformen, die etwa für Nervenzellen gehalten werden könnten, ist, wie oben bemerkt, an der inneren Grenze der molekulären Schicht Nichts zu bemerken; da und dort liegen in einem der beschriebenen Fächer, die durch die Pfeiler und Zweige der Müller'schen Fasern gebildet werden, rundliche Gebilde, welche sich übrigens weder durch Form noch Grösse von Elementen der inneren oder äusseren Körnerschicht unterscheiden, und welche vielleicht zufällig bei der Anfertigung des Schnitts dahin verschoben wurden. Zur Vergleichung angestellte Untersuchungen der Retina vom normalen Neugeborenen ergaben eine so vollkommene Entwicklung der

<sup>1)</sup> Henle u. Merkel, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. H. u. Pf. Zeitschr. (3) XXXIV. S. 49 - 82.

Nervenzellen, sowohl in Bezug auf Grösse als inneren Bau, wie man sie in der Netzhaut des Erwachsenen findet. Das Zellenprotoplasma in frischem Zustand untersucht, war sehr wenig granulirt, viel mehr homogen, die runden Kerne maassen 0,012—0,014 Mm. und enthielten kleine scharf conturirte Kernkörperchen, an welchen ich, beiläufig bemerkt, lebhafte Bewegungen wahrnehmen konnte. Die in dichten Gruppen über die Zellen hinlaufenden Opticusfasern waren in Chromsäurepräparaten reich besetzt mit sogenannten Variozitäten. Hatte ich einen Durchschnitt aus dieser und aus der Retina der M. V, beide aus nächster Nähe des Opticuseintritts mit ganz schwacher Carminlösung tingirt, so zeigten beide 3 roth gefärbte Bänder mit scharfer Trennung von dem übrigen ganz ungefärbtem Gewebe; jene entsprachen der äusseren Körnerschicht, das bei weitem breiteste der inneren Körnerschicht, die beim Anencephalus schmäler war, als im normalen Auge, und der sogenannten Ganglienzellschicht. In dieser zeigte sich nun der wichtigste Unterschied: beim normalen Fötus ist dieser Streifen ganz schmal, und an der inneren Grenze der molekulären Schicht gelegen, die eigentliche, viel breitere Opticusfaserlage bleibt ganz ungefärbt; beim Anencephalus ist Alles gefärbt von der inneren Grenze der molekulären Schicht bis zur Limitans, nur ist die Färbung weit schwächer als die der Körnerschichten. Dort sind sicher die zahlreichen zelligen und fasrigen Bindegewebelemente die Träger der Carminfarbe, die, wenigstens in so starker Verdünnung, an den marklosen Sehnervenfasern nicht sichtbar wird. Auch v. Wahl hat die Carmin-tinction zur Durchforschung der Retina angewendet, jedoch mit wenig Erfolg, so dass er über die Abwesenheit von Nervenzellen darin nicht ganz sicher geworden ist, während die der Nervenfasern von ihm mit Bestimmtheit constatirt wurde<sup>1)</sup>. „In retina nullum fibrarum nervearum stratum exstare vidimus, sed pro eo rete vasculosum magnum densumque cognovimus, quod manifestum erat stromate tela conjunctiva contineri.“

Stamm und peripherische Endigung des Opticus unserer Missgebüten enthalten also keine unzweifelhaft nervösen Elemente, wir haben nun noch nachzusehen, wie es mit dem centralen Ursprung desselben steht. Da bei keiner der von mir untersuchten Missgebüten ein Gehirn vorhanden war, so ist natürlich auch das voll-

<sup>1)</sup> de Wahl, l. c. S. 30 u. 32.

ständige Fehlen der eigentlichen Centralorgane der Nerven vorauszusetzen. Dagegen haben schon frühere Beobachter gefunden, dass alle Hirnnerven vorhanden seien <sup>1)</sup>), d. h. als besondere Stränge in die für sie bestimmten Löcher der Schädelbasis eintreten; ob das nun wirkliche Nerven waren, davon verlautet freilich in jenen Angaben Nichts. Zur Auffindung jenes centralen Ursprungs ist das Skelet des Schädelns, in specie von dessen Basis, die ja meist allein vorhanden ist, in Betracht zu ziehen. Ich verweise in diesem Be treff auf frühere Arbeiten über Anencephalen, insbesondere auf die Dissertation von C. A. Hensche <sup>2)</sup>), in welcher sich eine ausführliche osteologische Darlegung findet, und beschränke mich nur auf das jene Frage näher Berührende.

Die zur Klasse der Anencephalen gehörigen Monstra sind, was das Kopfskelet betrifft, bekanntlich hauptsächlich charakterisiert durch die mehr oder minder mangelhafte Entwicklung der platten Schädelknochen, und eine starke Knickung der Schädelbasis an der Synchondrosis sphenooccipitalis. Da die Basis ganz ist, so besitzt dieselbe in der That auch die ihr im normalen Zustand zukommenden Löcher für den Austritt der Nerven und Gefässe. Die Form und Grösse jener Oeffnungen ist nun freilich verschieden und von der Norm vielfach abweichend. Das Foramen opticum, das uns hier zunächst interessirt, wird gebildet durch die kleinen Keilbeinflügel, die in allen Fällen sehr verkümmert waren; sie erschienen als runde, etwa 2,5 Mm. dicke Knochenspangen, welche manchmal nur durch das sie überziehende Periost mit dem Keilbein in Verbindung standen, während in anderen Fällen eine knöcherne Verbindung bestand; dieselben überragen die zwischen ihnen liegende Sella turcica um etwas, oder liegen auch niedriger als diese; ebenso ist die Divergenz derselben nach hinten eine variable. Die knöcherne Orbita unterscheidet sich in manchen Punkten von der des normalen Fötus, vor Allem durch ihre Stellung, die wiederum mit dem starken Prognathismus zusammenhängt. Das Planum der vorderen Orbitalöffnung ist stark nach oben gestellt, der obere Orbitalrand steht weit hinter dem unteren zurück. Die Zusammensetzung der Augen-

<sup>1)</sup> Alb. Haller, Opusc. Anatom. Tom. III. p. 14. *foramina solita vasorum et nervorum et truncos arteriarum carotidum et jugulares fossas suo loco reperi et in suis viis nervorum funiculos.*

<sup>2)</sup> C. A. Hensche, *Quaedam de Anencephalia. Diss. inaug. Halis 1854.*

höhle ist übrigens die normale, nur ist ihr Fach, die Pars orbitalis des Stirnbeins immer, in den mir bekannten Fällen wenigstens, sehr mangelhaft entwickelt, nehmlich viel zu kurz. Die Länge ist übrigens eine verschiedene, was wohl zum Theil vom Alter der betreffenden Früchte abhängt. Die Pars frontalis des Stirnbeins ist ganz verkümmert, fehlt manchmal ganz, oder ist nur eine schmale Leiste, oder im Falle etwas besserer Ausbildung fast horizontal gejagert, und von der Pars orbitalis wenig divergirend, es fehlt darum diesen Missgebüren die Stirn.

Die Kürze der Pars orbitalis sowie die Kleinheit der kleinen Keilbeinflügel veranlassen einen mehr oder weniger breiten Zwischenraum zwischen beiden, welcher nur durch eine fibröse Masse aus gefüllt ist, in welcher zugleich die Ursprünge der äusseren Augenmuskeln enthalten sind. In einigen Skeletten von Anencephalen der hiesigen Sammlung findet sich, etwas verschieden von oben beschriebenem Befunde, der vordere Rand der Alae minores in unmittelbarer Berührung mit dem Orbitaldach, während ihr hinteres Ende weit davon zurückweicht. Die Sella turcica ist verschieden gestaltet, in manchen Fällen ziemlich lang und tief, ihr Boden von mehreren Gefäßlöchern durchbohrt, in anderen sehr kurz; die Sattellehne fand ich immer sehr niedrig, manchmal kaum angedeutet. Die Orbita communicirt zgleich mit der Schädelhöhle und der Fossa pterygo-palatina durch eine grosse, vielgestaltige Oeffnung, da durch eine etwas geringere Entwicklung auch der grossen Keilbeinflügel die Fissura orb. superior und inferior durch eine breite Lücke unmittelbar in einander übergehen.

Verfolgt man den Opticus über das hintere Ende der Orbita hinaus, so verliert derselbe allmählich seine drehrunde Gestalt, wird, wie schon früher bemerkt, mehr platt und überhaupt dünner; so dass seine Scheide verhältnissmässig weit erscheint. An den kleinen Keilbeinflügeln, also am eigentlichen Foramen opticum angekommen, verlässt ihn diese Scheide, indem sie mit dem Periost des Keilbeins verschmilzt (Fig. 3). Der Nerv dagegen geht durch das genannte Foramen hindurch und gelangt so auf die Oberfläche des Keilbeinkörpers als ein ziemlich plattes Bändchen, welches hier in ein Convolut von Blutgefässen und Bindegewebssträngen eintritt und nun nicht mehr weiter zu isoliren ist. Dieses gefässreiche, an Grösse und Gestalt übrigens in jedem Falle verschiedene Knäuel

stellt also das centrale Ende des Opticus dar, und zugleich das Chiasma, da in demselben der indirekte Zusammenhang beider Sehnerven vermittelt wird; dasselbe steht noch durch stärkere und feinere Fäden mit dem Periost in Verbindung, die vielleicht obliterirte Blutgefässer vorstellen. Bis jenseits des Foramen opt. entsprechen also, wie wir sehen, die anatomischen Verhältnisse des Opticus der Missgeburen ganz den normalen, insbesondere verhält sich dessen Scheide in Bezug auf ihren Ursprung ganz wie in der Norm, sie erscheint als eine Fortsetzung der Dura mater durch das Sehloch. Ueber den ihn repräsentirenden Strang habe ich oben schon angegeben, dass er zum grössten Theil aus Blutgefässen verschiedenen Kalibers besteht, welche aber durch Bindegewebe in bestimmter Form zusammengehalten werden. In einem Falle, der in Fig. 3 abgebildet ist, lag hinter den kleinen Keilbeinflügeln, mit breiter Basis dem Knochen aufsitzend, ein halbkugeliges Organ von weicher Consistenz und tief rother Farbe in eine besondere Membran eingehüllt. Dasselbe bestand aus einer hinteren und vorderen Abtheilung, welche durch eine seichte Einschnürung von einander getrennt waren. Eine besondere Structur konnte an demselben nicht wahrgenommen werden, das Parenchym zeigte fast nur geronnenes Blut und Trümmer eines bindegewebigen Gerüstes. In keiner der anderen Missgeburen habe ich ein solches Organ, das man wohl am ehesten als Hypophysis ansehen kann, gefunden; frühere Beobachter erwähnen, ähnliche „drüsenaartige“ Gebilde im Schädelraum gesehen zu haben“<sup>1)</sup>.

Wenn wir die im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungsresultate mit den im Eingang aufgestellten Fragen zusammenhalten, so ergeben sich zunächst zwei wichtige Antworten. Meine Beobachtungen beweisen, dass bei hirnlosen Missgeburen als Regel das die Stelle des Sehnerven einnehmende Gebilde keine Nervenfasern enthält, während in den meisten cerebrospinalen Nervenstämmen solche mit normaler Structur vorkommen; ob in allen, kann ich nicht entscheiden, und es verlangen hierbei einige sogenannte Hirnnerven — Olfactorius und Acusticus — noch eine specielle Untersuchung. Jedenfalls nimmt also der N. opticus der überwiegend grossen Mehrzahl der peripherischen Nerven gegenüber eine wichtige

<sup>1)</sup> Vgl. Haller, l. c. p. 14. Glandulosa aliqua corpuscula, non dissimilia lymphaticorum, cerebri locum tenebant.

Ausnahmestellung ein. Er besitzt übrigens dabei eine dem normalen sehr nahestehende Textur, und verhält sich in Ursprung und Endigung wenigstens theilweise ihm analog, seine histologischen Bestandtheile sind die des normalen, ihre Anordnung ebenso — nur Eines fehlt: die markhaltigen Nervenfasern. Lassen wir einstweilen das noch unbekannte Verhalten des Gehörs- und Geruchsnerven unberücksichtigt, und suchen für jenes Ausnahmeverhältniss eine physiologische Ursache aufzufinden.

Wenn jetzt noch und ziemlich allgemein der Sehnerv vom embryologischen Standpunkte als ein Auswuchs des Gehirns betrachtet wird, so sind neuere Untersuchungen dieser Auffassung nicht gerade günstig, und wenn die Bildung desselben auch jetzt noch keineswegs durch alle Stadien bekannt ist, so steht doch soviel fest, dass aus dem Stiel der embryonalen Augenblasen nicht ohne Weiteres der spätere N. opticus sich entwickelt. Es ist jener den Zusammenhang der Augenblasen mit dem Gehirn vermittelnde Stiel, wie auch His<sup>1)</sup> hervorhebt, gewissermaassen nur als Leitungsgebilde anzusehen, das den Sehnervenfasern den Weg weist. Als Grundlage, und zwar auch als histologische, wird aber jedenfalls der Augenblasenstiel angesehen werden müssen, in und um welchen allerdings vielfache anatomische und histologische Entwicklungen vor sich gehen, die von dem ursprünglichen Verhältniss zwischen Gehirn und Auge theilweise unabhängig, endlich, abgesehen von den Nervenfasern, den „Sehnerven“ constituiren, wie er im reifen Fötus vorliegt. Für die Entstehung der Nervenfasern des Opticus fehlen Beobachtungen noch beinahe ganz; lässt man sie, wie schon Schwann angab und wie das für andere Nerven jetzt fast allgemein angenommen wird, aus spindelförmigen Zellen entstehen, so bleibt immer noch die Frage offen, wo diese Zellen ursprünglich, d. h. vor ihrem Auswachsen zu Fasern liegen. Nach dem, was ich an Ciliarnerven beobachten konnte, sind es die sehr langen Ausläufer von spindelförmigen Zellen, die im Nerven selbst liegen, aus welchen die Nervenfasern entstehen, und zwar zunächst deren Axencylinder, während das Neurilem von der den Bindesubstanzen angehörigen Grundlage gebildet wird. Für die Bildung des Nervenmarks, das offenbar in viel späterer Zeit, nach Kölliker im 4—5. Fötalmonat auftritt, ist

<sup>1)</sup> W. His, Unters. über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.  
S. 131.

nach Ansicht mehrerer Autoren — Kölliker, Eker — ein Fortschreiten von den Centralorganen zur Peripherie in hohem Grade wahrscheinlich. Zu welcher Zeit im Sehnerven das Mark auftritt, dafür haben wir keine speciellen sicheren Beobachtungen.

Man könnte sich nun das Fehlen der Nervenfasern in diesen Kernen bei Anencephalen durch ein Ausbleiben der ersten Anlage, nicht des Opticus selbst, denn da das Auge vorhanden, muss auch ein Augenblasenstiel vorhanden gewesen sein, sondern der nervösen Theile desselben, erklären, wofür der mangelnde Einfluss des fehlenden Gehirns verantwortlich wäre. Erinnert man sich aber, dass das Gehirn ohne allen Zweifel bei diesen Missgeburten angelegt und bis zu einem gewissen Grade entwickelt war, und dann erst zerstört wurde, so liesse sich ein gleicher Vorgang auch für den Opticus annehmen, so dass auch hier die Nervenfasern zwar angelegt waren, dann aber in Folge der Hirndestruction wieder zu Grunde gingen. Einer solchen Annahme widerspricht aber, wie ich glaube, das Verhalten der anderen Nerven, die, obschon ja auch ihre Centralorgane wohl in derselben Zeit und Art degenerirten, doch zur normalen Ausbildung kamen.

Die schon oben angeführte Beobachtung von E. H. Weber, wonach die Ausbildung resp. Existenz der peripherischen Nerven nur bis zu einer gewissen Zeit von der der Centralorgane abhängig ist, lässt sich für unsere Fälle nicht verwerthen, da man sonst die Entwicklung der Nervenfasern des Sehnerven später setzen müsste, als die der anderen Nerven, was vorderhand wenigstens eine willkürliche Annahme wäre. Es kann somit nicht der anatomische Zusammenhang mit dem Centralnervensystem an sich sein, dessen Aufhebung in dem einen Fall die Ausbildung der Nerven verhindert, in anderen doch zu Stande kommen lässt, sondern es müssen andere Gewebstheile sein, auf welche speciell jene histogenetische Abhängigkeit gegründet ist, die bald innerhalb bald ausserhalb des Gehirn-Rückenmarks liegen, und das sind gewisse Ganglien. Man hat schon früher die Ganglien und ihre Zellen als „neurogenotrophe“ Organe bezeichnet<sup>1)</sup> und diese Annahme durch Experimente zu stützen gesucht. Die Thatsache, dass sich peripherische Nerven

<sup>1)</sup> Waller, *Nouv. méth. anatomique pour l'investigation etc.* Bonn 1852.  
Küttner, *De origine nerv. sympath. ran. ex nerv. dissertione dijud. Dissert.* Dorpat 1854.

normal entwickeln können, auch wo Gehirn und Rückenmark fehlen, wäre demnach in ihrer Verbindung mit einigen Kopf- und Spinalganglien begründet, welche allerdings schon sehr frühe angelegt erscheinen. Solche Ganglien gehen aber dem Sehnerven ab, und es ist daher seine vollständige Ausbildung, in specie die vollständige histologische Differenzirung seiner Grundlage unmöglich oder unterbrochen, wenn das Gehirn, innerhalb welches seine Ganglien liegen, zerstört ist. Eine weitere Stütze für diese Auffassung scheint mir auch darin zu finden, dass bei mehreren der Missgebürtigen in den Ciliarnerven markhaltige Fasern vorhanden waren, oder dieselben eine deutliche nervöse Structur wenn auch in einem früheren Stadium zeigten. Es war hier also, wie man annehmen muss, das Ganglion ciliare, welches die Ausbildung von Nervenfasern in jenen Nerven ermöglichte. Wäre uns die innere Structur der Ganglien, insbesondere der Zusammenhang der herantretenden Nervenstämmchen (Wurzeln) mit dessen zelligen Elementen genau bekannt, so würden sich wohl auch für das histogenetische Verhalten der aus ihm hervorgehenden Fasern Unterschiede ergeben; manche meiner Befunde, ich erwähne nur das differente Verhalten der Spinalnervenwurzeln, können doch nicht wohl anders gedeutet werden, als dahin, dass eine ungleiche Entwicklung in jenen Fasern vorliege.

Wenn nun auch eine vorübergehende vollständige Trennung der embryonalen Augenblasen vom Gehirn nicht wahrscheinlich ist, sondern anzunehmen, dass ein irgendwie modifizierter Augenblasenstiel einen Zusammenhang zwischen beiden immer erhält, so ist doch sicher die Entwicklung des grössten Theiles der Retina, wie des Auges überhaupt eine durchaus selbständige, und der nervöse Connex zwischen ihr und dem Gehirn jedenfalls viel späteren Datums. Eine Brücke für diesen späteren Zusammenhang scheint die Ausbildung der Nervenzellen in der Retina abzugeben, deren Ausläufer nach der einen Seite hin mit den Sehnervenfasern, welche in die Retina hereinwachsen ebenso wie die Gefässe, in Verbindung treten, andererseits in die Netzhaut herein sich vertheilen. Dass aber aus jenen in einer bestimmten Schicht dieser entstehenden Zellen wirklich Nervenzellen werden, setzt eben die Verbindung mit den Opticusnervenfasern voraus, da sonst nicht einzusehen wäre, warum bei den hirnlosen Missgebürtigen nicht nur diese, sondern auch jene Ganglienzellen fehlen. Man könnte allerdings auch hier

an eine geschehene Bildung und nachträgliche Zerstörung denken, allein mir scheint eine solche Annahme hier noch weniger begründet, als beim Opticus. Wenn wir uns umsehen, was wir in der Retina statt der Nervenzellen finden, so könnten das die Zellen sein, welche in besonders grosser Zahl die Blutgefäße begleiten, und die wir als Bestandtheile einer sehr entwickelten Adventitia derselben ansehen; dass das aber in der Entwicklung gestörte Ganglienzellen seien, kann doch nicht behauptet werden. Diejenigen Zellen, welche in manchen Präparaten an der inneren Grenze des Stratum moleculare gefunden wurden, sind nicht ohne Weiteres als nervöse anzusprechen, da dieselben in Grösse und Form den Elementen der Körnerschichten viel näher stehen.

Wie dem aber auch sein mag, trotz der schon anfänglich gehemmten Entwicklung oder nachträglichen gründlichen Zerstörung der retinalen Ganglienzellen und Nervenfasern, erfolgt eine in allen übrigen Theilen, die Macula lutea ausgenommen, durchaus normale Entwicklung der Retina, wobei nur an Stelle jener Elemente eine besonders reiche Ausbildung des Gefäßsystems sich bemerkbar macht. Es liefern meine Beobachtungen, wodurch der erste, früher einzige Befund von v. Wahl für die hirnlosen Missgebürtigen zur Regel erhoben wird, einen weiteren und wie ich glaube, den triftigsten Beweis dafür, dass die Stäbchen und Zapfen, ebenso die äusseren Körner nicht die Endigungen des Sehnerven sind. Wenn sie es wären, müssten sie bei jenen Monstra fehlen oder wenigstens einen irgend defecten Zustand verrathen, denn entweder wären sie gar nicht gebildet, oder, wie die eigentlichen peripherischen Enden zerstörter Nerven (nicht aber die solche einhüllenden oder tragenden Organe) nach Destruction der Sehnervenfasern und Ganglienzellen degenerirt worden. Diesem Befund kommt entschieden mehr Beweiskraft zu, als den Ergebnissen der Opticusdurchschneidung, wie sie früher von Lehmann<sup>1)</sup>, neuestens von W. Krause<sup>2)</sup> bekannt gemacht worden sind, da hier zunächst der Einwurf, den man gegen dieselben erhoben hat, als ob die Zeit von der Operation bis zur Untersuchung nicht lange genug gewesen, die Atrophie somit noch nicht bis zu den letzten Endigungen des Opticus vorgedrungen sei, nicht wohl Geltung haben kann. Wenn man auch den Zeit-

<sup>1)</sup> Lehmann, *Experimenta quaedam ad nervi opt. dissertationem. Diss. Dorpat 1857.*

<sup>2)</sup> W. Krause, *Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig 1868.*

punkt der Destruction des Gehirns nicht genau kennt, so lassen doch verschiedene Umstände, insbesondere die Schädelbildung mit Wahrscheinlichkeit jenen Termin in die ersten Monate (nach v. Wahl etwa den 3. oder 4.) des Fötallebens setzen. Nun ergeben aber ferner die allerdings, wenigstens für den menschlichen Embryo noch nicht sehr zahlreichen Untersuchungen über die Histogenese des Auges, dass die Elemente der äusseren Retinaschichten (Sprossen der Membrana limitans externa nach W. Krause), wenn auch vielleicht in erster Anlage schon früher gebildet, doch jedenfalls erst spät sich zu der ihnen zukommenden charakteristischen Form entwickeln. Diese spätere, specifische Bildung müsste aber unterblieben sein, nachdem die inneren nervösen Organe zerstört waren, wenn die Stäbchen und Zapfen die Endigungen dieser wären. Stände somit unsere Kenntniss über ihre Structur noch da, wo sie vor einigen Jahren stand, so müsste man auf die zuerst von Treviranus ausgesprochene, durch die Untersuchungen von Kölliker und H. Müller mächtig gestützte, ja zum Rang eines physiologischen Postulats erhobene Hypothese über die peripherische Endigung des Sehnerven verzichten, und der schon früher von der Dorpater histologischen Schule, neuestens von W. Krause vertheidigten, die nervöse Natur der Stäbchen und Zapfen negirenden Ansicht beitreten. Nun ist aber jene ursprünglich aufgestellte anatomische Hypothese eines einfachen Zusammenhangs zwischen Opticusfasern und Stäbchen-Zapfen in der letzten Zeit nach zwei Richtungen modifizirt worden: durch die von Ritter gemachte Entdeckung einer im Innern des Stäbchens verlaufenden Centralfaser, und vor Kurzem durch die von M. Schultze entdeckten fibrillären Umkleidungen der Stäbchen und Zapfen. Beide Organe werden von ihren Entdeckern als die eigentlichen Nervenendigungen angesehen, jene aber nur als ihre Träger oder Hüllen. Beide Befunde scheinen sich auszuschliessen, und so glaubt denn auch M. Schultze, sich von der Nichtexistenz des Ritter'schen Fadens wenigstens in den Aussengliedern der Stäbchen und Zapfen die sichere Ueberzeugung verschafft zu haben, während dieser für das Innenglied wenigstens auch jetzt noch von mehreren Beobachtern festgehalten wird. Die Schultze'schen Angaben haben, soviel mir bekannt, bis jetzt weder Bestätigung noch Widerspruch erfahren, so tritt einstweilen nur die in der Histologie so viel geltende Autorität des Entdeckers dafür ein.

In Bezug auf die äussere Körnerschicht, welche derselbe For-  
scher früher als nur aus nervösen Elementen zusammengesetzt er-  
klärt hatte, gibt er jetzt <sup>1)</sup> doch auch die Möglichkeit zu, dass die  
feinen Nervenfaserchen, bevor sie durch die Limitans ext. zu den  
Stäbchen und Zapfen treten, darin frei verlaufen, wodurch also die  
äußeren Körner ebenfalls von dem nervösen Fasersystem bis zu  
einem gewissen Grad emancipirt wären. Damit sind nun freilich  
so ziemlich alle Elemente der äusseren Retinaschichten, die seither  
für nervös gehalten worden sind, dieses Charakters entkleidet, und  
kann somit ihre Existenz und normale Bildung bei Abwesenheit  
der unzweifelhaft nervösen Bestandtheile der inneren Schichten,  
Ganglienzellen und Opticusnervenfasern, nicht mehr auffallen. Ein  
Theil der ohnehin so schwierigen Untersuchung der Netzhaut,  
dessen Ziel, soviel Zeit und Arbeitskraft auch darauf verwendet  
worden war, doch endlich fast unerreichbar erscheinen musste,  
kann jetzt wohl für immer fallen gelassen werden: der Nachweis  
der anatomischen Continuität der Stäbchen und Zapfen mit den  
Sehnervenfasern.

---

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel II.

- Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt durch den hinteren Theil des Bulbus einer hirn-  
losen Missgeburt (M. V.). v o Scheide des Opticus. o Opticus mit Aus-  
breitung in Sclera und Chorioidea. r Retina etwas von der Chorioidea  
abgehoben, um den Durchtritt der Art. hyaloidea (a h) zu zeigen.
- Fig. 2. Zapfenartiges, die Arteria hyaloidea umhüllendes Gebilde aus dem Opticus.
- Fig. 3. Darstellung des Zusammenhangs der Opticusscheide mit dem Periost des  
Schädelns. o Opticus, dessen centrales abgerissenes Ende, v o dessen  
Scheide. a m Kleine Keilbeinflügel (die vordere Hälfte weggenommen).  
h p Hypophysis (?).

---

<sup>1)</sup> M. Schultze, l. c. S. 398 u. 399.

