

## XVI.

Aus der psychiatrischen und Nervenklinik der Königl.  
Charité (Prof. Jolly).

### Ueber die Markscheidenbildung der Gehirnnerven des Menschen<sup>1)</sup>.

Von

**Dr. A. Westphal,**

Assistent der psychiatrischen Klinik und Privatdocent.

(Hierzu Tafel XXIX. und XXX.)



Meine Untersuchungen<sup>2)</sup> über die elektrischen Erregbarkeitsverhältnisse des peripherischen Nervensystems des Menschen im jugendlichen Zustand hatten mich dazu geführt, der Entwicklung der Markscheiden der Nervenfasern besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die Thatsache, welche ich feststellte, dass die Bildung der Markscheiden im peripherischen spinalen Nervensystem bei der Geburt noch eine sehr unvollkommene ist, erst in später postembryонаler Zeit gegen Ende des zweiten Lebensjahres oder noch später, ihren Abschluss erreicht, regte die Frage an, wie es sich mit der Entwicklung der Markscheiden der Gehirnnerven des Menschen verhält, ob dieselbe bei der Geburt bereits abgeschlossen ist, oder ob dieselben, analog dem spinalen Nervensystem, erst in späterer Zeit ihre Ausbildung erlangen.

Die Entscheidung dieser Frage schien von besonderem Interesse, da systematische Untersuchungen über die Markverhältnisse der Gehirnnerven

---

1) Ueber die Ergebnisse dieser Arbeit habe ich bereits unter Vorzeigung von Präparaten in einem Vortrage in der Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Nervenkrankheiten am 13. Juli 1896 berichtet.

2) A. Westphal, Dieses Archiv Bd. XXVI. Heft 1. S. 1—98.

des Menschen bisher nicht angestellt worden sind. Ueber die Markscheidenentwickelung der Gehirnnerven finden wir in dem klassischen Werke Flechsig's<sup>1)</sup>, welches allen späteren Untersuchungen in dieser Richtung als Grundstein dient, verschiedene Angaben, welche zum grossen Theil fatale Verhältnisse betreffen. Flechsig sagt von 28—30 Ctm. langen Fötten (l.c. S. 21): „Die Wurzelbündel der Nervi oculomotorii, faciales und acustici haben sich nach ihrem Eintritt in das Centralorgan deutlich durch einen grösseren Helligkeitsgrad von ihrer Umgebung ab, so dass sie schon makroskopisch leicht bis zum Eintritt in das centrale Höhlengrau (Meynert) verfolgt werden konnten. Sie erschienen gleichzeitig beträchtlich heller, als alle übrigen Hirn- und Rückenmarksnerven“; „die Reihenfolge, in welcher das Weiss an diesen Nerven hervortritt, liess sich nicht genau feststellen, weil in einem Fall der Acusticus beträchtlich heller gefunden wurde, als die anderen oben erwähnten Nerven, in einem anderen der Oculomotorius“.

Bei einem 32 Ctm. langen Individuum unterschieden sich ausser diesen Nerven der Trochlearis, Abducens und Trigeminus innerhalb des Centralorgans deutlich von den anliegenden Gewebsmassen (S. 22).

Von den Wurzeln des Trigeminus einer 35 Ctm. langen Frucht heisst es (S. 25): „Während sich die aufsteigende Trigeminuswurzel auf dem Querschnitt nur undeutlich von der Umgebung abhob, trat hier beiderseits die gemeinsame aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems (Meynert) in Form eines intensiv weissen Punktes scharf hervor. „An der Brücke war die Umbiegung von Theilen der Trigemini nach unten (in die aufsteigenden Wurzeln, Meynert) gut markirt, da sie, wenn auch nicht völlig weiss, doch erheblich heller erschienen, als die Brückenquerfasern“.

Bei der mikroskopischen Betrachtung von Schnitten durch die Medulla oblongata eines 35 Ctm. messenden Kindes konnte Flechsig besonders an mit Osmium gefärbten Präparaten den „N. facialis, welcher wie alle peripheren Nerven der Oblongata bereits starke markhaltige Fasern führt, vom vorderen Kern bis zum Knie am Boden der Rautengrube verfolgen“.

Was den Tractus und die Nervi optici betrifft, liess schon die makroskopische Betrachtung Unterschiede in der Markreife bei verschiedenen alten Individuen deutlich erkennen, wobei der Zeit des extrauterinen Lebens ein besonderer, fördernder Einfluss auf die Markbildung zukommen schien. Die interessante Beobachtung Flechsig's gebe ich

---

1) Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig, 1876.

mit seinen Worten wieder (l. c. S. 40): „Sobald die Körperlänge 46 Ctm. erreicht, scheint eine extrauterine Lebensdauer von 2—3 Tagen innerhalb der Nervi optici Veränderungen hervorzurufen, welche erheblicher sind, als die in beträchtlich längeren Zeiträumen innerhalb des Uterus eintretenden. Es wurden diese Nerven an den meisten bei der Geburt wenigstens 46 Ctm. messenden Kindern, welche nach mehrätigem Leben starben, entschieden weiss gefunden, während sie noch bei mehreren 54 Ctm. langen Todtgeborenen entweder eine grauhyaline oder grauweisse Beschaffenheit darboten. Ohne mikroskopische Controle und Berücksichtigung aller Nebenumstände ist natürlich eine befriedigende Erklärung dieses paradoxen Verhaltens nicht möglich; wir enthalten uns demnach zunächst aller weiteren Hypothesen über die Ursache desselben. Wir heben aber noch hervor, dass bei einem 35 Ctm. messenden, 7 Tage altem einen 40 Ctm. messenden, 15 Tage alt gewordenen und einem 44 Ctm. langen, nach 10tägigem Leben verstorbenen Kinde, weder Nervi noch Tractus optici weiss erschienen. Würde somit das Verhalten der ersten bei mindestens 46 Ctm. langen, mehrere Tage alt gewordenen Individuen auf specifische Einwirkung des extrauterinen Lebens zurückzuführen sein, so würde letzteres erst von einer gegebenen Entwicklungshöhe an, diesen Einfluss auszuüben vermögen“.

Von besonderer Wichtigkeit für die Markscheidenentwicklung des Nervus opticus sind die eingehenden Untersuchungen St. Bernheimer<sup>1)</sup>. Die Markscheidenbildung wurde von diesem Forscher an nach Weigert gefärbten mikroskopischen Präparaten verfolgt.

Im Tractus opticus und Chiasma einer Frucht aus der 30. Embryonalwoche konnte Bernheimer die allerersten Anfänge des Auftretens einer Substanz an den bei noch jüngeren Individuen nackten Axencylindern nachweisen, die, chemisch anders als diese beschaffen, die ersten Anfänge der Markbildung bedeutet. Der unentwickelte Nerv ist reich an Capillaren und freien Blutzellen. Einen Fortschritt in der Markscheidenbildung fand er bei einem Embryo aus der 32.—33. Embryonalwoche. Der Tractus opticus enthielt zahlreichere markhaltige Fasern als das Chiasma, der Nervus opticus selbst war vor dem Foramen opticum noch völlig marklos. Bei einem gleichaltrigen Individuum, welches 7 Tage extrauterin gelebt hatte, war außer einem grösseren Reichtum an markhaltigen Fasern im Tractus und Chiasma, auch deutlich beginnende Markentwicklung im Opticus selbst, vom Chiasma nach der Orbita zu abnehmend, zu constatiren. Am weitesten entwickelt waren

---

1) Ueber die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen. Habilitationsschrift. Heidelberg 1889.

die Fasern der Meynert'schen Commissur. Durch den mikroskopischen Nachweis der auffallend zugenommenen Markbildung konnte Bernheimer in diesem Fall den von Flechsig angedeuteten fördernden Einfluss der extrauterinen Lebensdauer bei erreichter bestimmter Entwicklungshöhe (32. Embryonalwoche) bestätigen.

Das Chiasma des Neugeborenen, das heisst der reifen, ausgetragenen Frucht bezeichnet Bernheimer als ein mit Markfasern unvollständig ausgestattetes nervöses Organ, „weil im Tractus sowohl wie im Chiasmakörper und Sehnerven, zwar die grössere Menge der Axencylinder mit Mark versehen ist, aber eine nicht unansehnliche Menge, zwischen diesen zerstreut, noch völlig marklos verläuft. Die gebildeten Markfasern selbst sind außerdem von einer Zartheit und Dünne, wie sie im Chiasma ausgewachsener Individuen nicht vorkommen. Das Organ ist aber deswegen unvollständig entwickelt, weil die Markentwicklung in der Peripherie noch nicht bis an die Endstelle der Markbildung, bis an die Lamina cribrosa gediehen ist“.

Als interessanten Nebenbefund erwähnt Bernheimer, dass er neben den noch marklosen Axencylindern des Opticus an dem hinteren Abschnitt der Augenreifer ausgetragener Früchte, in den zufällig getroffenen Schnitten von Ciliarerven, beinahe alle Einzelfasern mit einer ansehnlichen Markhülle umgeben fand. „Diese Befunde zeigen einerseits, dass die Markbildung vom Centrum gegen die Peripherie allmälig mit der zunehmenden Entwicklung der Frucht fortschreitet, andererseits aber, wie die Markbildung an derselben Stelle der Peripherie in der einen Nervenbahn beinahe vollendet ist, während in der anderen Nervenbahn die Markbildung ebenda noch gar nicht begonnen hat. Es sind dies ähnliche Verhältnisse in den Gehirnnerven, wie sie Flechsig für das Centralnervensystem festgestellt hat“.

Am Chiasma und N. opticus von 2—3 wöchentlichen Kindern fanden sich alle Axencylinder bis an ihr Ende mit Mark umgeben, aber die Markfasern erschienen noch dünner und zarter als beim Erwachsenen.

Es sind dies die wenigen Angaben über die Markscheidenbildung der Gehirnnerven des Menschen, welche ich in der Literatur finden konnte. Wir sehen, dass mit Ausnahme des Opticus eine eingehende Untersuchung der Entwicklungsvorgänge an diesen Nerven noch nicht stattgefunden hat. Die Befunde am Opticus durch weitere Untersuchungen zu bestätigen, erklärt Bernheimer für wünschenswerth, „denn je öfter embryologische Thatsachen wieder gefunden werden, desto sicherer kann man die Beständigkeit dieser Befunde annehmen“.

Unsere Untersuchungen der Gehirnnerven beziehen sich auf neugeborene Kinder, welche als ausgetragen bezeichnetet, bei oder gleich nach der Geburt gestorben waren, ferner auf drei nach verschieden langer extrauteriner Lebensdauer zu Grunde gegangene Frühgeburten, dann auf Individuen, welche 3, 6, 9 und 10 Wochen alt geworden waren, sowie auf Kinder von  $1\frac{1}{4}$  und 2 Jahren.

Als Vergleichobjekte dienten die entsprechenden Nervenpräparate eines 48jährigen Mannes. Die Schwierigkeiten, welche der Feststellung des richtigen Alters von Neugeborenen und ganz jugendlichen Individuen im Wege stehen, sind beträchtliche und noch neuerdings von Flechsig wieder betont werden. Wir haben, um einen gewissen festeren Anhaltspunkt zu gewinnen, die Längenmaasse und in einzelnen Fällen auch den Kopfumfang der untersuchten Individuen bestimmt. Bei der Auswahl des Materials wurden, um cadaveröse und anderweitige Veränderungen auszuschliessen, dieselben Vorsichtsmassregeln angewandt, die wir bei unserer Arbeit über die Entwicklung der peripherischen Nerven (l. c.) angegeben haben. Auch in Bezug der Untersuchungsmethode können wir uns auf die dort gemachten Angaben beziehen und heben nur hervor, dass sich auch bei den vorliegenden Untersuchungen die Osmiumfärbung als die bei weitem zuverlässigste erwiesen hat, sie zeigt nicht nur das entwickelte Nervenmark mit Sicherheit an, sondern ermöglicht es auch, aus den Nuancen des Farbenton auf den Grad der Entwicklung der Markscheiden zu schliessen.

Wegen dieser Vorzüge wurde die Osmiumfärbung fast ausschliesslich in Anwendung gebracht und nur einzelne controlirende Färbungen nach anderen Methoden vorgenommen.

Es kamen zur Untersuchung sämmtliche Gehirnnerven mit Ausnahme des Olfactorius. Derselbe bietet zunächst durch seinen histologischen Bau soviel Eigenthümlichkeiten dar, dass er nicht wohl zur Vergleichung mit den anderen Nerven herangezogen werden konnte; dann aber zeigte der Olfactorius ein ganz besonderes Verhalten gegen die Osmiumsäure, insofern er zwar in toto eine dunkle Färbung annimmt, eine distinete Färbung der Markscheiden der feinen Nervenfasern, welche sich im Tractus olfactorius<sup>1)</sup> finden, jedoch nicht gelingen wollte.

Eine Erklärung für diese Erscheinung geben vielleicht die interessanten Untersuchungen von Gad und Heymans<sup>2)</sup> am Olfactorius des

1) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 6. Auflage. 1896. II. Bd.

2. Hälfte. S. 725.

2) Archiv f. Anatomie und Physiol. 1890. Physiol. Abtheilung.

Hechtes; diese Autoren sagen: „Bringt man den nach der von Kühne und Steiner angegebenen Methode schnell und sauber isolirten Tractus sive Nervus olfactorius vom Hecht sofort in zweiprozentige Osmiumsäure, so bemerkt man bald, dass das ganze Object schwarz wird; zerzupft man aber den Nerven, was sich am besten nach mehrtägigem Belassen in der Osmiumsäure ausführen lässt, so erkennt man auch nach dieser langen Einwirkungszeit des Mittels an den einzelnen Fasern nichts, was was wir auf eine schwarze Markscheide beziehen könnten. Die Schwärzung der gesammten Nerven beruht auf einer Dunkelung der einzelnen Fasern, welche von gleicher Ordnung ist mit derjenigen, wie sie Ganglionzellen und viele andere histologische Elemente nach gleicher Methode zeigen“.

Gad und Heymans sehen „in der Abwesenheit von Myelin, d. h. des präformirt freien Lecithins“ im Tractus olfactorius, die Ursache der erwähnten Erscheinung. Es wäre von Interesse nachzuweisen, ob auch beim Menschen die chemische Zusammensetzung des Geruchsnerven sein eigenthümliches Verhalten gegen die Osmiumsäure bedingt.

---

Die Nerven wurden an der Stelle ihres Verlaufs untersucht, wo sie nach vorsichtiger Herausnahme des Gehirns an der Basis sichtbar werden, kurze Strecken nach ihrem Austritt aus dem Centralorgan. An einzelnen Nerven — speciell am Opticus — wurde an verschiedenen Stellen ihres peripherischen Verlaufs die Markscheidenentwickelung verfolgt, um festzustellen, an welcher Stelle des Leitungsapparates die Markentwicklung beginnt. Da sich sehr bald eine Gesetzmässigkeit in der Entwicklung der verschiedenen Gehirnnerven herausstellte, erschien es nicht nöthig, in jedem Fall alle Gehirnnerven des betreffenden Individuumus, sondern in der Regel nur eine bestimmte Auswahl derselben zu untersuchen.

Die Wurzelbündel des N. glossopharyngeus, vagus und accessorius liegen beim Austritt unmittelbar bei einander, so dass es mitunter ohne Präparation von peripheren Nerven her nicht nicht möglich ist, zu bestimmen, welchem der drei Nerven sie angehören. Wir hielten uns bei der Bestimmung, der Angabe Obersteiner's (Nervöse Centralorgane 1896 S. 423) folgend, daran, dass jedenfalls die obersten Wurzeln dem N. glossopharyngeus, die untersten, namentlich soweit sie aus dem Rückenmark entspringen, dem N. accessorius angehören.

Ehe wir zur Schilderung der mikroskopischen Befunde übergehen, bemerken wir, dass die Gehirnnerven ausgetragener Neugeborener, mit Ausnahme des distalen Opticus, der stets grau aussah, mehr oder weniger deutlich weiss erscheinen und sich mit Osmium tiefschwarz färben,

während bei Frühgeburten sehr beträchtliche Farbenunterschiede — vom glänzenden Weiss bis zum gallertigen Grau — bei verschiedenen Nerven vorhanden sind. Wie die mikroskopischen Bilder zeigen, lässt sich aus dieser makroskopischen Betrachtung ein Schluss auf Markreife der betreffenden Nerven nicht ziehen. Erst die mikroskopische Betrachtung sehr dünner Schnitte von ca.  $5\text{ }\mu$  Durchmesser, mitunter erst bei starker Vergrösserung, ermöglicht es, die Unterschiede in der Markentwicklung verschiedener Nerven sowie verschiedener Bündel eines Nerven mit Sicherheit festzustellen. Flechsig (l. c. S. 63) machte auf die Schwierigkeit aufmerksam, dass bei der Betrachtung von Osmium-Präparaten die marklosen Theile des Nervensystems bei schwacher Vergrösserung durchgängig geschwärzt erscheinen und schon bei  $\frac{1}{2}$ —1 Mm. hohen Schnitten die Grenzen der grauen und weissen Substanz (sc. des Rückenmarks) verwischt sind. Andererseits hebt er (l. c. S. 222) hervor, dass die makroskopische Markweisse überhaupt nicht sofort mit der Bildung kompletter Markscheiden hervortritt, sondern erst etwas später. „Die Fasern müssen auch an Systemen, deren Elemente durchgehends markhaltig sind, erst ein bestimmtes Caliber erreicht haben, bevor das „Markweiss““ erscheinen kann.“

Eine eingehende Schilderung des Baues der entwickelten Gehirnnerven geben uns Axel Key und Retzius<sup>1)</sup> in ihren schönen Arbeiten, aus denen wir einige Angaben, welche für die folgenden Untersuchungen von Wichtigkeit erscheinen, wiedergeben. Vom Opticus heisst es: „Die Nervenfasern ordnen sich, nachdem sie das Chiasma verlassen haben, zu bestimmten Bündeln, welche den ganzen Opticus hindurch einander parallel laufen. An Längsschnitten gesehen sind die Bündel ziemlich gleich breit, doch ist zuweilen die Breite der verschiedenen Bündel etwas verschieden. Am Querschnitt sieht man die Bündel als die bekannten polygonalen, abgerundet eckigen Figuren sich zu dem ganzen Stamm ordnen; die Nervenbündel sind alle aus einer grossen Menge feiner Nervenfasern zusammengesetzt, welche ganz denselben Charakter wie die weissen Fasern des Tractus opticus und der Centralorgane überhaupt darbieten, d. h. sie bestehen aus sehr feinen Axencylindern, welche mit dünnen Myelinscheiden umgeben sind. Diese Myelinscheiden sind besonders leicht durch Ueberosmiumsäure darzustellen; man findet dann, dass dieselben von verschiedenem Durchschnitt sind, dass dies aber am meisten auf ihrer varicösen Beschaffenheit beruht. Die Varicositäten sind indessen nicht nur durch dass Myelin verursacht; am Querschnitt

---

1) Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes.  
Stockholm 1875.

derselben sieht man im Gegentheil gewöhnlich einen hellen Raum, wie von einer angesammelten Flüssigkeit, zwischen dem Axencylinder und der Myelin-Scheide, gefüllt. Es scheint indessen, dass die Varicositäten im Allgemeinen grössttentheils auf der Präparation beruhen. Durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure überzeugt man sich leicht davon, dass die Nervenfasern auf einmal beim Eintritt in die Lamina cribrosa ihre Markscheiden abgeben. Sie legen sich jetzt als überaus feine Axencylinder zu schmalen Bündelchen dicht zusammen und diese laufen, zu dickeren Bündeln vereinigt, in ziemlich parallelen Reihen, unter nur sehr spärlichen Anastomosen durch die Lamina hindurch, grössere Zwischenräume zwischen sich lassend. Betreffs der markhaltigen Fasern des Opticus schien Leber die Existenz einer zarten isolirbaren Scheide nicht zweifelhaft“.

Ueber die Fasern des Trigeminus und Acusticus sagen Axel Key und Retzius:

„Die Fasern, welche die zahlreichen die Trigeminuswurzel zusammensetzenden Stämmchen bilden, sind ganz nach dem Typus der spinalen Wurzelfasern gebaut; man findet also an ihnen ausser dem Axencylinder und der Myelin-Scheide eine Schwann'sche Scheide mit Einschnürungen und mit an der Innenseite liegenden, von einer Körnerzone umgebenen Kernen. Die Nervenfasern sind von verschiedener Dicke, es finden sich auch hier sowohl breite, wie eine Menge feiner Fasern, deren Myelin-Scheide in wechselnder Gestalt Varicositäten zeigt.“

Auch die die Stämmchen des Acusticus bildenden Nervenfasern sind ganz wie diejenigen der spinalen Wurzeln gebaut; ausserhalb des Axencylinders und der Myelin-Scheide befindet sich die Schwann'sche Scheide mit ihren Einschnürungen und Kernen. Hier waren nur spärliche feinere markhaltige Fasern nachzuweisen. Von den übrigen cerebralen Nerven wurden der Facialis, Oculomotorius, Abducens und Vagus untersucht, deren Nervenfasern ganz wie die der spinalen Wurzeln gebaut sind; die des Vagus sind vorwiegend feinere markhaltige Fasern.“

Es unterscheiden sich also nach diesen Angaben von Axel Key und Retzius die Nervenfasern der ausgebildeten Gehirnnerven in ihrem Bau nicht von denen der erwachsenen spinalen Nerven.

Die folgenden anatomischen Untersuchungen über die Gehirnnerven des Menschen in jugendlichem Zustand werden uns Gelegenheit geben, auf das Verhalten derselben zu den unentwickelten spinalen Nerven, welche der Gegenstand unserer früheren Arbeit gewesen sind, des Näheren einzugehen.

Protokolle der anatomisch untersuchten Fälle<sup>1)</sup>.

### A. Als „ausgetragen“ bezeichnete Kinder.

#### Erstes neugeborenes Kind — männlich.

Länge 55 Ctm. Kopfumfang 34 Ctm.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus.

N. opticus (Querschnitt). In der Mitte zwischen Chiasma und Eintritt in das Foramen opticum. Der Nerv ist von gallertiger Beschaffenheit und makroskopisch von grauer Farbe.

Mikroskopisch: Bei schwacher Vergrösserung hat der Nerv ein grünliches Aussehen; in dem grünlichen Gewebe finden sich, unregelmässig zerstreut, kleinste, feine, schwärzliche Kreise. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass ein Theil der Fasern ausserordentlich feine Markscheiden besitzt, zwischen denen überall zerstreut zahlreiche Fasern mit grünlichen oder hellen Conturen liegen, sowie kleinere und grössere in toto grünlich gefärbte Querschnitte (freie Axencylinder).

Faserbreite 1—6,5  $\mu$ , vorwiegend feinste Fasern von 1—2  $\mu$ , sehr spärlich breitere Fasern.

Zahlreiche kleine Blutgefäße finden sich im ganzen Nervenquerschnitt, sowie frei liegende Blutkörperchen.

N. oculomotorius (Zupspräp.). Alle Fasern haben schwarze Markhüllen, dieselben sind viel dicker und intensiver schwarz wie die Markscheiden der Opticus-Fasern.

Ranvier'sche und Lanterman'sche Einschnürungen deutlich ausgeprägt. Kerne der Schwann'schen Scheide in spärlicher Anzahl sichtbar. Auf Querschnitten ist schon bei schwacher Vergrösserung erkennbar, dass alle Bündel aus Fasern mit deutlich entwickelten Markscheiden zusammengesetzt sind. Auch bei starker Vergrösserung (Fig. 1, Taf. XXX.) sind keine unentwickelten Fasern sichtbar, sondern nur dicht bei einander liegende gut entwickelte Fasern.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Durchschnittlich ziemlich gleichmässig breite Fasern von 4—6  $\mu$ , vereinzelt feine Fasern von 1—2  $\mu$ .

N. trochlearis. Entwickelt wie N. oculomotorius.

Faserbreite 1—8  $\mu$ .

Durchschnittlich ca. 3—5  $\mu$ .

N. trigeminus (vordere und hintere Wurzeln). Die motorischen und sensiblen Bündel des Nerven zeigen auf Querschnitten durch beide Wurzeln verschieden weite Entwicklung.

Während die Bündel der motorischen Wurzel aus Fasern zusammenge-

---

1) Alle Präparate, bei denen nicht eine besondere Tinctionsmethode angegeben ist, sind mit Osmiumsäure gefärbt.

setzt sind, welche fast alle zarte schwarze Markscheiden besitzen und nur vereinzelt freie Axencylinder aufweisen, sind die sensiblen Bündel wenig entwickelt, zeigen überall helle Lücken, in denen Fasern, die keine dunkel gefärbte Markscheide besitzen, sowie zahlreiche freie Axencylinder dicht bei einander liegen.

Diese Unterschiede sind schon bei schwacher Vergrösserung deutlich. Die entwickelten Bündel sind aus ziemlich gleichmässig breiten Fasern von 4—6  $\mu$  zusammengesetzt, die unentwickelten Bündel weisen grosse Differenzen der Faserbreite auf, zwischen 1—10  $\mu$  schwankend, so dass von einem Durchschnittsmaass nicht gesprochen werden kann.

Zupfpräparate aus der sensiblen Wurzel (Fig. 5, Taf. XXIX.) lassen erkennen, dass sie aus Fasern von sehr verschiedener Entwicklungsstufe zusammengesetzt ist.

Während ein beträchtlicher Theil der Fasern gelblich oder grünlich gefärbt ist, keine dunkeln Markscheiden besitzt, zeigen andere Fasern zarte oder stärkere dunkle Contouren. Die Fasern sind zum Theil varicös. Einschnürungen sind vereinzelt an den entwickelten Fasern erkennbar.

Die Kerne der Schwann'schen Scheide, weder an Zahl noch durch besondere Grösse auffallend, lassen keine stärkeren protoplasmatischen Umgebungen erkennen.

Zupfpräparate aus der motorischen Wurzel bestehen aus Fasern mit deutlich dunklen Markscheiden.

*N. abducens* (Querschnitt). Alle Markscheiden deutlich schwarz. Faserbreite 1—8,5  $\mu$ .

Durchschnittlich gleichmässig breite Fasern von ca. 4—6  $\mu$ .

An Carmin-Präparaten ist an jeder Faser Axencylinder und Markscheide deutlich zu unterscheiden; die Markscheiden sind hellröhlich oder weisslich gefärbt, zeigen keinen gelben Farbenton und keine konzentrische Schichtung.

### Zweites neugeborenes Kind — männlich.

Länge 58 Ctm. Kopfumfang 36 Ctm.

Untersucht. *N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens, facialis, acusticus, glossopharyngeus, vagus, accessorius, hypoglossus.*

*N. opticus* (Querschnitt) Mitte zwischen Chiasma und Eintritt in's Foramen opticum.

Fig. 1, Taf. XXIX zeigt bei schwacher Vergrösserung, dass die einzelnen Bündel des Nerven sehr wenig entwickelt sind, es finden sich spärliche schwarze Markringe zwischen zahlreichen Fasern mit hellgrünen Contouren zerstreut. Die gelbröthlichen kleinen Scheiben sind Blutkörperchen, welche theils frei über den Querschnitt zerstreut, theils im Innern von kleinsten Blutgefäßen liegen,

sie sehen mitunter den Querschnitten freier Axencylinder ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen durch den Farbenton.

Faserbreite 1—8  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite 1—2,5  $\mu$ . Spärlich breitere Fasern.

Schnitte weiter proximal nach dem Chiasma zu lassen deutliche Zunahme der Markentwicklung erkennen. Schon bei schwacher Vergösserung haben die Querschnitte ein schwärzlich graues Aussehen.

Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass die meisten Fasern zarte, schwarze Markscheiden besitzen.

Querschnitte durch das Chiasma zeigen überall feine dunkel, wenn auch nicht sehr intensiv schwarz gefärbte Markscheiden. Die Fasern liegen dicht beieinander, zwischen ihnen eine sehr grosse Menge feinsten Gefässes.

Auf Längsschnitten durch das Chiasma erscheint der Nerv wie ein dichtes Filzwerk sehr feiner varicöser markhaltiger Nervenfasern, mit zahlreichen zwischen ihnen liegenden Capillaren. Die Fasern liegen in den centralen Partien am dichtesten, erscheinen dort am dunkelsten gefärbt.

*N. oculomotorius* (Zupfpräp.) Alle Fasern haben schwarze Markscheiden, zum grössten Theil stark entwickelt mit deutlichen Ranvier'schen und Lantermann'schen Einschnürungen — dazwischen vereinzelte Fasern mit zarten Markscheiden.

Faserbreite 1—6  $\mu$ . Durchschnittlich ca. 4—6  $\mu$ .

Keine freien Axencylinder.

*N. trochlearis* (Zupfpräp. und Querschnitt). Alle Fasern gut entwickelt. Bündel ganz gleichmässig aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt.

Faserbreite 1—6  $\mu$ . Durchschnittlich 4—6  $\mu$ .

Spärlich feine Fasern von 1—2  $\mu$ . Keine freien Axencylinder.

*N. trigeminus* Zupfpräp. und Längsschnitte von der motorischen Wurzel zeigen, dass die Fasern theils stärkere, theils schwächere dunkle Markscheiden haben. Die feineren Fasern sind stark varicös.

Die breiteren lassen Einschnürungen deutlich erkennen, vereinzelt finden sich an den Fasern anliegende Ganglienzellen.

Anders gestaltet sich das Bild auf Querschnitten durch die sensible Wurzel.

Hier erscheinen die meisten Bündel sehr wenig entwickelt, sehen bei schwacher Vergrösserung fleckig aus.

Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, unregelmässig über den Querschnitt zerstreut, Nervenfasern mit zarten schwarzen Markscheiden, dazwischen viele helle Lücken, die keine entwickelten Fasern aufweisen — überall zerstreut grünlich gefärbte Querschnitte freier Axencylinder sowie Blutkörperchen.

Einen auffallenden Gegensatz zu diesem Bilde bieten vereinzelt im Präparat mitgetroffene Querschnitte von Bündeln der motorischen Wurzel, welche aus gut markhaltigen Fasern zusammengesetzt sind.

Faserbreite in den unentwickelten Bündeln der sensiblen Wurzeln 1—8  $\mu$

Durchschnittlich sehr feine Fasern von 1—3  $\mu$ .

Die entwickelten Bündel zeigen durchschnittliche Faserbreite von 4—6  $\mu$ .

Spärlich feinere oder breitere Fasern.

N. abducens (Zupfpräparat). Gut entwickelte markhaltige Fasern von durchschnittlicher Breite  $4\text{--}6 \mu$ , vereinzelt feine Fasern.

N. facialis (Zupfpräparat). Zwischen zahlreichen gut entwickelten Nervenfasern liegen ganz vereinzelte grünlich gefärbte feine, stark varicöse Fasern.

Die entwickelten Fasern zeigen Einschnürungen deutlich, welche die unentwickelten vermissen lassen.

Kerne der Schwann'schen Scheide an beiden nur ganz vereinzelt sichtbar.

Fasernbreite  $1\text{--}10,5 \mu$ .

Durchschnittlich  $6\text{--}8 \mu$ .

N. acusticus. Auf Zupfpräparaten erscheinen alle Fasern markhaltig, die meisten haben deutliche schwarze Markscheiden, vereinzelte Fasern nur ganz zarte dunkle Contouren.

Besonders fällt der ausgesprochen varicöse Bau der Fasern auf. Dieselben lassen auf ihrem Verlauf bald perl schnurartige, bald in unregelmässiger Anordnung grosse runde oder mehr längliche Aufreibungen erkennen, die bis  $20 \mu$  im Durchmesser und darüber betragen.

Fig. 4, Taf. XXX. giebt ein Bild von dem eigenthümlichen Aussehen, welches diese Fasern darbieten.

Eine durchschnittliche Faserbreite lässt sich bei dem varicösen Bau nicht angeben.

Auf Querschnitten besteht der Nerv aus deutlich markhaltigen, dicht nebeneinander liegenden Faserquerschnitten, die, häufig blasenartig aufgetrieben, eine grosse Breite bis ca.  $20 \mu$  erkennen lassen mit zahlreichen zwischen ihnen liegenden kleinen Faserquerschnitten von  $1\text{--}4 \mu$ .

N. glossopharyngeus (Zupfpräparat). Es finden sich sehr zahlreiche grünlich gefärbte Fasern mit ganz leichten eben angedeuteten dunklen Contouren. Zerstreut zwischen diesen unentwickelten Fasern findet sich eine Anzahl von Fasern mit deutlichen schwarzen Markscheiden. Diese lassen die Einschnürungen deutlich erkennen, welche an den unentwickelten Fasern nicht hervortreten.

Kleine Kerne der Schwann'schen Scheide sind nur spärlich sichtbar.

Auf Querschnitten haben die einzelnen Bündel eine verschieden weite Entwicklung. Die meisten Bündel sind sehr unentwickelt (Fig. 5, Taf. XXX.), zeigen grosse helle Lücken, in denen Nervenfasern ohne dunkle Markscheiden als feine helle Ringe sowie grünlich gefärbte Axencylinder beisammen liegen.

Ganz unregelmässig über den Querschnitt zerstreut finden sich gut entwickelte Nervenfasern. In anderen Bündeln sind die hellen Lücken kleiner und spärlicher, zwischen zahlreichen Fasern mit bald stärkeren, bald schwächeren Markscheiden.

Faserbreite ca.  $1\text{--}10 \mu$ .

Ein Maass der durchschnittlichen Faserbreite lässt sich nicht angeben.

N. vagus (Zupfpräparat). Etwas weiter in der Entwicklung wie der N. glossopharyngens; es finden sich markhaltige Fasern in grösserer Anzahl. Kerne der Schwann'schen Scheide auffallend spärlich und klein.

N. accessorius. Auf Zupfpräparaten und Querschnitten ersichtlich,

dass die Bündel aus gut entwickelten Fasern mit schwarzen Markscheiden bestehen.

Faserbreite 1,5--8  $\mu$ .

Durchschnittlich ziemlich gleichmässig breite Fasern von 4--8  $\mu$ .

*N. hypoglossus* zeigt gleiches Verhalten und Faserbreite.

Färbung mit Säurefuchsin, Hämatoxylin, Carmin, Nigrosin (Nerven in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet).

*N. trigeminus*. Die motorische Wurzel ist deutlich von der sensiblen in der Markscheidenentwickelung zu unterscheiden. Die motorischen Wurzelbündel sind aus Fasern zusammengesetzt, die sämtlich Axencylinder und Markscheiden unterscheiden lassen. Die Markscheiden sind schmal im Verhältniss zum Axencylinder, welcher ein relativ grosses Volumen in diesen jugendlichen Fasern zeigt. Die Markscheiden nehmen die Farbe der angewandten Färbeflüssigkeit an, sehen röthlich bei Säurefuchsin- und bläulich bei Nigrosinfärbung aus -- nur vereinzelte Markscheiden zeigen einen gelblichen Farbeton -- nirgends ist konzentrische Schichtung des Marks erkennbar.

Die Fasern zeigen eine gleichmässige Breite von ca. 4--6  $\mu$ . Der sensible Theil des Nerven ist zum grössten Theil aus feinsten Fasern zusammengesetzt, die theils bei starker Vergrösserung eine außerordentlich schmale Markhülle erkennen lassen, die röthlich (resp. bei Nigrosin bläulich) gefärbt ist oder, ungefärbt, weiss aussieht -- theils als rothe resp. blaugefärbte Querschnitte erscheinen, die keine Markhülle erkennen lassen. (Freie Axencylinder).

Faserbreite 1--8  $\mu$ .

Ueberwiegend sehr feine Fasern von ca. 1--3  $\mu$

In vereinzelten Nervenbündeln finden sich isolirte grosse Ganglionenzellen.

Hämatoxylinpräparate zeigen einen sehr grossen Kernreichthum des Endo- und Perineurium.

*N. acusticus*. Der Nerv ist dicht bei seinem Austritt aus dem Gehirn getroffen und besteht hier aus zwei durch ein starkes bindegewebiges Septum von einander getrennten Theilen. Beide lassen, an Säurefuchsinspräparaten, die Zusammensetzung aus Fasern -- sehr verschiedenen Calibers -- erkennen, die sämtlich zarte helle Markscheiden besitzen. Die Axencylinder sind intensiv rot gefärbt.

Eine Verschiedenheit in der Markenwickelung oder den Caliberverhältnissen der Nervenfasern ist an den beiden Theilen des Acusticus nicht zu konstatiren.

### Drittes neugeborenes Kind — männlich.

Länge 50 Ctm.

Untersucht: Chiasma n. optici, *N. trigeminus*, *facialis*, *glossopharyngeus*, *vagus*, *accessorius*

*N. opticus*. Chiasma (Längsschnitt). Dasselbe ist gebildet von sehr feinen bei einanderliegenden varicosen Nervenfasern. Dieselben besitzen alle

zarteste dunkle Markhüllen. Das Chiasma ist von zahlreichen Capillaren durchzogen.

Faserbreite 1—6  $\mu$  vorwiegend feine Fasern 1—3  $\mu$ .

N. trigeminus (Querschnitt). Dasselbe Verhalten wie der Trigeminus beim zweiten Neugeborenen.

Fasern von gleichmässiger Breite.

N. facialis (Zupfpräparat). Fasern, auffallend gut entwickelt, zeigen alle starke, intensiv schwarze Markscheiden, mit deutlichen Ranzier'schen und Lantermann'schen Einschnürungen.

Durchschnittliche Faserbreite ca. 4—8  $\mu$ .

Spärlich feinere Fasern.

N. glossopharyngeus bietet dasselbe Verhalten wie beim zweiten Neugeborenen.

N. vagus (Zupfpräparat). Zahlreiche Fasern haben schwarze, theils stärkere, theils sehr feine schwarze Markscheiden, zwischen diesen vereinzelt in toto grünlich gefärbte, unentwickelte Fasern. An den entwickelten Fasern sind die Einschnürungen deutlich vorhanden, an entwickelten wie unentwickelten Fasern sind Kerne der Schwann'schen Scheide sichtbar, nicht auffallend zahlreich und gross.

Faserbreite 1—8  $\mu$ .

Durchschnittlich ca. 4  $\mu$ .

N. accessorius (Zupfpräparat und Querschnitt). Bild eines entwickelten Nerven mit starken schwarzen Markscheiden.

Durchschnittliche Faserbreite 4—8  $\mu$ .

Spärlich feine Fasern.

#### Viertes neugeborenes Kind, männlich.

Länge 46 Ctm. Kopfumfang 28 Ctm.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens.

N. opticus (Querschnitt) zwischen Chiasma und Foramen opticum. Der unentwickelte Nerv hat bei schwacher Vergrösserung einen in toto grünlichen Farbton.

Bei starker Vergrösserung erscheint er zusammengesetzt aus feinsten grünlich gefärbten Fasern, die keine schwarze Markscheide erkennen lassen.

Der Nerv ist durchsetzt von ungemein zahlreichen kleinen Blutgefäßen, es liegen ferner überall im Gewebe zerstreut zahlreiche freie Blutkörperchen.

Durchschnittlich feinste Fasern von 1—3  $\mu$ .

N. oculomotorius (Zupfpräparat und Querschnitt). Gut entwickelter Nerv mit starken schwarzen Markscheiden.

Faserbreite 1,5—10  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite 4—6  $\mu$ .

Spärlich feinere Fasern.

N. trochlearis (Zupfpräparate und Längsschnitt). Dieselben Verhält-

nisse. Die durchschnittliche Faserbreite ist etwas geringer, wie beim N. oculomotorius ca.  $3-5 \mu$ .

N. trigeminus. Motorische Wurzel (Zupfpräparat und Querschnitt.) Dieselbe ist gut entwickelt, alle Fasern besitzen deutliche schwarze Markscheiden wie Fig. 6, Taf. XXIX. zeigt.

Faserbreite 1—12  $\mu$ .

Durchschnittlich Fasern von ca. 8  $\mu$ .

N. abducens (Zupfpräparat und Querschnitt). Gut entwickelter Nerv mit starken schwarzen Markscheiden.

Durchschnittliche Faserbreite ca. 8  $\mu$ , ganz feine Fasern spärlich.

### Fünftes neugeborenes Kind

49 Ctm. lang.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens, facialis, hypoglossus.

N. opticus distal vom Chiasma (Zupfpräparat). Die spärlichen gut isolirten Fasern sind grünlich gefärbt, zeigen keine Markscheiden, haben variösen Bau.

N. oculomotorius (Zupfpräparat und Querschnitt). Entwickelter Nerv.

Durchschnittliche Faserbreite 8  $\mu$ . Breitere Fasern spärlich.

N. trochlearis (Zupfpräparat und Querschnitt). Dieselben Verhältnisse.

N. trigeminus (Zupfpräparat). Der Unterschied in der Entwicklung der vorderen und hinteren Wurzel an den Zupfpräparaten ersichtlich; Präparate aus der motorischen Wurzel weisen nur spärliche grünliche unentwickelte Fasern auf, die in dem sensiblen Nerven zahlreich sind, oft in Bündeln zusammenliegen — aber doch von den entwickelten Fasern an Zahl übertrroffen werden.

N. abducens (Zupfpräparat) besteht aus Fasern, die, wie in Fig. 4, Taf. XXIX. sichtbar, deutliche schwarze Markscheiden erkennen lassen. Zwischen den Fasern mit dunkelschwarzen, starken Markscheiden sind einige Fasern mit zarten dunklen Conturen abgebildet.

N. facialis (Zupfpräparat, Längs- und Querschnitt) Gut entwickelter Nerv mit starken, intensiv schwarz gefärbten Markscheiden.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite 4—6  $\mu$ .

N. hypoglossus (Querschnitt) entwickelt, zusammensetzt aus ziemlich schmalen, markhaltigen Fasern von ca.  $\mu$  4 Durchmesser

### Sechstes neugeborenes Kind, weiblich.

Länge 50 Ctm.

Untersucht: N. oculomotorius, trigeminus, accessorius.

N. oculomotorius (Zupfpräparat und Querschnitt). Entwickelter Nerv mit ausgebildeten schwarzen Markscheiden.

Faserbreite 1—10,5  $\mu$ .

Durchschnittlich 4—8  $\mu$ .

N. trigeminus (Querschnitt durch vordere und hintere Wurzel). Die Nervenbündel der vorderen Wurzel sind entwickelt, bestehen aus ziemlich gleich breiten Fasern mit schwarzen Markscheiden; schon bei schwacher Vergrößerung sind sie deutlich unterschieden von den hinteren Wurzelbündeln, die zahlreiche unentwickelte Fasern aufweisen, welche sehr beträchtliche Breitenunterschiede erkennen lassen.

Auf Querschnitten, welche durch die isolirte vordere und hintere Wurzel gelegt sind, sowie an Zupfpräparaten aus derselben, treten diese Unterschiede in prägnantester Weise hervor.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite der motorischen Bündel 4—8  $\mu$ .

Spärlich feinere Fasern.

In den sensiblen Bündeln ganz vorwiegend feine Fasern von 1—3  $\mu$ .

N. accessorius. Entwickelter Nerv, mit durchschnittlicher Faserbreite von 4—8  $\mu$ .

### Siebentes neugeborenes Kind — männlich.

Länge 53 Ctm. Kopfumfang 35 Ctm. Stark entwickeltes Kind.

Untersucht: Chiasma und N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens, facialis, acusticus, vagus, accessorius, hypoglossus.

N. opticus. Chiasma.

An Längs- und Querschnitten durch das Chiasma besitzen alle Fasern Markscheiden.

Faserbreite 1—3,5  $\mu$ .

Querschnitte an distalen Stellen des N. opticus zeigen, dass hier die Markentwicklung noch nicht vollendet ist — es finden sich grünlich gefärbte, unentwickelte Fasern — die vorhandenen Markscheiden sind zarter und weniger intensiv schwarz, die Fasern schmäler, 1—2  $\mu$ . Dieser distale Abschnitt des Opticus ist indessen weiter entwickelt, als die entsprechenden Theile des Sehnerven der bisher untersuchten Neugeborenen.

Reichthum an kleinen Blutgefässen ist an proximalen und distalen Teilen sehr deutlich.

N. oculomotorius (Querschnitt und Zupfpräparat). Entwickelter Nerv; starke schwarze Markscheiden.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite 6—10  $\mu$ .

Auch die feineren Aeste des Oculomotorius sind durchweg markhaltig, die Fasern schmäler 3—4  $\mu$ .

N. trochlearis. Dieselben Verhältnisse, nur durchschnittlich etwas feinere Fasern.

N. trigeminus. Querschnitte durch den ganzen Nerven zeigen, dass

fast sämmtliche Bündel gut entwickelt sind, nur vereinzelte Bündel enthalten mitunter beieinanderliegende unentwickelte Fasern, erhalten dadurch ein eigenhümliches fleckiges Aussehen. Dasselbe Verhalten tritt auf Längsschnitten und Zupfpräparaten hervor.

Der Nerv lässt den Unterschied zwischen vorderer und hinterer Wurzel nicht in der Deutlichkeit erkennen, wie bei den früher untersuchten neugeborenen Individuen.

Einzelne Bündel bestehen aus ziemlich gleich- und mittelbreiten Fasern, andere aus vorwiegend sehr feinen Fasern.

*N. abducens* (Längsschnitt). Alle Fasern mit gleichmässigen, starken, schwarzen Markscheiden und Durchmesser von ca. 4—8  $\mu$ .

*N. facialis* (Querschnitt). Fast alle Fasern des Querschnitts haben ausgebildete Markscheiden, ganz vereinzelt finden sich unentwickelte Fasern.

Faserbreite ca. 4—8  $\mu$ .

*N. acusticus* (Querschnitt). Alle Fasern besitzen schwarze Markscheiden.

Besonders auffallend ist der sehr verschiedene Durchmesser der über den Querschnitt zerstreuten Fasern (Fig. 3, Taf. XXX.), feinste Fasern von 1—3  $\mu$  liegen zwischen breiten Fasern von 12  $\mu$  und darüber. Diese sehr breiten Fasern sehen mitunter wie kugelig aufgetrieben aus.

Von einer durchschnittlichen Faserbreite kann nicht gesprochen werden.

*N. vagus* (Querschnitt). Die Bündel des Nerven zeigen eine verschieden weite Entwicklung — einzelne Bündel sind fast völlig entwickelt — weisen nur vereinzelte Stellen auf, in denen unentwickelte Fasern bei einander liegen. Andere Bündel lassen zahlreichere und grössere helle Lücken erkennen, in denen viele unentwickelte Nervenfasern sowie freie Axencylinder bei einander liegen (Fig. 6, Taf. XXX.). Man kann bei der Durchsicht der einzelnen Nervenbündel die verschiedenen Entwicklungsstufen sehr deutlich erkennen.

Einzelne Bündel bestehen aus ziemlich gleichmässig breiten Fasern von ca. 4—8  $\mu$ , andere Bündel weisen grosse Differenzen in den Faserbreiten mit überwiegender sehr feinen Fasern auf; erstere stellen die weiter in der Entwicklung begriffenen, letztere die unentwickelten Bündel dar.

Auf Zupfpräparaten tritt der exquisit varicöse Bau der einzelnen Nervenfasern mit grossen bläschenartigen Aufreibungen deutlich hervor.

*N. accessorius*, gut entwickelter Nerv.

Durchschnittliche Faserbreite 4—8  $\mu$ , spärlich feine Fasern, vereinzelt breitere Fasern.

*N. hypoglossus*. Dieselben Verhältnisse.

#### Achtes neugeborenes Kind.

Länge 54 Ctm. Kopfumfang 34 Ctm.

Untersucht: *N. opticus*, nach Austritt aus dem Chiasma, beim Eintritt in das Foramen opticum und in der Orbita; *N. oculomotorius*, *trigeminus*, *facialis* und *acusticus*.

*N. opticus* nach Austritt aus dem Chiasma. Alle Bündel sind aus Fasern mit deutlichen schwarzen Markscheiden zusammengesetzt — es finden sich

keine unentwickelten Fasern. Faserbreite 1—8  $\mu$ , überwiegend sehr feine Fasern von 1—3  $\mu$ .

Zahlreiche kleine Blutgefäße findet man theils längs und theils quer getroffen, sowie freie Blutkörperchen auf dem Nervenquerschnitt.

Beim Eintritt in das Foramen opticum auf Querschnitten untersucht, bietet der Nerv dasselbe Bild dar — alle Bündel sind gleichmässig gut entwickelt. Differenzen in der Entwicklung der einzelnen Fasern finden sich nicht, freie Axencylinder sind nicht sichtbar. Die Faserbreite ist etwas geringer als in den proximalen Theilen des Nerven.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Nerv auf Schnitten auf seinem Verlauf innerhalb der Orbita nach Eintritt der Arteria centralis retinae.

Bei schwacher Vergösserung (Zeiss A., Oc. 2) sieht man den Nerven zusammengesetzt aus einer grossen Anzahl kleiner rundlicher grüner Querschnitte, die granulirt aussehen; zwischen diesen Querschnitten, über deren Natur bei der angewandten Vergrösserung nichts Sichereres ausgesagt werden kann, finden sich unregelmässig zerstreut vereinzelte Querschnitte, die mit Bestimmtheit theils als Bündel — zusammengesetzt aus markhaltigen, entwickelten Nervenfasern, theils als isolirt liegende, völlig entwickelte Nervenfasern zu erkennen sind.

Diese Bündel und einzelnen Fasern sind bald spärlicher, bald reichlicher zwischen der grossen Menge von grünlichen Querschnitten verbreitet — man findet sie sowohl an der Peripherie, wie in den centralen Partien des Opticusquerschnittes, mitunter liegen sie in der Nähe von Gefäßen, mitunter auch nicht. Die Bündel unterscheiden sich durch ihre beträchtliche Grösse, die durchschnittlich etwa das 4—10fache der kleinen grünen Querschnitte beträgt, deutlich von letzteren.

Bei starker Vergrösserung (Zeiss D und noch deutlicher bei Betrachtung mit Immersion, Fig. 3, Taf. XXIX) sieht man, dass die grünlichen Querschnitte a, b, c, d, e u. s. w. kleinen Nervenbündeln entsprechen, die zusammengesetzt sind aus allerfeinsten grünlich gefärbten Fasern (f, f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> u. s. w.); dieselben liegen sehr dicht bei einander, lassen oft keine deutlichen Zwischenräume zwischen sich erkennen, verleihen den Bündeln ihr granulirtes Ausschen. Jede der Fasern entspricht einem freien (nackten) Axencylinder. Man findet in diesen Bündeln auf zahlreichen Präparaten auch nicht eine Faser, die eine beginnende Markscheidenbildung erkennen liesse — geschweige denn deutlich schwarz conturirte Fasern, aus denen die anderen grossen Bündel (m) ausschliesslich zusammengesetzt sind. Die markhaltigen Fasern derselben haben eine ziemlich gleichmässige Breite von ca 4—6  $\mu$ , welche auch den vereinzelt liegenden, markhaltigen Fasern zukommt, während sich für die freien nackten Axencylinder der kleinen unentwickelten Bündel ein Maass nicht bestimmen lässt.

Etwa 4—6 der markhaltigen Fasern entsprechen häufig dem Durchmesser eines ganzen unentwickelten Bündels, welches wieder aus zahlreichen feinen Axencylindern zusammengesetzt ist.

Spärliches Bindegewebe bildet eine Eintheilung in Septa; in diesen finden sich zahlreiche Blutgefäße.

*N. oculomotorius* (Querschnitt). Alle Fasern haben starke schwarze Markscheiden.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite ca. 6—8  $\mu$ .

*N. trigeminus*. Querschnitte durch motorische und sensible Wurzel zeigen, dass alle Fasern des gesammten Nerven schwarze Markscheiden besitzen, diejenigen der sensiblen Wurzel sind zarter, weniger intensiv dunkel gefärbt, als die der motorischen, deren Fasern zum Theil längs getroffen sind. Die Bündel der sensiblen Wurzel sind durch die weitgehenden Differenzen in der Faserbreite charakterisiert. Zahlreiche feine Fasern von 1—3  $\mu$  liegen unregelmässig zerstreut zwischen breiten Fasern von 8—10  $\mu$ , während die motorischen Fasern eine Breite von ca. 4—8  $\mu$  aufweisen.

*N. acusticus* und *facialis* zusammen auf dem Querschnitt getroffen, lassen in deutlicher Weise den Unterschied in der Faserbreite erkennen, während der *Facialis* zusammengesetzt ist aus ziemlich gleichbreiten Fasern von 6—8  $\mu$ , finden sich im *Acusticus* sehr feine Fasern von 1—3  $\mu$  in grosser Menge zwischen breiten Fasern von 8—10  $\mu$  und darüber. Die Markscheiden des *Acusticus* sind dünner als die des *Facialis*.

Der *N. facialis* peripherisch nach Austritt aus dem Foramen stylo-mastoideum auf Zupfpräparaten untersucht, bietet das Bild eines unentwickelten Nerven — zwischen Fasern mit zarten dunklen Markscheiden finden sich zahlreiche grünlich gefärbte Fasern ohne dunkle Contouren, die keine Einschnürungen erkennen lassen, dagegen in exquisiter Weise einen auffallenden Reichtum an grossen Kernen der Schwann'schen Scheide aufweisen, die oft von körnigen (protoplasmatischen?) Massen umgeben sind. Auch auf Querschnitten tritt dies, von dem centralen Verlauf des Nerven sehr abweichende Verhalten deutlich hervor. Ueberall auf den Querschnitten finden sich grünliche Fasern, zwischen dunkelrandigen zerstreut.

Der Nerv ist peripherisch zusammengesetzt aus feinen Fasern von 1—4  $\mu$ . Fasern über 4  $\mu$  sind vereinzelt.

Die *N. abducentes*, *vagi* und *accessorii* bieten dieselben Verhältnisse, wie der *N. oculomotorius*.

## B. Als nicht ausgetragene Kinder, die nach der Geburt noch einige Zeit gelebt haben.

### 1. Acht Monate alte Frühgeburt — männlich,

lebte einen Tag nach der Geburt.

45 Ctm. lang. Kopfumfang 31 Ctm.

Untersucht: *N. opticus* in der Orbita, *oculomotorius* an der Gehirnhirnbasis und in der Orbita, *trigeminus*, *facialis* und *acusticus* an der Gehirnbasis.

Schon bei makroskopischer Betrachtung lassen sich deutliche Unterschiede in der Markentwicklung der betreffenden Nerven erkennen.

Die Oculomotorii an der Basis sehen glänzend weiss aus.

Die Oculomotorii in der Orbita, sowie der Facialis und Acusticus sehen weisslich aus, haben noch einen leichten grauen Farbenton.

Die weisse Portio minor des Trigeminus ist scharf von der deutlich grauen Portio major dieses Nerven geschieden. Das Chiasma sieht weisslich grau aus.

Grauröthlich ist das Aussehen des Opticus in der Orbita, derselbe hat dort eine gallertige Beschaffenheit.

Mikroskopisch: *N. opticus* (Querschnitte). Der Nerv wird untersucht auf einer Reihe von Schnitten, welche vor dem Eintritt der Arteria centralis retinae beginnen, und nach Eintritt derselben bis dicht an den Bulbus weitergeführt sind.

Auf allen diesen Schnitten erscheint der Nerv zusammengesetzt aus marklosen Nervenfasern. Dieselben haben, mit Osmium, sämmtlich einen grünlichen Farbenton angenommen; nicht eine Faser zeigt dunkle Contouren. In Bündeln zusammenliegende Axencylinder sind nicht vorhanden. Es finden sich vereinzelte Fasern, die durch beträchtliche Grösse sich von den anderen unterscheiden. Die meisten Fasern sind sehr fein, circa  $1-2 \mu$ . Die zahlreichen einzelnen Nervenbündel werden durch auffallend breite Septa von einander geschieden. In denselben verzweigt sich ein ungemein reichliches Netz kleiner Gefässer, welche, theils auf dem Längsschnitt, theils auf dem Querschnitt getroffen, in jedem einzelnen Septum gefunden werden, so dass das vielgestaltige Gefässnetz ein recht eigenthümliches Bild darbietet.

Die Gefässer sind zum grossen Theil prall mit Blutkörperchen gefüllt.

In den die Gefässer führenden Septen sind Lücken und Spalten, sowie zahlreiche grosse sternförmig verzweigte Zellen sichtbar.

*N. oculomotorius* (Basis des Gehirns, Querschnitt) besteht aus Fasern, die sämmtlich deutlich schwarze Markscheiden besitzen.

Faserbreite  $1-8 \mu$ .

Durchschnittlich Fasern von  $3,5-6 \mu$ .

Querschnitte des Nerven in der Orbita zeigen, dass hier, zwischen Fasern mit sehr zarten schwarzen Markscheiden, grünliche Lücken bestehen, in denen unentwickelte feinste Fasern dicht bei einander liegen.

*N. trigeminus* (Querschnitt). Die auf demselben Schnitt getroffenen Bündel der motorischen und sensiblen Wurzel unterscheiden sich in prägnanter Weise.

Die motorischen Bündel sind gut entwickelt, die einzelnen Markscheiden tief schwarz.

Faserbreite  $1-8 \mu$ .

Durchschnittlich  $4-6,5 \mu$ .

In der sensiblen Wurzel liegen zwischen Fasern mit ausgebildeten dunklen Markscheiden zahlreiche Fasern mit hellen Contouren und freien Axencylindern, wodurch die einzelnen Bündel ein eigenthümlich fleckiges Aussehen erhalten.

Faserbreite  $1-8 \mu$ .

Von einer durchschnittlichen Faserbreite kann bei der unregelmässigen Vertheilung von feinsten und breiteren Fasern nicht gesprochen werden.

*N. facialis* und *acusticus* bestehen aus markhaltigen Fasern.

**2. 7 Monate alte Frühgeburt, lebte 30 Tage nach der Geburt.**

Untersucht: Tractus und N. opticus, N. facialis  
und acusticus.

Makroskopisch ist der Tractus opticus deutlich weiss, während der N. opticus nach dem Austritt aus dem Chiasma weisslich grau aussieht.

N. facialis und acusticus sind weiss.

Die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten des Tractus und des N. opticus auf verschiedenen Stellen seines Verlaufs bis zum Foramen opticum zeigt, dass beide aus Fasern mit zarten schwarzen Markscheiden zusammengesetzt sind und deutliche Differenzen in der Markscheidenentwicklung nicht bestehen.

Faserbreite 1—8  $\mu$ .

Durchschnittlich Fasern von 1—3  $\mu$ .

N. facialis und acusticus bestehen aus markhaltigen Fasern.

Der Acusticus lässt das Nebeneinandervorkommen von grossen blasenartigen Faserquerschnitten bis 12  $\mu$  neben zahlreichen feinen Querschnitten erkennen.

**3. 47 Ctm. langes Kind, hat 13 Tage extrauterin gelebt.**

Untersucht: Tractus und N. opticus, auf verschiedenen Stellen seines Verlaufs bis zum Foramen opticum, N. opticus in der Orbita,  
N. trigeminus, facialis und acusticus.

Makroskopisch sind alle Nerven weiss, mit Ausnahme des Opticus in der Orbita, der grau gallertig aussieht.

Mikroskopisch lassen Querschnitte durch den Tractus und N. opticus auf verschiedenen Stellen seines Verlaufes bis zum Foramen opticum ihre Zusammensetzung aus markhaltigen Nervenfasern erkennen. Eine grosse Anzahl kleiner Gefäße durchzieht den Nerven, verbreitet sich in den Interstitien zwischen den einzelnen Bündeln. In Geweblücken finden sich zahlreiche Leukozyten. Feinste Fasern von 1—2  $\mu$  bilden die Bündel, Fasern von 3—4  $\mu$  sind selten.

Auf Querschnitten durch den Opticus während seines Verlaufs in der Orbita erscheinen die central gelegenen Bündel des Nerven deutlich markhaltig, während die an der Peripherie des Nerven gelegenen Bündel zum grössten Theil aus unentwickelten Fasern, die keine oder unvollkommene Markscheiden besitzen, zusammengesetzt sind. Das Gefässnetz in den Interstitien ist deutlich ausgebildet — jedoch ist dasselbe bei weitem nicht so stark entwickelt, die Saftlücken zwischen den Bündeln nicht so massig, wie wir sie in Fall 1 vorfanden..

Bündel, deren Nervenfasern sich in deutlicher Weise in der Markscheidenentwicklung (abgesehen von den Differenzen zwischen peripherischen und centralen Bündeln) von den anderen unterscheiden, sind nicht sichtbar.

Die Fasern sind ausserordentlich fein,  $1-2 \mu$ . Breitere Fasern ganz vereinzelt.

Motorischer und sensibler Trigeminus bestehen beide aus markhaltigen Fasern — jedoch sind die Markscheiden der motorischen Wurzel viel intensiver schwarz und weit stärker, als die der sensiblen Wurzel, so dass die einzelnen Bündel schon bei schwacher Vergrösserung sicher von einander zu unterscheiden sind.

Faserbreite in den motorischen Bündeln  $1-8 \mu$ .

Durchschnittlich ca.  $4 \mu$ .

Faserbreite in den sensiblen Bündeln  $1-10,5$ .

Eine durchschnittliche Faserbreite kann nicht angegeben werden.

Aehnliche Unterschiede bieten die Querschnitte des N. facialis und acusticus dar. Beide Nerven sind ausgebildet, doch treten die Bündel des Facialis deutlich durch ihre stärkeren, dunklen Markscheiden, das gleichmässige Caliber ihrer Fasern, durchschnittlich  $4-6 \mu$ , vor den helleren Fasern des Acusticus, die hier vorwiegend sehr feine Querschnitte ( $1-3 \mu$ ) zeigen, hervor.

Fasern von  $10-12 \mu$  Durchmesser sind spärlich vorhanden.

## C. Spätere Entwicklungsstadien als ausgetragen bezeichneter Kinder.

### 1. Drei Wochen altes Kind.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trigeminus.

Opticus distal bis zum Eintritt in den Bulbus. Längs- und Querschnitte zeigen, dass der Nerv bereits markhaltig ist; er ist zusammengesetzt aus gleichmässig entwickelten Nervenbündeln, in denen alle Fasern dunkle Markscheiden besitzen. Diese Markscheiden sind zum grossen Theil sehr zart, viele nicht sehr intensiv schwarz.

Die durchschnittliche Breite der Fasern hat nicht wesentlich zugenommen, feinste Fasern von  $1-2 \mu$  sind vielleicht etwas spärlicher vorhanden als beim Neugeborenen, es überwiegen feine Fasern von  $3-4 \mu$ , vereinzelt breite Fasern von ca.  $10,5 \mu$  Durchmesser.

Der Reichthum an Blutgefässen ist nicht mehr so erheblich, wie beim Neugeborenen.

Auf Längsschnitten ist der stark varicöse Bau der Nervenfasern erkennbar.

N. oculomotorius (Zupfpräparat, Quer- und Längsschnitt). Alle Nervenfasern haben intensiv schwarze, starke Markscheiden. Die Fasern sind ausgezeichnet durch eine gleichmässige Breite von ca.  $8-8,5 \mu$ ; breitere oder schmälere Fasern sind selten.

Zupfpräparat und Längsschnitt zeigen, dass die Fasern nicht varicos, sondern gleichmässig cylindrisch sind.

N. trigeminus. Zupfpräparate aus dem ganzen Nerven entnommen, bestehen zum grössten Theile aus entwickelten Fasern mit dunklen Markscheiden; es finden sich aber, überall zerstreut, häufig in Bündeln bei einander liegend, unentwickelte grünliche Fasern.

Auf Längsschnitten durch den ganzen Nerven findet man zahlreiche Bündel mit gut entwickelten Fasern, andere Bündel weisen, zwischen entwickelten Fasern, einzelne Fasern ohne dunkle Contouren auf.

An Querschnitten, durch die sensible Wurzel gelegt, ist deutlich ersichtlich, dass dieselbe noch unentwickelt ist.

Die einzelnen Bündel haben ein exquisit fleckiges Aussehen, dadurch bedingt, dass überall zwischen Fasern mit dunklen, zum Theil auch recht starken Markscheiden, zahlreiche unentwickelte, grünlich gefärbte Fasern liegen. Die grosse Anzahl freier Axencylinder ist in diesen Präparaten besonders auffallend. — Dieselben zeigen an manchen Stellen die beginnende Markbildung in schöner Weise. Fig. 7, Taf. XXIX. giebt ein anschauliches Bild eines Theils eines solchen unentwickelten Bündels mit einer Anzahl freier Axencylinder a, b u. s. w. Diese Bündel bestehen vorwiegend aus feinen Fasern von 1,5 bis 4  $\mu$  Durchmesser.

## 2. Sechs Wochen altes weibliches Kind.

Untersucht: N. opticus, trigeminus, abducens, facialis.

N. opticus distal und N. oculomotorius. Dieselben Verhältnisse wie beim 3 Wochen alten Kinde.

N. trigeminus. Querschnitt durch die sensible Wurzel und die anliegenden Bündel der motorischen Wurzel gelegt, zeigen die verschiedene Entwicklung der einzelnen Bündel deutlich.

In Fig. 2, Taf. XXX. sehen wir zwei nebeneinander liegende Bündel der vorderen und hinteren Wurzel. Das Bündel der vorderen Wurzel V. besteht aus ziemlich gleich breiten, dicht bei einander liegenden Fasern mit intensiv schwarzen starken Markscheiden.

Das hintere Wurzelbündel h., besteht zum grössten Theil auch aus Fasern mit dunklen Markscheiden — dieselben sind aber weniger stark und viele auch weniger dunkel wie die Markmäntel des motorischen Bündels — ferner aber liegen zwischen ihnen zerstreut Fasern, die keine Markscheide erkennen lassen, sowie freie Axencylinder.

Diese unentwickelten, in kleinen Haufen zusammenliegenden Fasern geben dem Querschnitt ein charakteristisches, geflecktes Aussehen, welches schon bei der angewandten schwachen Vergrösserung deutlich hervortritt.

Die durchschnittliche Faserbreite motorischer Bündel ist 4—6  $\mu$ , die des sensiblen Bündels 1—3  $\mu$ .

Dieselben Verhältnisse zeigen Längsschnitte durch die einzelnen Wurzeln gelegt.

N. abducens (Querschnitt). Alle Fasern starke schwarze Markscheiden. Faserbreite 1—10,5  $\mu$ .

Durchschnittliche Faserbreite ca. 8—9  $\mu$ .

N. facialis (Querschnitt). Gut markhaltig.

Die durchschnittliche Faserbreite ist geringer, ca. 6—8  $\mu$ .

### 3. Neun Wochen altes männliches Kind.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens, facialis, acusticus, vagus, accessorius, hypoglossus.

N. opticus (Querschnitt.) Mitte zwischen Chiasma und Eintritt in das Foramen opticum). Dieselben Verhältnisse wie beim 3 und 6 Wochen alten Kinde.

Die Markscheiden sind zart. Eine Breitenzunahme der Fasern ist nicht zu constatiren.

Fig. 2, Taf. XXIX. zeigt, dass die einzelnen Bündel aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt sind. Die schwarzen über den Querschnitt zerstreuten Punkte sind Blutkörperchen, welche sich hier durch Osmium schwarz gefärbt haben. In den Intersitien zwischen den Bündeln sind zahlreiche kleine Blutgefässer sichtbar.

N. oculomotorius (Querschnitt). Die Markscheiden deutlich stärker als beim 3 Wochen alten Kind; die durchschnittliche Faserbreite ist dieselbe geblieben, ca. 8  $\mu$ .

N. trochlearis (Querschnitte). Dieselben Verhältnisse wie der Oculomotorius.

N. trigeminus. Zupfpräparate, enthaltend Fasern aus beiden Wurzeln, weisen nur gut entwickelte Fasern sehr verschiedenen Calibers auf.

Auffallend ist das Nebeneindervorkommen von gleichmässig cylindrischen und stark varicösen Fasern.

Querschnitte durch den ganzen Nerven (motorische und sensible Wurzel) lassen erkennen, dass alle Bündel aus völlig entwickelten Nervenfasern mit deutlichen schwarzen Markscheiden zusammengesetzt sind. Unentwickelte Fasern sind in keinem Bündel mehr zu constatiren. Ein Unterschied zwischen motorischen und sensiblen Bündeln ist nur insofern vorhanden, als in den motorischen Bündeln ziemlich gleich breite (mittelbreite) Fasern von ca. 8  $\mu$  überwiegen, während die Unterschiede in der Faserbreite in den sensiblen Bündeln hervortretender und seine Fasern zahlreicher vorhanden sind (Faserbreite 1—10  $\mu$ ).

N. abducens (Querschnitte) zusammengesetzt aus gleichmässig breiten Fasern mit starken Markscheiden von ca. 8  $\mu$  Durchmesser.

Bündel von N. facialis und acusticus, zusammen auf dem Querschnitt getroffen, lassen deutlich erkennen, dass erstere aus ziemlich gleich breiten Fasern von ca. 8—10  $\mu$  Durchmesser zusammengesetzt sind, während letztere so erhebliche Unterschiede in der Faserbreite besitzen, dass von einem Durchschnittsmaass nicht gesprochen werden kann. Die breitesten Fasern des Acusticus haben keine grösseren Durchmesser, wie die grossen varicösen Aufreibungen der Fasern des Neugeborenen.

Die Markscheiden der Facialis-Bündel sind stärker als die des Acusticus.

N. glossopharyngens, vagus, accessorius, hypoglossus (Querschnitte).

Alle Bündel gut entwickelt.

Faserbreite 1—10  $\mu$ .

Im Accessorius und Hypoglossus durchschnittlich Fasern von ca. 8  $\mu$ .

Es finden sich in verschiedenen Präparaten einzelne Ganglionzellen den Nervenfasern anliegend.

#### 4. Männliches Kind von zehn Wochen.

Untersucht: N. opticus, oculomotorius, trigeminus, abducens, facialis, glossopharyngeus, vagus und accessorius.

N. opticus. Längsschnitte durch Chiasma und aus ihm hervorgehenden N. opticus zeigen den exquisit varicösen Bau der einzelnen Nervenfasern, die etwas stärkere und schwärmere Markscheiden besitzen, wie die Fasern aus den entsprechenden Theilen des Opticus der vorher untersuchten Individuen.

Ueber die durchschnittliche Faserbreite lässt sich bei dem varicösen Bau schwer ein sicheres Urtheil gewinnen.

N. oculomotorius (Zupfpräparat). Die meisten Fasern gleichbreit 8—10  $\mu$ , cylindrisch mit starken Markscheiden, deutlichen Einschnürungen; spärlich feinere, oft varicöse Fasern mit zarten Markscheiden.

N. trigeminus. An Zupfpräparaten fällt auf, dass zwischen zahlreichen gut ausgebildeten Fasern, vereinzelt in toto grünlich gefärbte Fasern ohne Markscheiden liegen.

Querschnitte, durch die motorische und sensible Wurzel gelegt, zeigen, dass erstere aus lauter markhaltigen Fasern besteht, während in den sensiblen Bündeln sich hier und da freie Axencylinder finden. — Obwohl dieselben vereinzelt zwischen einer bei weitem überwiegenden Menge von Fasern mit schwarzen Markscheiden liegen, muss die sensible Wurzel doch als nicht völlig entwickelt bezeichnet werden.

Die motorischen Bündel sind zusammengesetzt aus Fasern von durchschnittlich 4—8  $\mu$  Breite.

In den sensiblen Bündeln finden sich fast nur feiners Fasern von 1—5  $\mu$  Durchmesser.

N. abducens. Entwickelter Nerv.

Faserbreite durchschnittlich 4—8  $\mu$ , breitere und schmälere Fasern selten.

N. facialis (Zupfpräparate und Querschnitte).

Alle Fasern haben schwarze Markscheiden. Der auf Zupspräparaten vorhandene hochgradig varicöse Bau der einzelnen Fasern tritt auf den Querschnitten sehr deutlich in der sehr beträchtlichen Caliberdifferenz der Faserquerschnitte hervor.

Es liegen feinste Fasern von 1—2  $\mu$  zwischen grossen blasenartig aufgetriebenen Fasern von 12  $\mu$  und darüber.

N. glossopharyngeus, vagus und accessorius. Zupfpräparate und Querschnitte zeigen die vollendete Markscheidenentwicklung dieser Nerven. Die Fasern sind durchschnittlich ziemlich schmal, 4—6  $\mu$ , nur vereinzelte breitere Fasern.

### 5. Kind von $1\frac{1}{4}$ Jahr.

Untersucht: Tractus und N. opticus, oculomotorius, trigeminus, abducens, facialis, acousticus, glossopharyngeus, vagus, accessorius und hypoglossus.

Tractus und N. opticus, (Querschnitte) sind zusammengesetzt aus Nervenfasern mit intensiv schwarzen Markscheiden. Ein Unterschied in der Ausbildung der Markscheiden zwischen Tractus und N. opticus ist nicht vorhanden.

Durchschnittlich feine Fasern von ca.  $1-3 \mu$ , breite Fasern von  $8-10 \mu$ , sind spärlich in den einzelnen Bündeln zerstreut.

Die Nerven besitzen nicht mehr das reichliche Kapillarnetz des unausgebildeten Nerven.

N. oculomotorius (Querschnitt). Völlig entwickelter Nerv.

Faserbreite  $1,5-12 \mu$ .

Durchschnittlich Fasern von ca.  $8-10$ .

N. trigeminus (Querschnitt). Motorische und sensible Wurzel, ganz entwickelt, unterscheiden sich dadurch, dass die motorische Wurzel aus durchschnittlich breiteren Fasern (ca.  $8-9 \mu$ ) zusammengesetzt ist, mit sehr breiten schwarzen Markscheiden, während in der sensiblen Wurzel feinere Fasern von ca.  $4-6 \mu$  Durchmesser mit dünnen Markscheiden überwiegen.

Die Minima ( $1-2 \mu$ ) und Maxima der Faserbreite (ca.  $12 \mu$ ) sind in beiden Wurzeln dieselben.

Es finden sich versprengte Ganglienzellen in einzelnen Nervenbündeln der motorischen Wurzel.

N. abducens. Entwickelter Nerv mit durchschnittlich breiten Fasern von ca.  $12 \mu$  Durchmesser.

N. facialis. Durchschnittliche Faserbreite etwas geringer, ca.  $8-10 \mu$ .

N. acousticus (Längsschnitt). Entwickelter Nerv. Die einzelnen Fasern zeigen stark varicösen Bau.

Das Durchschnittsmaass der Faserbreite lässt sich nicht bestimmen.

N. glossopharyngeus und vagus (Querschnitte). Alle Fasern mit dunklen Markscheiden.

Sehr beträchtliche Unterschiede in der Breite der Fasern.

Zahlreiche Fasern von  $1-3 \mu$  liegen zwischen zahlreichen breiten Fasern von  $8-10 \mu$  Durchmesser unregelmässig zerstreut.

N. accessorius und hypoglossus besitzen starke schwarze Markscheiden.

Durchschnittlich breite Fasern von  $8-10 \mu$  Durchmesser.

### 6. Kind zwei Jahre alt.

Untersucht: Sämmtliche Nerven (mit Ausnahme des Olfactorius).

Die Nerven bieten dieselben Verhältnisse wie die Nerven des  $1\frac{1}{4}$  Jahre alten Kindes, eine weitere Breitenzunahme der Fasern ist nicht zu constatiren.

## D. Nerven eines 48 Jahre alten Mannes.

Untersucht: Sämtliche Nerven (mit Ausnahme des Olfactorius).

Die Stärke der Markscheiden hat in allen Gehirnnerven deutlich zugenommen — auch an Osmium-Präparaten tritt die concentrische Schichtung des Marks, die bei den Nerven jugendlicher Individuen nicht oder wenig ausgebildet vorhanden war, in exquisiter Weise hervor.

Die Maasse der einzelnen Nerven sind folgende:

N. opticus Faserbreite 1 bis ca.  $12\ \mu$ . Durchschnittlich Fasern von ca. 1—4  $\mu$ . Breitere Fasern spärlich.

N. oculomotorius: Faserbreite 1—24  $\mu$ .

Durchschnittlich gleichmässig breite Fasern ca. 16—20  $\mu$ , feine Fasern von 1—4  $\mu$  spärlich.

Dieselben Maasse zeigen die übrigen motorischen Hirnnerven, sowie was die Minima und Maxima der Faserbreite betrifft, auch der sensible Trigeminus, Acusticus, Glossopharyngeus und Vagus; für diese Nerven lässt sich ein durchschnittliches Maass der Faserbreite nicht bestimmen.

Das Ergebniss dieser Untersuchungen ist in kurzer Zusammenfassung Folgendes:

Bei ausgetragenen Neugeborenen ist der N. opticus (Fig 1, Taf. XXIX.) ein unentwickelter Nerv, während der Tractus opticus und das Chiasma, weiter in der Entwicklung vorgeschritten, in den von uns untersuchten Fällen aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt sind.

Nicht ausgetragene Früchte, von verschieden langer extrauteriner Lebensdauer, lassen Verschiedenheiten in der Markentwicklung des optischen Apparates erkennen, auf die wir später zurückkommen.

Die N. oculomotorii (Fig. 1, Taf. XXX.) trochleares, abducentes (Fig. 4, Taf. XXIX.) sind markhaltige Nerven, ebenso die vordere Trigeminuswurzel (Fig. 6, Taf. XXIX.), während die hintere Trigeminuswurzel (Fig. 5, Taf. XXIX.) unentwickelt ist.

Der Facialis und Acusticus (Fig. 3 und 4, Taf. XXX.) sind entwickelt.

Der Glossopharyngeus (Fig. 5, Taf. XXX.) und Vagus (Fig. 6, Taf. XXX.) sind nicht, wie der Accessorius und Hypoglossus, als ausgebildete Nerven zu bezeichnen.

Es bestehen also nach der Geburt sehr wesentliche Unterschiede in der Markentwicklung der Gehirnnerven und zwar der motorischen Nerven einerseits, der sensiblen, sensorischen und gemischten Nerven andererseits. Zunächst in die Augen fallend ist, dass die motorischen Hirnnerven bei der Geburt bereits zusammengesetzt sind aus Fasern mit deutlichen

sich durch Osmium schwärzenden Markscheiden, und zwar sind in den meisten Fällen die Markscheiden der motorischen Augennerven (*Oculomotorius*, *Trochlearis*, *Abducens*) etwas stärker entwickelt, als die der übrigen motorischen Hirnnerven (vordere *Trigeminus*-Wurzel, *Facialis*, *Accessorius*, *Hypoglossus*).

In scharfem Contrast hierzu stehen diejenigen Nerven, welche ganz oder zum Theil aus sensiblen resp. sensorischen Fasern zusammengesetzt sind (*sensible Trigeminus*-Wurzel, *Glossopharyngeus*, *Vagus*, *N. opticus*).

Diese Nerven sind bei Neugeborenen unentwickelt — wir finden in den einzelnen Bündeln in wechselnder Anzahl Fasern, die durch Osmium nicht schwarz gefärbt werden, sondern als grünliche oder graugelbliche Contouren erscheinen resp. in toto grünlich gefärbt, als freie Axencylinder imponiren. Die vorhandenen schwarzen Markscheiden sind häufig zarter und schmäler, auch weniger intensiv dunkel gefärbt, wie die der ausgebildeten\* Nervenfasern. Die Abbildungen (Fig. 1, 3, 5, Taf. XXIX.) geben uns von diesem Verhalten ein anschauliches Bild; besonders bei Vergleich mit den Querschnitten entwickelter Nerven (*Abducens*, motorische *Trigeminus*-Wurzel, *Oculomotorius*) (Fig. 4, 6, Taf. XXIX., Fig. 1, Taf. XXX.), treten die Unterschiede der Markscheidenbildung evident hervor.

Eine gesonderte Stellung unter den sensorischen Nerven nimmt der *N. acusticus* ein. Derselbe erscheint in den zur Untersuchung gelangten Fällen als ein mit Markscheiden vollkommen versehener Nerv. (Fig. 3 und 4, Taf. XXX.).

Die Entwicklungsgeschichte<sup>1)</sup> lehrt, dass die Fasern der lateralen Wurzel (*Nervus cochlearis*) später markhaltig werden, als die der medialen Wurzel (*Nervus vestibularis*). Es ist uns beim Neugeborenen nicht gelungen, durch die angewandten Färbungsmethoden zwei sich durch den Grad der Markentwicklung unterscheidende Theile des *N. acusticus* aufzufinden, da alle Fasern sich durch Osmium deutlich schwärzende Markscheiden aufweisen.

Es lassen sich demnach, wenn wir den *Acusticus* ausnehmen, nach der Geburt die sensible Fasern führenden Gehirnnerven von den rein motorischen durch den Grad der Markscheidenentwicklung unterscheiden. Diese im Allgemeinen bestehenden gesetzmässigen Unter-

---

1) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. II. Bd. Erste Hälfte S. 254. Leipzig 1893.

schiede erleiden im Einzelfall mitunter eine gewisse Einschränkung dadurch, dass bei manchen Individuen die Markentwickelung in den peripherischen sensiblen Bahnen schneller vor sich zu gehen scheint, als es in der überwiegenden Mehrzahl der Beobachtungen der Fall ist — so finden wir, um ein Beispiel anzuführen, dass beim 8. Neugeborenen bereits alle Fasern des sensiblen Trigeminus markhaltig sind, sich aber durch die geringere Stärke der Markscheiden von den Fasern der motorischen Wurzel unterscheiden.

Es liegt auf der Hand, dass die auf Entwicklungsvorgängen beruhenden Differenzen in der Ausbildung der einzelnen Gehirnnerven bei verschiedenen Individuen nicht immer gleich grosse sein werden, selbst wenn wir von den Unterschieden, welche durch die oft nicht zu vermeidenden Fehler in der Altersbestimmung bedingt sind, absehen.

Immerhin lässt sich in der Gruppe von Gehirnnerven, welche wir als unentwickelt bei der Geburt bezeichneten, eine gewisse Abstufung in verschiedene Stadien der Markkreife erkennen.

Am weitesten zurück in der Markentwickelung sind die distalen Theile des N. opticus (Fig. 1, Taf. XXIX.), dessen Bündel, in ihrem intraorbitalen Verlauf untersucht, völlig marklos erscheinen (Fig. 3, Taf. XXIX.) Bündel a, b, c, d, e). Weiter vorgeschritten sind die Markscheiden in der hinteren Trigeminus-Wurzel, dem Glossopharyngeus und N. vagus, von denen die Bündel des letzteren (Fig. 6, Taf. XXX.) etwas weiter entwickelt sind, als die des Glossopharyngeus (Fig. 5, Taf. XXX.). Ohne Zweifel haben wir bei diesen beiden gemischten Nerven, in dem Vorkommen von zahlreicheren motorischen Fasern im Vagus den Grund dafür zu suchen, dass er markreifer erscheint als der Glossopharyngeus, welcher nach Schwalbe<sup>1)</sup> von völlig sicher gestellten motorischen Fasern nur die für den M. stylopharyngeus bestimmten enthält.

Diese Befunde an den peripherischen Gehirnnerven stehen im Gegensatz zu den Resultaten der neuesten Untersuchungen Flechsig's<sup>2)</sup> über die Markscheidenentwickelung in den Sinneszentren selbst, die er in bedeutenden Vorträgen geschildert und an der Hand vortrefflicher Präparate klar gelegt hat<sup>3)</sup>.

1) Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881. S. 863.

2) Gehirn und Seele, Rede, gehalten am 31. October 1894 in der Universitätskirche zu Leipzig. Zweite Auflage. Leipzig 1896. Vergl. auch die Vorträge Flechsig's, gehalten auf dem internationalen Psychologen-Congress zu München und auf der 68. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Frankfurt a. M.

3) Demonstration von Schnitten durch die Gehirne von Embryonen und

Flechsig zeigt, dass einerseits bei Foeten sensible Centren und Leitungsbahnen innerhalb der Centralorgane des Gehirns unzweifelhaft vor den motorischen Bahnen markhaltig werden — „die erste Bahn, welche beim Foetus zur Entwicklung kommt, ist für die Körpergefühle, einschliesslich Tast- und Muskelsinn bestimmt“ — andererseits die sensiblen Bahnen selbst in einer bestimmten Reihenfolge markhaltig werden. „Eine Sinnesleitung nach der anderen, der für die zweckmässige Auswahl der Nahrung besonders wichtige Geruchssinn an der Spitze, der Gehörsinn zuletzt, dringt von der Körperoberfläche her gegen die Rinde vor . . . . Nachdem die Sinnesleistungen des Kindes bis zu diesen Rindenorganen fertig gestellt sind, beginnen von da aus neue Bahnen sich in umgekehrter Richtung zu entwickeln. Die einen dringen gegen die niedern Hirnregionen zum Theil auch direct gegen das Rückenmark hin vor, gegen die Ursprünge der Bewegungsnerven, und so bewaffnet sich eine innere Sinnesfläche nach der anderen mit Leitungen, welche fein abstuftbare Willensimpulse auf die motorischen Apparate, insbesondere auf die Muskeln der peripherischen Sinnesorgane übertragen, allen voran der Tastsinn, welchem sich beim Menschen hunderttausende wohl isolirte Leitungen zur Verfügung stellen, um die tastenden Hautflächen zu bewegen“.

Auf die Frage, ob die Verschiedenheit, der Markscheidenbildung motorischer und sensibler Bahnen im Centralorgan und den peripherischen Nerven durch aufgestellte Theorien (Ambrom und Held) erklärt worden ist, komme ich zurück.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung der Markentwicklung der Gehirnnerven bei Frühgeburten zu, welche sich etwas anders als bei ausgetragenen Kindern gestaltet.

Bei der ersten zur Untersuchung gelangten Frühgeburt (8. Monat, 45 Ctm. lang, 1 Tag extrauterines Leben) ist der Opticus in der Orbita völlig marklos. Dieser Nerv erscheint bei der zweiten Frühgeburt (7. Monat, extrauterines Leben 30 Tage) auf seinem Verlauf bis zum Foramen opticum markhaltig, ebenso der N. opticus der dritten Frühgeburt eines 47 Ctm. langen Individuums (13 Tage extrauterines Leben) — bei letzterem Kinde sind die in den centralen Partien des orbitalen Opticusquerschnittes gelegenen Bündel markhaltig, während die peripherischen Bündel marklos gefunden werden.

Die sensiblen Nervi trigemini sind bei der ersten Frühgeburt unentwickelt, bei der dritten Frühgeburt aus markhaltigen Fasern zusam-

mengesetzt. Die untersuchten motorischen Nerven, sowie der Acusticus entsprechen den Befunden an ausgetragenen Kindern. Diese allerdings nur spärlichen Befunde bestätigen die interessanten, schon erwähnten Beobachtungen von Flechsig und Bernheimer über den fördernden Einfluss, welchen die extrauterine Lebensdauer auf die Markentwickelung im optischen Leitungsapparat ausübt —, sie machen diese Annahme auch für den Trigeminus wahrscheinlich.

Es hat in unseren Fällen in der zweiten und dritten Beobachtung ein mehrwöchentliches extrauterines Leben die Markreife des Opticus deutlich nach der Peripherie zu gefördert, so dass wir ihn am Foramen opticum markhaltig antreffen. Die dritte Beobachtung stimmt mit einem Befunde Flechsig's<sup>1)</sup> überein, welcher bei einer 8monatlichen Frucht die centralen Theile des Opticus, die der Macula lutea, der Stelle des deutlichsten Sehens entsprechen, am frühesten markhaltig fand. Vielleicht werden aber die marklosen Bündel in dem peripherischen Theile des Opticusquerschnittes zum Theil durch die sogenannte Fuchs'sche peripherische Atrophie des Sehnerven verursacht, welche schon in früher Zeit vorkommen soll; Otto<sup>2)</sup> sagt, dass er an Präparaten aus dem 7. Monat des Fötallebens noch keine deutlichen Unterschiede in der Anlage der peripherischen und übrigen Bündel constatiren konnte, dass hingegen im 9. Monat und bei Neugeborenen, was auch schon Fuchs hervorgehoben hat, sich Unterschiede in der Grösse und Form der Bündel gegenüber den übrigen geltend machen“.

Unsere erste Beobachtung zeigt, dass eine ganz kurze extrauterine Lebensdauer von einem Tage nicht genügt, um die Markentwickelung im Sehnerven bis an die Lamina cribrosa zu führen, eine Frage, welche auch Bernheimer<sup>3)</sup> aufgeworfen hatte.

Für die Annahme Flechsig's, dass der fördernde Einfluss des extrauterinen Lebens auf die Markentwickelung erst bei bestimmter erreichter Entwicklungshöhe in der 32. Embryonalwoche oder bei 46 Ctm. Körperlänge wirksam wird, spricht unsere dritte — dafür, dass dieser Einfluss mitunter schon früher beginnen kann, die zweite Beobachtung. Allerdings nimmt Flechsig eine kurze extrauterine Lebensdauer von 2—3 Tagen an, während dieselbe in unseren Fällen erheblich länger ist. Eine Fortsetzung dieser von Flechsig angeregten Un-

1) Gehirn und Seele. Ann. 18. S. 53.

2) Untersuchungen über Sehnervenveränderungen bei Arteriosklerose. S. 127. Berlin 1893.

3) I. c. S. 28.

tersuchungen an einem umfangreicherem Material erscheint von grossem Interesse.

Verfolgen wir die Entwicklung der Gehirnnerven ausgetragener Kinder nach der ersten postembryonalen Zeit weiter, so finden wir in der 3. Woche nach der Geburt einen deutlichen Fortschritt in der Markscheidenbildung.

Der Opticus ist zu dieser Zeit auch in seinen distalen Theilen bis zum Foramen opticum markhaltig, der sensible Trigeminus zeigt zahlreichere markhaltige Fasern, als beim Neugeborenen; die hellen Lücken, in denen unentwickelte Fasern zusammen liegen, sind kleiner und weniger zahlreich geworden. Zwischen den Fasern mit durch Osmium geschwärzten Markscheiden finden sich hier besonders reichlich in toto grünlich gefärbte Faserquerschnitte, freie oder nackte Axencylinder (Fig. 7a, b u. s. w., Taf. XXIX).

In der 6. Lebenswoche haben die unentwickelten Fasern der sensiblen Trigeminuswurzel an Zahl noch mehr abgenommen. Der weitaus grösste Theil der Fasern ist nunmehr mit dunklen Markscheiden bekleidet. Die vereinzelt zwischen den markhaltigen Fasern über den Querschnitt zerstreut liegenden unentwickelten Fasern geben aber noch zu dieser Zeit den Bündeln der hinteren Wurzel ein charakteristisches geflecktes Aussehen, so dass dieselben schon bei schwacher Vergrösserung von dem völlig entwickelten motorischen Bündel zu unterscheiden sind (Fig. 2, Taf. XXX).

In der 9. Woche ist dieser Unterschied in der Entwicklung der vorderen und hinteren Wurzel nicht mehr zu constatiren, beide sind jetzt ausschliesslich aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt.

Die 10. Woche zeigt uns auch am N. glossopharyngeus und Vagus vollendete Markentwickelung, während der sensible Trigeminus bei dem betreffenden Individuum als nicht völlig entwickelt bezeichnet werden muss.

In den späteren Stadien können an den Gehirnnerven von  $1\frac{1}{4}$  und 2jährigen Kindern unentwickelte Fasern in keinem Nerven mehr nachgewiesen werden.

Die schon bei der Geburt markhaltigen motorischen Gehirnnerven erfahren eine Weiterentwicklung in der Folgezeit insofern, als die einzelnen Markscheiden stärker werden, concentrische Schichtung des Marks erkennen lassen.

Ehe ich auf die mit fortschreitender Entwicklung Hand in Hand gehende Caliberzunahme der cerebralen Nervenfasern eingehe, weise ich auf eine für die Faserbreite der motorischen und sensiblen Hirnnerven im Allgemeinen gültige Thatsache hin. Es ergiebt sich bei Durchsicht

zahlreicher Querschnitte motorischer und sensibler Hirnnerven, dass die motorischen Nerven in der Regel aus ziemlich gleich breiten Fasern mittleren Calibers zusammengesetzt sind, so dass von einer „durchschnittlichen, mittleren Faserbreite“ des betreffenden Nerven gesprochen werden kann. Bei den sensiblen und sensorischen Nerven hingegen finden sich in sehr vielen Fällen Fasern von außerordentlich verschiedenem Caliber, feinste und sehr breite in so wechselnder Anzahl und bunter Anordnung über den Querschnitt zerstreut, dass es nicht möglich ist, eine „durchschnittliche Breite“ anzugeben. — In manchen Fällen finden sich sensible und sensorische Bündel aus fast ausschliesslich sehr feinen Fasern zusammengesetzt. Bei gemischten Nerven, besonders dem Vagus, sehen wir Bündel, die bald mehr dem Typus der motorischen, bald mehr dem der sensiblen Nerven entsprechen, nebeneinander liegen. Dieses charakteristische Verhalten, welches die motorischen Hirnnerven wie gleichmässig gepflastert erscheinen lässt, den sensiblen Nerven ein eigenthümliches, wechselvolles Aussehen verleiht, ist auch bei erwachsenen Gehirnnerven nachzuweisen, scheint jedoch bei den jugendlichen Individuen ganz besonders prägnant hervorzutreten.

Was nun die Maasse<sup>1)</sup> der Fasern betrifft, so sind die Minima (ca. 1—2  $\mu$ ) und die Maxima (ca. 10  $\mu$ ) bei motorischen, sensiblen und sensorischen Nerven Neugeborener dieselben; während aber die breitesten und feinsten Fasern bei den motorischen Nerven in spärlicher Anzahl vorkommen, durchschnittlich mittelbreite Fasern von ca. 4—6  $\mu$  vorhanden sind, finden sich breiteste Fasern von 10  $\mu$  und feinste Fasern von 1—2  $\mu$  in buntem Wechsel mit Fasern von mittlerer Breite untermischt in den sensiblen und sensorischen Nerven, oder es sind die Bündel derselben, wie z. B. durchgehends beim Opticus, aus überwiegend sehr feinen Fasern von 1—3  $\mu$  zusammengesetzt. Die Maxima der Faserbreite des Acusticus sind erheblicher, als die der übrigen Gehirnnerven, betragen 12  $\mu$  und darüber.

Ueber eine Zunahme der Faserbreite in den von uns untersuchten späteren Zeiten des kindlichen Alters lässt sich sagen, dass die „durchschnittliche Faserbreite“ der motorischen Hirnnerven bald eine erheblichere wird, während die Maxima der Faserbreite in den ersten Wochen keine deutliche Zunahme zeigen, erst nach dem ersten Lebensjahr beträchtlicher werden. Bei den sensiblen und sensorischen Hirnnerven scheinen feinste Fasern in diesen Zeiten nach der Geburt etwas spärlicher aufzutreten, doch kann ich über diesen Punkt ein sicheres Urtheil

---

1) Die Zahlenwerthe machen nur den Anspruch, ein ungefähres für die Mehrzahl der untersuchten Fälle gültiges Maass anzugeben.

nicht abgeben. Es stimmen diese Befunde mit den Angaben Flechsig's<sup>1)</sup> überein, dass die Nervenfasern in den nervösen Centralorganen bei Kindern, welche bis zu 10 Wochen alt geworden waren, sich hinsichtlich der Verhältnisse des Fasercalibers nur unwesentlich von den völlig reifer Neugeborenen unterscheiden. Erhebliche Unterschiede in der Faserbreite treten dagegen zwischen den Gehirnnerven des kindlichen und des erwachsenen Individuums hervor. Während die Faserminima (1 bis 2  $\mu$ ) die gleichen bleiben, aber feinste Fasern seltener auftreten, als beim Neugeborenen, betragen die Maxima der Faserbreite das Doppelte und mehr (20—24  $\mu$ ) der Durchmesser in frühen postembryonalen Stadien. Bei den motorischen Hirnnerven ist der durchschnittliche Durchmesser der Fasern (16—20  $\mu$ ), ca. 4—5 mal grösser, als das beim Neugeborenen bestimmte durchschnittliche Maass.

Ob beim Menschen in den späteren Entwickelungsstadien eine Vermehrung der Zahl der Nervenfasern in den einzelnen Bündeln eintritt, vermögen wir nicht zu sagen.

Bei Untersuchungen des N. oculomotorius von neugeborenen und ausgewachsenen Katzen fand Schiller<sup>2)</sup>, dass die Zahl der Nervenfasern während des Lebens nicht oder kaum zunimmt.

Eine Trennung des Acusticus in zwei Theile, von denen der eine, N. cochlearis, aus feinen Fasern von 1,0—2,5  $\mu$ , der andere, N. vestibularis aus gröberen Fasern von 2,0—4,0  $\mu$  zusammengesetzt ist<sup>3)</sup>, können wir bei Neugeborenen nicht nachweisen. Eine Sonderstellung nimmt der Opticus des Erwachsenen ein, indem auch in den späten Entwickelungsstadien feinste und mittelfeine Fasern von 1—4  $\mu$  überwiegen, breite Fasern spärlich vorhanden sind. Das Caliber der Opticusfasern ist an verschiedenen Stellen seines Verlaufs ein verschiedenes, es nimmt vom Chiasma nach der Peripherie zu allmälig ab; dieses Verhalten, welches sich bei den in Entwicklung begriffenen Opticusfasern gut feststellen lässt, bestätigt ein allgemeines Gesetz<sup>4)</sup>, „dass alle Nervenfasern in den Nervenstämmen vom Centrum aus gegen die Peripherie an Dicke abnehmen“. Hierbei scheint es ferner nach Schwalbe „die Regel zu sein, dass eine motorische Nervenfaser erst dann sich verschmäler, wenn sie sich theilt, während die sensiblen Fasern in ihrem peripherischen

1) Leitungsbahnen u. s. w. S. 160.

2) Sur le nombre et calibre des fibres nerveuses du nerf oculomoteur convenus chez le chat nouveau-né et le chat adulte. Compt. rend. CLX. No. 14. p. 530.

3) Kölliker l. c. S. 256 und 258.

4) Kölliker l. c. S. 5.

Verlauf allmälig an Durchmesser verlieren, so lange sie noch ungetheilt sind“.

Auf das Verhältniss zwischen Breite der Nervenfasern und Markgehalt derselben weist Flechsig<sup>1)</sup> mit den Worten hin: „Die aus dem differenten Fasercaliber resultirenden Unterschiede im relativen Markgehalt innerhalb der verschiedenen Regionen der weissen Stränge geben sich schon bei makroskopischer Betrachtung von Querschnitten kund, welche in gewöhnlicher Weise in Ueberosmiumsäure gefärbt worden sind.“ An einer anderen Stelle<sup>2)</sup> sagt er „bei einer gleich grossen Anzahl markhaltiger Fasern in der Raumeinheit hängt nun offenbar der relative Markgehalt ab von dem mittleren Querschnitt der Markscheiden, also, sofern verschiedene Fasercaliber gemischt sind, von den Mengenverhältnissen der dicken zu den dünnen.“

Diese Angaben, welche sich auf Fasersysteme im Centralnervensystem beziehen, haben auch für die Markverhältnisse der peripherischen Gehirnnerven insofern Geltung, als auch in unseren Präparaten die breiteren Nervenfasern in der Regel relativ stärkere Markscheiden zeigen, als die feinen Nervenfasern, es ist dies Verhalten jedoch kein constant zu beobachtendes, wir finden auch breite Nervenfasern mit sehr dünnen, und feinsten Nervenfasern mit relativ starken Markhüllen.

Auf eine andere interessante Uebereinstimmung mit den von Flechsig für das Centralnervensystem gewonnenen Resultaten, dass einerseits zwischen dem ersten Auftreten kompletter Markscheiden in einem System und der Markumhüllung aller Fasern desselben ein gewisser Zeitraum vergeht, andererseits gewisse Nervenbahnen schon reichlich mit Mark versehen sind, während daran angrenzende noch aus nackten Axencylindern bestehen, hat Bernheimer<sup>3)</sup> hingewiesen. Es finden die Befunde dieser Forscher durch unsere Untersuchungen eine Bestätigung; auch wir können in einer grösseren Anzahl von Fällen nachweisen, dass die Markentwicklung der Fasern im Opticus keine gleichmässige ist, dass die centralen Theile des Nervenquerschnitts früher markhaltig werden, als die peripherischen und dass die Markscheidenbildung allmälig vom Centralorgan nach der Peripherie fortschreitet. Wie ferner Bernheimer die um die noch marklosen Axencylinder des Opticus an den Bulbus gelangenden Ciliarnerven als bereits fast in allen Einzelfasern mit einer ansehnlichen Markhülle umgeben beschreibt, so finden wir die Endäste des Oculomotorius markhaltig bei unentwickeltem Opticus.

1) Die Leitungsbahnen u. s. w. S. 111. Anm.

2) I. e. S. 222, 223.

3) I. e.

Als weitere Bestätigungen des Gesetzes sehen wir in einem anderen Fall (1. nicht ausgetragenes Kind) den peripherischen Oculomotorius nicht entwickelt bei vollendeter Markscheidenbildung des an der Basis austretenden Nerven. Ebenso ist der Nerv. facialis (8. Neugeborenes) an der Basis bereits ein gut ausgebildeter Nerv, während er nach Austritt aus dem Foramen stylomastoideum das Bild eines unentwickelten Nerven darbietet. Bei diesem Nerven ist aber in Betracht zu ziehen, dass ihm während seines Verlaufs durch den Canalis Fallopiae sensible Trigeminusfasern beigemischt werden, vor allem aber Gelegenheit gegeben ist, nach dem Austritt aus dem Foramen stylomastoideum sich sensible Fasern aus den Gesichtsstäben des N. trigeminus anzueignen<sup>1)</sup>, so dass durch das Hinzutreten unentwickelter sensibler Fasern zu den markhaltigen Fasern des motorischen Nerven eine Abnahme der Markentwicklung im Facialis selbst vorgetäuscht werden könnte. Es ist diese Annahme für unsere Beobachtung nicht wahrscheinlich, weil wir in ihr bemerkenswerther Weise den basalen sensiblen Trigeminus bereits markhaltig finden. Weiteren Untersuchungen der Markscheiden an verschiedenen Verlaufsstellen der in Entwicklung begriffenen Gehirnnerven wird es vorbehalten sein, uns den Weg der Markscheidenbildung sicher kennen zu lehren.

Es bleibt mir übrig, die Aufmerksamkeit auf ein ganz eigenthümliches Verhalten der Markscheidenentwicklung zu lenken, welches wir am orbitalen Theil des Opticus in einer Beobachtung (8. Neugeborenes) constatiren können. Wir finden hier, um den Befund kurz zu recapituliren, den Nerven zusammengesetzt aus einer grossen Anzahl von kleinen Bündeln, (Fig. 3, Taf. XXIX, Bündel a, b, c, d, e, u. s. w.), welche aus feinsten nackten Axencylindern ( $f, f_1, f_2, f_3$  u. s. w.) bestehen. Zwischen diesen ganz unentwickelten Bündeln sehen wir auffallender Weise eine gewisse Anzahl weit grösserer Bündel m, die ihre Zusammensetzung aus breiten markhaltigen Nervenfasern deutlich erkennen lassen, sowie vereinzelte isolirt liegende gut entwickelte Nervenfasern. Den sehr in die Augen fallenden Unterschied in dem Aussehen der entwickelten und unentwickelten Bündel giebt Fig. 3, Taf. XXIX. deutlich wieder. Die unentwickelten Bündel entsprechen der Beschreibung und der Abbildung, welche uns Axel Key und Retzius<sup>2)</sup> von dem Aussehen des erwachsenen Opticus an der Lamina cribrosa geben, „durch Behandlung mit Oberosmiumsäure überzeugt man sich leicht davon, dass die Nervenfasern auf einmal beim Eintritt in die Lamina ihre Markscheiden abgeben, eine Thatsache,

1) Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. S. 853.

2) I. c. 1. Hälfte. p. 205. Taf. XXXIV. Fig. 13, 14.

welche man schon lange gekannt hat, obwohl man in der letzten Zeit darüber zweifelhaft geworden scheint . . . am Querschnitt der Lamina wird man leicht zweifelhaft über das, was man als Nervenfasern und Bündelehen ansehen mag. Bei aufmerksamer Durchmusterung findet man indessen, dass die Nervenfaserbündelchen sich als rundliche, polygonale oder sogar als sternförmig zusammenhängende Figuren präsentiren, an welchen eine feine Punktirung als Ausdruck der dieselben zusammensetzenden feinen Axencylinder wahrzunehmen ist.“ Es wirft sich die Frage auf, wie ist das so differente Verhalten der sich im orbitalen Opticus des Neugeborenen findenden Nervenbündel zu erklären?

Die Zusammensetzung des Opticus in seinem orbitalen Theil aus nackten, völlig marklosen Axencylindern beschreibt Bernheimer<sup>1)</sup> bei Embryonen aus der 32.—33. Embryonalwoche und bei einer 8monatlichen Frucht, welche sieben Tage nach der Geburt starb. Er sagt von dem ersten Fall „die Axencylinder sind völlig marklos und gewahrt man in diesem Theil des Opticus an keiner Faser jenen dunklen Farbtönen, der auf den Beginn der Markbildung hinzuweisen scheint.“ Bei der achtmonatlichen Frucht ist im orbitalen Theil des Opticus nichts mehr von Markbildung zu sehen; die nackten Axencylinder liegen in ihrem embryonalen Gewande aneinander gereiht, in Bündeln geschieden durch blutreiche Capillarzüge und überaus zahlreiche zarte Bindegewebszüge“ „Bei der reifen ausgetragenen Frucht ist die Markbildung im Sehnerven auch noch nicht bis zu der Stelle gediehen, wo beim Erwachsenen die Markscheiden aufhören — bis zur Lamina cribrosa.“

Mit Hinsicht auf diese Befunde Bernheimer's würde die Zusammensetzung der Bündel aus nackten Axencylindern in unserem orbitalen Opticus nichts Auffallendes haben, vielleicht ein etwas zurückgebliebenes Entwickelungsstadium an dieser Stelle bedeuten. Das Vorkommen völlig entwickelter Nervenbündel bleibt aber unerklärt, und es frägt sich, haben wir in diesen Bündeln Fasern vor uns, die zum Opticus selbst gehören oder sind es einem anderen Nerven angehörige Fasern, die im Opticus verlaufen?

Gegen die erstere Annahme sprechen zunächst alle von uns an in Entwicklung begriffenen Nerven gemachten Erfahrungen. Wir konnten zwar oft beobachten, dass die einzelnen Bündel eines jugendlichen Nerven verschieden weit in der Entwicklung vorgeschritten sind, wohl auch mitunter, dass einige Bündel eines Nerven bereits gut markhaltig sind, während

---

2) l. c.

andere Bündel unentwickelte Fasern in grösserer oder geringerer Anzahl aufweisen, niemals aber sahen wir völlig unentwickelte Bündel, nur aus nackten Axencylindern bestehend, neben solchen, in denen sämmtliche Fasern die Markreife erreicht haben. Dann aber macht das von dem allgemeinen Typus der Nervenbündel des Opticus durchaus abweichende Aussehen der fraglichen Bündel die Zugehörigkeit der Fasern zum N. opticus unwahrscheinlich. Wir fanden sonst weder im unentwickelten noch im erwachsenen Sehnerven Bündel, die aus Fasern von ziemlich gleichmässigem mittlerem Caliber mit starken schwarzen Markscheiden zusammengesetzt sind, in denen feinste Fasern fehlten.

Ueber das Vorkommen von Fasern anderer Nerven im Innern des Opticus finden wir bei Schwalbe<sup>1)</sup> die Angabe, „dass von den Ciliarnerven feine Fäden zum Opticus ziehen, um sich theils in der Dural-Scheide desselben zu verbreiten (Sappéy), theils in denselben einzudringen und die Centralgefässe zu begleiten“; die A. und V. centralis retinae sollen während ihres Verlaufs im Innern des Sehnerven von diesen Nerven mit einem feinen ganglienlosen Nervenplexus umspunnen werden (W. Krause).

Mit unserem Befunde stimmt diese Beschreibung in sofern nicht überein, als wir die Nervenbündel und Fasern nicht in Begleitung der Centralgefässe, sondern unregelmässig über den ganzen Querschnitt des Opticus zerstreut finden, ferner handelt es sich nicht um feine umspinnende Nervenplexus, sondern um vereinzelte Bündel und Fasern relativ breiten Calibers. Wir müssen also die Frage offen lassen, was diese entwickelten Nervenbündel zu bedeuten haben, welchem Nerven sie angehören, möchten aber trotz der soeben angeführten Gegengründe die Annahme nicht ganz von der Hand weisen, das es sich vielleicht um Fasern aus den Ciliarnerven handelt<sup>2)</sup>.

Weitere eingehende Untersuchungen von Schnittserien der Optici nicht entwickelter Individuen wären wünschenswerth, um den Ursprung dieser Fasern festzustellen, deren Vorkommen von besonderem Interesse

1) I. c. S. 817 und 821.

2) Anmerkung während der Correctur. Weitere Untersuchungen des Opticus und der Ciliarnerven unentwickelter Individuen zeigten uns, dass letztere Nerven häufig ebenfalls sehr wenig entwickelt, nur in einzelnen Fasern markhaltig, gefunden werden — eine Thatsache, welche, wenn sich die Annahme, dass die markhaltigen Bündel im unentwickelten Opticus aus den Ciliarnerven stammen, als richtig erweisen sollte — den nur unter ganz bestimmten Entwicklungsverhältnissen beider Nerven möglichen Nachweis der fraglichen Fasern im marklosen Opticus erklärt.

ist, da seit den bekannten Untersuchungen von Gudden's<sup>1)</sup> die Frage, ob verschiedene Fasersysteme im Opticus vorhanden sind, lebhaft ventilirt worden ist. v. Gudden macht auf einen Fortschritt aufmerksam, der für seine schon früher ausgesprochene Ansicht, dass sich ein System von Sehfasern und ein solches von Fasern, die auf reflectorischem Wege die Pupillenbewegung beherrschen, im Opticus findet, spricht — „dieser Fortschritt besteht in dem Nachweis von zweierlei im Caliber verschiedenen Fasern, die keine Mittelform wahrnehmen lassen. Das schönste Object für die Untersuchung böten die Optici der Katzen. Der Unterschied falle sofort in die Augen. Derselbe sei aber auch nachweisbar beim Menschen (wie schon Axel Key und Retzius erste Hälfte Taf. 14, Fig. 2 angegeben hätten), nur seien die dicken Fasern hier weniger auffallend dick, ebenso beim Kaninchen, nur dass hier die dünnen Fasern weniger auffallend dünn seien“<sup>2)</sup>. Gegen diese Auffassung v. Gudden's wendet sich vornehmlich v. Köllicker<sup>2)</sup>, „der bei Gudden nirgends vollgültige Beweise für diese Behauptung findet, die auch von Seiten der Anatomie ganz in der Luft schwebt. Der Bau der Netzhaut bietet nämlich nicht den geringsten Anhaltspunkt für die Annahme zweier physiologisch getrennter Faserarten dar, und spricht alles, was wir nach dieser Seite wissen, dafür, dass die Opticusfasern, die alle in gleicher Weise in dem Ganglion nervi optici entspringen, alle den gleichen Bau besitzen und wesentlich gleich verlaufen, auch physiologisch dieselbe Bedeutung haben.“

In neuester Zeit hat die Gudden'sche Annahme eine gewichtige Stütze durch die interessanten, unter Siemerling's Leitung ausgeführten Untersuchungen von H. Massaut<sup>3)</sup> erfahren. Dieser Forscher konnte nach sorgfältig an Kaninchen ausgeführten Iridectomien in den Opticis der operirten Seiten mit Hilfe der Marchi'schen Methode, regelmässig Degeneration bestimmter Fasern nachweisen, die er für Pupillarfasern hält. „Ich glaube also sagen zu können, dass die degenerirten Fasern Pupillarfasern sind, die diejenige Lichterregung übertragen, durch welche die Zusammenziehung der Iris erzeugt wird. Da sie nach Verhinderung dieser einfachen Function entarten, ist der Schluss gerecht-

1) Bernhardt v. Gudden's gesammelte und hinterlassene Abhandlungen S. 192, herausgegeben von Prof. H. Grashey. Wiesbaden 1889.

2) l. c. S. 576.

3) Aus dem Laboratorium der psychiatrischen Klinik in Tübingen (Prof. Siemerling). Experimentaluntersuchungen über den Verlauf der den Pupillarreflex vermittelnden Fasern von H. Massaut. Dieses Archiv Bd. XXVIII. Heft 2.

fertigt, dass sie nicht der Leitung des Seheindrucks nach dem Hirn hin dienen“.

Bei aller Reserve, die wir uns in der Beurtheilung unserer Befunde am Opticus auferlegen, bleibt die Thatsache, dass in einer gewissen Periode der Entwicklung des Opticus zwei Faserarten in demselben vorkommen, die sich sehr wesentlich durch die Caliberverhältnisse sowie durch die Zeit ihrer Markscheidenbildung unterscheiden, bestehen und es ist besonders mit Hinsicht auf die Massaut'sche Arbeit an die Möglichkeit zu denken, dass wir in den früh markhaltigen, starken Fasern, Pupillarfasern vor uns sehen. Die Entscheidung der Frage, ob unser Befund zu Gunsten der v. Gudden'schen Ansicht verwerthet werden darf, ist weiteren Forschungen in dieser Richtung vorbehalten.

Diese Befunde in ihrer Gesamtheit mit den von uns bei früheren Untersuchungen (l. c.) an den unentwickelten spinalen Nerven gewonnenen Resultaten<sup>1)</sup> zu vergleichen, erscheint von Interesse.

Was zunächst die einzelnen Nervenfasern betrifft, ist, um die Hauptpunkte hervorzuheben, die Einwirkung von verschiedenen Färbungsflüssigkeiten auf beide Faserarten dieselbe. — In erster Linie ist das eigenthümliche Verhalten gegen die Osmiumsäure charakteristisch, welche dem unentwickelten Nervenmark einen grünlichen Farbenton verleiht, Schwarzfärbung vermissen lässt. Wie die peripherischen Fasern der Spinalnerven, so erhalten die unentwickelten Nervenfasern der Gehirnnerven bei Behandlung mit Chromsalzen keinen gelben Farbenton, sondern die Farbe der gerade angewandten Färbungsflüssigkeit, wobei deutlich hervortritt, dass das Mark concentrische Schichtung gar nicht oder nur sehr unvollkommen zeigt. Das Vorkommen von freien (nackten) sich mit Osmiumsäure in toto grünlich färbenden Axencylindern, welche sich besonders reichlich in der dritten postembryonalen Woche finden, tritt prägnant in den unentwickelten Bündeln beider Systeme hervor und unterscheidet dieselben von den entwickelten Nervenbündeln. Die eigenartigen breiten blassen, sich durch Theilung auszeichnenden Fasern, welche wir neuerdings durch die Untersuchungen H. Gudden's<sup>2)</sup> kennen gelernt haben, können wir ebenso wenig in den sich entwickelnden Gehirnnerven, wie in den spinalen unentwickelten Fasern nach-

1) l. c. S. 72—74.

2) Klinische und anatomische Beiträge zur Kenntniss der multiplen Alkoholneuritis nebst Bemerkungen über die Regenerationsvorgänge im peripheren Nervensystem von Dr. H. Gudden. Dieses Archiv Bd. XXVIII. Heft 3.

weisen, eine Thatsache, die für die Gudden'sche Auffassung dieser Fasern als Regenerationsproducte bei pathologischen Zuständen spricht.

Die unentwickelten Fasern lassen Ranvier'sche und Lantermann'sche Einschnürungen nicht erkennen. — Die Kerne der Schwann'schen Scheide, die bei den peripherischen spinalen Fasern durch ihre beträchtliche Grösse und Umgebung von reichlichen körnigen (protoplasmatischen?) Massen auffallen, auch zahlreicher, als beim Erwachsenen zu sein scheinen, so dass wir denselben vielleicht eine gewisse Bedeutung bei der Bildung des Markes zuschreiben zu müssen glaubten, sind in der Regel bei den jugendlichen Gehirnnerven kleiner, weniger zahlreich und weisen keine stärkere protoplasmatische Umgebung auf.

Das Peri- und Endoneurium ist bei cerebralen wie bei den spinalen sich entwickelnden Nerven stark kernhaltig und weist letzteres bei einzelnen Gehirnnerven (Opticus) ein ungemein reiches Netz feinster Gefässer auf.

Der varicöse Bau der Nervenfasern, der besonders bei den feineren Fasern der peripherischen spinalen Nerven oft hervortritt, ist bei den sensiblen und sensorischen Gehirnnerven noch weit ausgeprägter. Fasern von so exquisit varicösem Bau, wie ihn z. B. der Acusticus in unseren Befunden darbietet, fanden wir im peripherischen spinalen Nervensystem nicht. Die Breite der Nervenfasern Neugeborener ist in beiden Systemen erheblich geringer, als diejenigen erwachsener Fasern. Das Maximum der Faserbreite erwachsener Fasern finden wir nicht erreicht, während die Minima dieselben sind. Es tritt uns bei den Fasermessungen der Gehirnnerven eine deutliche Differenz in der Vertheilung der Fasercaliber bei motorischen und sensiblen Nerven entgegen, die wir in den peripherischen spinalen Nerven nicht constatiren konnten, die aber als gemischte Nerven mit den meisten Gehirnnerven nicht wohl in Parallelle gestellt werden können. Wir ziehen deshalb die Caliberverhältnisse der vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln vor ihrer Vereinigung zum Vergleich heran. Schwalbe<sup>1)</sup> hat eine Reihe von Rückenmarkswurzeln verschiedener Thiere und des Menschen bezüglich ihres feineren Baues untersucht. Er fand, dass alle Faserdicken innerhalb beider Wurzeln, der motorischen und sensiblen vorhanden sind und dass die minimalen Caliber in den motorischen Wurzeln im Allgemeinen nicht so gering als in der sensiblen sind. Wir verdanken ferner Siemerling<sup>2)</sup> eingehende Untersuchungen des Fasercalibers der menschlichen Rückenmarkswurzeln, in

1) Ueber Caliberverhältnisse der Nervenfasern. Leizig 1882.

2) Anatomische Untersuchungen über die menschlichen Rückenmarks-wurzeln von Ernst Siemerling. Berlin 1887.

denen auch die Verhältnisse bei unentwickelten Individuen Berücksichtigung gefunden haben. Siemerling beschreibt die Breite der Fasern der vorderen Wurzeln des Hals- und Lendentheils einer Frucht von 5 Monaten als ziemlich gleichmäßig  $4,6 \mu$ , diejenigen eines 7 monatlichen Fötus von regelmässiger Breite  $4,6-5,3 \mu$ ; bei einem Neugeborenen hat der Faserdurchmesser erheblich zugenommen, beträgt  $9,3 -$  einige bis  $13 \mu$ . Es wird demnach unser Durchschnittsmaass der Faserbreite motorischer Hirnnerven des Neugeborenen ( $4-6 \mu$ ) und das Maximum ( $10 \mu$ ) etwas von den vorderen Wurzeln in diesem Fall überschritten.

Diese Untersuchungen Siemerling's sind für die uns beschäftigende Frage noch von besonderer Wichtigkeit, weil wir über die Markscheidenentwicklung der motorischen und sensiblen Rückenmarkswurzeln des Hals- und Lendentheils beim Neugeborenen erfahren, „dass in den vorderen Wurzeln alle Fasern fast ohne Ausnahme einen Markring und verhältnismässig grosse Axencylinder haben. Das Mark zeigt bereits concentrische Schichtung. An Präparaten, welche nach der Weigertschen Methode behandelt sind, tritt in der Mehrzahl der Fasern das Mark schwarz gefärbt hervor, nur in wenigen ist der Inhalt der Fasern gleichmäßig braun geblieben. Die Anzahl der Kerne ist eine geringe. In den hinteren Hals- und Lendenwurzeln sehen wir die Axencylinder meistens, das Mark noch nicht in allen Fasern ausgebildet. Der Reichtum an Kernen ist nicht bedeutend.“

Etwas weit zurück sind die vorderen und hinteren Dorsalwurzeln. Eine Differenzirung zwischen breiten und feinen Fasern, wie wir sie beim Erwachsenen ausgeprägt finden, lässt sich nicht constatiren. Alle Fasern haben einen ziemlich gleichen Breitendurchmesser. Zwischen theilweise entwickelten Nervenfasern sehen wir Lücken, welche sich darstellen als Hohlräume, in welchen noch keine gesonderte Markscheide, kein Axencylinder vorhanden ist“.

Es geht aus diesem Befunde hervor, dass ein so beträchtlicher Unterschied in der Markentwickelung zwischen motorischen und sensiblen Nerven, wie wir sie bei den austretenden Gehirnnerven sehen, in den vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln des Neugeborenen nicht zu bestehen scheint, wenngleich auch hier die Markscheidenbildung der dorsalen Wurzeln (des Hals- und Lendentheils) etwas hinter der der vorderen Wurzeln zurücksteht.

Einen weitgehenden Unterschied finden wir bei der Be- trachtung der Weiterentwicklung der Gehirn- und spinalen Nerven. Letztere erreichen das Stadium der Markreife ganz langsam und allmälig; es stehen im zweiten und

dritten Lebensjahr diese Nerven dem ausgebildeten Zustande des erwachsenen Nerven sehr nahe, haben ihn aber noch nicht in allen Fällen erreicht. Die Gehirnnerven hingegen, haben in den von uns untersuchten Fällen ihre Entwicklung fast gänzlich in der 9. bis 10. Woche nach der Geburt abgeschlossen, sind den spinalen Nerven dieser Zeit weit voraus.

In kurzer Zusammenfassung ist das Ergebniss unserer anatomischen Untersuchung folgendes:

A. An den Gehirnnerven selbst:

1. Die Gehirnnerven des Menschen zerfallen hinsichtlich ihrer Markscheidenentwicklung bei der Geburt in zwei getrennte Gruppen: Die motorischen Hirnnerven sind markhaltig, die sensiblen, sensorischen und gemischten Nerven haben die Markreife nicht erreicht, mit Ausnahme des Acusticus, den wir entwickelt fanden.
2. Am weitesten zurück in der Entwicklung ist der Opticus in seinen distalen (orbitalen) Theilen — die gemischten Nerven sind etwas weiter entwickelt, wie die rein sensiblen Nerven.
3. In der dritten Woche hat die Markscheidenbildung in den unentwickelten Nerven deutlich zugenommen. Als Zeitpunkt der Markreife kann die 9.—10. postembryonale Woche bezeichnet werden. Individuelle Verschiedenheiten kommen bei diesen Entwicklungsvorgängen vor.
4. Den von Flechsig und Bernheimer angenommenen fördern den Einfluss des extrauterinen Lebens auf die Markscheidenbildung können wir bei Frühgeburten bestätigen.
5. Die Umhüllung der Axencylinder mit Mark ist beim Opticus sicher, bei den anderen Gehirnnerven sehr wahrscheinlich, eine vom Centralorgan nach der Peripherie fortschreitende.
6. Im Opticus werden die dem Centrum des Nervenquerschnitts am nächsten gelegenen Bündel früher markhaltig, wie die an der Peripherie des Nerven gelegenen Bündel.
7. Abgesehen von dieser Differenz finden sich in einem gewissen Entwickelungsstadium im orbitalen Opticus zwei Faserarten, welche sich in sehr prägnanter Weise durch das Caliber der Fasern und durch den Grad der Markscheidenbildung unterscheiden. Wir lassen die Frage offen, ob die markhaltigen Bündel zum Opticus gehören, oder ob sie im Opticus verlaufende Fasern eines anderen Nerven darstellen.

8. Die Caliberverhältnisse der motorischen und sensiblen Gehirnnerven bieten Verschiedenheiten dar.

Während die Minima und Maxima der Faserbreite für beide annähernd dieselben sind, lässt sich für die motorischen Nerven eine mittlere durchschnittliche Faserbreite constatiren, was bei den sensiblen Nerven nicht möglich ist.

9. Es findet eine allmäßige Zunahme des Fasercalibers mit zunehmendem Alter statt, so dass das Maximum der Breite der erwachsenen Nervenfasern etwa das Doppelte, die durchschnittliche Faserbreite (des motorischen Nerven) das 4—5fache der kindlichen Faser beträgt.

Die Faserminima bleiben dieselben, kommen aber anscheinend seltener vor, als in den jugendlichen Stadien.

10. Der Opticus nimmt eine Sonderstellung insofern ein, als die sehr feinen Fasern, aus denen er in unentwickeltem Zustande fast ausschliesslich besteht, in den späteren Entwicklungsstadien nur wenig breiter werden, so dass auch der erwachsene Sehnerv die bei den anderen Gehirnnerven gefundenen Fasermaxima vermissen lässt.
11. Die Fasern des Sehnerven nehmen nach der Peripherie zu an Durchmesser ab, ein Verhalten, welches auch bei den anderen Gehirnnerven zu bestehen scheint.

B. Bei Vergleich mit den Befunden am peripherischen spinalen Nervensystem:

1. Die Markreife tritt in den cerebralen Nerven weit früher ein (9.—10. Woche), als im peripherischen Nervensystem (2. bis 3. Lebensjahr).
2. Unterschiede in der Markentwicklung, wie sie zwischen motorischen und sensiblen Gehirnnerven bei der Geburt bestehen, lassen sich in den gemischen Nerven des peripherischen spinalen Nervensystems nicht constatiren.
3. Die unentwickelten Fasern der Gehirnnerven zeigen dieselben charakteristischen Eigenthümlichkeiten wie die peripherischen spinalen jugendlichen Fasern.

(Verhalten gegen Färbeflüssigkeit, speciell Osmium — Fehlen der concentrischen Schichtung des Marks — Fehlen der Einschnürungen, Vorkommen von freien Axencylindern).

4. Die fortschreitende Entwicklung der cerebralen Fasern ist, wie die der spinalen Fasern, in erster Linie an die Ausbildung der Markscheide geknüpft.
5. Die Kerne der Schwann'schen Scheide der Gehirnnerven

- lassen die Eigenthümlichkeiten der Kerne der spinalen Fasern (besondere Grösse, reichliche protoplasmatische Umgebungen, grosse Anzahl) vermissen.
6. Der varicöse Bau ist an den Fasern der Gehirnnerven ausgesprochener, als in denen des peripherischen spinalen Nervensystems.

Wir hatten diese Untersuchungen über die Entwicklungsvorgänge an den Gehirnnerven des Menschen abgeschlossen, als eine Arbeit von Ambrogn und Held<sup>1)</sup> erschien, deren Resultat mit unseren Ergebnissen übereinstimmt und die Gültigkeit derselben auch für den thierischen Organismus erweist. Betreffs von Einzelheiten verweisen wir auf diese Schrift. Die Hauptpunkte, soweit sie die uns beschäftigenden Fragen berühren, gebe ich hier wieder:

Ambrogn und Held untersuchten das Nervensystem eines  $\frac{1}{2}$  Tag alten Kaninchens in polarisirtem Licht, nachdem es ihnen gelungen war, mit dieser optischen Methode<sup>2)</sup> gewisse Stadien der Markreife beim N. opticus zu unterscheiden.

Die für die Gehirnnerven festgestellten Befunde sind folgende:

Es besteht ein bedeutender Unterschied zwischen der Markhaltigkeit der motorischen Nerven einerseits und der sensiblen sowie der sensorischen Nerven andererseits, mit Ausnahme des N. vestibularis, der allen sensiblen Nerven in der Entwicklung vorauselt. „Es erscheinen Oculomotorius, Trochlearis, motorischer Trigeminus, Facialis, Hypoglossus bereits orangegelb — und andererseits Tractus solitarius roth, Cochlearis roth, sensibler Trigeminus orangeroth, und im Tractus opticus, Chiasma N. optici, N. opticus zwischen violetten Zügen erst vereinzelte rothe. Nur der N. vestibularis erscheint von allen diesen sensiblen Nerven bereits orangegelb und zeigt somit gleiche Markreife mit den motorischen

1) Ueber Entwicklung und Bedeutung des Nervenmarks. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung III. und IV. Heft. 1896. — Nach einem Vortrag, gehalten in der Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissensch. am 4. Februar 1895.

2) Die Farbenskala, welche Ambrogn und Held den verschiedenen Bezeichnungen für die einzelnen Markentwickelungsstadien zu Grunde gelegt haben, ist: Weiss, gelblichweiss, strohgelb, gelb, orangegelb, roth, dunkelroth, purpur, violett, indigo, blau, blaugrün. In dieser Skala bedeuten die Farben weiss bis purpur den Grad des Myelingehalts der Nervenfasern in absteigender Reihenfolge (Subtractionsfarben), während die Farben violett bis blaugrün dem Farbenton markloser Fasern (Additionsfarben) im polarisirten Licht entsprechen.

Nerven . . . . . „Es zeigt sich ferner ein auffallender Unterschied in dem Aussehen der verschiedenen sensiblen Gehirnnerven bei Untersuchung im polarisirten Licht; während der N. opticus fast noch völlig violett aussieht beim  $\frac{1}{2}$  Tag alten Kaniuchen, mit Ausnahme vereinzelter rother Fasern, also zum grössten Theil noch völlig marklose Axencylinder enthält, ist der N. vestibularis bereits orangegelb; dieser ist also am markreifsten, jener am wenigsten markhaltig entwickelt in den sensiblen Nerven. Eine etwas höhere Entwickelungsstufe als der Sehnerv zeigt der Hörnerv (N. cochlearis), der schon hellrothe Fasern führt, auf gleicher Entwickelungsstufe steht ungefähr auch der sensible Vagus — Glossopharyngeus (Tractus solitarius), der roth-hellroth aussieht. Die der Vestibularis-Stufe am meisten gleichkommende Markreife hat der sensible N. trigeminus, der grösstentheils orangerothe Fasern zeigt.“ An etwas älteren Kaninchen gelang es den Autoren das Reiferwerden der Myelinscheide im polarisirten Licht nachzuweisen. Es zeigte der N. opticus eines  $1\frac{1}{2}$  Tag alten Kaninchens schon viel orangerothe Züge von Nervenfasern gegenüber dem Sehnerven des  $\frac{1}{2}$  Tag alten Kaninchens, wo nur vereinzelte rothe Züge in sonst violetten nachzuweisen waren. Ferner zeigte der Opticus auf der Stufe eines 3 Tage alten Kaninchens mehr oder weniger auf der ganzen Fläche rothe Färbung; bei einem 10 Tage alten sehenden gewordenen Kaninchen war der Sehnerv in seiner ganzen Ausdehnung orangefarben. Auch die anderen im polarisirten Licht untersuchten Nerven liessen eine weitere Markscheidenentwicklung erkennen. Endlich haben Ambronn und Held noch jüngere Entwickelungsstadien von Nerven untersucht, „um die Markreife der verschiedenen motorischen Nerven unter einander vergleichen zu können und so die Frage zu entscheiden, ob gleichmässig alle motorischen Nerven den sensiblen in der Markentwicklung voraneilen. An den motorischen Hirnnerven eines ungefähr 5 Monate alten menschlichen Foetus fanden sie alle motorischen Nerven erheblich weiter entwickelt, als den sensiblen Trigeminus —“ unter den ersten selbst aber zeigten sich gewisse Differenzen in der Markscheidenbildung, so erschien der Facialis markhaltiger als die Augenmuskelnerven und der Hypoglossus. „Es erhalten also nicht nur motorische Nerven eher eine gewisse Markreife, wie sensible, sondern innerhalb der motorischen Gruppe selbst besteht noch ein Voraneilen gewisser Untergruppen. Es muss vorläufig die Frage unentschieden bleiben, ob die Differenz, wie wahrscheinlich ist, auf einem zeitlich früheren Einsetzen der Markbildung beruht, oder auf einem gesteigerten Markbildungsprocess.“.

Wir finden in diesen durch die Polarisationsmethode erreichten

Untersuchungsergebnissen weitgehende Uebereinstimmungen mit unseren durch die Osmiumfärbung gewonnenen Resultaten, wie auch Ambronn und Held nicht verfehlten auf die zur Controle ihrer Befunde angestellten Markscheidenfärbungen nach Weigert, die zu gleichen Ergebnissen führten, ausdrücklich hinzuweisen. Nicht nur das Voraneilen der motorischen Hirnnerven in der Markentwickelung, sondern auch die Unterschiede in der Entwicklung der einzelnen sensiblen und sensorischen Nerven entsprechen im Wesentlichen unseren Befunden: Die Abweichung — das Zurückbleiben des Tractus und Chiasma N. optici des  $\frac{1}{2}$  Tag alten Kaninchens in der Entwicklung — ist wohl auf das Blindgeborenwerden dieser Thiere zurückzuführen. Der eine Bestandtheil des Hörnerven, der N. vestibularis, eilt auch beim Kaninchen allen übrigen sensiblen Nerven in der Entwicklung voraus. Die geringere Ausbildung des N. cochlearis ist im fötalen Zustand für den Menschen nachgewiesen, in den von uns untersuchten Stadien nicht mehr festzustellen gewesen. Was die motorischen Nerven betrifft, haben diejenigen des Kaninchens, obwohl sie zu den am ersten markreif werdenden Theilen gehören, bei der Geburt die volle Markreife noch nicht erreicht, die Fasern sind fast alle orangegelb bis gelb, besitzen nicht den glänzend gelblich-weissen Farbenton der entwickelten markhaltigen Fasern im polarisierten Licht, während die Markscheiden der motorischen Hirnnerven des Menschen bei Osmium-Behandlung tiefschwarz gefärbt, ganz entwickelt erscheinen. Ueber Differenzen in der Markscheidenbildung der menschlichen motorischen Gehirnnerven vor der Geburt besitzen wir keine Erfahrung, bei der Geburt scheinen die Augenmuskelnerven am weitesten entwickelt zu sein.

Es haben ferner Ambronn und Held<sup>1)</sup> die Reifung des Nervenmarks zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen gemacht, die nicht nur für die von Flechsig (l. c.) Bernheimer (l. c.) und uns constatirte Thatsache der Förderung der Markreife durch das extrauterine Leben von Bedeutung ist, sondern auch eine Erklärung der ungemein complicirten Vorgänge der Markentwickelung im Nervensystem zu geben sucht. Höchst sinnreich weisen die Autoren nach, dass die einseitige Oeffnung der Lidspalten bei neugeborenen oder noch nicht 3 Tage alten Kaninchen einen deutlichen, wenn auch nicht sehr beträchtlichen Unterschied in der Markreife zwischen dem Sehnerven auf der operirten Seite und dem des Auges der noch geschlossenen Lidspalte zu Gunsten des ersteren hervorruft, und zwar erscheinen hierbei „die centralen Leitungs-

---

1) l. c. Ueber experimentelle Reifung des Nervenmarks.

abschnitte des belichteten Sehnerven markreifer sowohl an Intensität, als an Masse des Nervenmarks, wie die peripheren.“

Es ist die höhere Markreife der Sehnerven auf der eröffneten Lidspalte „als Folge der Lichtwirkung und der functionellen Erregung der Retina aufzufassen, während andererseits die geringere Markreife des anderen Sehnerven auf die wegen Lidspaltenverschluss noch nicht eingetretene specifische Netzhautreizung durch Lichtstrahlen zurückzuführen ist.“ Die Autoren scheiden diese, durch Leitungserregungen im Axencylinder der Nervenfasern erzeugte Markreife als secundäre von der primären Markreife, die, intrauterin erfolgend, eine von Lichtreizen unabhängige ist; Thatsachen wie die, dass die Sehnerven neugeborener, aber sehend geborener Meerschweinchen schon ziemlich markreif sind, dass die Sehnerven eines völlig im Dunkeln gehaltenen Hundes am 8. Tage im polarisierten Licht orangefarbene Markfasern zeigen, sprächen mit Sicherheit für eine solche primäre Markreifung. Es findet ferner durch die Annahme derselben das Gesetz von der vorzeitigen Ausbildung der motorischen Nerven, welches ja zunächst im Widerspruch mit unserer Vorstellung steht, Erregungen und Leistungen der motorischen Nerven als Folgewirkungen der durch sensible Nerven ihnen zugeführten Reize aufzufassen, eine Erklärung. Die Bedingungen, unter denen diese primäre nicht durch sensible Erregungen bedingte Markreife eintritt, kennen wir nicht. Ambron und Held sind geneigt innere Ursachen, vielleicht Ernährungsvorgänge physiologisch-chemischer Art anzunehmen.

In ihrer weiteren Ausführung ziehen die Autoren die Entwicklung der motorischen Bahnen des gesamten Nervensystems in den Kreis ihrer Betrachtung und suchen durch die Annahme der primären und secundären Markreifung den auffallenden, auch von uns ausdrücklich betonten Gegensatz in der Markscheidenbildung zwischen peripherischen Nervenbahnen und der Markentwicklung in der Grosshirnrinde, wie sie sich nach den neuesten Forschungen Flechsig's (l. c.) gestaltet, zu erklären. Wir geben diese Angaben mit den Worten der Autoren wieder: „Dieser auseinandergesetzte Unterschied zwischen primärer und secundärer Markreifung lässt sich auch bereits aus der Art und Weise erkennen, wie die motorischen Bahnen des gesamten Nervensystems überhaupt sich markreif entwickeln. Naturgemäß zerfallen diese in zwei Gruppen. Von denselben umfasst die eine, als untere motorische Sphäre, die Ursprungskerne der motorischen Nerven im Rückenmark und Hirnstamm, sowie diejenigen grauen Massen, aus welchen lange reflectorische Systeme entstehen, während die andere die motorischen Felder der Grosshirnrinde enthält. Erstere Gruppe wird primär, zuerst von allen Leitungssystemen markreif und funktionsfähig, wie gezeigt

worden ist. Und wir verstehen hieraus, weshalb die diesen Centren zugeführten sensiblen Reize, sobald solche von den markhaltig werden- den sensiblen Leitungen zugeführt werden können, schliesslich die Muskel- gruppen des Körpers in Bewegung setzen müssen, weil sie nur inner- halb dieses fertigen und also festgeschlossenen Leitungsbogens sich fortbewegen können und so zu motorischen Leistungen transformirt werden müssen. Gegenüber den von den motorischen Stationen des Rückenmarks und Hirnstammes bewirkten reflectorischen Bewegungen erscheinen die Antriebe aus den motorischen Abschnitten der Gross- hirnrinde als weit complicirter und deshalb jenen übergeordnet, weil sie die Resultanten sämmtlicher hier zusammenfiessender sensibler Leitungen des Körpers sind. Deshalb können auch jene motorischen Reflexstationen durch diese beeinflusst und verändert werden. Nach den Beobachtungen von Flechsig über die Reifung des Grosshirnmarks gilt nun bezüglich der motorischen und sensorischen Abschnitte desselben das umgekehrte Entwicklungsgesetz zu dem, welches durch die obigen Untersuchungen für die entsprechenden Leitungen des Rückenmarks und Hirnstammes nachgewiesen ist. Während in diesen Theilen des Centralnervensystems die motorischen Bahnen vor den sensiblen markreif werden, entwickeln sich die absteigenden motorischen Rindenbahnen erst nach den senso- rischen Systemen zu markhaltigen, functionsfähigen Leitungen. Wir finden also hier Verhältnisse, welche den oben auseinandergesetzten Bedingungen der secundären Markreifung entsprechen, insofern als die durch jene markreifen sensorischen Grosshirnleitungen fortgeföhrten Reize als erregende Kräfte auf diejenigen Nervenzellgruppen einwirken können, aus deren Axencylinderfortsätzen die motorischen Rindenbahnen hervorgehen.<sup>44</sup>

Wenn wir anerkennen, dass diese theoretischen Erörterungen einen geistreichen Erklärungsversuch der eigenthümlichen Verhältnisse der Markbildung im Gesamtnervensystem darstellen, müssen wir denselben entgegenhalten, dass uns die Annahme, welche der Theorie zu Grunde liegt, dass die Functionsfähigkeit einer Nervenleitung an das Vorhandensein einer isolirenden Markhülle gebunden ist, zum mindesten nicht bewiesen erscheint. Schon in ihrer Arbeit über Entwicklung und Bedeutung des Nervenmarks glauben die Autoren es als Regel aussprechen zu dürfen, „dass die specifische Functionsfähigkeit einer Nervenfaser wenigstens bei höheren Thieren erst dann beginnt, wenn ihr Axencylinder mit einer normal entwickelten Myelinscheide umgeben ist“, wobei sie dem Nerven- mark die Rolle eines Isolators zuschreiben. Es sprechen gegen diese Ansicht unsere Befunde am Opticus des Neugeborenen, der sich, besonders in seinen peripherischen Theilen, als sehr unvollkommen mark-

haltig herausstellte, bei einem ausgetragenen Kinde aus marklosen nackten Axencylindern zusammengesetzt war. Dass ein solches Kind bereits Lichtwahrnehmungen hat, gilt als festgestellt, und ist hierdurch die Richtigkeit von dem Zusammenhang der Function eines Nerven mit dem Markgehalt desselben wenigstens in ihrer Allgemeinheit in Frage gestellt. Aber selbst zugegeben, dass das Nervenmark in einem Zusammenhang mit der Functionsfähigkeit des Nerven steht, meinen wir, dass es, bei völliger Würdigung der Befunde von Ambronn und Held am Opticus, zuweit gegangen ist, aus denselben für die verschiedenen Centren und Bahnen des Nervensystems gültige Gesetze der Markreifung abzuleiten, nach denen das Mark der einen sich in primärer, das der anderen in secundärer Weise entwickelt. Und endlich lässt der Schluss, dass es sich in den peripherischen Systemen um primäre Markreifung der motorischen Bahnen handelt, weil die sensiblen Bahnen hier noch nicht entwickelt sind, in den centralen Systemen um secundäre Markbildung der motorischen Bahnen, weil die sensiblen Bahnen entwickelt, die motorischen Bahnen nicht entwickelt gefunden werden, uns die eigentliche Ursache der Verschiedenheiten der Markbildung in den peripherischen und centralen sensiblen Bahnen nicht erkennen.

Wir sind der Ansicht dass unsere Kenntnisse über Entstehung und physiologische Bedeutung des Nervenmarks erst sicherer geworden sein müssen, ehe wir dem Verständniss der Gesetze, nach welchen die Bildung desselben an den verschiedenen Punkten des Nervensystems erfolgt, näher treten, dieselben völlig verstehen können. Wie verlockend uns auch die Aufgabe erscheint, zu untersuchen, wie sich die Markentwicklung der Gehirnnerven bei der Geburt zu den Functionen des Neugeborenen verhält, geben Rückschlüsse in dieser Richtung keine einwandsfreien Resultate. Es stossen zunächst die Untersuchungen der Sinnesfunctionen Neugeborener auf ganz besonders grosse Schwierigkeiten, und es ist bei Beurtheilung dieser Vorgänge der subjectiven Auffassung des einzelnen Beobachters weitester Spielraum gelassen. Die geistvollen Untersuchungen Kussmaul's<sup>1)</sup> ergeben, dass bei Neugeborenen der Geschmackssinn bereits in seiner wesentlichen Empfindungsform thätig zu sein vermag, ebenso das Tastgefühl des Körpers an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche gut ausgebildet ist, während das Schmerzgefühl herabgesetzt erscheint. Von dem Gesichtssinn heisst es: „Schon zwei Monate vor dem gewöhnlichen Geburtstermin war das Sehorgan eines 7 Monatskindes nicht nur geeignet

---

1) Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen von Dr. Adolph Kussmaul. 8. Aufl. Tübingen 1896.

Licht zu empfinden, sondern es erweckte auch mässiges Licht, wenigstens 14 Stunden nach der Geburt, ein Gefühl der Lust und veranlasste das Kind ihm nachzusehen — erst spät lernen die Kinder fixiren, vielleicht von der 3.—6. Woche an.“ „Starke Gerüche werden von Neugeborenen bereits unangenehm empfunden, hingegen schlummert von allen Sinnen das Gehör am tiefsten.“ Preyer<sup>1)</sup> gelangt in seinem bekannten Werk zu theils ähnlichen, zum Theil abweichenden Schlüssen, wenn er sagt: „Sehen im eigentlichen Sinne kann das Menschenkind in den ersten Wochen nicht. Anfangs unterscheidet es nur hell und dunkel und erkennt den Wechsel beider sogleich nur, wenn ein grosser Theil des Gesichtsfeldes beleuchtet oder beschattet wird. Die Augenbewegungen neugeborener Menschen sind nicht coordinirt und nicht associirt, sondern in den ersten Tagen vorwiegend atypisch. Das Fixiren und deutliche Sehen bildet sich langsam aus. Das Hören des neugeborenen Kindes ist so unvollkommen, dass man jedes Neugeborene taub nennen muss. Die Ursache dieser Eigenthümlichkeit ist im äusseren Gehörgang und Mittelohr vielmehr als im nervösen Centralorgan oder im Labyrinth zu suchen. Die Berührungsempfindlichkeit ist in den ersten Lebensstunden viel geringer, als später, der Temperatursinn noch nicht vorhanden. Gegen schmerzhafte Eingriffe, welche nur wenige Hautnerven treffen, zeigen sich Neugeborene unempfindlich. Von allen Sinneswerkzeugen ist beim neugeborenen Kinde das des Geschmacks bei der Geburt am besten ausgebildet. In der ersten Stunde nach der Geburt können manchmal normale Kinder schon angenehme und unangenehme Gerüche unterscheiden“.

Diese physiologischen Ergebnisse in ihrer Gesamtheit stehen zum grössten Theil im Einklang mit den neuesten anatomischen Forschungen Flechsig's (l. c.), nach denen die centralen sensiblen Leitungsbahnen für den Tastsinn, die Riech- und Sehbahnen sehr frühzeitig bei oder bald nach der Geburt entwickelt sind, während die centrale Hörleitung jedenfalls zuletzt von allen Sinnesleitungen zur Reife gelangt. Unsere Untersuchungen der peripherischen sensiblen und sensorischen Gehirnnerven haben nun aber im Gegensatze hiezu ergeben, dass diese bei der Geburt sehr unentwickelt, wenig markhaltig sind, mit alleiniger Ausnahme des Acusticus; sie sind also für die Erklärung der physiologischen Beobachtungen zunächst nicht zu verwerthen<sup>2)</sup>.

1) Die Seele des Kindes. 4 Aufl. Leipzig 1895.

2) Anmerk. während der Correctur. Nach den neuesten Untersuchungen Steiner's (Sitzungsberichte der Berliner Akad. Bd. 1. S. 303—309, 1895) soll beim Hunde Gehör und Geruch viel früher wie der Gesichtssinn entwickelt sein.

Wir beschränken uns darauf, hier auf diese Thatsachen hinzuweisen, auf die Gegensätze aufmerksam zu machen, enthalten uns indessen eines Erklärungsversuches, da uns, wie schon hervorgehoben, die Grundbedingung eines solchen — der Nachweis des Zusammenhanges der Function mit dem Grade der Markentwicklung — für die peripherischen Gehirnnerven nicht erbracht zu sein scheint.

Zum Schluss sei es uns gestattet, auf eine von Soltmann<sup>1)</sup> bei Thieren experimentell nachgewiesene physiologische Erscheinung hinzuweisen, welche unsere anatomischen Befunde auch für den Menschen verwerthbar machen. Soltmann fand bei seinen Untersuchungen über die reflexhemmenden Mechanismen bei Neugeborenen, als er die Reizbarkeit der hemmenden Fasern des Herzvagus bei neugeborenen Thieren (Kaninchen und Hunden) prüfte, „dass dieselbe Stromstärke, welche bei erwachsenen Thieren einen Herzstillstand bedingt, sowie auch schwächere Ströme ohne jeden Einfluss bei Neugeborenen blieben. Nur sehr starke Ströme konnten in einigen Fällen Herzstillstand hervorrufen. In der Mehrzahl der Fälle aber gelang es überhaupt nicht, einen Stillstand zu beobachten, wenigstens nicht des ganzen Herzens; die Kammer stand wohl still, die Vorhöfe hingegen pulsirten weiter“. Später constatirte v. Anrep<sup>2)</sup>, dass man bei eben geborenen Katzen (einige Stunden alt) mit beliebigen Stromstärken weder einen Stillstand des ganzen Herzens, noch den eines oder anderen Theiles hervorrufen kann . . . „bei zwei bis sieben Tage alten Thieren beobachtet man bei Reizungen mit starken Strömen einen Stillstand der Ventrikel, nicht aber der Vorhöfe. Erst im Alter von 7 bis 14 Tagen sind die hemmenden Centren des Herzens im Stande einen Stillstand des ganzen Herzens zu bewirken“.

Diese Erscheinungen führten Soltmann zu der Annahme:

1. Es besteht eine mangelhafte Energie des N. vagus bei Neugeborenen:
2. Es giebt zwei räumlich getrennte Hemmungscentren, beide vom Vagus unabhängig, eines, vom Beginn des Lebens in Wirksamkeit in den Ventrikeln, und ein zweites in den Vorhöfen, welches erst nach der Geburt sich allmälig ausbildet.

Schon bei diesen Untersuchungen und noch präziser in einer späte-

---

1) Ueber die Hemmungsnerven der Neugeborenen. Jahrbuch für Kinderheilkunde Bd. XI. 1877. S. 101.

2) Ueber die Entwicklung der hemmenden Functionen bei Neugeborenen von Dr. B. v. Anrep. Pflüger's Archiv f. Phys. Bd. XXI, S. 78.

ren Arbeit<sup>1)</sup> sprach Soltmann die Vermuthung aus, „dass sich vielleicht die Unwirksamkeit oder mangelnde Energie des Vagus dadurch erklären liesse, dass die einzelnen Nervenfasern des Vagus noch nicht so erregbar und leistungsfähig seien, wie späterhin, ohne dadurch alle experimentell gefundenen Thatsachen erklären zu wollen“.

Die anatomischen Befunde Soltmann's am Vagus neugeborener Thiere, welche diese Annahme zu einer sehr wahrscheinlichen machen, haben wir in unserer früheren Arbeit wiedergegeben.

Wir können jetzt durch den Nachweis, dass auch der N. vagus des neugeborenen Menschen ein unentwickelter Nerv ist, unsere am peripherischen Nervensystem des Kindes gewonnenen Erfahrungen auf diesen Nerven übertragen und die bei Thieren bestehende geringe elektrische Erregbarkeit derselben nach der Geburt von den Unterschieden im anatomischen Bau des jugendlichen und erwachsenen Nerven, speciell den weitgehenden Differenzen in der Ausbildung der Markscheiden ableiten.

Wie die Markreife des Vagus bald nach der Geburt eintritt, so wird die elektrische Erregbarkeit dieses Nerven sehr frühzeitig eine normale.

Die Entscheidung der Frage, ob die eigenthümlichen, von Soltmann so charakteristisch geschilderten Erregbarkeitsverhältnisse des kindlichen Herzemmungs-Nervensystems ebenso wie die Ergebnisse der experimentellen Reizversuche auf die mangelhafte Markreife des Vagus zurückgeführt werden dürfen, muss weiteren Untersuchungen überlassen bleiben.

### Erklärung der Abbildungen (Taf. XXIX. und XXX.).

#### Tafel XXIX.

Fig. 1. Zweites neugeborenes Kind. N. opticus Mitte zwischen Chiasma und Eintritt in das Foramen opticum (Querschnitt, Osmium).

(Zeiss B. Ocl. 2 [1 : 85].)

Fig. 2. Neun Wochen altes Kind. N. opticus, Mitte zwischen Chiasma und Eintritt in das Foramen opticum (Querschnitt, Osmium).

(Zeiss B. Ocl. 2 [1 : 85].)

Fig. 3. Achtes neugeborenes Kind. N. opticus in der Orbita (Querschnitt, Osmium).

Zeiss, Homogene Immersion  $1/_{12}$ . Ocl. 3. 1 : 730.

m. markhaltig entwickeltes Bündel. a, b, c, d, e unentwickelte Bündel, zusammengesetzt aus freien, (nackten) Axencylindern. f, f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> u. s. w.

1) Ueber einige physiologische Eigenthümlichkeiten der Muskeln und Nerven des Neugeborenen. Jahrb. f. Kinderheilkunde No. 12. 1878. S. 2.

Fig. 4. Fünftes neugeborenes Kind. N. abduc. (Zupfpräparat, Osmium).  
(Zeiss D. Ocl. 4 [1 : 420].)

Fig. 5. Erstes neugeborenes Kind. N. trigeminus, sensible Wurzel.  
(Zupfpräparat, Osmium.)  
(Zeiss D. Ocl. 4 [1 : 420].)

Fig. 6. Viertes neugeborenes Kind. N. trigeminus, motorische Wurzel.  
(Querschnitt, Osmium.)  
(Zeiss D. Ocl. 4 [1 : 420].)

Fig. 7. Drei Wochen altes Kind. N. trigeminus, sensible Wurzel. (Quer-  
schnitt, Osmium.)  
(Zeiss  $\frac{1}{12}$  Oel-Immersion. Ocl. 3 [1 : 730].)  
a, b freie (nackte) Axencylinder.

#### Tafel XXX.

Fig. 1. Erstes neugeborenes Kind. N. oculomotorius (Querschnitt,  
Osmium).

(Zeiss D. Ocl. 4 [1 : 420].)

Fig. 2. Sechs Wochen altes Kind. N. trigeminus (Querschnitt, Osmium).  
V. Bündel der vorderen Wurzel, h. Bündel der hinteren Wurzel.

(Zeiss B. Ocl. 2 [1 : 85].)

Fig. 3. Siebentes neugeborenes Kind. N. acoustic. (Querschnitt, Osmium).

(Zeiss D. Ocl. 3 [1 : 420].)

Fig. 4. Zweites neugeborenes Kind. N. acoustic. (Zupfpräparat, Osmium).

(Zeiss D. Ocl. 4 [1 : 420].)

Fig. 5. Zweites neugeborenes Kind. N. glossopharyngeus (Querschnitt,  
Osmium).

(Zeiss D. Ocl. 3 [1 : 420].)

Fig. 6. Siebentes neugeborenes Kind. N. vagus (Querschnitt, Osmium).

(Zeiss D. Ocl. 3 [1 : 420].)

---