

(Aus der Klinik für Geistes- und Nervenkrankheiten der k. Univ. in Rom [Dir.: Prof. G. Mingazzini].)

Untersuchungen über die Myelogenese des Nervensystems der Affen.

Von

Dr. G. Artom,

Assistent und Privatdozent.

Mit 23 Textabbildungen.

(Eingegangen am 19. Juni 1925.)

Wenn man von den Untersuchungen reiner Myeloarchitektur (*Mauss, Vogt, O. und C.*) absieht, kann man behaupten, daß das Studium der Myelogenese des Nervensystems der Primaten kaum angefangen hat. Man findet auf diesem Gebiet in der Tat bis jetzt nur die Arbeit von *Mingazzini*, der mit myelogenetischer Methode die Pyramidenbahnen und den Fascic. spino-cerebell. dorsalis an einem drei Wochen alten Papio Sphinx studierte. Und doch ist dieses Argument von großer Bedeutung, nicht nur vom engen anatomischen Standpunkt aus, sondern auch von einem allgemeinen: dem biologischen. Dies ist schon von dem obengenannten Autor festgestellt worden, der aus der Gleichheit des myelogenetischen Typus einiger Bildungen beim Menschen und beim Papio den Schluß zieht, daß diese Feststellung von größter Wichtigkeit für das Studium der Phylogenetese ist. Ich habe es deshalb für angezeigt gehalten, diese Untersuchung meines Lehrers mit dem mir zur Verfügung gestellten Material fortzusetzen. Dieses besteht aus Medulla, Oblongata und Pons eines ausgetragenen Macacus rhesus und aus dem Zentralnervensystem eines drei Wochen alten Macacus rhesus. Ich habe außerdem die Untersuchung der Serienschnitte des Nervensystems eines teilweise von *Mingazzini* beschriebenen Papio Sphinx wieder aufgenommen, indem ich jene Bildungen, die jener nicht studiert hatte, in Betracht zog. Die Schnitte der Makaken wurden nach *Weigert*, diejenigen des Papio Sphinx nach *Weigert-Pal* gefärbt. Von diesen letzteren wurden einige mit Fuchsin wieder gefärbt.

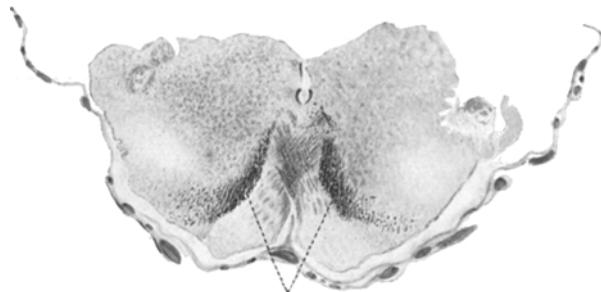
I. Ausgetragener Macacus rhesus.

Beschreibung der Präparate.

Die Querschnitte des Rückenmarks zeigen, daß dieses vollständig myelinlos ist. In einem Querschnitt der Oblongata, der Decussatio pyramidum entsprechend, (Abb. 1) sieht man eine beginnende Myelinisation des Fascic. fundamentalis funic. ant. Es fehlt der Dorsalteil des Schnittes.

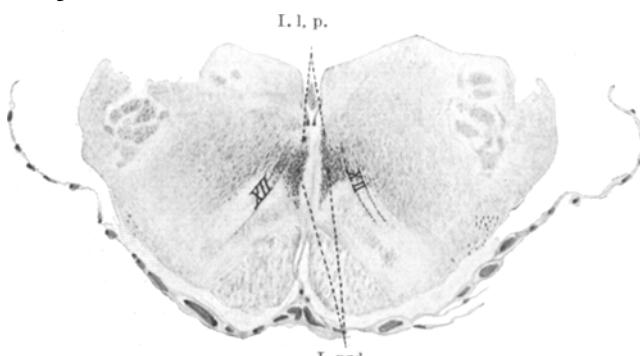
In einem Frontalschnitt der Oblongata, dem distalen Teil des N. olivaris inf. (Abb. 2) entsprechend, findet man eine beginnende Myelinisierung des Fascic. longitud. post., des Fascic. praedorsalis und eine etwas reichlichere der Wurzelfasern des Hypoglossus.

In einem Frontalschnitt der Oblongata etwas proximaler den vorhergehenden findet man, daß auch die Wurzelfasern des N. vagus ein wenig myelinisiert sind.



I. f. f. a.
Abb. 1.

In einem Frontalschnitt des Pons, seinem distalen Teil entsprechend, sieht man eine beginnende Myelinisierung des Fascic. longitud. post. und einiger der dorsalsten Fasern der Raphe und der Wurzelfasern des N. vestibularis.



I. l. p.
I. prd.
Abb. 2.

In einem Frontalschnitt des Pons, dem Genu facialis (Abb. 3) entsprechend, findet man eine beginnende Myelinisation des Fascic. longitud. post. und einiger Fasern des dorsalsten Teils der Raphe, sowie auch eine etwas vorgesetztere Myelinisierung der Wurzelfasern des Abducens und Facialis.

II. Drei Wochen alter Macacus rhesus.

Beschreibung der Präparate.

In Querschnitten des Lendenmarks (Abb. 4) sieht man, daß eine dorsal von der seitlichen Hälfte des Cornu post. befindliche und daher dem Fascic. cerebro-spinalis entsprechende Zone wenig myelinisiert ist. Diese Zone hat die Form eines Dreiecks mit abgeschnittener, gegen die Peripherie gerichteter Spitze; das endocornuale Fasernetz ist teilweise myelinisiert; ebenso sind die Zona terminalis, die hintern

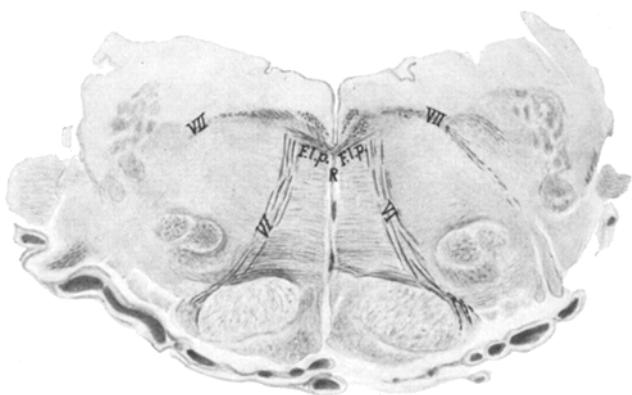


Abb. 3.

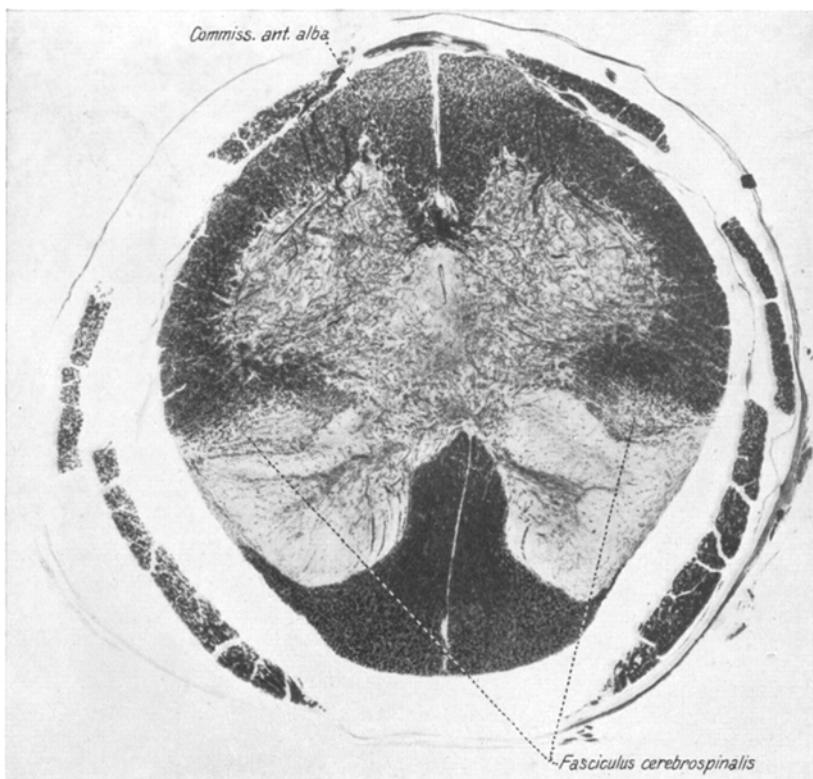


Abb. 4.

Wurzelfasern in ihrem intramedullären Verlauf teilweise myelinisiert; die Commissura ant. alba und die vordern und hintern Wurzelfasern in ihrem extra-medullären Verlauf sind gut myelinisiert.

Infolge eines bei der Autopsie vorgefallenen Traumas deformierte sich das Dorsalrückenmark. In jedem Falle ist bei Schnitten desselben ersichtlich, daß das endocornuale Netz und die durch ihre Lage dem Fascic. cerebro-spinalis entsprechende Gegend wenig myelinisiert sind; das erstere sogar weniger, als in den Lendenmarkschnitten. Die andern Stränge und die Wurzeln sind dagegen gut myelinisiert.

Bei dem Halsmark entsprechenden Schnitten ist ersichtlich, daß das bei der Autopsie vorgefallene Trauma die beiden Hälften des Rückenmarks unsymmetrisch

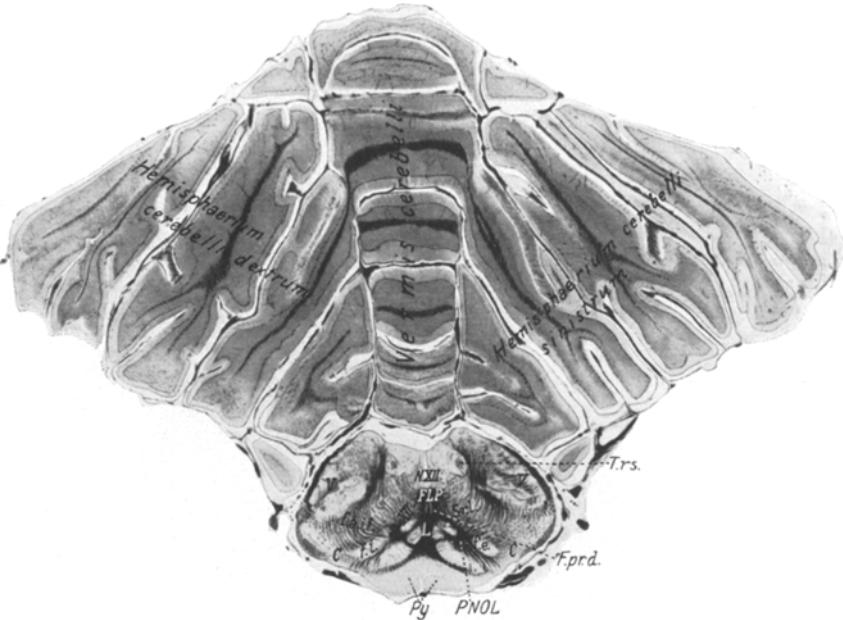


Abb. 5.

gestaltet hat; seine ventrale Hälfte ist besonders deformiert. Jedenfalls sieht man besonders rechts eine nur teilweise myelinisierte Gegend, die durch ihre Lage der des Fascic. cerebro-spinalis entspricht. Die Cornuafasern sind sehr wenig, gut dagegen die andern Stränge und die Wurzeln myelinisiert.

In einem dem distalen Viertel des N. olivaris inf. der Oblongata (Abb. 5) entsprechenden Frontalschnitt sieht man, daß die Pyramiden gar nicht myelinisiert sind. Man kann die rings um die Olive liegenden Fasern nicht in zwei Schichten teilen (Fibrae periolivares und Fibrae periamiculares), denn sie bilden eine einzige, teilweise myelinisierte Faserschicht, die man Fibrae periamiculares benennen könnte; der Pedunculus olivae ist wenig myelinisiert und man sieht, daß sehr spärliche, sowohl externae wie internae Fibrae fimbriatae myelinisiert sind; der Fascic. longitud. post., der Fascic. praedors. und der Lemniscus medialis sind in vorgesetzter Myelinisation. Zwischen den Raphefasern sind diejenigen, die sich dorsal vom Fascic. longitud. post. (Pars dorsalis Rapheos von *Mingazzini*) befinden, myelinlos; die andern sind teilweise myelinisiert; vom Hypoglossus sind die Wurzelfasern gut

myelinisiert, während die Myelinisierung bei dem Plexus endo- und perinuclearis des entsprechenden Kerns vollständig fehlt. Der Tractus thalamo-olivaris ist fast gänzlich ohne Myelin; der Tractus spino-cerebell. ventralis und dorsalis teilweise, der Tractus spino-thalamicus und rubrospinalis wenig myelinisiert. Die Pars medialis der Substantia reticularis tegmenti ist wenig myelinisiert, während alles übrige derselben vollständig myelinlos ist. Von den Fibrae arcuatae internae sind die Lemniscates teilweise und die Restiformales absolut gar nicht, die Hinterstranganlage und der Fascic. solitarius sehr wenig, der Tractus spinalis N. trigemini teilweise myelinisiert. Im Kleinhirn ist der Wurm stärker als die entsprechenden Hemisphären myelinisiert. Von dem Wurm ist die Pars media stärker als die Pars dorsalis und ventralis myelinisiert. Von den Hemisphären sind die Laminae

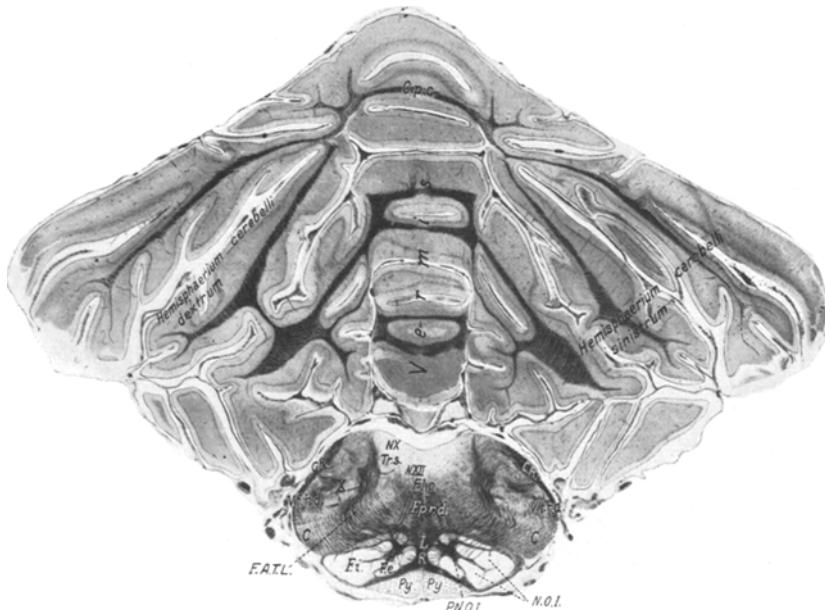


Abb. 6.

mediales mehr als die laterale und die Laminae mehr als die Lamellen myelinisiert.

In einem angelegten Frontalschnitt der Oblongata, etwas proximaler als der vorhergehende (Abb. 6), wo der Nucleus corporis restiformis sich zu zeigen beginnt, während die Hinterstranganlage nicht mehr sichtbar ist, findet man wenige Pyramidenfasern myelinisiert. Der Tractus spinalis des Trigeminus erscheint etwas mehr als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert; sein Mittelteil zeichnet sich im Vergleich zum Seitenteil durch eine größere Myelinisierung aus; die Fibrae suprareticulares sind teilweise myelinisiert; der Nucleus alae cinererae ist vollständig myelinlos, während die Wurzelfasern des Vagus, sowie auch das Restif. gut myelinisiert sind. In bezug auf die andern Formationen ist nichts Neues zu verzeichnen.

Im Kleinhirn tritt die Hintercommissur, welche aus wenigen, gut myelinisierten Fasern besteht, die durch die dorsale Markachse des Wurmes laufen, auf. Durch ihre Dicke unterscheiden sich auch diese Fasern von den vertikalen, die sehr zahlreich in der Marksubstanz dieser Zone vorhanden sind. Man sieht seitwärts, daß

die Fasern sich in den dorsalen Verbindungsarm des Wurmes bis zu seiner Bifurcation fortsetzen, über die hinaus sie nicht mehr zu verfolgen sind.

In einem Schnitt durch den Mittelteil des Nucleus olivaris inf. sind die Pyramiden sehr wenig myelinisiert. In ihrem Innern sieht man wenige, gut myelinisierte Fibrae endopyramidales, die von der Raphe herkommen und ihren Verlauf zunächst in dorso-ventraler Richtung nehmen; sie wenden sich dann seitwärts und laufen schlangenförmig durch die Pyramide, in deren Innern man sie bis zum seitlichen Rand verfolgen kann; es scheint, daß sie sich von hier in den Fibrae periamiculares ventrales fortsetzen. In der Raphe ist die Pars dorsalis immer myelinlos; die Pars interreticularis und interlemnicalis sind weniger myelinisiert als auf den

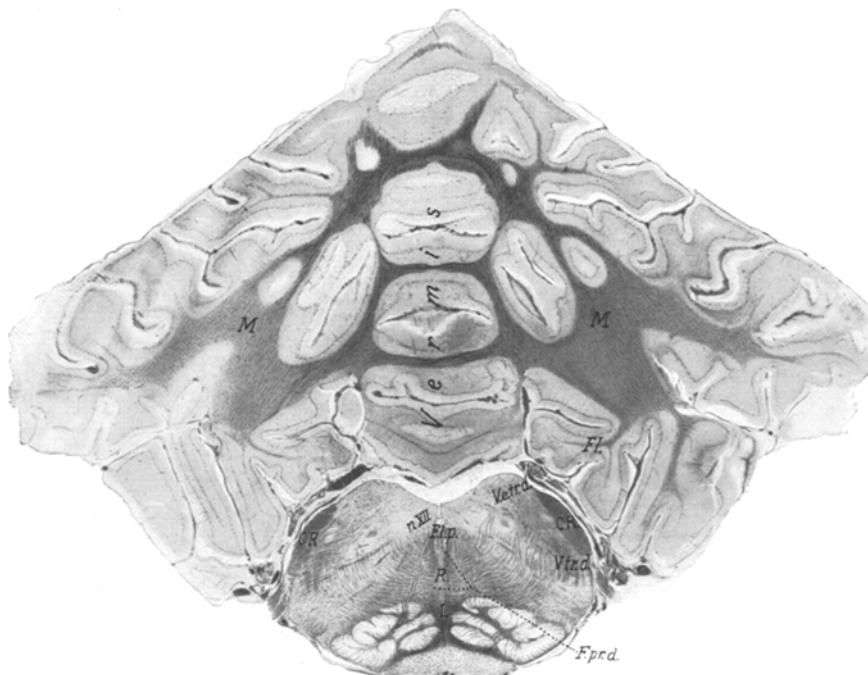


Abb. 7.

vorigen Schnitten. Das gleiche gilt für den Fascic. longitud. post. und besonders für den Fascic. praedors. In bezug auf andere Bildungen der Oblongata gibt se nichts Neues.

Im Kleinhirn fängt das Meditullium und der Flocculus an aufzutreten. Ersteres ist teilweise myelinisiert, während die Markachsen der Lamellen des zweiten stärker als die Markachsen der Lamellen der anderen Kleinhirnlappen myelinisiert sind.

In einem etwas mehr proximal angelegten Frontalschnitt der Oblongata hat sich das Restif. (Abb. 7) erheblich vergrößert und zeigt seine Pars medio-ventralis weniger als den übrigen Teil myelinisiert, während man den Tractus spinalis des N. vestibularis spärlich myelinisiert findet. Die Myelinisierung der Raphefasern des Fascic. longitud. post. und besonders des Fascic. praedors. ist noch geringer als auf den vorigen Schnitten. Für die andern Bildungen der Oblongata gilt die vorhergehende Beschreibung.

Im Kleinhirn hat sich die dorsale Markachse des Wurmes verdickt, und auch die hintere Commissur ist reicher an Fasern. In Frontalschnitten des Kleinhirns, die etwas mehr proximal angelegt sind, sieht man, daß der Wurm sehr viel dicker geworden ist; daher befinden sich die Commissurenfasern in der Markachse der Pars ventralis des Wurmes.

In einem Frontalschnitt durch den distalen Teil des Nucleus dentatus (lateralis) cerebelli (Abb. 8) erscheint dieser in Form einer langen, ungezähnten Masse. Medialwärts von seiner Ventralhälfte findet man eine andere kleine graue Substanz von ovoidaler Form (Nucleus interpositus). Der Nucleus dentatus ist von dieser Masse durch einen Strang teilweise myelinisierter Fasern (Plexus intraciliaris) ge-

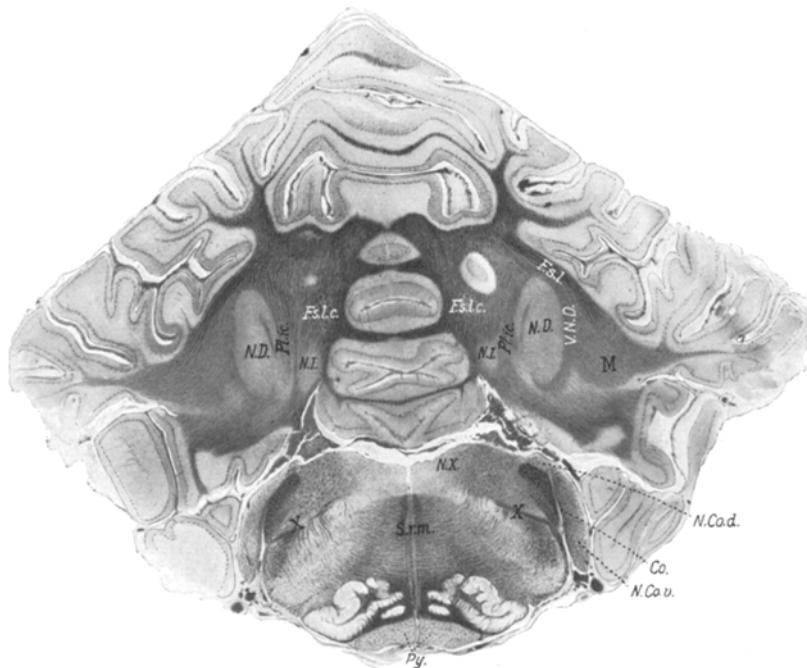


Abb. 8.

trennt; auch sein Vellus ist teilweise myelinisiert, während die Myelinisierung der Fasern im Innern der beiden Kerne vollständig fehlt. Man sieht auch hier, daß im Wurm die Markachsen der Lamellae mediae besser als die Markachsen der Lamellae dorsales und ventrales myelinisiert sind. In keiner Markachse findet man commissurale Fasern. In der weißen Substanz, dorsal vom Nucleus interpositus, zwischen dem Wurm und dem Dentatus sieht man einige Faserstränge, die quer durchschnitten werden. Diese treten durch ihre Richtung, ihre Dicke und ihre dunklere Farbe aus dem dichten Netz feiner Fasern, die vertikal oder bogenförmig diese Zone durchkreuzen, deutlich hervor.

Für die Myelinisierung der Markachsen der Lamellen der Hemisphären gilt die vorhergehende Beschreibung. Das Meditullium hat sehr an Umfang zugenommen und ist teilweise myelinisiert, besonders im ventralen Drittel ist spärliches Myelin. In der dorsalen Hälfte des Meditulliums tritt ein Faserstrang (Fibrae semicirculares laterales) durch seine stärkere Färbung hervor; diese Fasern laufen ganz am Rande

der Mark- und der Rindensubstanz und sind demselben parallel; sie umgeben den Nucleus dentatus lateral und dorsal und setzen dann ihren Weg in der Richtung der Commissur fort.

In der Oblongata sieht man, daß die Pyramiden sich nach und nach mit myelinisierten Fasern bereichern. Die Wurzelfasern des N. vagus sind in ihrem intrabulbären Weg gut myelinisiert, während die entsprechenden Kerne vollständig myelinlos sind. Der N. cochlearis ist in seinem Mittelteil teilweise, beinahe gar nicht im übrigen Teil myelinisiert; das Fasernetz des Nucleus cochlearis ventralis und dorsalis ist ebensowenig myelinisiert; die Pars medialis der Substantia reticulare tegmenti erscheint auf diesem Schnitt etwas mehr myelinisiert.

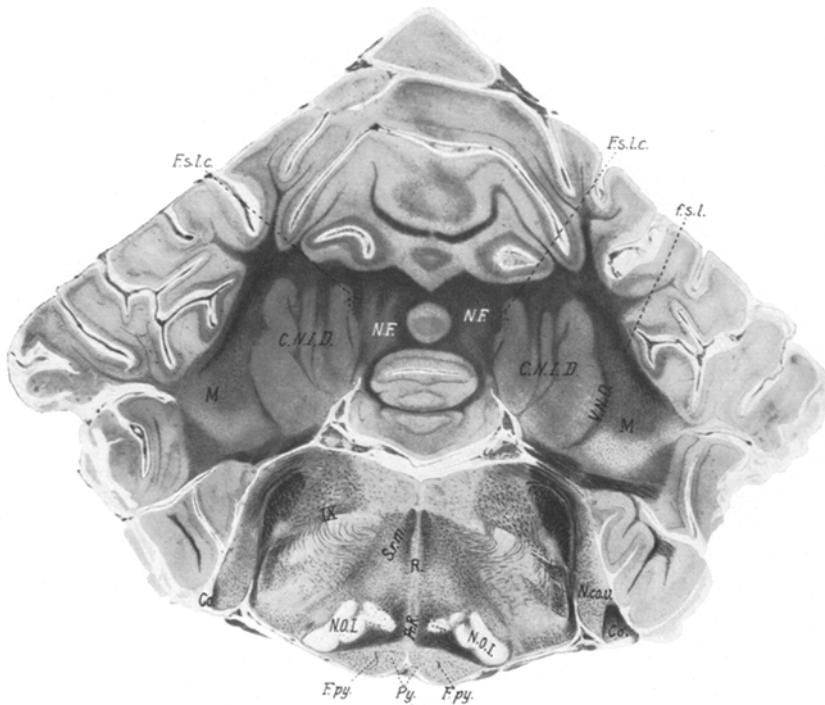


Abb. 9.

In einem Frontalschnitt der Oblongata durch den proximalen Teil des N. oliv-infer. (Abb. 9) sieht man, daß die Pyramiden sich noch etwas mehr mit myelinisierten Fasern bereichert haben, während sich in ihrem Innern spärliche Fibrae endopyramidales durchschlängeln. Die Fasern der Pars ventralis der Raphe sind teilweise, die der Pars dorsalis wenig und die Fibrae rectae gut myelinisiert. Die Pars medialis der Substantia reticulare tegmenti myelinisiert sich immer mehr, während ihre Pars later. stets myelinlos bleibt. Die Wurzelfasern des IX. Nerven sind gut myelinisiert, während die entsprechenden Kerne myelinlos sind. Die Wurzelfasern des N. vestibularis und der Stamm des N. cochlearis sind teilweise myelinisiert, während nichts Neues über die Kerne und die Fasern des letzteren in ihrem proximalen Verlauf zu sagen ist. Das Restif., das sich beständig vergrößert und seine typische ovale Form gewonnen hat, ist gut myelinisiert, ausgenommen sein ventro-medialer Teil, in welchem die Myelinisierung stets partiell ist. Der Fascic. praedors. zeigt immer

spärlichere Myelinisation. In der Raphe sind die myelinisierten Fasern spärlicher als im vorigen Schnitt, besonders in der Pars interlemniscalis; die Pars dorsalis ist wie bei den vorigen Schnitten myelinlos.

Der Kleinhirnschnitt wurde der distalen Extremität des N. fastigii entsprechend ausgeführt. Der N. dentatus und der N. interpositus bilden eine einzige Masse, die an die Form eines Herzens, das sich in vertikaler Lage, mit der Spitze nach unten und drei Zipfeln nach oben befindet, erinnert. In seinem Innern sieht man Stränge von teilweise myelinisierten Fasern, die die zwei Kerne, jedoch nicht vollständig, trennen; seitwärts vom Dentatus sieht man das auch teilweise myelinisierte Vellus. Medialwärts des N. dentatus und interpositus beginnt sich der N. fastigii in Form einer kleinen, unregelmäßigen, dreieckigen Masse zu zeigen. Der Zwischenraum zwischen dem letzteren und der aus der Zusammenfügung des N. dentatus und interpositus gebildeten Masse ist beiderseits von großen, gut myelinisierten, quergeschnittenen Fasersträngen durchsetzt. Der lateralste von diesen Strängen ist von den andern durch einen kleinen Zwischenraum aus grauer Substanz getrennt, wodurch er sich im Innern des ersten Zipfels befindet. Im Meditullium tritt der Gegensatz zwischen der sehr spärlich myelinisierten Pars ventralis und der besser myelinisierten Pars dorsalis mehr als im vorigen Schnitt hervor. Der tiefer gefärbte Strang der latero-dorsalen Fasern ist immer gut sichtbar. Die Myelinisierung der Markachsen der Lamellen des Wurmes und der Kleinhirnhemisphären hat keine Veränderung erlitten. Im Wurm sind keine commissuralen Fasern mehr zu finden. Die Fibrae semicircul. externae verlaufen, nachdem sie den N. dentatus umgeben haben, in der Richtung der Markachse der Wurmlamelle, in deren Innern die durchlaufenden commissuralen Fasern in den vorigen Schnitten zu sehen waren.

In Frontalschnitten, die etwas mehr proximal als der vorige angelegt sind, treten wieder Querfasern in der Markachse der Zentrallamelle des Wurmes auf. Diese Fasern sind in der Pars ventralis der Markachse zahlreicher; sie nehmen eine ventro-mediale, schräge Richtung und kreuzen sich, eine Art Raphe bildend, mit denen der entgegengesetzten Seite.

In einem, dem distalen Teil entsprechenden Frontalschnitt des Pons (Abb. 10) ist in bezug auf die Pyramiden und Lemniscus medialis nichts Neues zu bemerken. Das C. trapez. ist teilweise myelinisiert, während der N. oliv. sup. mit seinem intra- und perinuclearen Plexus und seinem Pedunculus sehr wenig myelinisiert ist. Das Fasernetz im Innern des Kerns des VII. ist vollständig myelinlos; die Raphe ist in ihrem dorsalen Teil etwas mehr myelinisiert, indem sie eine größere Anzahl von Fasern zeigt, die sich der Mittellinie entsprechend kreuzen. Zu beiden Seiten des Präparates sieht man den Stamm des N. cochlearis in vorgeschrittener Myelinisation, ebenso wie es auch seine Fasern in ihrem proximaleren Verlauf zeigen, während das Fasernetz des Nucleus cochlearis ventralis und dorsalis sehr myelinarm ist. Die Fasern des N. vestibularis sind gut myelinisiert. Es ist nichts Neues bezüglich der andern Bildungen zu vermerken.

Das Kleinhirn ist hier dem distalen Teil der Vordercommissur entsprechend durchschnitten; diese letztere ist reich an gut myelinisierten Querfasern, die man in zwei Schichten, eine erste suprafastigiale und eine zweite interfastigiale einteilen kann. Seitlich von diesen befinden sich die Kleinhirnkerne, welche durch ihre Form und Disposition sehr an die des vorigen Schnittes erinnern, wenn auch der Dentatus und der Interpositus etwas größeren Umfang angenommen haben.

Diese beiden Kerne sind unter sich durch einen teilweise myelinisierten Faserstrang (Plexus intraciliaris) getrennt, während der Nucleus interpositus und der Nucleus fastigii keine festen Begrenzungen aufweisen, sondern durch Ausbreitungen der grauen Substanz miteinander verbunden sind. Das Vellus des Nucleus dentatus ist ebenfalls teilweise myelinisiert. Die Stränge der quergeschnittenen Fasern

haben eine ähnliche Topographie und Morphologie, wie die früher beschriebenen, und sind im Innern des Nucleus interpositus zahlreicher, so daß man auf ihrer rechten Seite zwei, auf der linken mehr als ein Dutzend Stränge zählen kann.

Die Myelinisierung der Markachsen der Wurm- und Hemisphärenlamellen und des Meditulliums ist geradeso wie bei dem vorigen Präparat; hier tritt jedoch im Vergleich zu den anderen Kleinhirnlappen die größere Myelinisation des Flocculus besonders markiert hervor. Nachdem hier die Fibrae semicircul. externae die Kleinhirnerne lateral und dorsal umgeben haben, scheinen sie sich in die Fibrae suprafasciales der Vordercommissur fortzusetzen. Dies kann man jedoch nicht mit Sicherheit behaupten.

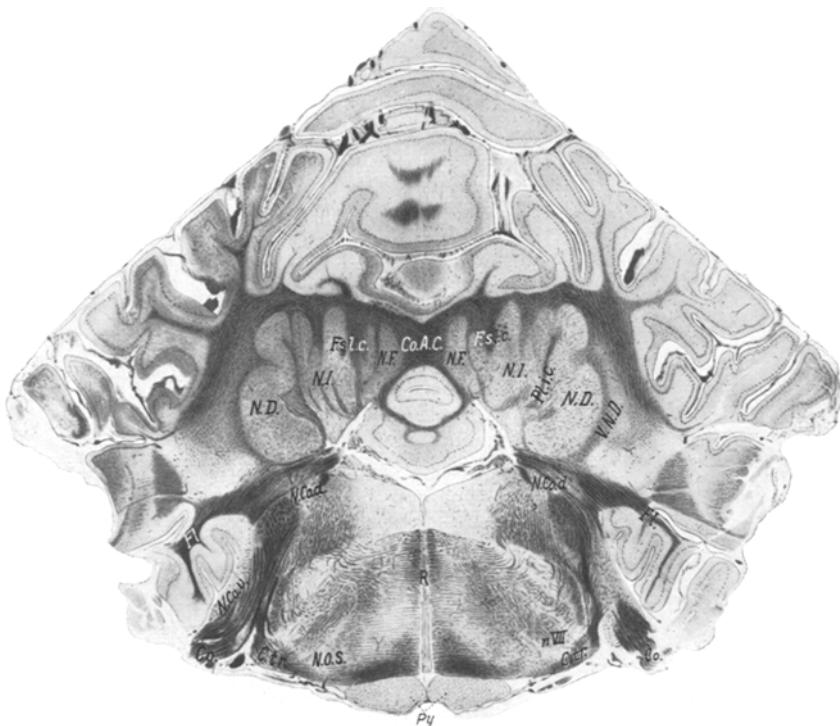


Abb. 10.

In einem etwas mehr proximal als der vorhergehende angelegten Frontalschnitt des Pons (Abb. 11) bemerkt man, daß die Pyramiden sich mit myelinisierten Fasern bereichert haben, wenn auch die Myelinisation in ihnen stets partiell ist.

Der in und um den Nucleus oliv. sup. befindliche Nebel und der Pedunculus des ersten, sowie auch das C. trapez. sind sehr wenig, der Lemniscus medialis ist gut myelinisiert. Die Raphe ist in ihrem dorsalsten Teil noch reicher an myelinisierten Fasern als auf dem vorigen Schnitt und in ihrem gleich hinter den Pyramiden befindlichen Teil fängt das Fasergeflecht des C. trapez. an sichtbar zu werden. Der Fascic. longitud. post. ist sehr reich mit Myelin durchsetzt, wenig der Fascic. praedors. und die Fibrae arcuatae internae (weniger als auf den vorigen Schnitten), sehr wenig die Substantia reticul., wenig der Faserkomplex des Fascic. rubrospinalis, spino-tectalis, spino-thalamicus, der Tractus thalamo-oliv., sowie auch

der Tractus spinalis N. trigemini. Die Wurzelfasern des N. facialis zeigen vorgesetzte Myelinisierung, während das Fasernetz des Deitersschen Kerns sehr wenig myelinisiert und dasjenige des Griseum pericavitarium vollständig myelinlos ist. Die direkte sensorische Kleinhirnbahn und das Restif. sind teilweise myelinisiert. Die Myelinisierung dieses letzteren ist weniger in seinem Mittelteil vorgeschritten. Von dem Brachium pontis ist der Mittelteil teilweise, der seitliche sehr wenig myelinisiert.

Dieser Schnitt geht durch die Commissura ant. cerebelli, in welcher ein Stratum interfastig. und ein Stratum suprafascig. sichtbar sind. Das Stratum suprafascig.

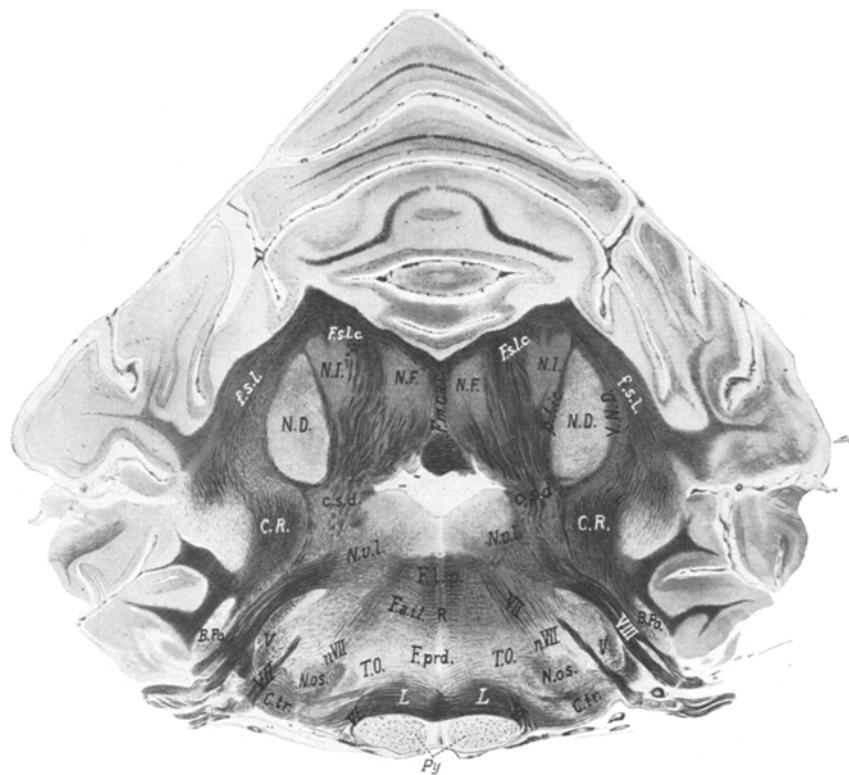


Abb. 11.

enthält zahlreiche dünne, horizontale, sich auf der Mittellinie kreuzende Fasern, während das Stratum interfastig. wesentlich aus vertikalen Fasern (Fascic. medianus commissuræ) besteht und nur in seinem Ventralteil aus dicken, horizontalen, auf der Mittellinie sich kreuzenden Fasern gebildet ist. In diesem Schnitt finden wir auf jeder Seite drei Kleinhirnkerne. Der Nucleus fastigii zeigt sich in Form von zwei ovoidalen Massen, die symmetrisch zu beiden Seiten der Mittellinie gelegen sind, und die sich am untern Ende ohne feste Grenzen in die Gegend des Deitersschen Kerns fortsetzen. Der Nucleus dentatus hat die gewöhnliche, etwas unregelmäßige, ovoidale, ungezähnte Form. Der Nucleus interpositus, der hier die Form eines unregelmäßigen Dreiecks angenommen hat, ist in der Dorsalhälfte des Zwischenraums dieser beiden Kerne eingekleilt. Die Kerne sind durch starke Faserstränge vonein-

ander getrennt; der direkt medial am Dentatus gelegene wird vom Plexus intraciliaris gebildet, dessen Fasern teilweise myelinisiert sind. Das Vellus ist sehr viel schwächer myelinisiert als der Plexus intraciliaris. Das intranucleare Fasernetz ist im Nucleus dentatus gänzlich myelinlos, im Nucleus interpositus sehr wenig und im Nucleus fastigii etwas mehr myelinisiert. Im Innern des letzteren sieht man die Ausstrahlung der direkten sensorischen Kleinhirnbahn (*Edinger*). Gleich über dem Nucleus interpositus, zwischen seinem oberen Pol und dem ventro-late-

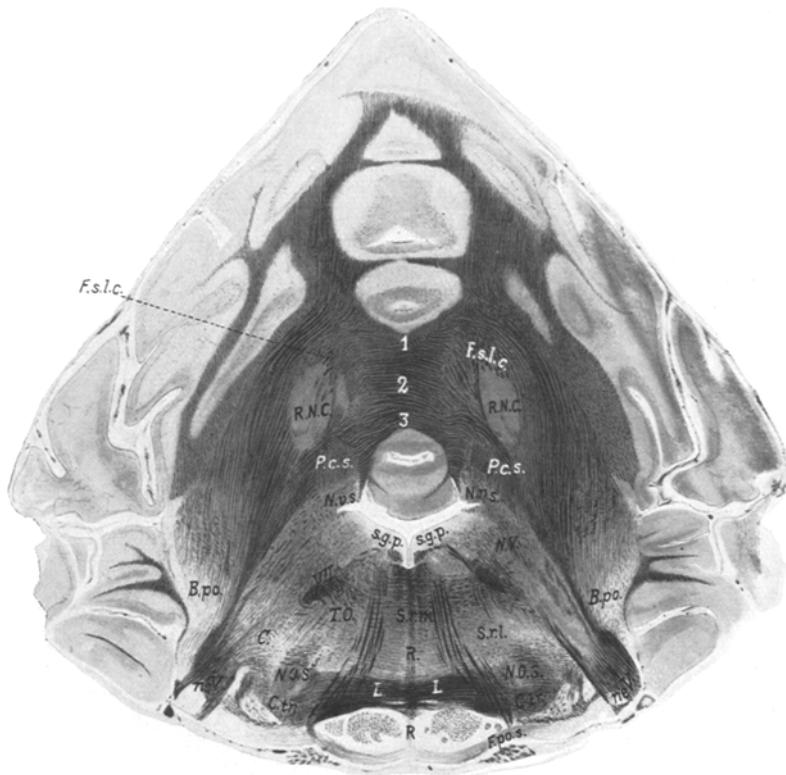


Abb. 12.

ralen Wurmteil, sieht man beiderseits die schon erwähnten, aus quergeschnittenen Fasern gebildeten Stränge mit ihren schon früher beschriebenen morphologischen Eigentümlichkeiten. Es ist nichts Neues hinsichtlich des Wurmes und der Hemisphären zu berichten. Das Meditullium ist im medialen Teil ziemlich, im lateralen Teil wenig myelinisiert. In demselben treten die Fibrae semicircul. lat. durch ihre dunklere Färbung hervor; die ersten scheinen sich auch hier in der Richtung der Fasern des Stratum suprafascig. fortzusetzen.

In einem in der Höhe der Kerne der Abducentes angelegten Frontalschnitt des Pons bemerkt man, daß die Pyramiden eine etwas größere Anzahl von myelinisierten Fasern aufweisen. In diesem Schnitt fängt das Stratum superficiale der Fibrae transversae pontis an, aufzutreten. Seine myelinisierten Fasern bilden seitlich der Pyramidenstränge in seinem dorsalen Teil einen dünnen Strang. Die

Substantia reticularis medialis ist wenig, die lateralis sehr wenig und nur in ihrem dorsalen Teil myelinisiert. Das C. trapez., der Nucleus oliv. sup. mit seinem intra- und perinuclearen Nebel und sein Pedunculus sind wenig myelinisiert; der Lemniscus medialis ist in vorgeschrittener Myelinisierung, der Tractus rubro-spinalis, cerebello-spinalis ventralis, thalamo-olivaris sind wenig myelinisiert. Die Wurzelfasern des VI. Nerven und die Pars prima und Pars secunda des N. facialis sind in vorgeschrittener, aber nicht vollständiger Myelinisation, während das Kernfaser-Netz des VI. Kerns sehr wenig myelinisiert ist. Die fila radicularia N. trigemini sind teilweise, das Fasernetz der Kerne des Trigeminus und des Vestibularis sehr wenig myelinisiert; das Griseum pericavitarium ist myelinlos.

Das Kleinhirn ist in der Region durchschnitten, wo die Commissura ant. die größte Entwicklung erreicht hat. Sie ist in drei Schichten zu teilen: eine erste suprafastigiale, die von reichlichen, gut myelinisierten, zu Bündel vereinigten, querlaufenden Fasern gebildet ist; eine zweite interfastigiale und eine dritte infrafastigiale. In dem Stratum suprafastig sieht man auch zahlreiche, feine, vertikal verlaufende Fasern, die mit den vorhergehenden zusammentreffen und eine Art von Netz- oder Mosaikzone bilden. Die Kleinhirnkerne bilden eine einzige Masse, die die Form eines Herzens mit sehr schräger medio-lateral gerichteter Achse, mit der Spitze nach unten und der dreizipfligen Basis nach oben darbietet. In ihrem Innern strahlen teilweise myelinisierte Faserstränge aus; seitwärts von diesen sieht man das Vellus nuclei dentati teilweise, das Netz der intranuclearen Fasern gar nicht myelinisiert. Auch hier sind die quergeschnittenen Faserbündel mit ihren gewöhnlichen, morphologischen Eigentümlichkeiten sichtbar. Sie sind zahlreich und befinden sich in einem Flechtwerk von feineren in einer anderen Richtung verlaufenden Fasern gleich oberhalb der seitlichen Hälfte der Kermasse. Das Restif. ist teilweise, noch mehr das Brachium conjunctivum, sehr wenig das Brachium pontis und wesentlich nur in seinem Mittelteil myelinisiert. In dem wenig myelinisierten Meditullium treten die Fibrae semicircul. lat. durch ihre dunklere Färbung hervor. Es ist nichts Neues bezüglich des Wurmes und der Hemisphären zu sagen.

In einem etwas mehr proximal angelegten Frontalschnitt des Kleinhirns und der Brücke (Abb. 12) sieht man alle die Eigentümlichkeiten des vorigen Schnittes, mit Ausnahme der Nuclei cerebellares, die viel geringeren Umfang haben, so daß ihr Rest sich in Form einer kleinen, ovoidalen Masse mit fast vertikaler Achse zeigt; man sieht dorsal und im Innern dieses Restes die quergeschnittenen Faserstränge mit den gewöhnlichen morphologischen Eigentümlichkeiten. Die Fibrae transversae pontis sind fortwährend wenig myelinisiert. In dem Stratum complexum und profundum fehlen die Myelin enthaltenden Fasern vollständig, und nur in dem mittleren Drittel des Stratum superfic. befinden sich wenige myelinisierte Fasern.

In einem Frontalschnitt, der die Brücke gleich unterhalb des Genu N. facialis (Abb. 13) durchschneidet, sieht man, daß die Fibrae transversae pontis stets wenig myelinisiert sind. Der Fascic. praedors. wird an myelinisierten Fasern immer ärmer. Die andern Bildungen der Brücke sind gleich dem vorigen Schnitt.

Die Nuclei cerebellares sind beiderseits noch kleiner geworden, und die quergeschnittenen Faserstränge sind nicht mehr sichtbar. Die Commissurenzone hat sich sehr verändert; die jetzt dicken und sehr zahlreichen Commissurenfasern durchqueren, ohne sich zu kreuzen, die Markachsen der drei Ventrallamellen des Wurmes. Die Fibrae semicirc. int. scheinen sich in die, die Markachsen der zwei ventraleren Lamellen durchlaufenden Querfasern fortzusetzen, und desgleichen die Fibrae semicircul. externae in die, die Markachse der dorsal den beiden ersten gelegenen Wurllamellen durchlaufenden Fasern.

Diese Commissurendisposition findet man auch in einem etwas mehr proximal angelegten Frontalschnitt des Kleinhirns (Abb. 14), wo jedoch die Markachsen der Wurmflamellen weniger dick sind und die Zahl der commissuralen Fasern geringer ist.

In einem noch mehr proximal angelegten Frontalschnitt des Kleinhirns sieht man, daß die commissuralen Fasern rasch und fortschreitend an Zahl abnehmen und zuletzt ganz verschwinden, zuerst die der beiden Ventralachsen, etwas mehr proximal die Fasern der Dorsalmarkachse.



Abb. 13.

In einem der Decussatio nervorum trochlearium entsprechend angelegten Frontalschnitt der Brücke sieht man, daß die Pyramiden und die Fibrae transversae pontis sehr viel stärker myelinisiert sind. Diese letzteren sind im Stratum profundum besonders zahlreich; sie verdichten sich im Stratum superfic. hauptsächlich in der den pyramidalen Strängen näherliegenden Zone; zudem sieht man auch in ziemlicher Anzahl myelinisierte Fasern im Stratum complexum. Der Lemniscus lat. ist teilweise myelinisiert. Die Raphe weist in der Pars basalis und in dem ventralen Teil der Pars dorsalis ziemlich zahlreiche, myelinisierte Fasern auf; dagegen sind sie in dem Fascic. praedors. spärlich und fehlen gänzlich in dem Fascic. longitud.

post.; die Substantia reticul. ist sehr wenig myelinisiert. Die fila radicularia des N. trochlearis, sowohl in der Decussatio als auch in der Pars descendens, und die Radix mesencephalica des N. trigemini sind gut myelinisiert. Die anderen Bildungen sind nicht verändert.

In etwas mehr proximal angelegten Schnitten sieht man, daß die Raphe auch in dem dem Fascic. praedors. entsprechenden Teil vollständig myelinlos ist.

In den durch die Vorderstirnlappen angelegten Frontalschnitten sieht man, daß diese gar nicht myelinisiert sind.

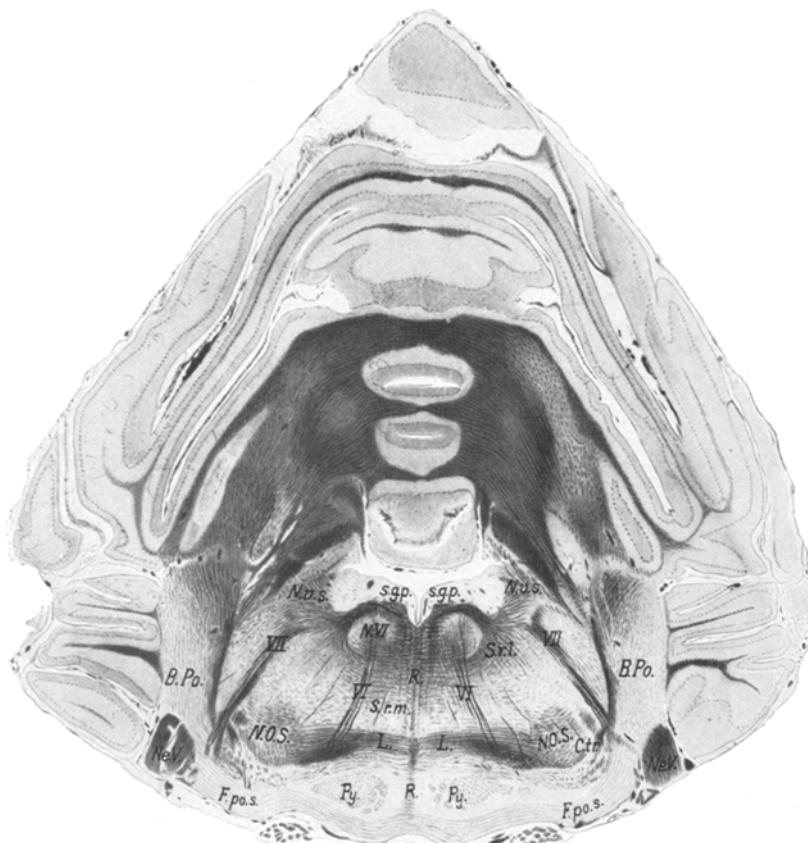


Abb. 14.

In einem unmittelbar hinter dem Chiasma angelegten Frontalschnitt der Hirnhemisphären (Abb. 15) sieht man, daß das C. callosum, der Fornix und die GG. temporales und temporooccipitales vollständig myelinlos sind; der G. frontalis ascendens, der G. centralis post., von dessen letzteren hier die Pars media und infer. sichtbar sind, und die Capsula int. sind teilweise myelinisiert. Dem Stabkranz des G. centralis ant. und post. entsprechend tritt ein Faserstrang, durch seine dunklere Farbe erkenntlich, hervor. Die Myelinisierung, soweit sie überhaupt in dem ganzen Telencephalon besteht, begrenzt sich auf die Markssubstanz; die Rindensubstanz

ist überall myelinlos. Im Thalamus sind die Fasern des Stratum zonale, sowie die von dem dorsalen Teil der Capsula int. nach dem Stratum zonale laufenden Fasern, ferner das Stratum reticulatum und einige von diesem aus in den dorsalen Teil des Nucleus later. thalami eindringende Fasern, und die Taenia thalami teilweise myelinisiert.

Die Capsula externa, die Capsula extrema, das Claustrum und das Putamen sind gänzlich myelinlos, während der Globus pallidus mit seinen Laminae medullares und die Ansa lenticiformis teilweise myelinisiert sind. Von den Laminae medullares ist die lateralis weniger als die medialis myelinisiert. Ebenso ist die Pars ven-

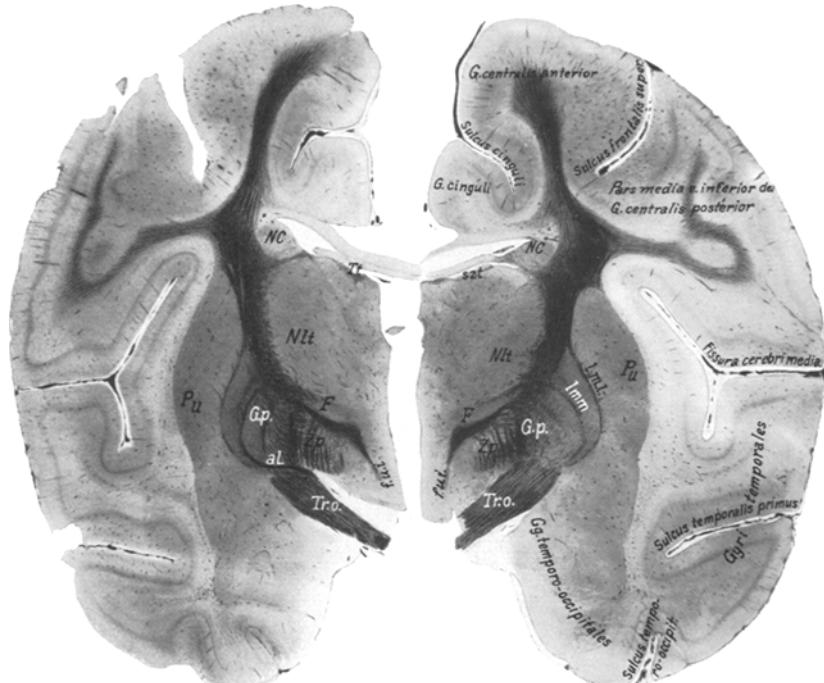


Abb. 15.

tralis der Capsula des Caudatus nur wenig myelinisiert; die Area tegmenti Forelii mit ihrer Pars dors. und ventralis, der Fascic. uncinatus (hypothalami) und die Pars later. der Zona pectinata sind teilweise myelinisiert. Die Zona incerta und die Pars medialis der Zona pectinata sind jedoch wenig, der Tractus optici etwas besser myelinisiert.

In einem dem Infundibulum entsprechenden Frontalschnitt sieht man, daß das intranucleare Fasernetz des C. subthalamicum teilweise und seine Kapsel sehr wenig myelinisiert sind. Der Nucleus lentif. ist mehr als im vorigen Schnitt myelinisiert; ebenso zeigt das Putamen einige spärliche Fasern in beginnender Myelinisierung; der Pallidus ist weniger in seinem lateralen als in seinem medialen Teil myelinisiert, auch die Lamina medullaris medialis ist besser als die lateralis myelinisiert. In diesem Schnitt stechen noch mehr als in dem vorigen in dem Stabkrantz einige Fasern durch ihre dunklere Färbung hervor. Diese Fasern kommen von der Pars sup. der G. centralis ant., biegen sich, indem sie eine Kurve mit medialer Ver-

tiefung beschreiben, und, der Lippe der Fissura Sylvii entsprechend, verlieren sie sich. Einige Fasern lösen sich von dem Mittelteil des Stabkranzes in der Höhe des G. corp. callosum ab und dringen in die Marksubstanz des letzteren ein, wo man sie bis an den seitlichen Balkenrand verfolgen kann. Es ist nichts Neues bezüglich der andern Hirnwundungen zu sagen. Der Tractus opticus ist besonders in seinem Mittelteil unvollständig myelinisiert.

In etwas distaler angelegten Frontalschnitten der Hirnhemisphären, sieht man, daß die Myelinisation des Corp. subthalamicum sich seiner Kapsel entsprechend allmählich bereichert. Das Corp. geniculatum later. ist, dem Hilus und der Kapsel entsprechend, teilweise myelinisiert; in seinem Innern sieht man wenige spärlich myelinisierte Striae medullares und zahlreiche teilweise myelinisierte Striae sagittales, die es gleich divergierenden Strahlen durchlaufen. Der Tractus opticus ist teilweise myelinisiert. Der Thalamus bereichert sich allmählich mit myelinisierten Fasern. In der Tat ist sein Ventralteil auch in dieser Zone teilweise myelinisiert, und die Lamina medullaris lat. ist gut sichtbar. Das Putamen ist nur in seinem ventralen Teil myelinisiert (der Schnitt ist distal vom Globus pallidus angelegt). In der Ventralhälfte der Pars lat. fornici sieht man spärliche, horizontale Fasern; an dem Punkt, wo der Fornix mit dem Balken zusammentrifft, werden die myelinisierten Fasern zahlreicher, die dorsalsten nehmen eine schräge Richtung und, indem sie sich nach oben und der Mitte zu biegen, dringen sie in den Balken ein, wo man sie nur ganz kurz verfolgen kann. Diese Fasern sind am Eingangspunkt durch andere leicht myelinisierte Fasern, die vom Ventralrand des Balkens nahe dem Vereinigungspunkt mit dem Fornix herkommen, verstärkt; auch diese laufen in schräger Richtung nach oben und der Mitte des Balkens zu und werden sehr bald unsichtbar; die medialsten dieser Fasern vereinigen sich mit den oben beschriebenen, von dem Fornix herkommenden Fasern (Fornix longus). Der Stabkranz und die innere Kapsel sind stärker als in den vorigen Schnitten myelinisiert. Der schon beschriebene und sich durch größere Myelinisation des Stabkranzes auszeichnende Faserzug ist umfangreicher und richtet sich mehr nach unten, um den oberen Pol des N. lentif. seitlich zu umgeben. Die aus dem Stabkranz in den G. cinguli einströmenden myelinisierten Fasern sind etwas zahlreicher.

In etwas mehr distalen Frontalschnitten der Großhirnhemisphären sieht man, daß der Pedunculus in seinem Pyramidenteil noch weniger und in dem der cerebrocerebell. Bahn entsprechenden Teil sehr wenig myelinisiert ist; verhältnismäßig besser sind das Stratum intermedium pedunculi und der Pes lemniscus profundus myelinisiert; die Substantia nigra ist vollständig myelinlos. Etwas besser (jedoch stets spärlich) als im vorigen Schnitt ist die Myelinisierung des C. genic. lat., so daß es nicht möglich ist, die verschiedenen Schichten voneinander zu unterscheiden. Der Thalamus wird in seinem Ventralteil immer faserreicher; es macht sich in ihm eine Andeutung an die Lamina medull. medialis bemerkbar. Die innere Kapsel myelinisiert sich distal immer besser.

In einem dem Mittelteil des Nucleus ruber (Abb. 16) entsprechend angelegten Frontalschnitt sieht man, daß die Kapsel und das intranucleare Fasernetz teilweise myelinisiert sind; die Wurzelfasern des dritten Paars sind gut myelinisiert. Der Thalamus bereichert sich in seinem latero-ventralen Teil immer mehr mit myelinisierten Fasern. Das C. genic. lat. ist fortdauernd wenig myelinisiert; hier ist sogar die Myelinisierung fast nur auf die Kapsel beschränkt; die Area triangularis von Wernicke ist teilweise myelinisiert. In diesem Schnitt sieht man auf der rechten Hälfte den obersten und hintersten Teil des G. centr. ant. und beiderseits den vorderen Teil des Lobulus parietalis teilweise myelinisiert; der G. angularis ist wenig und nur in seinem dorsalen Teil myelinisiert. Man sieht auch einige der Marksubstanz des G. hippocampi nahe der Spitze des Cornu inf. ventriculi lat. entsprechende

Fasern in beginnender Myelinisierung. Es ist nichts Neues bezüglich der andern Bildungen zu bemerken. In dem Schnitt fehlt zum großen Teil der Pes pedunculi.

In einem durch die Pars retroflexic. der innern Kapsel angelegten Frontalschnitt der Großhirnhemisphären sieht man diese gut myelinisiert. Man bemerkt auch, daß der rote Kern, sei es daß dessen Fasern der Kapsel oder dem intranuclearen Fasernetz entsprechen, reicher an myelinisierten Fasern ist. Der Fascic. retroflexus, der Pes lemniscus profundus und der Lemniscus medialis sind in vorgeschrittenner Myelinisation; dagegen ist das C. genicul. mediale sehr unvollständig myelinisiert. Die andern Bildungen befinden sich hinsichtlich ihrer Myelinisierung wie auf den vorigen Schnitten.

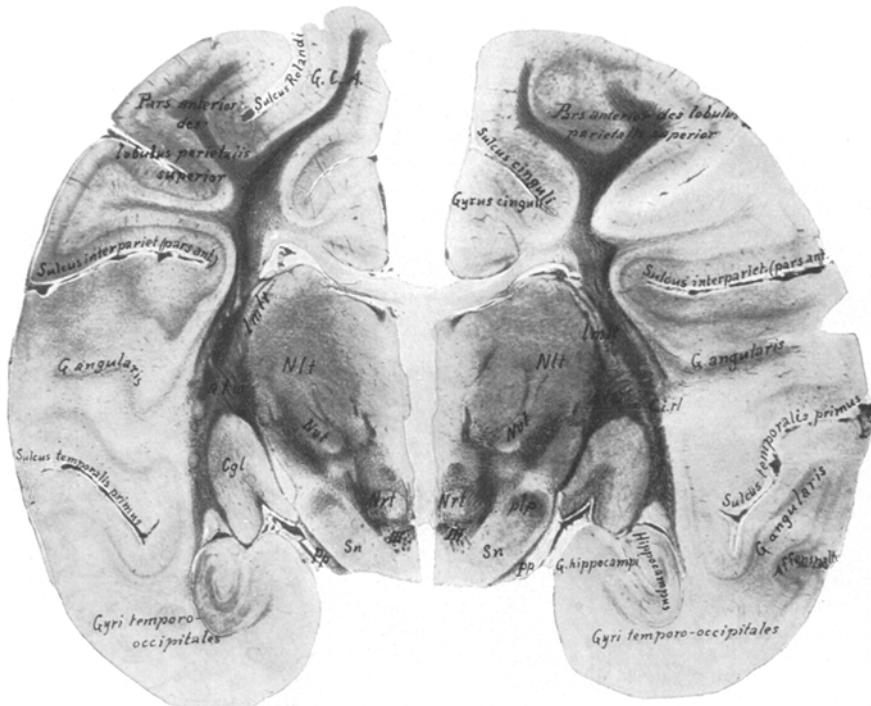


Abb. 16.

In einem am Distalteil der Corpora (*bi*) quadrig. anter. (Abb. 17) angelegten Frontalschnitt sieht man, daß diese nur teilweise myelinisiert sind, so daß es nicht möglich ist, wie bei dem ausgewachsenen Makakus, die Schichten voneinander zu unterscheiden. Immerhin sind zwei Schichten unterschiedlich: die eine, aus dem Stratum medullare profundum und dem griseum profundum bestehend, in vorgeschrittenner Myelinisation; sehr wenig myelinisiert die andere, das Stratum medullare mediale, griseum mediale, medullare superfic., griseum superfic. und das Stratum fibrarum zonarium umfassend. Die Commissur der Corp. quadrig. ant. ist gut myelinisiert; dagegen ist die Substantia grisea centralis rings um den Aquaeductus cerebri gänzlich myelinlos, und das intranucleare Netz des III. Paars und die Substantia reticul. tegmenti mesencephali sind nur teilweise myelinisiert. Von dem Corpus genicul. med. sieht man nur den ventralen und lateralen Teil der Kapsel

spärlich, einige Nervenfaserstränge, die in seinem medialen Viertel enden, teilweise myelinisiert. Im Thalamus sieht man das Ganglion habenulae, die Lamina medull. later. und einige wenige Faserstränge an seinem ventralsten Teil ebenfalls teilweise myelinisiert. Der Stabkranz enthält ziemlich reichliche, myelinisierte Fasern, und es sind diese zahlreicher in seinem dorsalen als im ventralen Anteil. In den diesem Schnitt entsprechenden Gyri ist auch die Myelinisierung fast ausschließlich auf den Vorderteil des Lobulus parietalis sup. beschränkt und nimmt im G. angularis ab, während der Lobus occipitalis, der G. fusiformis und lingualis myelinlos sind. Wie in den vorigen Schnitten sieht man auch hier in der Marksubstanz des G. hippocampi und des G. cinguli wenige Fasern in beginnender Myelinisation. In

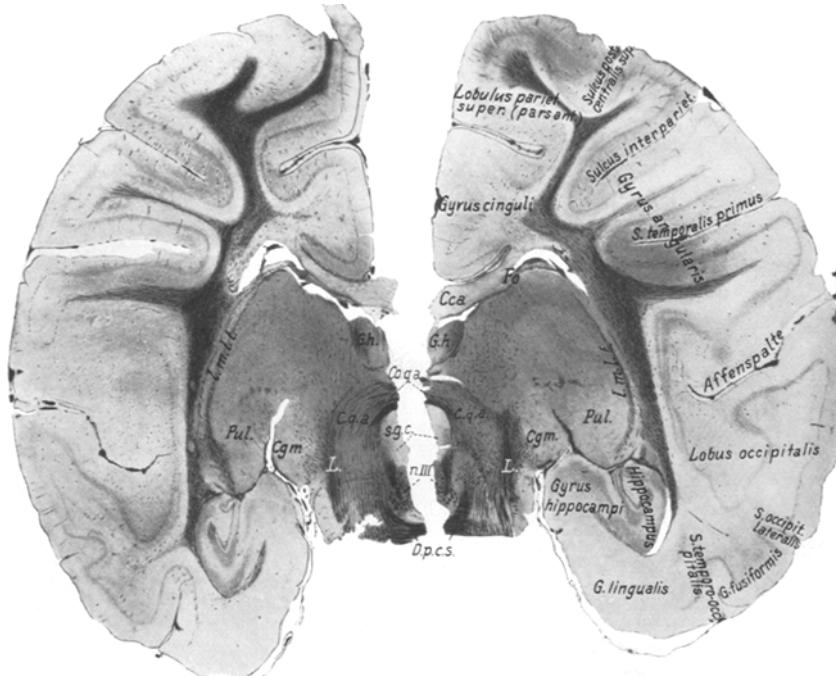


Abb. 17.

dem Schnitt fehlt der Pedunculus cerebr., und deshalb können wir kein Urteil darüber abgeben.

In einem entsprechend dem distalen Anteil der Corp. (bi) quadrig. ant. angelegten Frontalschnitt sieht man, daß diese noch weniger als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert sind. Man findet sogar die myelinisierten Fasern nur im Stratum medull. profundum und im griseum profundum; die andern Schichten sind myelinlos; auch die entsprechende Commissur ist weniger reich an Fasern. Vom Thalamus sind nur die Lamina medull. lat. und einige wenige Fasern seines ventro-medialen Teils teilweise myelinisiert; alles übrige ist myelinlos. Nichts Besonderes ist in bezug auf die Gyri und den Stabkranz zu verzeichnen. Das Tapetum ist gar nicht myelinisiert. Die Substantia sagittalis later. und medialis sind teilweise myelinisiert, doch kann man sie nicht wie beim Erwachsenen unterscheiden.

In einem am Proximalteil der Corpora quadrig. post. angelegten Frontalschnitt (Abb. 18) sieht man, daß im Innern ihrer Kerne die myelinisierten Fasern höchst

spärlich sind, während an der Mittelseite (Stratum medull. profundum von *Sterzi*) und besonders an der Rückseite myelinisierte Fasern sie etwas reichlicher umgeben (Stratum zonale). Eine beschränkte Myelinisierung zeigen auch die entsprechenden Brachia. Auf diesem Schnitt sieht man den hintersten Teil der Corp. quadrig. ant. ebenfalls weniger als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert, und auch die entsprechende Commissur ist arm an myelinisierten Fasern. Der Lemniscus infer. ist teilweise myelinisiert. Die andern Mesencephalonbildungen fehlen im Schnitt. Auf der rechten Hälfte des Schnittes sieht man den Distalteil des Pulvinar ganz myelinlos. Der Lobulus parietalis sup. ist teilweise, der G.angularis ist in der Pars dors. ein wenig und gar nicht in der Pars ventralis myelinisiert. Auch der G. cinguli ist myelinlos. Es ist nichts Neues bezüglich der andern Bildungen des Telencephalon zu sagen.

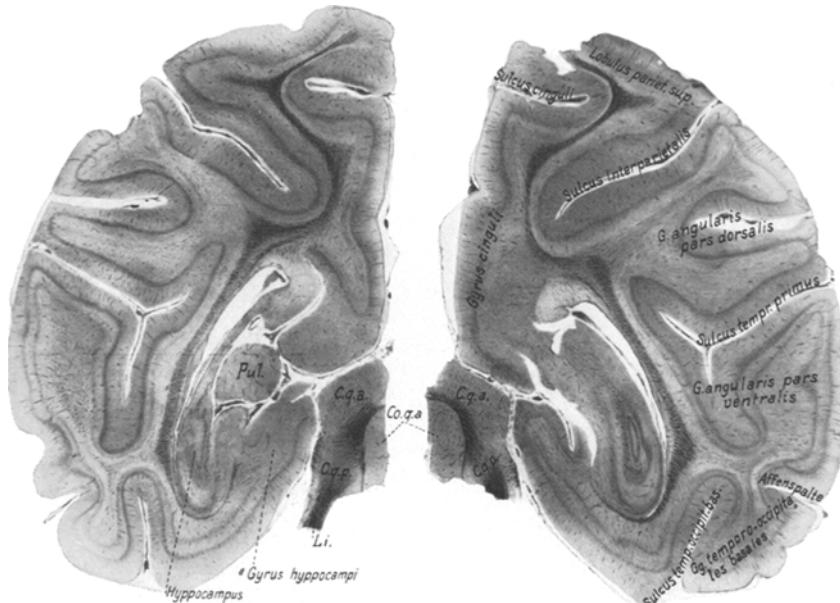


Abb. 18.

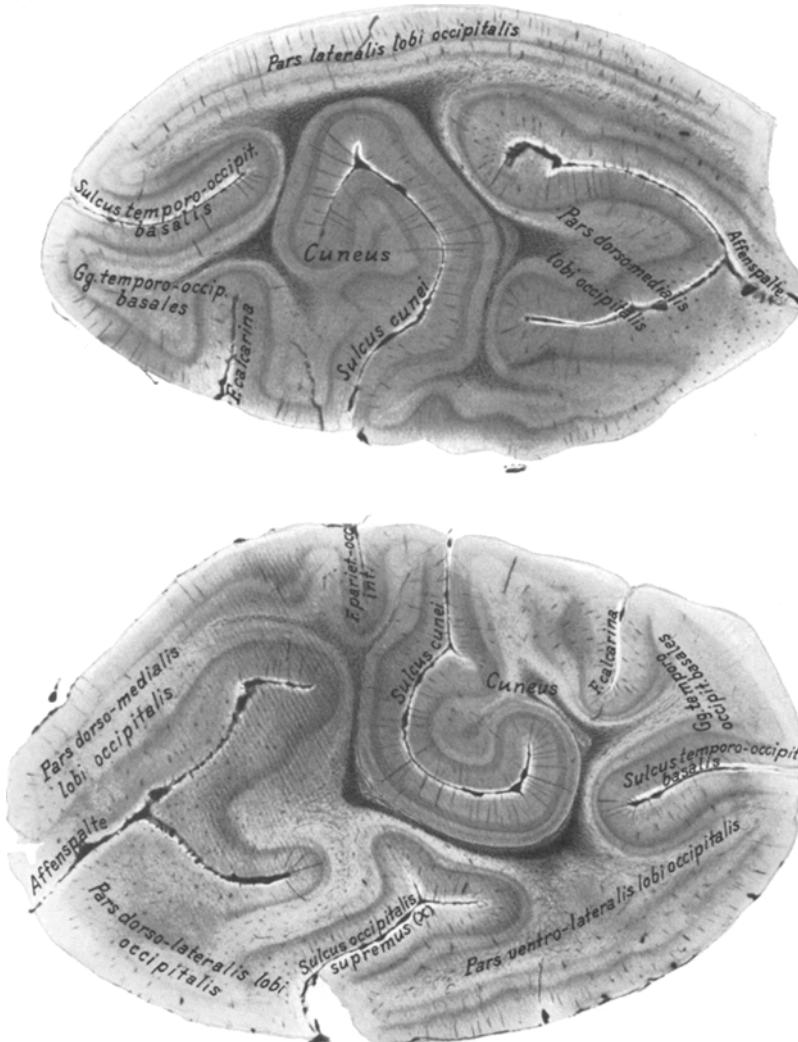
In dem Lobus occipitalis entsprechend angelegten Frontalschnitten (Abb. 19 und 20) sieht man, daß seine Marksubstanz teilweise myelinisiert ist; die Markpyramiden der einzelnen Windungen sind fast myelinlos, nur die nahe der Calcarina und der Fissura parieto-occipitalis interna liegenden sind leicht myelinisiert.

III. Drei Wochen alter *Papio Sphinx*.

Die Schnitte durch die Sakralwurzeln zeigen eine vollständige Myelinisierung der entsprechenden Fasern.

In dem Sakralmark entsprechend angelegten Querschnitten sieht man, daß die Funiculi posteriores gut, die andern Stränge nur teilweise myelinisiert sind. In diesen letzteren fällt die Zone des Fascic. cerebro-spinalis durch seine spärliche Myelinisation auf. Diese Zone hat hier die Form eines Dreiecks, mit der Basis der Peripherie, und die Spitze der Basis des Cornu post. entsprechend; besonders der Außenteil ist myelinarm. Die Commissura ant. alba ist teilweise myelinisiert,

während die Commissura grisea ant. und post. myelinlos sind. Die intramedullären Fasern der hinteren Wurzeln sind wenig, noch spärlicher das Fasernetz der Cornua ant. und post. und die Zona terminalis myelinisiert; die Zona spongiosa und die Zona gelatinosa endlich sind myelinlos.



In dem oberen Teil des Lendenmarks entsprechend angelegten Querschnitten bemerkt man, daß alle Stränge gut myelinisiert sind, ausgenommen diejenigen, die sich in der dem Fascic. cerebro-spinalis entsprechenden Zone befinden. Diese hat noch die Form eines Dreiecks, die Basis nach der Dorsalperipherie des Funic. lat. des Cornu post. und die Spitze nach dem Mittelpunkt gerichtet. Diese Zone ist in ihrem Außenteil besonders myelinarm. Auch das Fasernetz der Cornua ant.

und post., die Fasern der hinteren Wurzeln in ihrem intramedullären Verlauf und die Zona terminalis sind teilweise, die Zona gelatinosa und spongiosa sehr wenig, die Vorderwurzelfasern in ihrem intramedullären Verlauf und die Commissura ant. alba vollständig und die Commissura grisea ant. und post. wenig myelinisiert.

Auf der Höhe des Distalteils des Dorsalmarks (D. XII, D. XI) bemerkt man, daß alle Stränge, diejenigen in der dem Fascic. cerebro-spinalis entsprechenden Zone liegenden ausgenommen, gut myelinisiert sind. Letzterer reicht nicht bis an den Rückenmarkrand, sondern ist durch einen dünnen, gut myelinisierten, durch seine Lage dem Fascic. spino-cerebell. dors. entsprechenden Strang von diesem getrennt. Das Fasernetz der Cornua ant. und post. und die Hinterwurzelfasern in ihrem intramedullären Verlauf sind wenig (weniger als auf den vorigen, dem Lendenmark entsprechenden Schnitten), die Zona terminalis teilweise, die Zona spongiosa und gelatinosa beinahe gar nicht, wie auch die Commissura grisea ant. und post.; die Commissura ant. alba dagegen fast vollständig myelinisiert.

In einem Querschnitt auf der Höhe der D. VII sieht man, daß der Fascic. spino-cerebell. dors. sich rückwärts ausgebreitet und sich besonders in seinem Ventralteil verdickt hat, so daß die Gegend des Fascic. cerebro-spinalis, welch letzterer, obschon er in seinem Innern zerstreut zahlreiche gut myelinisierte Fasern enthält, stets nur teilweise myelinisiert und vollständig von der Peripherie getrennt ist. Die Myelinisation der Hörner, der andern Stränge, der Wurzelfasern verhält sich wie in den vorigen Schnitten. Die Commissura ant. alba ist in vorgeschrittener Myelinisierung.

In einem Querschnitt auf der Höhe der D. II sieht man, daß der Fascic. spino-cerebell. dors. sich in der dorsalen Hälfte verdickt hat, so daß diese jetzt dicker als die ventrale ist, während die dem Fascic. cerebro-spinalis entsprechende Zone die Form eines Dreiecks mit der Spitze nach der Mitte zu und der Basis nach außen gerichtet hat; vorne zeigt sich eine Verlängerung, die durch ihre Form und Lage an den Fascic. rubro-spinalis erinnert. Die andern Stränge sind gut myelinisiert. Sehr viel besser als auf den vorigen Schnitten, wenn auch immer noch unvollständig, ist das Fasergeflecht der Vorder- und Hinterhörner myelinisiert; die vorderen und hinteren Wurzelfasern in ihrem intra- und extramedullären Verlauf und die Commissura ant. alba sind teilweise myelinisiert.

In einem Querschnitt auf der Höhe der C. VII sieht man, daß die Zahl der myelinisierten Fasern in der dem Fascic. rubro-spinalis entsprechenden Zone sich vermehrt und der Fascic. spino-cerebell. dors. in seinem ventralen Teil verdünnzt hat, so daß er die Form eines Komma annimmt. Die vordern und hintern Wurzelfasern in ihrem intra- und extramedullären Verlauf haben sich mit Myelin bereichert; ebenso verhält es sich bezüglich des Fasergeflechts der Vorder- und Hinterhörner.

In einem Querschnitt auf der Höhe der C. IV sieht man, daß der Fascic. cerebro-spinalis, wie auch die übrigen Bildungen weiterhin an myelinisierten Fasern reicher geworden ist.

In einem Querschnitt des distalen Teils der Oblongata sieht man, daß die Fasern, die hier an der Decussatio pyramidum teilnehmen, nur teilweise myelinisiert sind. Auch die Substantia gelatinosa, der Tractus spinalis und die Fibrae comitantes des N. trigemini sind etwas arm an Myelin. Das Fasergeflecht des Nucleus funiculi gracilis, der Tractus spino-cerebell. dors. und der Faserkomplex des Fascic. spino-cerebell. ventralis, spino-tectalis, spino-thalamicus, der Fascic. fundamentalis funiculi ant. die Filaradicularia des N. accessorius sind gut myelinisiert, während das Fasernetz des entsprechenden Kerns unvollkommene Myelinbildung aufweist.

In diesem Schnitt sieht man auch den distalen Teil des Wurmes und der Kleinhirnhemisphären. Die Markachsen der bezüglichen Lamellen zeigen gute Myelin-

bildung. Man kann die myelinisierten Fasern bis in die Kleinhirnrinde durch das Stratum granulosum, jedoch in bedeutend geringerer Anzahl als bei dem erwachsenen Affen, besonders in den lateralsten Lamellen der Hemisphären, sehen, während die myelinisierten Fasern der Purkinjeschen Zellschicht wenig myelinisiert und nur auf einer kurzen Strecke zu verfolgen sind. Die Zellen selbst sind noch klein. In diesem Schnitt tritt schon die Hintercommissur in der Form von dicken, zahlreichen und gut myelinisierten, leicht gebogenen durch die Markachse der dorsalsten Wurmlamelle verlaufenden Fasern auf; diese dringen dann in den ihre Fortsetzung bildenden Verbindungsarm ein. Hier kann man sie gut bis zur Teilung des Arms verfolgen. Auf der linken Seite des Schnittes scheint es, daß sich einige dieser Fasern krümmen, nach oben eine konkave Kurve bilden und mit einigen ebenfalls dicken, im Innern der Markachse einer der latero-dorsalen Hemisphärenlamellen gelegenen Fasern zusammenfügen; doch kann man dies nicht mit Sicherheit behaupten.

In einem etwas mehr proximal angelegten Querschnitt der Oblongata ist der oben aufgetretene Nucleus funiculi cuneati mit gut myelinisiertem Fasergeschlecht ausgerüstet.

In Frontalschnitten der Oblongata auf der Höhe der Decussatio lemnisci erscheinen die Pyramiden besser als auf den vorigen Schnitten, jedoch immer unvollständig myelinisiert. Der Markmantel des Nucleus funiculi gracilis und des Nucleus funiculi cuneati, die auf dieser Höhe die Neigung zeigen sich zu vereinigen, um die Hinterstranganlage zu bilden, ebenso das reiche Fasergeschlecht in ihrem Innern sind gut myelinisiert. Die Decussatio lemnisci, die von den Hintersträngen kommenden Fibrae arciformes interretic., der Fascic. spino-cerebell. dors. und der Faserkomplex des Fascic. spino-cerebell. ventralis, rubro-spinalis, spino-tectalis, spino-thalamicus haben gleichfalls gute Myelinisation. Das Fasernetz des Nucleus der N. hypoglossi (Plexus peri- und intranuclearis) und die entsprechenden Wurzelfasern, die Substantia gelatinosa, der Seitenteil des Tractus spinalis und die Fascic. comitantes trigemini sind myelinarm. Das Kleinhirn ist dem distalen Teil des Nucleus dentatus entsprechend geschnitten. Auch hier sind die Markachsen der Wurm- und Hemisphärenlamellen gut myelinisiert, doch fehlen die lateralsten Hemisphärenlamellen in dem Schnitt. Das Meditullium cerebelli hat dagegen in seinem ventralen Teil fortgeschrittene, aber unvollständige Myelinisierung. In ihm fallen die Fibrae semicircul. lat. durch ihre stärkere Myelinbildung auf.

In einem durch den Mittelteil des Nucleus hypoglossi angelegten Frontalschnitt (Abb. 21) bemerkt man, daß die Pyramiden etwas reicher an Myelin als auf dem vorigen Schnitt sind, während die Fasern des Stratum interolivare gut myelinisiert sind. Im Nucleus oliv. infer. kann man die Fibrae periolivares und periamiculares gut unterscheiden; die Fasern des Pedunculus olivae und die Fibrae fimbriatae externae und internae, besonders die ventralen, sind etwas arm an Myelin. Die Raphefasern, die Fibrae rectae inbegriffen, der Fascic. longitud. post. und das Restif. sind gut myelinisiert. Der Tractus solitarius, das Fasernetz des Nucleus hypoglossi (Plexus peri- und intranuclearis) und dessen Wurzelfasern, besonders da, wo sie hakenförmig im Kern enden, sind unvollständig myelinisiert; sehr arm an Myelin ist das Fasernetz des Nucleus alae cinerae; auch die auf der linken Hälfte des Schnittes in ihrem extrabulbären Verlauf sichtbaren Vagusfasern sind spärlich myelinisiert. Der Tractus triangul. intercalatus (von *Fuse*) hat gute Myelinbildung. Die Fibrae retro- und pretrigeminales sind gut, die intratrigeminales beinahe vollständig myelinisiert. In den anderen Oblongatabildungen sind keine Veränderungen. Dieser Schnitt durch das Kleinhirn ist unvollständig, es fehlt der dorsale Teil des Wurmes und die Peripherie der Hemisphären. Die Commissura ant. vermis ist unvollständig sichtbar und zeigt wenige, durch die Medianlinie laufende, gut myelinisierte Fasern. Da der Dorsalteil des Wurmes im Schnitt fehlt, ist eine Be-

schreibung der hinteren Commissur nicht möglich. Die Markachsen der sichtbaren Lamellen des Wurmes und der Hemisphären (Pars ventralis und media des Wurmes und Pars medialis der Hemisphären) sind teilweise myelinisiert, während das Meditullium cerebelli in der Pars dors. fast vollständig, in der Pars ventralis teilweise myelinisiert ist. Die Kleinhirnkerne sind in ihrem distalen Teil geschnitten. Der Nucleus fastigii und der Nucleus dentatus, der eine ovale und gelappte Form ohne Zipfel hat, sind deutlich zu erkennen. Zwischen diesen beiden Kernen sieht man zweiseitig zwei Zonen grauer Substanz: eine mittlere und eine seitliche. Da der Schnitt etwas schräg gelungen ist, hat die Medialzone rechts eine rundliche, links eine mehr ovale Form; diese weist außerdem größere Dimensionen auf. Die laterale Zone hat besonders links, wo sie beinahe die Form einer Birne mit ihrem Stiel annimmt, das Gebilde eines verlängerten und in seinem Ventralteil verengten

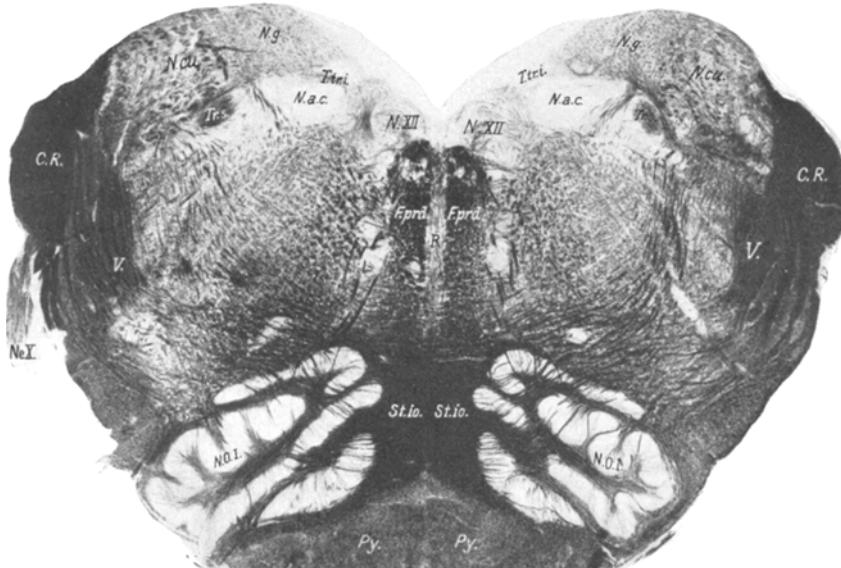


Abb. 21.

Ovoids. Diese beiden Zonen grauer Substanz scheinen durch ihre Topographie dem Nucleus globosus und dem Embolus des Menschen (Nucleus interpositus) gleichwertig zu sein. Im Innern dieser Kleinhirnkerne findet man ein sehr dichtes Fasernetz von Nervenfasern, jedoch weniger dicht als bei dem erwachsenen Affen. Diese Fasern bilden unter anderen den Pedunculus und das Vellus nuclei dentati und dringen in den Nucleus interpositus ein. Man sieht im Innern der Mittelzone einige dünne, quergeschnittene Faserstränge. Andere viel zahlreichere und dickere Bündel von derselben Richtung sieht man in der unmittelbar lateral von dem Nucleus fastigii gelegenen Zone und im Innern der dorsalen Hälfte der lateralen Zone, wo einige von den Bündeln sich in zwei dicke Stränge gruppieren, ein rundlicher und ein zweiter ovaler.

In einem unmittelbar mehr proximalen Frontalschnitt des Kleinhirns sieht man im Innern der Zonen grauer Substanz keine quergeschnittenen Fasern mehr, dagegen trifft man sie unmittelbar über dem Nucleus interpositus, seitlich am ventralsten Teil des Wurmes, in der Marksubstanz.

In einem etwas mehr proximalen Frontalschnitt der Oblongata sieht man spärliche Fibrae endopyramidales; der Tractus thalamo-olivaris ist etwas myelinarm; auch die Radix descendens Nervi vestibularis ist in vorgeschrittener, jedoch unvollständiger Myelinisation. In diesem Schnitt bemerkt man den Nucleus praepositus hypoglossi mit einem feinen, genügend myelinisierten Fasernetz. Auf der rechten Seite des Schnittes sieht man die Wurzel- und Stammfasern des IX. Nerven teilweise myelinisiert. Es ist nichts Neues bezüglich der andern Oblongatabildungen anzugeben.

Die Kleinhirnkerne sind stets sichtbar; der Nucleus dentatus ist unvollständig, der Nucleus fastigii ist besser, jedoch auch noch unvollständig myelinisiert. Die zwischen den beiden Kernen gelegene Zone ist mit einer einzigen, von dem sogenannten Nucleus interpositus gebildeten Masse grauer Substanz ausgefüllt. Diese Masse hat links die Form eines Ovoids mit etwas schräger, von oben nach unten und in lateral-medialer Richtung verlaufenden Achse; rechts eine unregelmäßige Form, die ungefähr der eines Herzens gleicht, mit schräger Achse von oben nach unten und in medio-lateraler Richtung mit vierzipfeligem Basis nach oben verläuft. Der in fortgeschrittener Myelinbildung befindliche Nucleus interpositus wird von dicken, seiner Achse parallel laufenden Fasersträngen durchzogen; dicke Faserstränge trennen ihn ferner vom Nucleus dentatus, während er medianwärts ohne genaue Begrenzung mit dem Nucleus fastigii zusammenfließt. Man unterscheidet unter den Fasersträngen die Ausstrahlung der sogenannten direkten sensorischen Kleinhirnbahn *Edingers*, die teils im Nucleus fastigii und teils im Nucleus interpositus endet. Die Commissura ant. vermis ist in ihrer Dorsalhälfte reich an bogenförmigen Fasern (Fibrae transversae commissurales), während ihre Ventralhälfte wenige, die Medianlinie durchkreuzende Fasern zeigt; erstere besteht vorzugsweise aus Fasern vertikalen Verlaufs, die man auch in ihrer Dorsalhälfte verfolgen kann (Fascic. medianus commissurae). Die seitlichsten, sich nach oben wendenden Fasern durchschneiden in rechtem Winkel die querlaufenden, oberflächlicheren Fasern der Dorsalhälfte der Commissur und bilden auf diese Weise eine inter- und suprafastigiale Mosaikzone, ähnlich der von *Stilling* und *De Sanctis* beim Menschen beschriebenen, wenn auch derselben topographisch nicht vollständig entsprechend. Der Schnitt ist zu klein ausgefallen, um ein genaues Urteil über die Myelinbildung der Lamellenmarkachsen des Wurmes und der Hemisphären und der hinteren Commissur zuzulassen, doch kann man behaupten, daß die Markachsen der zentralen Wurmlamellen etwas besser, besonders was die Rindsubstanz angeht, als die der medialen Lamellen der Hemisphären myelinisiert sind. Im Meditullium tritt der Unterschied zwischen dem in fortgeschrittener Myelinisation begriffenen Dorsalanteil und dem wenig myelinisierten Ventralteil mehr als im vorigen Schnitt hervor. Die quergeschnittenen Fasern haben die schon angegebenen morphologischen und topographischen Eigentümlichkeiten der früheren Schritte.

Proximalwärts fortschreitend sieht man, daß die Grenze zwischen dem N. fastigii und dem N. interpositus, die hier einen einzigen Kern bilden, immer unbestimmter wird; die Fasern der *Edingerschen* Bahn zeigen jedoch noch die primitive Trennung. Die vordere Commissur ist fortgesetzt reich an gut myelinisierten, zu Strängen vereinigten Fasern; bei diesen unterscheidet man eine suprafastigiale und eine interfastigiale Schicht. Auch die hintere Commissur ist reich an gut myelinisierten Fasern. Die dorsalsten Wurmlamellen sind myelinisiert wie die ventralen. Bezuglich der Hemisphären ist nichts Neues zu sagen. Der N. cochlearis ist in seinem medialen Teil stärker myelinisiert.

In einem durch den proximaleren Teil der Kerne angelegten Frontalschnitt sieht man, daß diese sich sehr verkleinert haben; sie sind sogar in der rechten Seite des Schnittes fast ganz verschwunden, während man links immer zwei Kerne, von

denen der laterale der Dentatus ist, unterscheiden kann. In der vorderen Commissur kann man drei Schichten erkennen: eine erste supra-, eine zweite inter- und eine dritte infrafastigiale. Nichts Neues ist bezüglich der Wurm- und der Hemisphärenlamellen zu sagen. Im Meditullum sieht man stets quergeschnittene Stränge mit ihren gewöhnlichen Eigentümlichkeiten. Fortdauernd tritt in ihm die starke Färbung der Fibrae semicirc. lat. hervor.

Das Restif. ist gut myelinisiert; auf der rechten Seite des Schnittes fängt der gut myelinisierte Bindearm, seitwärts vom ebenfalls gut myelinisierten Fascic. uncinatus umgeben, an sichtbar zu werden; auf beiden Seiten sieht man die direkte sensorische Kleinhirnbahn in fortgeschritten Myelinisierung; der Tractus thalamo-olivar, die letzten Auszweigungen des Pedunculus olivae infer. und die Fibrae fimbriatae internae sind wenig myelinisiert.

In einem auf der Höhe des proximalen Endes des Nucleus oliv. infer. angelegten Frontalschnitt sieht man die Pyramides, den Lemniscus, die Substantia reticul. alba und grisea, den Fascic. longitud. post. wie auf den vorigen Schnitten. Nur in den Pyramiden findet man etwas reichlichere, gut myelinisierte Fibrae intrapyramidales; einige von ihnen setzen sich seitwärts in den Fibrae periolivares fort. Der Fascic. cereb. spin. ventr., der Tractus rubro-spin., der tecto-spin. besonders der thalamo-oliv. haben spärliches Myelin. Der Tractus spinalis trigemini ist in seinem Medialteil fortdauernd gut, im seitlichen Teil etwas weniger gut myelinisiert. Das Fasernetz des Nucleus des N. facialis und die Fasern seiner Pars prima sowie das Restif., das Brachium conjunctivum, der Fascic. uncinatus und die Fasernetze der verschiedenen Kerne des Cochlearis und des Vestibularis sind gut myelinisiert. Die Laminae dors. und ventrales des Wurmes sind weniger myelinisiert als die mediae, die auch allerdings nirgends vollständige Myelinisation zeigen; besonders die Körnerschicht ist myelinarm. Das Meditullum ist in seinem Dorsalteil immer mehr myelinisiert; im ventralen Teil ist das mittlere Drittel besser myelinisiert als die zwei lateralen. Ein Teil der Fibrae semicirc. externae ist sichtbar, weil sie dicker und gefärbter sind als die andern Fasern dieser Zone. An der rechten Hälfte des Schnittes ist der Nucleus dentatus verschwunden; in der linken Hälfte, des Schnittes sieht man noch die Proximalextremität des Nucleus dentatus in der Form einer kleinen Zone grauer Substanz von ovoidaler Form mit großer Achse schräg in dorso-ventraler und medio-lateraler Richtung. Die quergeschnittenen Fasern sind verschwunden.

In einem, dem vorhergehenden unmittelbar proximalen, mit Fuchsin übergefärbten Schnitt beobachtet man an der linken Hälfte im Innern des N. vestibularis und am äußersten Punkt seines intrabulbären Verlaufes einen kleinen, runden Kern aus Zellen verschiedener Größe gebildet, die zumeist eher klein und infolge der Färbungsmethode von nicht gut zu bestimmender Form sind. Dieser Kern ist mit einem sehr lockeren Maschenennetz versehen, das aus ziemlich dicken Nervenfasern besteht, die nach *Pal* gut schwarz gefärbt erscheinen. Er hat nur geringe Höhe, so daß er nach wenigen Schnitten verschwindet. Man kann annehmen, daß er dem Martinschen Kern des Menschen entspricht, welch letzterer jedoch etwas dorsaler gelegen ist. Die Kleinhirncommissuren sind verschwunden.

In einem etwas schrägen Frontalschnitt der Brücke, der jedoch beiderseits den Fascic. teres durchschneidet, fällt nichts Neues bezüglich der Pyramides, des Lemniscus und des Fascic. longitud. post. auf. In fortgeschritten, jedoch unvollständiger Myelinisierung sind: die Substantia reticul. grisea und alba; teilweise myelinisiert sind das C. trapez., das Geflecht der Fibrae intra- und perinucleares der Oliva sup. und der Komplex des Fascic. cerebello-spinalis ventralis, rubro-spinalis, tecto-spinalis und thalamo-olivar; gut myelinisiert sind das Fasernetz des VII. Nerven, die Wurzelfasern der Pars prima und Pars secunda des N. facialis,

der N. acusticus (Pars cochlearis und vestibularis) mit seinen Kernen; der Tractus spinalis des N. vestibularis, der Tractus spinalis N. trigemini, außer seinem seitlichsten Teil, das Brachium conjunctivum und der Pedunculus cerebell. infer. Auf der linken Seite des Schnittes sieht man, besonders in seinem ventralen Teil, den Fascic. uncinatus gut myelinisiert.

Die dorsalsten Wurmlamellen sind weniger myelinisiert als die anderen; das gleiche gilt für die seitlichen Hemisphärenlamellen, die übrigens den dorsalsten Wurmlamellen entsprechen. Das ganze Meditullium ist unvollständig myelinisiert, die Myelinisation ist jedoch an seinem Seitenteil besonders spärlich.

In einem auf der Höhe des Genu des N. facialis angelegten Frontalschnitt der Brücke sieht man, daß die Pyramiden immer unvollständig, jedoch mehr als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert sind.

Der Lemniscus medialis, die Raphe, der Fascic. longitud. post., die Substantia reticul., das C. trapez., der Nucleus oliv. sup., die Radix mesencephalica, das Fasernetz des Nucleus sensibilis und motorius und der Tractus spinalis des N. trigeminus, das Kernfasernetz und die Wurzelfasern des VI. Nerven, die Wurzelfasern des VII. Nerven und des N. vestibul., das Restif. und der Bindearm sind gut myelinisiert. Die Nuclei des N. vestibul. medialis und lateralis dagegen befinden sich in fortgeschrittenener, aber unvollständiger Myelinisierung.

In dieser Region sind die Laminae des Wurmes und der Hemisphären besser als auf den vorigen Schnitten myelinisiert.

Im Wurm sind die dorsalsten Laminae, besonders in bezug auf die Körnerschicht immer weniger myelinisiert als die übrigen, im Meditullium ist der Mittelteil immer besser als der Seitenteil myelinisiert.

In einem durch den Mittelteil der Brücke gehenden Frontalschnitt sieht man, daß die Fibrae pyramidales und die Fibrae transversae pontis teilweise myelinisiert sind; diese letzteren kann man in drei Schichten teilen. In den Fascic. cerebro-spinales tritt der Mittelteil und besonders der Seitenteil der linken Pyramide durch ihre spärliche Myelinbildung hervor. Die Raphe, der Fascic. longitud. post., die Substantia reticul., das C. trapez., der Nucleus oliv. sup., der Komplex des Fascic. spino-cerebell.-ventralis, Tractus rubro-spinalis, tecto-spinalis und thalamo-olivaris, die Fila radicularia des Trigeminus mit seiner Radix mesencephalica und der Fascic. segmenti later. und das Brachium conjunctivum sind gut myelinisiert. Das Brachium pontis ist teilweise myelinisiert, das mittlere Fünftel mehr als die vier seitlichen; der Wurm und die Hemisphären sind wie im vorigen Schnitt.

In einem Schnitt des Proximalteils der Brücke, dem Locus coeruleus entsprechend, sieht man des letzteren Fasernetz wenig myelinisiert.

In einem der Decussatio nervorum trochlearium entsprechend angelegten Frontalschnitt der Brücke sieht man bezüglich der Pyramiden, des Brachium pontis, des Lemniscus medialis, des Brachium conjunctivum, der Raphe, des Fascic. longitud. postic. und der Substantia reticul. nichts Neues. Die Fibrae transversae pontis sind alle in fortgeschrittener Myelinisierung. Gut myelinisiert sind: der Komplex des Tractus rubro-spinalis, thalamo-olivaris und tecto-spinalis, der Lemniscus lateralis und die Fila radicularia des N. trochlearis. Auf diesem Schnitt sieht man den hintersten Teil der Colliculi inf. auftreten. Die Fasern der entsprechenden Kerne sind wenig myelinisiert; das gleiche gilt für die Fasern der Pars dorso-lateralis ihrer Kapsel (Stratum zonale der *Sterzi*ischen Nomenklatur) und des ventromedialen Teils der Kapsel (Stratum medullare profundum nach *Sterzi*). Verhältnismäßig besser sind die Commissur und die Commissurenfasern myelinisiert. Die Area parabigemina, welche besonders in ihren zwei ventralen Dritteln reich an queren, kurzen und langen Fasern ist, hat fortgeschrittenere Myelinisation. Im Wurm fällt die geringere Myelinisierung der Dorsallamellen und noch mehr die der Hemi-

sphärenlamellen im Vergleich zur Wurmmyelinisierung auf. Die Laminae medioventrales der Hemisphären sind besser myelinisiert als die anderen.

In einem dem Distalteil der Colliculi super. entsprechend angelegten Frontalschnitt des Mesencephalon sieht man, daß von den Fibrae transversae pontis die dorsalen teilweise, und die ventralen wenig myelinisiert sind. Wenn man den Pes pedunculi cerebri in Sechstel teilt, findet man, daß die zwei mittleren Sechstel gut, sehr wenig das Medialsechstel, teilweise die drei lateralen Sechstel myelinisiert sind; die letzteren sind viel mehr im Dorsal- als im Ventralteil myelinisiert. Die Zahl der myelinisierten Fasern nimmt in diesem Teil von der Mitte nach der Seite zu ab, so daß die verhältnismäßig stärker myelinisierte Zone den Anschein eines Kegels mit seitlichem Scheitel hat. Gut ist das Stratum intermedium pedunculi, genügend der Pes lemniscus profundus und die wenigen sichtbaren Fasern des Pes lemniscus superficialis, sehr wenig das Fasernetz der Substantia nigra myelinisiert. Die Decussatio brachiorum conjunctivorum, der Tractus rubrospinalis, der Lemniscus sup., der Fascic. longitud. postic. die Fila radicularia des N. oculo-motorius und das Fasernetz des entsprechenden Kerns, der Tractus tecto-spinalis und thalamo-olivaris, die Radix mesencephalica des N. Quintus und die Fibrae arcuatae internae des Mesencephalon sind gut myelinisiert. Diese letzteren sind im dorsalen Drittel ihres Verlaufs von radiären, gut myelinisierten Fasern durchkreuzt, die, indem sie sich durchschneiden, ein Netz von viereckigen Maschen bilden. Das Stratum griseum periependymale ist wenig myelinisiert. In den Colliculi super. trifft man die Fasern des Stratum medullare profundum und griseum profundum gut myelinisiert; ebenso wie auch die Decussatio segmenti dorsalis (*Meynert*) und die Decussatio ant. segmenti.

Auf der linken Seite des Schnittes sind das Brachium conjunctivum colliculi infer., das C. genicul. mediale, der Tractus opticus und das Pulvinar sehr wenig myelinisiert. Ebenfalls auf der linken Seite ist das C. genicul. later., das hier der Distalextrimität entsprechend durchschnitten ist, sichtbar und wenig myelinisiert. Seine Schnittoberfläche ist klein und hat eine unregelmäßige ovale Form. Der Stabkranz ist teilweise, die Gg. dagegen sind in noch geringerem Grade myelinisiert. Die Markpyramiden des G. centralis post. sind besser als die des G. corpus callosi und besonders als die des Lobus temporo-occipitalis myelinisiert. In diesem sind im Cornu Ammonis die Fimbria teilweise, der Alveus sehr spärlich myelinisiert. Auch die Marksubstanz der Gg. temporales ist sehr wenig myelinisiert. In der Rindensubstanz des G. centr. ant. und im Lobulus parietalis sup. bemerkt man eine mäßige Myelinbildung der Querfasern des interradiären Flechtwerkes; auch einige Fasern des superradiären Flechtwerkes sind myelinisiert; die Myelinisation der Gg. temporales und cinguli beschränkt sich auf die Marksubstanz. Das Tapetum ist sehr wenig myelinisiert und wird um so weniger, je mehr man nach unten fortschreitet; etwas besser die Radiatio optica; der Fascic. longitud. inf. ist gut myelinisiert. Dieser letztere Strang richtet sich zuerst nach oben und etwas medialwärts, bis er dorsal vom Ventriculus angelangt, die Richtung seiner Wände verfolgend, sich krümmt, indem er einen Bogen mit der Konkavität nach unten und medialwärts bildet; er behält dann diese Richtung bei, so daß man seine Fasern gut bis an den Rand des G. corporis callosi verfolgen kann. Es ist nicht möglich festzustellen, ob sie in dessen Inneres eindringen, da sie sich mit den Fibrae propriae dieser Zone mischen.

In einem etwas schrägen, durch den Mittelteil des Mesencephalon angelegten Schnitt (Abb. 22), von dem man nur die linke proximalere Hälfte beschreibt, sieht man, daß der Pes pedunculi besser als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert ist. Wenn man ihn in Zehntel teilt, sieht man, daß das mediale Zehntel wenige myelinisierte Fasern enthält, während das unmittelbar lateral davon gelegene Zehntel teilweise myelinisiert ist. Es folgen dann die vier mittleren Zehntel mit guter Myelinisation.

Der Rest ist teilweise myelinisiert, jedoch ist in seinem Dorsalteil ein gut myelinisierter Faserstrang zu sehen. Der Pes lemniscus profundus und die Zone der Substantia nigra sind teilweise, die Markkapsel, das Fasernetz des Nucleus ruber, die Decussatio ant. tegmenti, die Radiatio tegmenti, der Lemniscus sup. und der Tractus spino-tectalis und thalamicus sind gut myelinisiert.

In einem dem vorigen unmittelbar proximal angelegten Frontalschnitt hat das linke C. genic., wenn auch immer wenig myelinisiert, eine zweigelappte Form angenommen. Die beiden Lappen, von denen der mediale viel kleiner als der seitliche ist, sind durch eine Verlängerung der Kapsel voneinander getrennt. Nichts Neues ist bezüglich des Kerns des III. Nerven (auf diesem Schnitt sieht man den

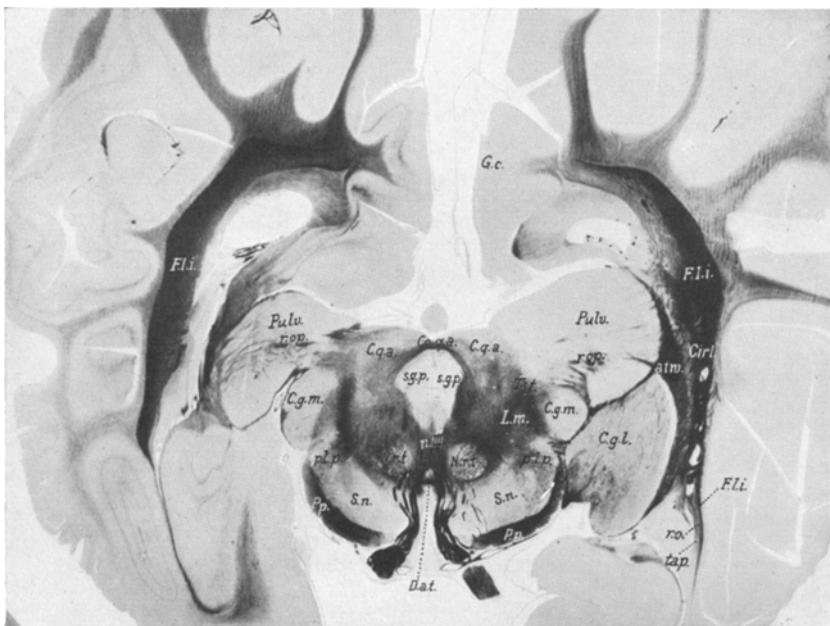


Abb. 22.

Hauptkern) der entsprechenden Wurzelfasern und des Stratum griseum subependymale zu bemerken. Von den Colliculi sup. sind das Stratum medullare und griseum profundum gut, die anderen Schichten teilweise, immerhin besser als auf dem vorigen Schnitte, myelinisiert; die entsprechende Commissur hat gute Myelinisierung. Das C. genic. mediale und laterale ist immer teilweise myelinisiert. Von diesem letzteren sind die Kapsel und der Hilus genügend, die Striae radiales weniger, und die Striae medullares, die man kaum hie und da wahrnimmt, noch weniger myelinisiert. Die Area triangularis von *Wernicke* ist gut, und die Radiatio optica ad Pulvinar teilweise myelinisiert. Im Thalamus ist die Lamina med. lat. gut myelinisiert. An dem Punkt, in welchem diese sich in den dorso-lateralen Teil der Kapsel des C. genic. lat. fortsetzt, löst sich von dieser Lamina ein kleiner, hakenförmiger Strang los, der eine unregelmäßig ovoidal geformte Zone, die mit einem in seinem ventralen Teil besonders reichlich myelinisierten, feinen Fasernetz versehen ist, von dem übrigen Teil des Thalamus teilweise trennt. Diese als die der ventralen Kerne des

Thalamus erkenntliche Zone wird auf solche Weise unvollständig von einer Kapsel umschlossen. Dieselbe wird ventralwärts von den zwei dorsalen Dritteln des dorso-medialen Teils der Kapsel des C. genic. lat., medialwärts zum Teil durch die Kapsel des C. genic. med., im übrigen medialen und dorsalen Teil, wo die Kapsel unvollständig ist, von Fasern, die der Radiatio optica und dem oben beschriebenen Hakenstrang anzugehören scheinen, umfaßt. Die Fasern des letztern teilen sich sogar medialwärts an einem bestimmten Punkte in zwei abweichende Faserstränge, die sich in die der Radiatio optica fortzusetzen scheinen; lateralwärts richten sie sich nach unten und seitlich in gekrümmtem Verlauf, durchkreuzen die Fasern des dorso-medialen Teils der Kapsel des C. genic. lat. an ihrem äußersten Ende, in dem sie ein dichtes Netz viereckiger Maschen bilden, und dringen dann in den Seitenteil der Kapsel ein, wo man sie eine kurze Strecke verfolgen kann; die medialsten dieser Fasern scheinen sogar in die dorso-lateralen Teile des Genic. lat vorzudringen.

Das Tapetum, die Radiatio optica und der Fascic. longitud. infer. verhalten sich wie auf dem vorigen Schnitt.

Die Pars retro-lenticularis der inneren Kapsel ist teilweise myelinisiert, ebenso der Stabkranz und in geringerem Grade die Windungen. Der G. fronto-parietalis medialis und der Lobulus parietalis sup. sind mehr als der G. angularis, die Gg. temporales und temporo-occipitales myelinisiert. Die Myelinbildung letzterer ist wie auf dem vorigen Schnitt. In dem G. angularis ist die Myelinisierung auf die Marksubstanz beschränkt.

In einem unmittelbar proximalwärts von diesem angelegten Schnitte fängt rechts auch das C. genic. lat. an sichtbar zu werden; dieses erscheint hier in der Form von zwei kleinen unregelmäßig ovoidalen Massen, die durch einen teilweise von Gefäßen ausgefüllten Zwischenraum voneinander getrennt sind.

In einem etwas schrägen, dem Proximalteil des Nucleus ruber entsprechend angelegten Frontalschnitt sieht man, daß der Pes pedunculi in den drei mittleren Sechsteln gut, in den zwei lateralen Sechsteln, in welchen der Dorsalteil besser myelinisiert ist, teilweise und wenig im medialen Sechstel myelinisiert ist. Der Pes Lemniscus profundus ist gut und die Zone der Substantia nigra teilweise myelinisiert. Gut sind auch die Area segmenti Forelii, die Decussatio ant. segmenti, der Nucleus ruber mit seiner Kapsel und seinem intranucleären Fasernetz, der Fascic. retroflexus, der Fascic. mammilaris princeps, der Lemniscus sup. und teilweise das Stratum griseum periependymale rings um den Ventriculus tertius myelinisiert. Der Thalamus ist in seinem ventralen Teil teilweise myelinisiert, weniger im dorsalen und besonders im dorso-medialen Teil, der sehr wenig myelinisiert ist; ebenfalls ist das Stratum zonale, besonders in seinem dorso-medialen Teil, wenig myelinisiert; die Lamina medull. lat. und das Stratum reticul. haben gute Myelinisation. Das Ganglion habenulae ist in seinem dorsalen Teil gut, wenig im medio-ventralen Teil myelinisiert. Die Fasern der Commissura interhabenularis, die hier in ihrem Seiten teil sichtbar sind, zeigen gute Myelinbildung. Links ist das C. genic. lat. in der Zone seiner größten Ausdehnung durchschnitten und zeigt sein ihm eigentümliches Bild. Rechts dagegen ist es wie in zwei Lappen geteilt, die eine unregelmäßig viereckige Form haben und voneinander durch den Dorsalteil der Kapsel, die wie ein Keil in sie eindringt, vollständig getrennt sind. In den C. genic. lat. sind das Stratum zonale und der Hilus gut myelinisiert, die lamellöse Struktur ist wegen der fehlenden Myelinisation der Striae medullares nicht sichtbar. Links ist das C. genic. lat. in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar und kann man sehr gut die Striae sagittales beobachten. Letztere sind in ihren zwei medio-ventralen Dritteln gut, in ihren zwei latero-dorsalen Dritteln wenig myelinisiert. Die Area triangularis (*Wernicke*) und der Tractus opticus, die man auf der linken Hälfte des Schnittes sieht, sind gut myelinisiert, spärlich die C. genic. med.; von diesen ist das linke teilweise und das

rechte vollständig sichtbar. Die Nuclei caudati sind myelinlos; das Cingulum ist auf beiden Seiten spärlich myelinisiert. Das Stratum griseum periependymale rings um den Ventriculus lat. ist vollständig myelinlos. Das C. callosum ist teilweise myelinisiert; seine Ventralfasern sind mehr als seine dorsalen und letztere mehr als die medialen myelinisiert; außerdem sind die lateralen mehr als die medialen myelinisiert. Das Corpus forniciis ist etwas besser myelinisiert; die Myelinisation im Ventralteil des letzteren ist spärlicher, dagegen ausgesprochener in einem etwas entsprechenden kleinen, schrägen Faserstrang und an dem Punkt, in welchem der Formix sich mit dem C. callosum (Fornix longus) vereinigt. Nichts Neues ist bezüglich der Myelinisierung der Windungen und der Marksubstanz des Telencephalon zu sagen.

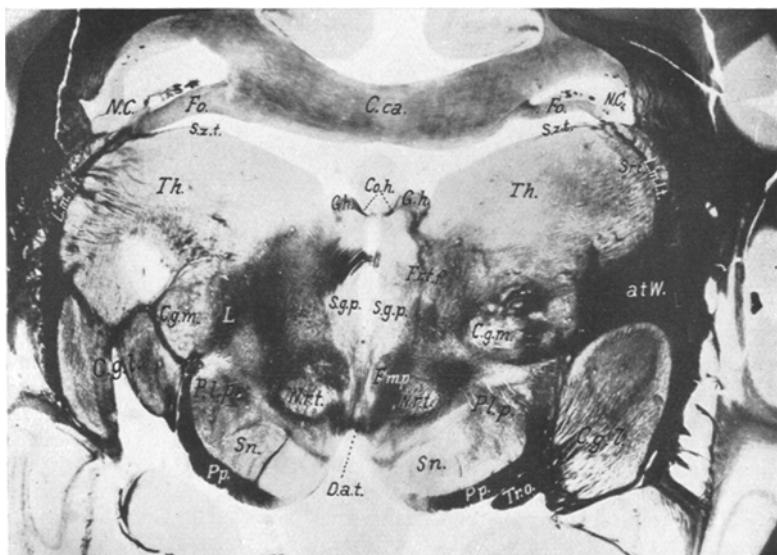


Abb. 23.

In einem etwas schrägen, auf der Höhe der Corpora quadrigemina, angelegten Frontalschnitt sieht man, daß diese, sowie die Kapselfasern und auch das Nervenfasernetz in ihrem Innern, wenig myelinisiert sind. Der Fascic. mamillaris princeps ist gut myelinisiert; in der Commissura supramammilaris sind kaum einige Fasern myelinisiert. Der Ventralteil der Kapsel enthält wenige myelinisierte Fasern; diese sind in dem lateralen Anteil etwas zahlreicher. Der Pes pedunculi ist in seinem medialen und in seinen zwei lateralen Sechsteln teilweise myelinisiert, gut der übrige Teil und die Zona pectinata. In fortgeschrittenem, jedoch unvollständiger Myelinbildung befindet sich das C. genic. lat., das wegen des schrägen Schnittes nur links sichtbar ist. In ihm sieht man auch die dorsalsten, ebenfalls unvollständig myelinisierten Striae medullares. Die Area triangularis von Wernicke, der Tractus opticus, die Area tegmenti Forelii mit ihrer Pars ventralis und dorsalis und die Zona incerta sind gut myelinisiert. Das Corpus subthalamicum ist teilweise auf der rechten Seite des Schnittes sichtbar, auf der linken in seiner ganzen Ausdehnung; es ist gut myelinisiert, sowohl was die Kapsel als auch das intranucleare Fasernetz betrifft. Der Thalamus ist in seinem lateralnen und ventralen Teil

teilweise, sehr wenig im dorso-medialen Teil myelinisiert. Der Nucleus ventralis thalami ist in drei Teile geteilt; die Homologien sind schwer festzustellen, ich glaube jedoch, daß der Nucleus semilunaris der medialste der drei Teile ist. Die Lamina medull. med. ist myelinlos, die lat. weitgehend myelinisiert; das Stratum zonale ist teilweise in den zwei lateralen, gar nicht im medialen Drittel myelinisiert. Das Ganglion habenulae ist teilweise myelinisiert; seine Myelinisation ist in seinem dorsalen und lateralen Teil fortgeschritten, dagegen spärlich in seinem ventro-medialen Teil; die Taenia thalami ist gut myelinisiert. Der Nucleus caudatus ist myelinlos. Die innere Kapsel ist in fortgeschritten Myelinbildung begriffen. Das C. callosum ist weniger als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert; die ventrale Hälfte des ersteren ist etwas mehr als die dorsale und die lateralen etwas mehr als die medialen Anteile myelinisiert. Die Myelinisation des Fornix zeigt keine Abweichungen von der des vorigen Schnittes. In den Gg. der Lobus frontalis (Gyrus centr. ant.) und parietalis (Gyrus centr. post.) ist fortgeschrittene Myelinisierung zu sehen; diese ist dagegen in den Windungen des Lobus temporalis durchweg spärlich. In den Gg. temporales ist die Myelinbildung auf die Marksubstanz beschränkt; bei den andern Windungen sind die Querfasern des interradiären und auch einige Querfasern des superradiären Flechtwerkes recht gut myelinisiert. Es sind immer die Fasern, die man von dem Fascic. longitud. infer. bis beinahe an die Basis des Stabkranzes des G. corporis callosi verfolgen kann, gut sichtbar.

In einem auf der Höhe des Chiasma nervorum opticorum angelegten Schnitte sieht man, daß dieses in fortgeschritten, doch unvollständiger Myelinisation begriffen ist. Es ist nichts Neues bezüglich der Zona pectinata und des Hypothalamus zu bemerken. Im Thalamus beginnt die teilweise myelinisierte Lamina medull. med. sichtbar zu werden. Die Lamina medull. lat. ist gut myelinisiert; das Stratum reticul. und der ganze Ventralteil des Thalamus, sowie das Stratum zonale sind teilweise myelinisiert, sein übriger Teil ist myelinlos. Die Taenia thalami, ausgenommen in ihrem ventro-medialen Teil, hat gute Myelinisierung. Im Nucleus lentif. befinden sich der Globus pallidus und die Laminae medull. in vorgeschrittener Myelinisation; das Putamen ist fast gänzlich myelinlos; die Ansa lentif. ist in vorgeschrittener Myelinbildung begriffen. Das Cingulum ist wenig myelinisiert. Es ist nichts Neues bezüglich der Windungen zu sagen. Das C. callosum ist im großen ganzen noch weniger als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert, etwas mehr allerdings in der Ventralhälfte und den lateralen Anteilen. Die Crura anter. forniciis, besonders der Fornix longus sind teilweise myelinisiert.

In einem auf der Höhe des Genu der Caps. int. angelegten Frontalschnitt sieht man, daß die innere Kapsel in ihrem ventralen Fünftel wenig myelinisiert ist. Vom Thalamus sind die Laminae medull. teilweise myelinisiert, die mediales weniger als die lateralis; ebenso ist der zwischen diesen gelegene Teil teilweise myelinisiert; der dem Nucleus medialis und dorsalis entsprechende Teil ist myelinlos. Die Taenia thalami befindet sich in vorgeschrittener Myelinisation; das Stratum zonale und die längs der Medalseite des Thalamus bis an die Taenia herankommenden Fasern sind teilweise myelinisiert. Im Nucleus lentif. sind die Laminae medull. und der Globus pallidus gut, sehr wenig das Putamen myelinisiert. Man findet in der Capsula externa und extrema eine teilweise Myelinisierung, während das Claustrum nur in seinem dorsalsten Teile einige myelinisierte Fasern aufweist; vollständig myelinlos ist der Colliculus caudatus. Das C. forniciis und das C. callosum sind teilweise, das Crus ant. forniciis ist spärlich myelinisiert. Die Myelinbildung hat in der Commissura ant. und in deren Pars olfactoria kaum begonnen. Die Pyramides medull. der Gg. frontales befinden sich in vorgeschrittener Myelinisation, während die des G. cinguli und der Gg. des Lobus temporalis sehr wenig myelinisiert sind; die Gg. orbitales zeigen fast gar keine Myelinbildung. In der Rindensubstanz dieser

letzteren findet man nur vereinzelte myelinisierte Querfasern, während die der Gg. des Lobus temporalis und des G. cinguli myelinlos ist, die der Gg. frontales zeigt ein ziemlich dichtes interradiäres Flechtwerk und auch einige myelinisierte Querfasern des superradiären Flechtwerkes.

In einem dem Caput nuclei caudati entsprechend angelegten Frontalschnitt sieht man das C. callosum immer nur teilweise myelinisiert, jedoch mehr als in den vorigen Schnitten; sein Ventralteil ist besser als der dorsale Teil, und dieser mehr als der mediale Anteil myelinisiert. Der Fornix, sowie auch die Stränge, die durch das Septum pellucidum verlaufen, der Fascic. pericavitarius medialis und der Fascic. olfactorius forniciis sind teilweise myelinisiert. Im Nucleus lentif. sind die Lamina medull. later. und der laterale Abschnitt des Globus pallidus in vorgeschrifteter Myelinisierung begriffen, das Putamen ist sehr wenig myelinisiert. Der Nucleus caudatus ist vollständig myelinlos. In dem Ventralfünftel ist die innere Kapsel wenig, die Capsula externa und extrema sind teilweise myelinisiert; das Claustrum ist myelinlos. Die Marksubstanz der Gg. des Lobus frontalis ist gut myelinisiert, während die Gg. des Lobus temporalis sehr wenig und die Gg. olfactorii fast gar nicht myelinisiert sind. Die Myelinbildung der Rindensubstanz ist gleich der schon früher beschriebenen. Auf dem linken Teil des Schnittes ist die teilweise myelinisierte Radix olfactoria medialis sichtbar.

In einem vor dem vorhergehenden angelegten Frontalschnitt sieht man, daß das C. callosum etwas weniger myelinisiert ist. In ihm ist verhältnismäßig die Myelinisierung reichlicher im dorsalen, weniger im mittleren, am meisten im ventralen Anteil. Im mittleren Anteil sind außer Quer- auch Vertikal- und Schrägfaserstränge vorhanden. Nahe am Dorsalrand des Balkens treten durch ihre starke Myelinisation zwei den Striae longitud. mediales entsprechende Faserstränge mit dorso-ventralem Verlauf hervor. Die Crura ant. forniciis sind an ihrer dorso-medialen Peripherie und leicht in ihrem Innern myelinisiert. Die Fasern der Zone, wo die mediale Seite sich mit der dorsalen vereinigt, sind besonders myelinisiert. Im Septum pellucidum sind der Fascic. pericavitarius medialis und der Fascic. olfactorius forniciis etwas besser als auf dem vorigen Schnitt myelinisiert. Das Putamen und der Nucleus caudatus sind myelinlos. Die ganze innere Kapsel ist, jedoch weniger als, auf dem vorigen Schnitte, sowie auch die Capsula externa und extrema, teilweise myelinisiert; das Claustrum ist myelinlos. Nichts Neues ist bezüglich der Myelinbildung der Windungen zu sagen.

In einem dem Genu corporis callosi entsprechend angelegten Frontalschnitt sieht man, daß die Myelinisation dieses letzteren immer mehr an Stärke abnimmt, wenn auch stets die obenbeschriebenen, den Striae longitud. med. entsprechenden Fibrae perforantes bedeutend besser myelinisiert sind. Die Dorsalhälfte des Balkens ist verhältnismäßig fortdauernd besser myelinisiert; in der Ventralhälfte sieht man auch quere und ebenso einige schräge Stränge. Es ist nichts Neues bezüglich der Crura anter. forniciis zu sagen. Die Gg. frontales sind teilweise myelinisiert.

In mehr proximalen Frontalschnitten sieht man, daß die Myelinbildung des C. callosum immer mehr abnimmt, bis sie kaum angedeutet scheint. In der Ventralhälfte sind die vertikalen und schrägen Stränge fortwährend sichtbar.

In dem Proximalteil des Lobus occipitalis entsprechend angelegten Frontalschnitten sieht man, daß die Marksubstanz der Gg. temporo-occipitales spärlich myelinisiert ist; etwas besser ist die den Lippen der Fissura calcarina entsprechende Zone myelinisiert. Übrigens sieht man die Achse der Stabkränze in allen Windungen spärlich myelinisiert; die Myelinisation in den Strahlen des interradiären Flechtwerkes ist kaum angedeutet. Die Myelinisierung erreicht nicht das superradiäre Flechtwerk. Die Fasern des Fascic. longitud. infer. sind gut myelinisiert; die Fasern der Radiatio optica befinden sich in vorgeschriftener, jedoch unvollständiger

Myelinbildung, während letztere in den Fasern des Tapetum erst im Entstehen ist; am wenigsten ist dieses in seinen lateralsten Anteilen myelinisiert.

Zusammenfassung und Besprechung der Befunde.

Rückenmark.

Bei dem Vorhergehenden ergibt sich, daß bei dem von mir untersuchten ausgetragenen Makakus das Rückenmark gänzlich myelinlos war. Bei dem drei Wochen alten Makakus war dagegen die Myelinbildung der Stränge, mit Ausnahme des Fascic. cerebrospinalis, eine vollkommene. Die Myelinisierung ist auch unvollkommen im Innern des Fasernetzes der Hörner und der intramedullären Wurzelfasern. Diese letzteren sind jedoch auf der Höhe des Lendenmarks, wo auch die Zona terminalis, gelatinosa und spongiosa es teilweise sind, vollständig myelinisiert. In den verschiedenen Segmenten ist dagegen die Commissura anter. alba besser myelinisiert. Die hinteren Wurzelfasern in ihrem extramedullären Verlauf sind gut myelinisiert.

Bei dem Papio ist die Myelinisierung der Stränge ebenfalls vollkommen, mit Ausnahme der Fascic. cerebrospinalis, deren Myelinisation nur sehr spärlich ist und in proximal-distaler Richtung abnimmt. Man muß noch bemerken, daß man auf der Höhe der zweiten Dorsalwurzel auch die Zone der Fascic. rubrospinalis etwas myelinarm findet. Die Myelinisation der Netzfäsern des Cornu ant. ist spärlich und im ganzen um so spärlicher, je mehr man distalwärts vorschreitet; jedoch ist sie auf der Höhe der letzten dorsalen Segmente geringer als in dem Proximalteil des Lendenmarks. Die Myelinisierung der Commissura ant. alba entspricht derjenigen des Fasernetzes der Vorderhörner; sie kann auf der Höhe des oberen Lendenmarks als vollständig gelten. Die Myelinbildung des Fasernetzes des Hinterhorns ist spärlich, die Zona terminalis ist teilweise myelinisiert, während die Zona spongiosa und gelatinosa und die Commissura post. alba gänzlich myelinlos sind. Die Schnitte gestatten uns, die Fibrae radic. ant. intramedull. nur auf der Höhe des oberen Lendenmarks, des zweiten Dorsalsegments und des ersten und zweiten Cervicalsegments zu studieren. Dabei konnten wir feststellen, daß sie auf der Höhe des Lendenmarks vollständig myelinisiert, auf der Höhe der anderen Segmente, besonders im Dorsalmark, in vorgeschrittener, wenn auch unvollständiger Myelinisation begriffen waren. Die Myelinisierung der hinteren Wurzelfasern in ihrem intramedullären Verlauf ist überall, besonders auf der Höhe des Distalteils des Dorsalmarks, nur eine partielle, während sie sich auf der Höhe des Halsmarks vorgeschrittener befindet. Die Wurzeln waren auf der Höhe der Cauda equina in ihrem extramedullären Verlauf vollständig, auf der Höhe des Halsmarks und besonders des Dorsalmarks unvollständig myelinisiert.

Die zwei Affen boten den gleichen Myelinbildungstypus; dasselbe kann man auch beim Menschen feststellen. Bei diesem beginnt die Myelinisation schon im Anfang des fünften Monats des intrauterinen Lebens in den Vorderwurzeln und in der gleichnamigen Commissur. Bei dem ausgetragenen Foetus kann man die Myelinisierung sowohl der Wurzeln (mit Ausnahme derjenigen des Brustteils) als auch des Fascic. fundamentalis des Vorder- und Seitenstranges als vollkommen bezeichnen, während sie etwas später in den hinteren und in den spino-cerebellaren Strängen auftritt, wo sie im neunten Monat des extrauterinen Lebens vollständig wird und vor allem in dem Fascic. cerebrospinalis, der erst im vierten Jahre vollständig myelinisiert ist.

Zeitlich entwickelt sich also die Myelinisation beim Menschen erst später als beim Papio. Bei dem Makakus, in welchem das Mark des ausgetragenen Exemplars myelinlos, und das des drei Wochen alten Exemplars reicher als dasjenige des gleichaltrigen Menschen war, müssen wir annehmen, daß die Myelinbildung dieses Teils des Nervensystems sich erst nach dem Abschluß des intrauterinen Lebens ausbildet, jedoch sehr viel schneller beim Makakus als beim Menschen. Dies macht begreiflich, daß man beim Papio und beim Makakus am Ende der dritten Woche schon den Hinterstrang und die spino-cerebellaren Stränge gut myelinisiert findet. Im allgemeinen bleibt jedoch der zeitliche Verlauf der Myelinisation derselbe bei den zwei besprochenen Affen wie beim Menschen.

* * *

Was die Zusammensetzung der Stränge der von mir untersuchten Rückenmarksexemplare betrifft, möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Tatsache lenken, daß beim drei Wochen alten Makakus, wie wir sehen werden, die Zone des Fascic. cerebrospinalis längs des Proximalteils der Oblongata sehr arm an myelinisierten Fasern ist, und daß diese im Distalteil gänzlich fehlen, während das Rückenmark eine gewisse Menge myelinisierter Fasern aufweist. Dies zeigt, daß wie beim Menschen und Papio Sphinx (nach *Mingazzini*) auch im Makakus die Gegend des Fascic. cerebrospinalis Fasern im Rückenmark enthält, die nicht demselben angehören: d. h. die Fasern des Tractus rubrospinalis und thalamospinalis, und auch die Fasern, die die Substantia reticul. grisea der Brücke und des Bulbus mit dem Rückenmark verbinden. Dieser Befund beim Makakus gestattet daher nicht, mit *Karasin* anzunehmen, daß der Fascic. cerebrospinalis cruciatus nur Pyramidenfasern enthalte, die in zwei verschiedenen Zeiten myelinisiert werden; denn die entsprechenden Fasern auf der Höhe des Distalteils der Oblongata waren vollständig myelinlos. Damit wird auch die ähnliche Ansicht *Mingazzinis*, die

sich auf den Gang der Myelinisation beim Papio begründet, bestärkt. Aus Gründen, die ich weiterhin bei der Besprechung der Myelinbildung der Oblongata ausführlich auseinandersetzen werde, scheint mir dagegen, sowohl beim Makakus als beim Papio, *Mingazzinis* Ansicht nicht bestätigt, daß nämlich in dem Fascic. cerebrospinalis cruciatus nach unten laufende Cerebellarfasern enthalten seien, die von den intrapiramidalen Fasern herkommen.

Ferner zeigt das Fasernetz in den Vorderhörnern Unterschiede in der Stärke der Myelinisation, je nach den Segmenten. Da nun Beziehungen zwischen den Vorderhörnern und den Fasern des Fascic. cerebrospinalis, wenn sie auch histologisch nicht nachgewiesen wurden, doch mehr als wahrscheinlich sind, könnte man logischerweise erwarten, daß die Myelinbildung der zweiten die der ersten beeinflussen mußte und daß demnach das intracornuale Fasernetz um so weniger myelinisiert wäre, je mehr man von den proximalen Segmenten zu den distalen vorschreitet. Daß diese Voraussetzung einen absoluten Wert für den Makakus haben kann, ist schon durch die Tatsache ausgeschlossen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach bei ihm die Pyramidenfasern in ihrem intramedullären Verlauf myelinlos sind, wie wir sie nachgewiesenemaßen im distalen Teil der Oblongata gefunden haben. Anderseits wäre es nicht zulässig zu behaupten, daß die Myelinisation des Fasernetzes der Vorderhörner getreu den obenerwähnten Voraussetzungen entspreche. Bei unserm drei Wochen alten Makakus z. B. war das besprochene Netz besser im Lendenmark als im Hals- und Dorsalmark myelinisiert, und beim Papio besser im Lenden- und Halsmark als im Dorsalmark. Diese letzten Befunde könnte man in Beziehung zu den beim Menschen erhobenen setzen, bei welchem nämlich die Myelogenese der Wurzeln später im Brustteil des Rückenmarks, als in den Hals- und Lendenteilen auftritt. Und daß dies mit dem übereinstimmt, was wir beim Papio angetroffen haben, zeigt die Tatsache, daß beim ersten die dorsalen Wurzeln am wenigsten myelinisiert waren. Um aus alle diesem allgemeine Folgerungen ziehen zu können, müßte man über verschiedene Rückenmarken aus verschiedenen Entwicklungsstufen verfügen können; jedoch erscheint mir auch auf Grund der mit meinem spärlichen Material erzielten Befunde die Schlußfolgerung nicht gewagt, daß die Myelinbildung der Vorderhörner wenigstens bis zu einem bestimmten Punkt unabhängig von der Myelinisierung des Fascic. cerebrospinalis ist. Es wird dies übrigens durch ähnliche Ansichten von *Marburg* bestätigt, der auf Grund des Studiums der Ontogenese des menschlichen Zentralnervensystems zu beweisen sucht, daß die verschiedenen Gebilde desselben in ihrer Entwicklung eine gewisse Autonomie besitzen.

Großhirnstamm.

Aus der vorigen Beschreibung ist deutlich zu erkennen, daß ich in den Schnitten von Oblongata und Pons beim ausgetragenen Macacus rhesus eine beginnende Myelinisation des Fascic. longitud. post., praedors. und fundament. funiculi ant. und eine etwas vorgeschrittenere der Wurzelfasern des VI. und VII. Nerven, des Vestibularis, des X. und XII. Nerven gefunden habe. Bei dem drei Wochen alten Makakus waren die Pyramiden in den distalsten Teilen der Oblongata durchaus myelinlos. Jedoch bildeten sie rasch spärliches Myelin, das allmählich, je mehr man in Oblongata, Pons und Pes pedunculi proximalwärts weiter vordrang, zunahm, wenn auch die Myelinisation immer eine spärliche war. Zwischen den Pyramidenfasern schlängelten sich spärliche intrapiramidale Fasern, die besser als die des Fascic. cerebrospinalis myelinisiert waren. Weniger myelinisiert als die Pyramidenfasern waren die Fibrae cerebropontinae der Via cerebellaris media. Der Nucleus oliv. inf. war im allgemeinen teilweise myelinisiert, und zwar waren die Fibrae periamicul. besser als die Fibrae pedunculi, und diese besser als die Fimbriatae externae und internae myelinisiert. Die Fibrae oliv.-cerebell. und cerebello-oliv. (Restiformales von *Mingazzini*) waren myelinlos.

Der Lemniscus medialis war in der Oblongata in vorgeschrittener Myelogenese, sowie auch im Pons und im Mesencephalon, während die Hinterstranganlage in der Oblongata sehr wenig Myelin zeigte. Die Fibrae arcuatae internae lemniscales waren partiell, die dorsalsten am wenigsten myelinisiert.

Die Fascic. spino-cerebell. ventralis und dorsalis waren besonders gut myelinisiert, während das Restif. in seinem distalsten Teil vollständig, mehr proximalwärts dagegen, in seinem ventro-medialen Teil etwas spärlich myelinisiert war. Der Komplex der Tractus spinothalamicus und rubrospinalis zeigte in der Oblongata und dem Pons wenig Myelin und noch weniger der Tractus thalamo-olivaris. Die Myelinisation dieser Stränge nahm zwar proximalwärts fortschreitend zu, blieb aber immer unvollständig, besonders im Thalamo-olivaris. Der Fascic. longitud. post. war im Mittelteil der Oblongata in vorgeschrittener Myelinbildung, weniger war dies in dessen oberem Teil der Fall. Im Pons und im Mesencephalon war seine Myelinisierung vollständig. Der Fascic. praedors. war in der distalen Hälfte der Oblongata gut myelinisiert; je mehr man von da aus in der Oblongata und in der Brücke in proximaler Richtung vorschritt, wurde er nach und nach um so ärmer an myelinisierten Fasern. Sein Myelinisationsstadium im Mesencephalon konnte ich nicht beurteilen, weil die entsprechende Zone im Schnitt fehlte. Auch die Raphe war je nach ihrer Höhe verschieden myelinisiert. In der Oblongata, auf der Höhe des distalen Viertels des

Nucleus oliv. inf., war sie in ihrem dorsalsten Teil, der sich zwischen den zwei Hypoglossuskernen befindet, myelinlos. Proximalwärts fortschreitend verlor die Raphe einige myelinisierte Fasern in ihrer ganzen Ausdehnung. Am Proximalteil der Brücke bereicherte sich der Dorsalteil der Raphe mit myelinisierten Fasern, und in ihrem unmittelbar dorsal von den Pyramiden gelegenen Teil begann das Fasergeflecht des C. trapez. sichtbar zu werden; noch mehr proximalwärts bereicherte sich die Raphe zuletzt mit Fasern, die vom Stratum profundum der transversae pontis herkamen; schließlich erschienen in der Höhe der Decussatio nervorum trochlearium im basalen Teil der Raphe Fasern, die ebenfalls vom Stratum complexum und superfic. der transversae pontis herkamen. Dagegen wurde der Dorsalteil der Raphe proximal vom Abducenskern immer ärmer an myelinisierten Fasern; in der Höhe der Decussatio nervorum trochlearium fand man einige myelinisierte Fasern nur in ihrem ventralen Teil und noch spärlichere Fasern in dem dem Fascic. praedors. entsprechenden Abschnitt, während man gar keine in dem dem Fascic. longitud. post. entsprechenden Teil vorfand. Noch mehr proximalwärts wurde die Raphe auch in dem dem Facic. praedors. entsprechenden Abschnitt ganz myelinlos. Im Mesencephalon war es nicht möglich, die Raphe zu studieren, weil es in den Schnitten fehlte.

Die Substantia reticul. segmenti war in ihrem medialen Teil, besonders in der Pars media der Oblongata wenig myelinisiert, während ihr lateraler Teil hier vollständig myelinlos war; nur im Pons im dorsalen Teil der Pars lat. der Substantia reticul. segmenti sah man eine beginnende Myelinbildung. Im proximalen Abschnitt der Brücke jedoch war die Substantia reticul. alba im ganzen sehr wenig myelinisiert, etwas besser, wenn auch immerhin nur partiell, in den proximalen Abschnitten des Mesencephalon. Auf den am distalen Teil des Mesencephalon angelegten Schnitten fehlte die entsprechende Zone. Die Fibrae transversae pontis waren im allgemeinen recht wenig myelinisiert. Im Stratum complexum waren die myelinisierten Fasern nur vereinzelt; im Superficiale bildeten sie, lateral von den Pyramiden, in seinem medialen Teil einen dünnen Strang; die Fasern des Stratum profundum waren verhältnismäßig mehr myelinisiert.

Was die Hirnnerven anbelangt, so erschienen die Fibrae radiculares der III., IV., VI., IX., X. und XII. Nerven (es fehlen die dem XI. Nerven entsprechenden Schnitte) vollständig myelinisiert; fast vollständig waren die des VII. Nerven myelinisiert. Das Fasergeflecht der Ursprungskerne des Oculomotorius und trochlearis war teilweise, das des Abducens sehr spärlich myelinisiert, das von Facialis, Glosso-pharyngeus, Vagus und Hypoglossus war myelinlos. Die Fibrae supra-reticulares des Hypoglossus (*Mingazzini*) und der Tractus solitarius waren teil-

weise, die Fibrae radiculares des Trigeminus und sein Tractus spinalis, besonders in seinem lateralnen Abschnitt, und das Fasernetz der entsprechenden Kerne wenig, seine Radix mesencephalica gut, der Locus coeruleus und die Fascic. comitantes gar nicht myelinisiert. Die Fila radicularia des N. vestibularis waren ziemlich, seine Ursprungskerne und sein Tractus descendens wenig, die Fibrae des Cochlearis weniger als die des Vestibularis und sehr wenig die Kerne des Cochlearis myelinisiert.

Unter den Formationen, die zur zentralen Bahn des Acusticus gehören, fand man das C. trapez., den Nucleus oliv. sup. (Plexus peri- und intranuclearis) spärlich, etwas besser den Lemniscus lat. myelinisiert. Die Substantia nigra war ganz ohne Myelin; leidlich myelinhaltig war der Pes lemniscus profundus, in vorgeschrittenner Myelinisierung der Nucleus ruber (Capsula und intranucleäres Fasernetz), besonders in seinem distalen Teil. Die Corpora bigemina zeigten im allgemeinen spärlich myelinisierte Fasern. In der distalen Hälfte der Corp. big. ant. fand man das Stratum medullare profundum und griseum profundum in vorgeschrittenner Myelinisierung, während die andern Schichten (medullare mediale, griseum mediale, griseum superficiale, Stratum fibrarum zonarium) sehr wenig Myelin enthielten. Die Commissura der C. quadrig. ant. und die Fasern, die vom Stratum medullare profundum in medio-ventraler Richtung zur Decussatio tegmenti dorsalis (*Meynert*) hinuntersteigen, waren gut myelinisiert. Im übrigen nahm die Myelinisation nahe der distalen Extremität der Corpora quadrig. ant. stetig ab, indem sie sich auf das Stratum medullare profundum und griseum profundum beschränkte, während auch in der entsprechenden Commissur die myelinisierten Fasern spärlich wurden. Die Corpora bigemina post. waren weniger als die ant. myelinisiert, ihr Stratum medull. profundum und noch mehr ihr Stratum zonale enthielten einigermaßen Myelin; jedoch im Innern ihrer Kerne fand man nur vereinzelte myelinisierte Fasern.

Bei dem Papio sah man den Fascic. cerebrospinalis in seinem distalen Abschnitt teilweise myelinisiert. Beim Vorschreiten in proximaler Richtung jedoch nahm seine Myelinbildung zu und wurde vom medialen Teil des Pons an eine vollständige. Zwischen seinen Fasern schlängelten sich einige intrapyramidal Fasern, die sowohl durch ihre Richtung als auch durch ihre vorgeschrittene Myelinisation deutlich erkenntlich waren; längs des ventro-lateralen Randes der Pyramide sah man, daß sie sich z. T. in die Fibrae perioliv. fortsetzen. Die Fasern der Pars fronto-temporo-occipito-pontina der Via cerebellaris media waren sehr wenig myelinisiert, und zwar um so weniger, je mehr man distalwärts vorschritt. In der Oblongata waren der Nucleus funiculi gracilis, der Nucleus funiculi cuneati, die Hinterstranganlage und die Fibrae arciformes int. lemniscales gut myelinisiert. Das gleiche gilt für den Lem-

niscus medialis mit seiner Decussatio, für den Komplex des Tractus rubrospinalis, spino tectalis und spino-thalamicus, für den Fascic. fundament. funic. ant., für den Fascic. longitud. post. und für die Raphe, die Fibrae rectae einbegriffen. In seinem distalen Teil war der Tractus thalamo-oliv. etwas myelinarm, während er vom mittleren Teil der Brücke an reich an Myelin war. Das Restif. und die Fibrae int. arcuatae restiformales prae- und retrotrigeminales waren gut myelinisiert, dagegen zeigten die Fibrae intratrigeminales etwas mangelhafte Myelinisierung.

Der Nucleus oliv. inf. war im allgemeinen teilweise, die Fibrae perioliv. und periamicul. gut, die des Pedunculus olivae und die Fimbriatae int. und ext., besonders die ventralsten, etwas spärlich myelinisiert. Die Substantia reticul. tegmenti war in der Oblongata und im distalen Abschnitt der Brücke unvollständig, gut dagegen in der proximalen Hälfte des Pons und im Mesencephalon myelinisiert. Die Fibrae transversae pontis waren teilweise myelinisiert, und zwar die des Stratum profundum besser als die des Complexum, und diese besser als die des Superficialis, im allgemeinen besser im proximalen Teil des Pons.

Was die Hirnnerven anbelangt, waren die Fibrae radicul. des III., IV., VI., VII. und XI. Nerven gut myelinisiert, teilweise die der IX., X. und XII. Nerven. Das intranukleäre Fasernetz war im Kern der III., IV. und VII. Nerven gut myelinisiert, wenig im Abducenskern, noch weniger in dem der andern obenerwähnten Nerven, besonders in denen des IX. und des X. Nerven. Wir konnten einen der Vagi im proximalen Abschnitt seines extrabulären Verlaufes verfolgen, und wir fanden ihn nur spärlich myelinisiert. Das gleiche gilt für den Tractus solitarius. Der Nucleus praepositus hypoglossi zeigte etwas mehr Myelin als der Hauptkern, der Fusesche Tractus triangularis intercalatus war gut myelinisiert. Was den Trigeminus anbelangt, so waren die Substantia gelatinosa, der Tractus spinalis in seinem Seitenteil und längs seines distalen Endes, das Fasernetz des entsprechenden Kerns und die Fascic. comitantes myelinarm; gut waren der Fascic. lat. tegmenti, die Fasern der Radix mesencephalica, sensibilis und motoria und wenig das Fasernetz des Locus coeruleus myelinisiert. Die verschiedenen Kerne des Vestibularis und die entsprechenden Wurzelfasern waren fast vollständig, der Tractus descendens in seinem distalen Teil etwas spärlich myelinisiert. Auch der N. cochlearis war fast vollständig und die entsprechenden Kerne vollständig myelinisiert; das C. trapez. und der Nucleus oliv. sup. (Plexus peri- und intranuclearis) zeigte leichten Myelinmangel; der Lemniscus lat. war nur in seinem distalen Teil vollständig myelinisiert.

Im Tegmentum mesencephali fanden wir das Fasergeflecht der Substantia nigra, besonders in ihrem distalen Teil, und auch den Pes

lemniscus superficialis wenig myelinisiert; der Pes lemniscus profundus war in seinem proximalsten Teil gut, in den übrigen Abschnitten nur spärlich myelinisiert. Das Fasergeflecht des Nucleus ruber war in seinem Komplex in vorgeschrittener Myelinisation begriffen, in seinem proximalen Teil war es vollständig myelinisiert. Die Substantia grisea periependymalis enthielt im Mesencephalon wie in der Oblongata und im Pons nur wenig Myelin.

Die Corp. bigemina ant. waren im ganzen genommen besonders in ihrem proximalen Teil genügend myelinisiert. Das Stratum griseum profundum sowie auch die entsprechende Commissura waren sogar vollständig, die andern Schichten teilweise myelinisiert.

Die Corp. bigemina post. waren teilweise myelinisiert; verhältnismäßig besser die Fibrae commissurales, die man auch im Innern der Corpora verfolgen konnte.

Auch im Hirnstamm war demnach die Myelinisierung des drei Wochen alten Papio viel vorgeschrittener als bei dem gleichaltrigen Makakus; daraus erklärt es sich analog zu dem, was man im Rückenmark feststellte, d. h. daß einige bei dem zweiten Affen wenig oder gar nicht myelinisierte Gebilde, bei dem ersten Affen in vorgeschrittener Myelinisation sich befanden. Der einzige erwähnenswerte Unterschied war das Verhalten der Wurzelfasern des XII., X. und IX. Nerven, die im Gegensatz zu allen andern Formationen beim Papio etwas weniger myelinisiert als beim Makakus waren. Das ist um so bemerkenswerter, wenn man bedenkt, daß die Untersuchung des ausgetragenen Makakus ein frühes Eintreten der Myelinisierung in den Wurzelfasern einiger Großhirnnerven und unter diesen im Hypoglossus zeigte. In jedem Fall ändert dies nichts an dem chronologischen Typus der Myelinbildung, der auch durch den Befund in der Oblongata erhärtet wurde; ich stellte in der Oblongata fest, daß die Myelinisierung ihren Anfang im Fascic. longitud. post., im Fascic. praedors. und im Fascic. fundamentalis funiculi ant. nimmt, d. h. in denjenigen Strängen, die beim Papio schon gut myelinisiert waren.

Nach von Monakow beginnt beim Menschen im dritten Monat seines foetalen Lebens die Myelinisation im Fascic. longitud. post. Die Befunde anderer Autoren zeigen, daß auch der Fascic. praedors., die Fasern der Decussatio dors. segmenti und der Fascic. fundament. funiculi ant. sich vorzeitig myelinisieren. Es folgen dann die Fibrae der Nn. mesencephalici, metencephalici und myelencephalici, bei denen die Myelinisation im vierten und fünften Monat des intrauterinen Lebens beginnt. Im Tractus solitarius jedoch und in der Radix descendens des Trigeminus beginnt die Myelinbildung früh, aber sie schreitet sehr langsam vor; außerdem beginnt sie in der Radix mesencephalica des Trigeminus erst im sechsten Monat und vervollständigt sich später.

Nach dem Fascic. longitud. post., dem praedors. und dem fundamen-
tent Funic. anter. fangen die Fibrae der Funic. poster. mit ihren ent-
sprechenden Nuclei an sich zu myelinisieren; dann der Lemniscus media-
lis, der Fascic. spino-cerebell. dors., das Restif., das C. trapez., der N.
olivaris superior, noch später der Fascic. spino-cerebell. ventralis und
rubro-spinalis, die Substantia reticul. grisea, mit Ausnahme ihres dorso-
lateralen Teils, das intranucleäre Fasernetz der Hirnnerven, der rote Kern
die Corpora quadrig., der Lemniscus later., der Pendunc. cerebell. sup.,
der Nucleus oliv. inf. und schließlich die Substantia nigra, der Fascic.
thalamo-oliv., der dorso-lat. Teil der Substantia reticul. grisea, die Fibrae
ponto-cerebellares und cerebello-pontinae, unter denen sich die cerebello-
tegmentales, die zum Stratum profundum der Transversae pontis herab-
steigen, zuerst myelinisieren. Es folgen dann die Fibrae cerebro-pontinae
der (Via cerebellaris media) und zuletzt die Pyramidenbahnen; mit andern
Worten: die Myelinisation beginnt beim Menschen zuerst in jenen Ge-
bildeten, in welchen sie sich bei den Affen frühzeitig entwickelt; die sich
zuletzt myelinisierenden Gebilde sind ebenfalls die gleichen; der chrono-
logische Verlauf der Myelinisation ist alles in allem genommen der
gleiche.

* * *

Nachdem wir so synthetisch den Verlauf der Myelogenese des Hirn-
stammes im allgemeinen gesehen haben, scheint es mir der Mühe wert
zu sein, auf einige mir besonders beachtenswert erscheinende Punkte
näher einzugehen.

Der Nucleus oliv. inf. zeigt beim Makakus und beim Papio in bezug
auf die Fasern einen verschiedenen anatomischen Aufbau. Von diesem
Gesichtspunkt aus ist es bemerkenswert, daß der Nucleus oliv. inf. des
Papio viel mehr dem des Menschen, als dem des Makakus gleicht. In
der Tat hat die Olive bei allen dreien zwar die gleiche Form eines Sackes,
dessen Boden der Oberfläche des Bulbus, und dessen Öffnung dem
Innern zugewendet ist; ihre Wände weisen die eigentümlichen Zipfel
in der Lamina von grauer Substanz, aus der sie gebildet sind, auf,
jedoch kann man nicht das gleiche von der anatomischen Anordnung
der Fasern, die die Olive umgeben, behaupten. Und in der Tat, wäh-
rend beim Papio, wie beim Menschen, die Fasern, die die Olive um-
geben, sich deutlich in zwei Schichten unterscheiden lassen, einer peripheren aus den Fibrae perioliv. gebildeten, und einer zentralen, aus den
Fibrae periamiculares bestehenden, finden wir bei dem Makakus eine
einige Faserschicht, die man auf Grund ihres Angrenzens an die
Lamina olivaris, sowie auf Grund dessen, daß sie den zahnförmigen
Konturen der Olive auf das genaueste folgen, Fibrae peramic. an-
sprechen kann.

Der Pedunculus oliv. inf. war bei dem Makakus recht spärlich myelinisiert, während er sich beim Papio in vorgeschrittener Myelinisation befand. Bei dem drei Wochen alten Makakus kann man die spärliche Myelinisierung damit erklären, daß der Pedunculus olivae in diesem Entwicklungsstadium wesentlich aus wenigen, nur in ihrem Beginn myelinisierten Fibrae olivo-cerebell. besteht. In der Tat waren die sämtlichen Fibrae arcuatae int. restiformales nicht myelinisiert. Wir müssen deshalb annehmen, daß die Myelinbildung der Fibrae oliv. cerebell. in ihrem extraolivaren Verlauf sowie die der cerebello-olivares zum wenigsten in ihrem Verlauf zwischen dem Restif. und der Oliva, fehlte. Bei dem Papio sodann könnte man den leichten Myelinmangel des Pedunculus olivae durch die unvollständige Myelinisierung der Fibrae intratrigeminales erklären.

Die mangelhafte Myelinisation der Kleinhirn und Olive verbindenden Fasern beim Makakus erklärt auch die nicht vollständige Myelinisation des Restif. in seinem ventro-medialen Teil, wo eben die Fibrae arcuatae int. restiformales zusammen treten, um in das Restiforme einzudringen, bzw. dasselbe zu verlassen. Von dieser Tatsache habe ich mich auch durch die Untersuchung der Oblongata-Abschnitte ausgewachsener, mir zur Verfügung stehender Makaken überzeugen können. Bei dem Papio war die Myelinisierung des Restif. eine vollständige, wenn auch die Fibrae intratrigeminales nicht vollständig myelinisiert waren. Aber dies ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß da, wo die Fasern dicht angehäuft sind, wie im Restif., abgegrenzte Zonen mit etwas geringerer Myelinbildung sich nicht hervorheben können, und ein geringer Myelinmangel kann nicht festgestellt werden.

Was die Fibrae oliv. medull. betrifft, so habe ich keine Anhaltpunkte dafür, sie als vorhanden oder nicht vorhanden anzunehmen. Sicher ist, daß ich weder bei dem von mir studierten Makakus, noch beim Papio, noch auch bei den entsprechenden ausgewachsenen Formen mich von dem Vorhandensein des Fascic. olivo-medull. mit Sicherheit überzeugen konnte, während dies beim Menschen durch den spärlichen Myelingehalt seiner Fasern so leicht in den nach *Weigert* gefärbten Schnitten zu beobachten ist. Ich kann deshalb weder bestätigen, noch leugnen, daß dieser Strang in Verbindung mit dem Nucleus oliv. inf. steht. Jedoch, wenn auch ein solcher Strang beim Makakus und beim Papio existiert, wo er durch den größeren Myelingehalt seiner Fasern vielleicht nicht so leicht sichtbar ist wie beim Menschen, so kann man, scheint mir, doch logischerweise nicht annehmen, daß er vom Nucleus oliv. inf. abstammt und noch weniger, daß er die Fortsetzung der Zentralhaubenbahn darstellt. Tatsächlich müßte dieser Strang sowohl beim Makakus wie beim Papio meinen Befunden nach gut myelinisiert sein, während ich im Gegenteil feststellen konnte, daß der Nucleus oliv.

inf. bei ersterem sehr wenig, und der Tractus thalamo-oliv. bei beiden unvollständig myelinisiert war. Übrigens ist auch schon von *Brunner* diese Kontinuität als nicht vorhanden nachgewiesen worden.

Zwischen den Pyramidenfasern der Oblongata habe ich sowohl bei dem Makakus wie auch bei dem Papio sich intrapiramidale Fasern schlängeln gesehen. Diese letzteren zeichnen sich vor den ersten sowohl durch ihre horizontale Richtung als auch durch ihren gewundenen Verlauf und ihre frühzeitige Myelinisation aus. Bei dem Makakus schienen sie sich nach erfolgter Passage durch die Pyramiden seitwärts von diesen in die Fibrae periamiculares ventrales des Nucleus oliv. inf. fortzusetzen; bei dem Papio habe ich mit Sicherheit sehen können, daß die Fibrae intrapiramidales in die periolivares übergingen. Dieser Befund gestattet demnach nicht, wenigstens für den Makakus und den Papio, die Ansicht *Mingazzinis* zu bestätigen, daß nämlich die Fibrae intrapiramidales beim Menschen nach ihrer Kreuzung in der Raphe sich zwischen den pyramidalen verlieren, indem sie mit diesen längs dem Fascic. pyramid. cruciatus in das Rückenmark niedersteigen. Die Tatsache ferner, daß die Fibrae arcuatae int. restiformales im Makakus myelinlos waren, während die intrapiramidales zum wenigsten teilweise Myelin enthalten, erlaubt es nicht, wenigstens in bezug auf den besprochenen Affen, eine andere Ansicht *Mingazzinis* zu bestätigen, nach welcher dieser behauptet, daß diese intrapiramidalen Fasern Fibrae arcuatae int. seien (Fibrae restiformo-pyramidales) und vom Restif. (Kleinhirn) herkommen.

Bei dem Makakus waren einige der Fibrae suprareticul. teilweise myelinisiert, dagegen waren die Fasern des intranukleären Plexus und auch die des perinukleären des XII. Paars ganz myelinlos, wenn man von den obenerwähnten absieht. Dieses könnte ein Beweis dafür sein, daß die Fibrae suprareticulares eine andere Bedeutung und andere Beziehungen als die übrigen Fasern des Plexus perinuclearis haben müssen, und es bestätigt die Ansicht *Mingazzinis*, der in ihnen Verbindungsfasern zwischen Hypoglossus und Vagus sieht. Persönlich erhobene Befunde dieses Autors (bei den Affen) und des *Biancone* zeigen in der Tat, daß mit der Verletzung des Hypoglossuskerns eine leichte Atrophie jener Fasern einhergeht, die vom lateralen Abschnitt des ersten ausgehen und im Wurzelstamm des Vagus enden. Zu ähnlichen Schlüssen ist auch *Staderini* auf Grund experimenteller Nachforschungen gelangt.

Ferner habe ich beim Papio den Strang, den *Fuse* Fascic. triangularis-intercalatus benannte, myelinisiert gefunden. Es handelt sich nach seinem Erfinder hier um einen Strang, der phylogenetisch und ontogenetisch spät auftritt, dessen Fasern durch den Nucleus dors. des Vagus und des Glosso-pharingeus laufen und den Nucleus triangularis

des Acusticus mit dem Nucleus intercalatus (*Straderini*) verbinden. Unsere Befunde bestätigen die Ansichten des *Fuse*. In der Tat war dieser Strang beim drei Wochen alten Papio reich an Fasern und gut myelinisiert, während er beim gleichaltrigen Makakus, der in seiner myelogenetischen Entwicklung weiter zurück war, gar kein Myelin aufwies. Andrerseits ist die Tatsache, daß wir bei unserm Papio sowohl den Nucleus triangularis als auch den Nucleus intercalatus partiell myelinisiert fanden, ein Beweis für die *Fusesche* Ansicht, welcher den besprochenen Strang für eine Verbindungsbahn zwischen jenen Kernen hält; und indirekt ist sie auch ein Beweis für diejenigen, welche mit *Staderini* in dem Nucleus intercalatus nichts anderes als einen Teil des Vestibulariskerns sehen.

* * *

Ich möchte noch einige Betrachtungen über die Konstitution der bulbären Raphe hinzufügen. Bei dem Papio, in Anbetracht seines Reichtums an myelinisierten Fasern, war es schwer, dieselben in der Raphe zu unterscheiden. Dies ist dagegen viel bequemer bei dem drei Wochen alten Makakus, bei welchem die Myelinbildung sehr viel weniger vorgeschritten ist. Für diesen Zweck werde ich mich der *Mingazzini*-schen Terminologie bedienen. Dieser Autor hat die Raphe der Oblongata beim Menschen in drei Schichten eingeteilt, in eine dorsale, eine interreticuläre und eine interlemniscale. Der dorsale Teil entspricht dem dorsalen Teil der Raphe, seine ventrale Grenze ist von einer Querlinie gebildet, die durch die ventrale Extremität des Nucleus des Hypoglossus zieht; der interreticuläre Teil entspricht demjenigen der Raphe, der durch die Formatio reticul. alba begrenzt ist; der interlemniscale Teil ist seitlich von dem Stratum interolivare begrenzt. Die dorsale Schicht ist größtenteils aus der Kreuzung der Fibrae afferentes des XII. Hirnnerven gebildet, zum geringsten Teil von den Fasern des Vagus und des Acusticus; die interreticuläre Schicht ist von der Kreuzung der Fibrae interreticul. gebildet, die von der Hinterstranganlage und bzw. von dem Nucleus des Funiculus gracilis und cuneatus herkommen, welche den Lemniscus an der entgegengesetzten Seite bilden; die interlemniscale Schicht setzt sich zum kleinen Teil aus den Fibrae interretic. und zum größeren Teil aus den Restiformales (retro- und intratrigeminales), welche letztere den Pedunculus olivae der entgegengesetzten Seite bilden, zusammen.

Wenn man nun die Klassifikation von *Mingazzini* verfolgt, so kann man sehen, daß bei dem drei Wochen alten Makakus der dorsale Teil der Raphe keine myelinisierten Fasern enthält; die interreticuläre und interlemniscale Schichte sind in der Höhe des distalen Viertels des Nucleus oliv. infer. teilweise myelinisiert; die zweite ist reicher an

myelinisierten Fasern als die erste, ähnlich wie bei dem ausgewachsenen Makakus. Proximalwärts weitergehend ist die Raphe bei dem drei Wochen alten Makakus immer im dorsalen Teil myelinlos, während die Myelinbildung in den andern Teilen graduell immer mehr abnimmt. Wir sehen also, daß im dorsalen Teil die Raphe der Oblongata, ähnlich wie es bei dem Plexus peri- und intranuclearis des XII. Nerven der Fall ist, nicht myelinisiert ist. Es ist daher die Folgerung nahe liegend, daß eine Beziehung zwischen den beiden Befunden vorhanden sei, oder, in anderen Worten, daß bei dem ausgewachsenen Makakus der dorsale Teil der Raphe wenigstens vorzugsweise aus Fasern gebildet sei, die vom Nucleus des XII. Hirnnerven herkommen. Wir können von diesem Gesichtspunkt aus der *Mingazzinischen* Meinung beipflichten, wenn er annimmt, daß bei dem Menschen die Fasern dieses Teils der Raphe vornehmlich von den Fibrae afferentes Nervi hypoglossi herkommen. Der interreticuläre Teil ist dann in der Höhe des proximalen Teils des Nucleus oliv. infer. nur teilweise myelinisiert, weil die Fibrae arcuatae int. lemniscates nur teilweise myelinisiert sind; nach oben vorschreitend wird dieser Teil immer ärmer an myelinisierten Fasern, weil das Kontingent der Lemniscates abnimmt und schließlich durch das Verschwinden der Hinterstrang anlage aufhört. Der interlemniscate Teil wird proximalwärts immer myelinärmer, weil auch hier und aus gleichen Gründen das Kontingent der Fibrae lemniscates aufhört, während anderseits diese Schicht von dem Kontingent der Fibrae restiformales, die hier noch nicht myelinisiert sind, nicht versorgt wird. Auf Grund also unserer Befunde können wir die Schlußfolgerungen *Mingazzinis* bezüglich der menschlichen Raphe bestätigen.

* * *

Die spärliche Myelinisation des Fasernetzes des Nucleus funiculi gracilis und cuneati bildet den Gegensatz zu der vollständigen Myelinierung der Hinterstränge des Rückenmarks und der beinahe vollständigen des Lemniscus medialis und seiner Fortsetzung als Lemniscus super. Ich glaube, es ist nicht schwer, diesen Gegensatz zu erklären, wenn man den allgemeinen chronologischen Verlauf der Myelinbildung in der grauen Substanz mit dem in der weißen vergleicht. Beim Menschen sehen wir sich zwei Gebilde von größter Wichtigkeit, d. i. die Rindensubstanz des Cerebellum und des Telencephalon nach den entsprechenden Marksubstanzen myelinisieren, und daß eine hauptsächlich aus Zellen zusammengesetzte Zone, wie es die Substantia nigra ist, sich eher spät myelinisiert. Aus dem *Flechsig'schen* Atlas entnehmen wir ferner, daß in der Chronologie der Myelogenese des Zentralnervensystems einige Faserstränge schon Myelin in einer Entwicklungsepoke

enthalten, in welcher die Zonen grauer Substanz, mit denen sie in Beziehung stehen, noch myelinlos sind. So sendet der Lemniscus principalis dem Centre médian und dem C. subthalamicum myelinisierte Fasern zu, und ebenfalls scheinen myelinisierte Fasern dieses letztere mit dem Globus pallidus zu verbinden, und zwar bei Foeten von 32 und von 34 cm Höhe, d. h. in einer Epoche, in der diese Formationen kein Myelin enthalten; von Monakow hat gezeigt, wie sich in den Bigeminae ant. zuerst die Fibrae commissurales myelinisieren. Wenn wir nun die Bildungen, die Sensu strictiori dem Zentralnervensystem angehören, beiseite lassend, die Myelinisierung des Fasernetzes der Ursprungskerne der Hirnnerven mit der entsprechenden Wurzelfasern vergleichen, so sehen wir, daß diese letzteren sich viel frühzeitiger myelinisieren. Diese Hinweise, die unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die Myelinbildung des Menschen gestatten, kann man auch bei den Affen, die das Argument unseres Studiums sind, anwenden. Wir werden tatsächlich sehen, wie der Typus der Myelinisation dieser letzteren genau dem des Menschen zu vergleichen ist, und zwar so, daß man dieser Tatsache eine phylogenetische Bedeutung geben kann. Übrigens bietet schon das Studium des Rückenmarks unserer Affen einen endgültigen Beweis meiner Bestätigung. In der Tat war bei ihnen die Myelinbildung der Wurzelfasern der Rückenmarksnerven sehr viel vorgeschrittener als diejenige des Fasernetzes der Vorder- und besonders der Hinterhörner.

Die oben aufgestellten Betrachtungen können wegen des bereits erwähnten Grundes, d. h. wegen der Unvollständigkeit unserer gegenwärtigen Kenntnisse über die Myelogenese des Nervensystems des Menschen und der Tiere, nicht erschöpfend sein. Ich glaube jedoch, daß die zukünftigen Beiträge eine neue Stütze für meine folgende Behauptung bringen werden: *Wenn man den chronologischen Verlauf der Myelinisation in den verschiedenen Zonen der grauen und weißen Substanz im Auge behält, sieht man, daß die erstere im allgemeinen sich weniger frühzeitig als die zweite myelinisiert. Es ist daher eine biologische Eigentümlichkeit der grauen Substanz, sich weniger frühzeitig zu myelinisieren als die weiße. Dies kann uns gewisse scheinbare Widersprüche in dem Verhalten der Myelinbildung erklären, durch die gewisse Stränge gut myelinisiert erscheinen, während die Zonen der grauen Substanz, mit denen sie in Verbindung stehen, sehr wenig oder gar nicht myelinisiert sind.*

Kleinhirn.

Wir haben nicht die Absicht, in dieser Arbeit lange Beschreibungen über den anatomischen Aufbau zu bringen und werden uns daher darauf beschränken, nur einige Punkte, welche die Morphologie der Nuclei cerebell. beim Makakus und Papio, sowie der Commissurae cerebell.

und der Fibrae cerebell. sagittales beim Makakus betreffen, leicht zu streifen. Schließlich werde ich einige Betrachtungen, die mir nützlich erscheinen, hinzufügen, um die Myelogenese des Meditullium cerebelli, sowohl beim Menschen wie bei den Affen besser, als es bisher möglich gewesen ist, verstehen zu können. Was die anatomische Gestaltung der Nuclei cerebellares anbelangt, so bestehen zwischen unseren Affen und den Menschen Unterschiede von einer gewissen Bedeutung. Beim Macacus rhesus, und mehr noch bei dem Papio sphinx sind der Nucleus globosus und Nucleus emboliformis nicht gut differenziert, sondern diese sind zu einem einzigen Kern verschmolzen: dem Nucleus interpositus oder intermedius, welcher außerdem nicht deutlich vom Nucleus fastigii seu medialis und vom Nucleus dentatus seu lateralis abgegrenzt ist. Dieser letztere zeigt übrigens keine Zipfel, sondern hat eine etwas unregelmäßige, ovoidale Form. Dies alles ist jedoch schon von früheren Autoren, die sich mit der Anatomie dieser Kerne beschäftigten, gezeigt worden, in erster Linie von *Brunner*; ich werde mich deshalb nicht länger damit aufhalten. Ich möchte nur hinzufügen, daß das Fehlen der Zipfel im Nucleus lateralis der besprochenen Affen denjenigen Befunden, die man bei den Kleinhirn aplasien, seien sie vereinzelt oder mit Aplasien anderer Teile des Zentralnervensystems vergesellschaftet, vorfindet, wie z. B. die von *Mingazzini* und *Giannuli* beobachtete Auszähnung und Feinheit der Zähne, einen pithecoiden Charakter verleiht.

Was den Makakus anbetrifft, so fällt dem Beobachter die Tatsache auf, daß das Kleinhirn im großen ganzen in der Marksubstanz gut, gar nicht dagegen in der Rindsubstanz myelinisiert ist. Die Myelinbildung erreicht ihren höchsten Grad in den Commissuren und im Wurm, besonders in dessen mittlerem Teil. In diesem ist die Myelinisierung weiter vorgeschritten als in den Hemisphären, wo sie nach und nach abnimmt je mehr man sich von den medialen Zonen den lateralen, und von den Laminae den Lamellen zuwendet; im Flocculus ist die Myelinisation viel intensiver als in den andern Lappen. Die Nuclei cerebell. sind unter sich durch feine Ausläufer grauer Substanz verbunden und bilden im engeren Sinn einen einzigen Kern, der auf jeder Seite in drei Teile teilbar ist. Der mediale Teil läßt sich als Nucleus fastigii identifizieren; der zweite zwischen den beiden andern liegende Nucleus interpositus stellt hier den Komplex des Globosus und des Emboliformis dar, die nicht voneinander differenziert sind; der dritte laterale Teil ist der Nucleus dentatus seu lateralis, welcher jedoch zipfellost ist; in diesem letzteren fehlt in dieser Lebensperiode das feine intranukleäre Fasernetz, welches man bei den ausgewachsenen Affen findet, vollständig. Ersteres ist im Nucleus fastigii spärlich, und nur in dessen Proximalteil im Interpositus gut myelinisiert. Im Innern der Kerne

sieht man mit vorgeschrittener Myelogenese zahlreiche Stränge ausstrahlen; die Fibrae des Plexus intraciliaris sind recht gut, und die des Vellus (des Nucleus lat.), besonders in den proximalen Teilen, etwas weniger myelinisiert. Das Meditullium zeigt eine partielle, im distalen Teil weiter vorgeschrittene Myelinbildung, während diese im mittleren Teil in der ventralen Zone, sowie auch in proximalen Teilen längs der Seitenzone eine spärliche ist. Die Fibrae semicircul. lat. zeichnen sich durch größeren Umfang und dunklere Farbe von den anderen aus.

Was die Pedunculi cerebell. betrifft, so befindet sich der untere und mehr noch der Bindearm in vorgeschrittener Myelinisation; das Brachium pontis dagegen ist wenig und ausschließlich in seinem mittleren Teil myelinisiert. Die direkte sensorische Kleinhirnbahn und der Fascic. uncinatus sind in vorgeschrittener Myelinbildung.

In dem Papio Sphinx erinnert die Myelinisation des Kleinhirns im ganzen durch ihre Topographie an die des Makakus. Sie ist jedoch in der Marksubstanz mehr vorgeschritten und dringt außerdem auch in die Rinde ein. Man trifft in der Körnerschicht, wenn auch in geringer Anzahl, myelinisierte Fasern; in der Schicht der Purkinjeschen Zellen, die noch nicht ihre endgültigen Dimensionen erreicht haben, sieht man nur sehr spärlich myelinisierte Fasern. Die zwei Commissuren, die Markachsen der Wurmlamellen, besonders im distalen und zentralen Teil, sind gut myelinisiert. Es war uns nicht möglich, Unterschiede in der Intensität der Myelinisierung zwischen den Mittel- und Seitenlamellen der Hemisphären festzustellen, weil der periphere Teil der letzteren in vielen Schnitten fehlte. Wir können jedoch mit Sicherheit sagen, daß sich die Markachsen der Hemisphärenlamellen in vorgeschrittener, ihr distaler Teil sogar in vollständiger Myelinisation befinden. Der Flocculus mit seinem Pedunculus ist desgleichen vollständig myelinisiert. Das Restif. und das Brachium conjunctivum, die direkte sensorische Kleinhirnbahn und der Fascic. uncinatus sind vollständig, das Brachium pontis, und zwar vorwiegend im mittleren Teil nur teilweise myelinisiert. Was die Kerne anbelangt, so haben wir deren intranukleäres Fasernetz, besonders im Nucleus fastigii, in vorgeschrittener Myelinisierung gefunden. Die Fasern des Vellus und des Plexus intraciliaris befinden sich in dem gleichen Stadium. Das Meditullium ist teilweise myelinisiert, und zwar weniger in den distalen als in den proximalen Teilen, besser im dorsalen als im ventralen Teil, mit Ausnahme des proximalsten Abschnittes, in welchem der ganze Seitenteil weniger myelinisiert ist. Beim Papio sind Nucleus globosus und emboliformis noch weniger als beim Makakus differenziert und sie verschmelzen in jedem Fall zu einem einzigen Nucleus interpositus.

Im ganzen genommen ist der Verlauf der Myelogenese der gleiche bei dem Makakus wie bei dem Papio. Die gefundenen Unterschiede

sind beim Papio auch hier dem früheren Auftreten der Myelinisation zuzuschreiben. So erklärt sich, daß im Kleinhirn des Papio auch die Rindensubstanz teilweise myelinisiert ist und daß bezüglich der Intensität der Myelinbildung kein hervortretender Unterschied zwischen den verschiedenen Hemisphärenlamellen besteht; daß ferner die zentralen Kerne mehr myelinisiert sind, und daß auch das intranucläre Fasernetz des Dentatus eine partielle Myelinisierung aufweist; daß endlich einige Bahnen vollständig oder nahezu vollständig myelinisiert sind, die im Makakus nur teilweise oder wie die olivo-cerebellaris und die cerebello-olivaris Bahn gar nicht myelinisiert sind. Nennenswerte Unterschiede beobachtet man nur im Wurm und im Meditullum. Tatsächlich finden wir beim Makakus nicht nur in den zentralen Lamellen, sondern auch in den ventralen des Wurmes, wie auch im distalen Teil des Meditulliums, der gleichförmig myelinisiert ist, eine verhältnismäßig größere Myelinisation. Proximalwärts jedoch ist die Myelinbildung bei den Affen die gleiche in ihrer Topographie, d. h. sie überwiegt distalwärts im dorsalen Teil, proximalwärts im mittleren Teil. Die Identität des chronologischen Typus beim Makakus und beim Papio wird durch die dargestellten kleinen Unterschiede durchaus nicht in Frage gestellt.

Diese Schlüsse beziehen sich auch auf die Verhältnisse beim Menschen.

Die Myelogenese im menschlichen Kleinhirn ist von *Bechterew*, *Ziehen*, *De Sanctis*, *Flechsig*, *Naito* und kürzlich von *Riese* studiert worden. Diese Autoren haben bewiesen, daß die Myelinisierung dieses Organs vom Zentrum aus der Peripherie zuschreitet. Sie beginnt beim Menschen im vierten Foetalmonat im Gebiete der Commissuren, im Nucleus fastigii, globosus und emboliformis, im zentralen Teil (nach *De Sanctis* im dorsalen) des Wurmes und im Flocculus (erstes Stadium nach *Naito*).

In der Folge (zweite Phase), verbreitet sie sich über die Tonsille, den Lobulus biventer, auf den Gracilis, den vorderen Teil des Wurmes, die Lingula, den Lobulus centralis, den Lobulus lunatus ant., wobei sie sich jedoch immer auf die Marksustanz beschränkt (Zwischenstadium des *Naito*, das vor der Geburt an einem nicht näher zu bestimmenden Zeitpunkt beginnt und bis nach der ersten der Geburt folgenden Woche dauert). In diesem Stadium schreitet auch die Myelinisation des Nucleus dentatus, die schon im vorhergehenden Stadium begonnen hatte, weiter, zuerst im dorso-ovalen Teil, dann auch im ventro-caudalen Teil. Es folgt dann die dritte Periode (Endphase nach *Naito*), in der sich der übrige Teil des Kleinhirns myelinisiert. Die Lobuli semilunares myelinisieren sich zuletzt. Vom Meditullum als letzter der latero-ventrale Teil; in den Markachsen myelinisieren sich zuerst die Seitenteile, dann die zentralen. Beim Menschen beginnt also auch die Myelinisation in

derselben Gegend, sie schreitet ebenfalls vom Zentrum zur Peripherie vor und ist im Flocculus vorzeitig. Auch beim Menschen findet die Myelinbildung des Pedunculus flocculi, des Restif. und des Brachium conjunctivum größtenteils vor der Geburt statt, während die Myelogenese der Fasern des Brachium pontis sehr viel später auftritt und erst zwischen der vierten und neunten Woche nach der Geburt anfängt. Um die Bedeutung der fehlenden Myelinisierung in den die bulbäre Olive mit dem Kleinhirn verbindende Bahnen zu beleuchten, will ich daran erinnern, daß auch beim Menschen diese Fasern unter denen des Systems des Pedunculus cerebell. infer. eine Ausnahme bilden; ihre Myelinisation beginnt tatsächlich erst nach der Geburt.

Im großen ganzen können wir also behaupten, daß unser drei Wochen alter Makakus eine quantitativ ähnliche Myelinbildung wie der gleichaltrige Mensch darbietet, während die des gleichaltrigen Papio verhältnismäßig sehr viel vorgesetzter ist. Der einzige erwähnenswerte Unterschied zwischen dem Menschen und unseren Affen bezieht sich auf die Myelinbildung der Guirlandenfasern, die sich beim Menschen nach *De Sanctis* und *Naito* frühzeitig myelinisieren, während sie in unserem Makakus gar nicht, und beim Papio sehr spärlich myelinisiert waren. Man könnte daher diesen Fasern eine große psychologische Bedeutung beimessen.

* * *

Was die Myelogenese des Meditulliums des Kleinhirns anbelangt, so will ich zunächst bemerken, daß sich bei unseren Affen wie beim Menschen zuerst dessen dorso-medialer Teil und später der ventro-laterale myelinisiert. Woher kommt dies Verhalten? In bezug hierauf möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Tatsache lenken, daß das Meditullium keine graue Substanz enthält und lediglich aus einer ungeheuren Anzahl von Nervenfasern, die nach allen Richtungen hin verlaufen und sich untereinander kreuzen, gebildet ist. Nun erfolgt die Myelinbildung der Nervenfasern im allgemeinen, wenn auch nicht ausschließlich, im Sinne ihres Verlaufs; d. h. von ihrem Ausgangspunkte in zentrifugaler Richtung aus.

Im Meditullium cerebelli liegen zweierlei Faserarten vor, und zwar:

1. Endogene (assoziative, commissurale und Projektionsfasern);
2. Exogene Fasern.

Die Anfangszone der Myelinisation für die Fasern der ersten Ordnung befindet sich innerhalb des Kleinhirns, für die zweite Faserart außerhalb desselben. Wie wir gesehen haben, gibt es im Kleinhirn der Affen und des Menschen zwei Anfangszenen der Myelinisation; die erste ist die sogenannte Commissurenzone, die zweite der Flocculus. Die Myelinisierung des Flocculus scheint mir von dem uns interessierenden Stand-

punkt aus geringe Bedeutung zu haben, und sie ruft keine bemerkenswerte Veränderungen in der Myelinbildung des Meditulliums hervor. In der Tat laufen die Bahnen des sogenannten Pedunculus des Flocculus in medialer und ventraler Richtung der Oblongata zu, und die Assoziationsfasern zwischen dem Flocculus und dem Wurm (auch von *Brouwer* und *Coenen* bei dem Menschen beschrieben), so wie die commissuralen Fasern zwischen dem Flocculus und der entgegengesetzten Seite des Kleinhirns (von *Wallenberg* beschrieben) sind, sollten sie auch in unseren Affen vorhanden sein, (ich habe es nicht nachweisen können) nicht reichlich genug, um einen bemerkenswerten Einfluß auf die Myelogenese des Meditulliums ausüben zu können. Dies zeigt auch die Tatsache, daß sich in den Schnitten des Makakus und des Papio der weniger myelinisierte Teil des Meditulliums unmittelbar über dem Pedunculus des Flocculus befindet, während gerade in dieser Zone die von dem Pedunculus zu den andern Kleinhirnzentren ziehenden Fasern verlaufen müßten.

Wichtig dagegen ist die Commissurenzone, in welcher die Myelinisation der Commissurenfasern, der Assoziations- und Projektionsfasern ihren Anfang nimmt. Aus den Untersuchungen zahlreicher Beobachter ergibt sich, daß diese letzteren Fasern des Meditulliums größtenteils von den cerebello-pontinen, zu dem System des Brachium pontis gehörenden und der hinteren Commissur entstammenden Fasern dargestellt werden. Nun schreitet die Myelinisation aller dieser Fasern vom Zentrum gegen die Peripherie vor, von der hinteren Commissur also in medio-lateralem und dorso-ventralem Sinn. Es ist daher logisch zu verstehen, daß sich zuerst die Teile von ihnen myelinisieren, die der hinteren Commissur am nächsten gelegen sind, d. h. diejenigen, welche in der dorso-medialen Zone des Meditulliums liegen.

Meiner Ansicht nach könnte man in einem gewissen Entwicklungsstadium die Myelinbildung dieses Abschnitts mit der Tatsache erklären, daß hier zum großen Teil oder gänzlich die myelinisierten Fasern aus endogenen (Commissuren-, Assoziations- und Projektionsfasern) bestehen. Zu diesen letzteren gehören jene Fibrae semicirculares lat. des Meditulliums, die ich im Verhältnis zu den andern sehr stark myelinisiert gefunden habe. Sie sind sichtbar, aber es ist schwer, nicht nur beim ausgewachsenen Makakus und Papio, sondern auch bei unserm drei Wochen alten Papio, sie zu verfolgen, weil es das starke Gewinde der myelinisierten Fasern verhindert. Man kann sie dagegen bei meinem drei Wochen alten Makakus gut verfolgen. In der Beschreibung der Serienschnitte habe ich die Bemerkung gemacht, daß sie wenig zahlreich im distalen Teil des Meditulliums sind. Hier sieht man sie mit dem ihnen eigentümlichen Bogen längs der dorso-lateralen Zone desselben, ein wenig unterhalb des Punktes, wo sich die Markachsen der einzelnen

Lamellen abtrennen, verlaufen; sobald sie dann in der ventralen Zone des Meditulliums angelangt sind, verschwinden alle auf einmal, wahrscheinlich, weil sie entweder die Richtung ändern, oder weil sie nicht mehr myelinisiert sind. Diese letztere Möglichkeit scheint die wahrscheinlichere zu sein. In der Tat sieht man in den proximalsten Abschnitten des Meditulliums zahlreiche Fibrae semicircul. lat. von der hinteren Commissur mit dem üblichen bogenförmigen Verlauf in die ventralen Teile des Meditulliums ziehen, wo ihre Myelinisierung immer geringer wird; von hier dringen sie in das Brachium pontis ein, wo es unmöglich wird, sie zu verfolgen, da sie nicht mehr gefärbt sind. Das gleiche erfolgt nicht bei dem ausgewachsenen Affen, bei welchem man sieht, daß obige Fasern sich in die Fibrae transversae pontis fortsetzen, wie es übrigens auch beim Menschen beobachtet wurde. Man versteht daher, wie solche Fibrae semicirc. lat. durch die weiter vorgesetzte Myelinbildung in ihrem proximalen Teil dazu beitragen müssen, eine stärkere Myelinisierung im dorsalen Teil des Meditulliums, in welchem eben dieser Teil von ihnen verläuft, hervorzurufen.

Die weiter vorgesetzte Myelinisierung der mittleren Zone des Meditulliums kann man weiterhin auch mit der Tatsache in Zusammenhang bringen, daß diese Zone zum Teil aus den, wenn auch spärlichen Fasern des Brachium conjunctivum und des Restif. und teils von den Fibrae cerebello-tegmentales gebildet wird. Wir wissen nun, daß bei den Affen wie beim Menschen die Brachia conjunctiva und die Restif. sich sehr früh myelinisieren; das gleiche gilt von den Fibrae cerebello-tegmentales. Tatsächlich sieht man in den Schnitten des drei Wochen alten Makakus, daß diese Fasern der mittleren Zone des Meditulliums sich in die medialsten Fasern des Brachium pontis und dann in das Stratum profundum der Fibrae transversae pontis fortsetzen, und wir wissen, auf Grund zahlreicher, erhärteter Untersuchungsergebnisse, daß sich das Stratum profundum der Fibrae transversae pontis in die Fibrae cerebello-tegmentales fortsetzt. Diese letzteren bilden ein phylogenetisch altes System, so daß sie sogar schon bei den Selachiern von *Sterzi* hervorgehoben wurden; sie vereinigen phylogenetisch alte Gebilde, wie den Wurm und das Tegmentum pontis, und sie myelinisieren sich frühzeitig. Man versteht daher, daß ihre Gegenwart eine stärkere Myelinbildung der mittleren Zone des Meditulliums, im Vergleich zur lateralen Zone desselben, hervorruft. In letzterem verlaufen Nervenfasern, die von der Pars basalis des Pons herkommen, d. h. exogene Fasern, die außerdem von phylogenetisch weniger alten Gebilden als das Tegmentum (Fibrae fronto- oder temporo-occipito-ponto-cerebellares) ausgehen.

Aus dem Studium der Schnitte des drei Wochen alten Papio und Makakus geht hervor, daß während dieses Zeitraumes das Meditullium

in seinem distalen Teil in der dorsalen Zone mehr myelinisiert ist, während im proximalen Teil die ganze Seitenzone myelinärmer wird. Dies ist ein weiterer Beweis dafür, daß die weiter vorgeschrittene Myelinisation der medialsten Zone in ihrem proximalen Teil den Fibrae cerebello-tegmentales zu verdanken ist; welch letztere eben in diesen proximalen Abschnitt des Meditulliums verlaufen, um dann, nachdem sie den medialen Teil des Brachium pontis durchlaufen haben, an der Bildung des Stratum profundum der Fibrae transversae pontis teilzunehmen.

Alles dies läßt sich vollständig auf das Studium der Myelogenese des Kleinhirnmeditulliums beim Menschen anwenden, welche sich, wie wir gesehen haben, in gleicher Weise entwickelt, d. h. sie tritt in dem ventrolateralen Teil später auf. Die Gründe sind die schon angenommenen und ausführlich besprochenen, d. h. die frühzeitige Myelinbildung der endogenen Fasern, die ihren Anfang in der Commissurenzone hat, sowie die der Fibrae cerebello-tegmentales. Man weiß tatsächlich durch die Studien von Bechterew, De Sanctis, Mingazzini, daß beim Menschen die Fibrae cerebello-tegmentales des Pons sich früher myelinisieren als die andern Fasern der Pars basilaris der Brücke.

Es besteht jedoch immerhin ein Unterschied zwischen der Myelinisation des distalen Teils des Meditulliums bei dem drei Wochen alten Makakus und bei der des Papio und des Menschen. Bei dem ersten ist das Meditullium in seinem distalsten Teil mehr als in den übrigen Abschnitten myelinisiert, und außerdem ist es mehr in gleichförmiger Weise. Dies könnte man mit der Annahme erklären, daß in dieser Gegend beim Makakus die cerebellaren endogenen Fasern im Verhältnis zu den exogenen besonders reichlich vorhanden sind. Daraus würde folgern, daß das Kleinhirn des Makakus weniger in Beziehung zu den Großhirnhemisphären steht, als dies beim Menschen, sowie beim Papio der Fall ist. Und in der Tat steht der Makakus psychisch noch unter dem letzteren.

* * *

Unter den Kleinhirnsträngen möchte ich die Aufmerksamkeit ganz besonders auf einige Fasern mit sagittalem Verlauf lenken, die wir beim drei Wochen alten Makakus beobachtet haben. Sie sind in vorgeschrittenener Myelinisierung begriffen und in dicken Strängen vereinigt, die medialwärts vom Nucleus lat. fast in dessen ganzer Länge liegen, zum großen Teil unmittelbar dorsalwärts vom Nucleus interpositus, zum kleineren Teil im Innern des letztern befindlich. Diese sagittal verlaufenden Fasern hören nahe dem proximalen Ende der Kernmasse auf. In Anbetracht der Spärlichkeit des verfügbaren Materials habe ich keine sagittalen Schnitte des Kleinhirns, welche es mir ermöglicht

hätten, die obengenannten Stränge in ihrem Verlauf zu verfolgen, anlegen können. Jedenfalls kann ich auch auf Grund der Untersuchung unserer Frontalschnitte behaupten, daß obige Stränge auf den Schnitten zwischen der vorderen Commissur und dem distalen Teil des Nucleus dentatus zu sehen sind.

Fasern mit sagittalem Verlauf hat schon *Stilling* im Kleinhirn beobachtet, und er erkannte, wie die zwei Commissuren unter sich durch sagittale Fasern vereinigt sind, die die verschiedenen Wurmlamellen miteinander in Verbindung setzen. *Obersteiner* hat dann vor allem sagittale, median liegende, basale Faserbündel beschrieben, die, unter dem Nucleus fastigii verlaufend, in das Velum medullare anterius eindringen und die man durch das Frenulum veli medullaris ant. hindurch (dorsalwärts der Decussatio der Nervi trochleares) bis zu den Corpora bigemina (quadrig.) post. verfolgen kann. Derselbe Verfasser hat dann bemerkt, daß die Stränge der von ihm benannten „großen vorderen Commissur“ in der Gegend ihrer größten Entwicklung von andern Strängen sagittaler Richtung durchkreuzt werden, die er in ihrem Komplex „Fasciculus medianus sagittalis“ benennt, ferner hat er Fasern beschrieben, die zwischen den Dachkernen aufsteigen, am Dorsalrand desselben angelangt sich kreuzen und in der Folge sich wahrscheinlich in sagittaler Richtung umbiegen. *De Sanctis* hat nicht nur diese Stränge, sondern auch zahlreiche andere sagittaler Richtung gesehen, welche besonders um die Pars lat. und ventro-lat. des Nucleus fastigii herum verlaufen.

Im Meditullium des ausgewachsenen Makakus war es in Anbetracht der ungeheueren Anhäufung myelinisierter Fasern nicht möglich, Fasern von sagittalem Verlauf festzustellen. In der Zone der Zentralkerne des ausgewachsenen Makakus dagegen sieht man unmittelbar lateral vom Nucleus fastigii, sowie auch im Innern des Nucleus interpositus, medial von den beim drei Wochen alten Makakus von uns beschriebenen Fasern zahlreiche Stränge von sagittalem Verlauf. Diese letzteren Fasern liegen mehr lateral, auch im Verhältnis zu den von *Obersteiner* und *De Sanctis* beobachteten, und verdienen daher eine besondere Beachtung, auch schon wegen ihrer viel früheren Myelinisierung im Vergleich zu den andern Fibrae sagittales cerebellares des Makakus. *Wir schlagen vor, den von ihnen gebildeten Strang Fasciculus sagittalis lateralis zu benennen, im Gegensatz zu dem von Obersteiner beim Menschen als medianus beschriebenen.*

* * *

In bezug auf die Kleinhirncommissuren werde ich über diejenigen des Papio nicht sprechen, weil das vorgesetzte Stadium, welches die Myelogenese bei diesem erreicht hatte, das Verfolgen der Commissur-

fasern in dem Fasergeflecht erschwerete. Diese Unzulänglichkeit bestand dagegen nicht bei dem drei Wochen alten Makakus, bei welchem uns das Studium der Kleinhirncommissuren interessante Eigentümlichkeiten offenbart hat, die man in den Schnitten des ausgewachsenen Makakus durch die mehrfach wiederholten Gründe nicht mehr antraf.

Wie man von der *Stillingschen* Epoche an weiß, kann man beim Menschen zwei Kleinhirncommissuren unterscheiden: eine vordere (oder Commissura fastigii) und eine hintere, welche bedeutend mehr proximalwärts anfängt und viel mehr distalwärts als die erste endet; die eine sowohl wie die andere breiten sich ohne Unterbrechung von ihrer distalen Extremität bis zur proximalen aus. Auch beim Makakus sind zwei Commissuren vorhanden: eine hintere und eine vordere. Die erstere beginnt wie beim Menschen im distalen Teil des Wurmes in der Form von gut myelinisierten Fasern, die durch ihre dorsalste Markachse ziehen und sich auch durch ihre Dicke von den vertikalen Fasern, an welchen die Marksubstanz dieser Zone reich ist, unterscheiden. Mehr proximalwärts wird die hintere Commissur reicher an Fasern und nimmt durch die Entwicklung des Wurmes dessen zentralen Teil ein, bis man an die der hinteren Extremität des Nucleus dentatus entsprechenden Schnitte gelangt, die keine Spur von Commissur mehr aufweisen.

Immer beim Makakus sieht man nach wenigen Schnitten in der Markachse des zentralen Teils des Wurmes quer verlaufende, im ventralen Teile zahlreichere Fasern. Sie verlaufen schräg nach unten und medianwärts und kreuzen sich mit den Fasern der gegenüberliegenden Seite, eine Art Raphe bildend. Diese Eigentümlichkeiten sind nur den Commissurenfasern dieses Teils zu eigen. Nun ist es wahrscheinlich, daß diese Fasern hier die Fortsetzung der hinteren Commissur bilden, vor allem wegen ihrer Lage in der zentralen Markachse des Wurmes, zweitens wegen der Beziehungen, in denen diese Fasern mit den Fibrae semicirc. ext. zu stehen scheinen. Auf Grund der zahlreichen angestellten Untersuchungen beim Menschen, sowie auf Grund meiner durch Untersuchungen an Affen bestätigten Studien setzen sich diese letzteren tatsächlich in die hinteren Commissurfasern fort. In den Schnitten durch die oben erwähnten Zonen sieht man ferner die Fibrae semicirc. ext., nachdem sie den Nucleus dentatus von der Seite her und dorsalwärts umgeben haben, sich in der Richtung der Commissur fortsetzen. Damit will ich nicht apodiktisch behaupten, daß sie sich mit den oben beschriebenen Commissurenfasern fortsetzen, weil es mir nur möglich war, sie in einer sehr kurzen Strecke zu verfolgen.

Wenn man in oraler Richtung vorschreitet, erscheint bei dem drei Wochen alten Makakus die vordere Commissur. In deren distalem Teil scheinen die Fibrae semicirc. ext. sich mit denen seines Stratum suprafasciale fortzusetzen. Ich benutze wieder das Wort „scheinen“, weil

ich lediglich die Richtung der Fasern anzeigen will, nicht ihre Fortsetzung, über welche es mir nicht möglich war, mich vergewissern zu können. Sicher ist, daß man solchen Befund in den Schnitten wahrnimmt, die durch den Dachkern und seine Commissur geführt sind. Letztere weist einen ähnlichen Aufbau wie beim Menschen auf. Auch hier sind seine zahlreichen und gut myelinisierten Querfasern in drei Schichten teilbar, die wir nach der Namensbezeichnung von *De Sanctis* Pars supra-, inter- und infrastigialis benennen können, je nachdem sie über, auf der Höhe oder unter den Dachkernen liegen. Auch hier enthält die zweite Schicht, in der medianen Linie, vertikale Fasern, die einen Strang bilden, den man *Fascic. medianus commissurae* bezeichnen kann, und die auf der Höhe des proximalen Teils des Dachkerns mit den Querfasern zusammentreffen, indem sie eine Mosaikzone bilden. *Ferner erleidet die Commissurgegend an der proximalen Extremität des Dentatus eine neue große Umänderung*, die man beim Menschen nicht antrifft. Die dicken und zahlreichen Commissurenfasern ziehen, ohne sich zu kreuzen, durch die Markachsen der drei ventralen Wurqlamellen, von denen die der dorsalsten Lamelle sich mit den *Fibrae semicirc. ext.* fortsetzen, die andern mit den *internae*. Noch mehr proximalwärts angelangt, nehmen die Commissurenfasern allmählich an Zahl ab und verschwinden schließlich gänzlich, zuerst die der zwei ventralen Markachsen, etwas mehr proximalwärts die der dorsalen Markachse. Da die Commissurenfasern der dorsalen Markachse sich mit den *Fibrae semicirc. ext.* fortsetzen, kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die ersten denen der hinteren Commissur gleichen. Diese breitet sich daher auch beim Makakus mehr proximalwärts als die vordere aus. Jedoch breitet sich letztere bei dem besprochenen Affen mehr proximalwärts als beim Menschen aus, sie erreicht sogar eine sehr große Entwicklung in dem vor dem Nucleus fastigii gelegenen Teil, indem sie ihre zahlreichen Fasern in zwei Markachsen verteilt. Und daß es sich hier um die vordere Commissur handelt, erscheint mir durch die Fortsetzung der besprochenen Fasern mit den *semicirc. int.* bewiesen.

Die hintere Commissur beim Makakus zeigt also in ihrem distalen Teil eine kurze Unterbrechung; sie erscheint dann von neuem, eine etwas andere Struktur als die des Menschen aufweisend. Daß die Unterbrechung der Commissurengegend besteht, beweist die Untersuchung einiger Schnitte, bei denen man die Commissur nicht treffen kann. Damit ist durchaus nicht gesagt, daß eine wahre und richtige Unterbrechung der Commissurenfasern vorhanden sei; die Schräglage von diesen, unmittelbar vor der beschriebenen Gegend könnte zu der Annahme führen, daß die Unterbrechung der Fasern nur scheinbar sei, von der Tatsache abhängend, daß sie in Anbetracht ihrer Richtung dem Schnitt in der Commissurengegend entgangen sein könnten. Diese Vermutung wird

auch durch die Tatsache bestärkt, daß die Unterbrechung der Commissur in den Serienschnitten sich auf wenige Schnitte ausdehnt.

Schwieriger ist der Befund zu erklären, den man mehr proximalwärts auf der Höhe des Nucleus fastigii erhalten hat, und zwar dort, wo man die hintere Commissur nicht mehr erkennen kann, während die Fibrae semicirc. lat. sich in die des Stratum suprafastigiale der Commissura fastigii fortzusetzen scheinen. Erleidet hier die hintere Commissur eine sehr viel ausgebreititere, neue Unterbrechung, und laufen hier die Fibrae semicirc. lat. beim Makakus zum Stratus suprafastig. der vorderen Commissur oder hat sich die hintere Commissur mit der obengenannten, der vorderen Commissur angehörenden Schichte vereinigt? Wir beschränken uns bloß darauf, diese Fragen zu stellen. Um sie zu lösen, müßte man über durchaus lückenlose nach allen verschiedenen Richtungen angelegte Serienschnitte verfügen, vermittelst deren es möglich wäre, die Fibrae semicirc. ext. in vollständiger Weise zu verfolgen.

Diencephalon und Telencephalon.

Wir gehen nun zu dem Studium des Diencephalon über; die Synthese unserer Befunde beim Makakus gestattet uns zu behaupten, daß der Thalamus hier nur teilweise myelinisiert ist und eigentlich besser in dem mittleren als im vordersten und hintersten Teil. Außerdem ist seine Myelinisation nur auf den Nucleus lat., die Nuclei ventrales, das Stratum zonale und reticul. und die Lamina medull. lat. beschränkt, während die Lamina medull. med. sehr wenig myelinisiert ist. Die Fasern des Ganglion habenulae und die verschiedenen Bildungen des Hypothalamus (Area tegmenti Forelii, Fascic. uncinatus, C. subthalamicum), das C. genic. lat., die Area triangularis von *Wernicke*, der Tractus opticus und der N. opticus sind teilweise myelinisiert. Das C. genic. mediale dagegen ist beinahe myelinlos.

Bei dem Papio Sphinx ist die Myelinisation der verschiedenen Formationen vorgeschritten, jedoch ist der Unterschied rein quantitativ. Auch hier sind die vordere und hintere Extremität des Thalamus weniger als die übrigen Teile myelinisiert; desgleichen ist die Myelinisierung im Nucleus lat. und in den Nuclei ventrales, im Stratum retic., in der Lamina medull. lat. und in der Taenia vorwiegend. Das Ganglion habenulae ist teilweise myelinisiert und sehr viel mehr im dorsalen und lateralen als im medio-ventralen Teil; der Fascic. retroflexus ist gut, die Radiatio optica ad Pulvinar teilweise myelinisiert. Die Hypothalamusbildungen (Area tegmenti Forelii und das C. subthalamicum) sind ebenso wie auch die Area Triangularis von *Wernicke* und der Tractus opticus gut myelinisiert; die C. genicul. sind teilweise myelinisiert und die lateralen viel mehr als die medialen. Die C. canticantia sind sehr wenig

die Commissura supramammillaris, gut der Fascic. mammillaris princeps myelinisiert.

Was das Telencephalon in bezug auf die Zentralganglien anbelangt, so finden wir beim Makakus, daß der Colliculus caudatus beinahe myelinlos ist, und daß er einige leicht myelinisierte Fasern nur im ventralen Teil seiner Kapsel aufweist; das Putamen ist sehr wenig, der Globus pallidus viel mehr, besonders in seinem medialen Abschnitt und in der Lamina medull. med. myelinisiert; auch die Ansa lentiformis ist in vorgeschrifter Myelinisierung.

Übrigens ist im Telencephalon die Myelinbildung auf die Marksubstanz, vorwiegend auf die Markpyramiden des G. centr. ant. und post. und auf den entsprechenden Stabkranz beschränkt. Der G. corp. callosi zeigt eine kaum beginnende, und der Angularis eine sehr spärliche und auf seinen dorsalen Teil beschränkte Myelinisation; in den Gg. des Lobulus occipitalis sieht man einen spärlichen Myelingehalt der Markpyramiden, besonders der der Pars medialis. Im G. hippocampi sind wenige Fasern neben der Spitze des Cornu inf. ventric. later. leicht myelinisiert; auch die Radiatio optica und der Fascic. longitud. infer. sind etwas myelinisiert. Die innere Kapsel, dem Genu entsprechend, ist teilweise myelinisiert; je mehr man in ihrer Pars post. distalwärts vorstretet, wird sie myelinreicher, bis ihre Myelinbildung in der Pars retrolenticularis vollständig ist. Auf der Höhe der Pars media des C. callosum und im entsprechenden Teil des Corpus fornici sind spärliche Fasern des Fornix longus leicht myelinisiert. Die andern Bildungen des Telencephalon sind myelinlos.

Der Colliculus caudatus ist beim Papio myelinlos, das Putamen ist sehr spärlich myelinisiert, der Globus pallidus mit seinen Laminae medull. und die Ansa lentiformis sind in vorgeschriftener Myelinisation.

In den Gg. der Zona rolandica, in den Gg. frontales, im Lobulus parietalis sup. ist die Myelinisation entweder vollständig oder sehr vorgeschritten. Dagegen sind der G. angularis und die Gg. temporales wenig myelinisiert, der G. cinguli und die Gg. olfactorii sehr wenig; die Gg. des Lobus occipitalis sind etwas besser als die des Lobus temporalis myelinisiert; bei dem Lobus occipitalis ist die die Fissura calcarina umgebende Zone in vorgeschriftener Myelinisation. Auch die Fimbria ist teilweise und der Alveus sehr spärlich myelinisiert.

Wir gehen nun zu der Beschreibung der Einzelheiten und sehen hier, daß die Myelinisierung des G. angularis, der Gg. temporales und des G. cinguli sich auf die Marksubstanz beschränkt. Die Gg. frontales, die Rolandischen Windungen, der Lobulus parietalis sup. und die Windungen des Lobus occipitalis enthalten myelinisierte Fasern auch in der Rindensubstanz. In letzterem sind die Querfasern des interradiären Flechtwerkes ein wenig myelinisiert während in den Gg. frontales, in den Gg.

Para rolandici und im Lobulus parietalis sup. die Myelinbildung des interradiären Flechtwerkes viel reicher, wenn auch immer partiell ist und auch einige Querfasern des superradiären Flechtwerkes sind myelinisiert. In den Gg. olfactorii treffen wir nur vereinzelte myelinisierte Querfasern; die Tangentialfasern endlich sind in keiner Windung myelinisiert.

Im Centrum ovale finden wir das Cingulum leicht, den Fascic. longitud. inf. gut, die Radiatio optica etwas weniger und das Tapetum, besonders in seinem ventro-lat. Teil sehr wenig myelinisiert. Die innere Kapsel ist teilweise seiner Pars ant. entsprechend myelinisiert; im hinteren Teil der letzteren jedoch bereichert sie sich mit myelinisierten Fasern, wenn sie auch im ventralen Fünftel beinahe myelinlos ist. Die Pars post. und retrolenticularis der inneren Kapsel endlich sind auch besser myelinisiert. Die Capsula externa und extrema sind wenig myelinisiert; das Claustrum zeigt wenige myelinisierte Fasern und nur dem dorsalsten Teil entsprechend.

Die Myelinisierung des C. callosum und des Fornix ist partiell. Das erstere ist in seinem hinteren Teil und in der distalen Hälfte seines Mittelteils wenig, in der proximalen Hälfte seines mittleren Teils etwas besser, in seinem vorderen Teil, in dem die Myelinisation um so geringe wird, je weiter man sich proximalwärts befindet, sehr wenig myelinisiert. Die Myelinisation des C. callosum ist intensiver in dem ventralen Teil und in den Seitenteilen, mit Ausnahme des vorderen Teils, wo sie in dem dorsalen Teil stärker ist. Hier sind außerdem besonders die Fibrae perforantes, den Striae longitud. med. entsprechend, myelinisiert. Auch das Corpus fornici ist wenig myelinisiert; die Fasern des Fornix. longus sind besonders myelinisiert. Die Crura anter. sind in ihrem Innern sehr wenig myelinisiert, in ihrem Umkreis etwas besser und ganz besonders in dem Teil, in welchem die mediale Randzone sich mit der dorsalen verbindet. Der Fascic. pericavitarius medialis und der Fascic. olfactorius fornici sind teilweise myelinisiert, während die Myelinisation in der Commissura anter. und im Fascic. olfactorius derselben kaum angefangen hat. Die Substantia grisea subependymalis ist myelinlos.

Die Myelinisierung des Diencephalon beim Menschen ist bis jetzt nicht in umfassender Weise verfolgt worden. Aus dem *Flechsig'schen* Atlas entnehmen wir die folgenden Wahrnehmungen. Dieser Verfasser hat in dem Thalamus des menschlichen Foetus von 43 cm Länge eine beginnende Myelinisierung des Nucleus ventro-later. und des Centre médian beobachtet; erst später myelinisieren sich der Nucleus semilunar, die Taenia thalami und die Lamina medull. later., und noch später die übrigen Teile. *Flechsig* fand, daß das Ganglion habenulae bei einem kleinen Mädchen von 54 cm Länge (Spätgeburt) teilweise myelinisiert war.

Die Gebilde des Hypothalamus myelinisieren sich frühzeitig; schon im siebenten Monat intrauterinen Lebens erscheinen Fasern, die den Globus pallidus mit dem C. subthalamicum verbinden, welch letzteres in dieser Zeit anfängt, sich zu myelinisieren und im 43 cm langen Foetus schon recht gut myelinisiert ist. *Flechsig* fand die *Forelsche Zone* mit ihren zwei *Fascic. thalamicus* und *lentiformis* bei einem kleinen vier Tage alten Mädchen gut myelinisiert. Die *Corpora quadrigemina* myelinisieren sich später; sie waren in der Tat bei einem kleinen drei Wochen alten Knaben myelinlos. Der *Tractus opticus* enthält schon beim 43 cm langen Foetus myelinisierte Fasern.

Im Metathalamus zeigt das C. genic. lat. im gleichen Zeitpunkt einige myelinisierte Fasern; das C. genicul. mediale myelinisiert sich später; es enthielt bei einem von *Flechsig* untersuchten, sieben Wochen (extrauterinen Lebens) alten Knaben myelinisierte Fasern.

Der chronologische Typus der Myelogenese ist also, was das Diencephalon anbelangt, nicht nur der gleiche bei unseren beiden Affen, sondern auch beim Menschen.

Nach dieser Feststellung möchte ich die Aufmerksamkeit auf einige Eigentümlichkeiten der anatomischen Konstitution des C. genic. later. und des *Fascic. longitud. infer.* des Papio lenken. In den Frontalschnitten erscheint das C. genic. lat. an seinem distalen Ende als eine kleine Masse von ovoidaler Form. Proximalwärts fügt sich dieser ersteren eine andere viel kleinere, der Mitte näher zuliegende Masse hinzu. Die beiden Massen sind zuerst durch einen freien Zwischenraum getrennt in welchem sich Gefäße befinden. Mehr nach vorn nehmen die zwei Massen an Umfang zu und suchen sich durch Verkleinerung des freien Zwischenraums zu vereinigen; schließlich sind sie nur noch durch die entsprechende Kapsel getrennt. Der dorsale Teil derselben ist an einem gewissen Punkt zusammengedrückt, so daß er einen spitzen, nach oben offenen Winkel mit der Spitze nach unten bildet. Von letzterem geht eine Verlängerung aus, die ventralwärts nach unten zieht und die Masse des C. genic. lat. in zwei Lappen teilt. Das C. genic. lat. nimmt weiter vorn bedeutend an Umfang zu und zeigt die eigentümliche Form einer Bohne, während die Verlängerung der Kapsel verschwindet. Das Corpus genic. lat. zeigt sich also beim Papio auf der Höhe seines distalen Teils wie zwei Massen, die zuerst mittels eines freien Zwischenraumes weiter nach vorn nur durch eine Verlängerung der Kapsel voneinander getrennt sind und noch weiter vorne sich vereinigen.

Die Myelinbildung des Telencephalon ist beim Menschen, wenn auch nicht vollständig, so doch besser bekannt, als die des Diencephalon.

In den Centralganglien myelinisiert sich zuerst der Globus pallidus, dann das Putamen und der Caudatus. *Flechsig* hat schon beim 34 cm langen Foetus myelinisierte Fasern beobachtet, die vom Globus pallidus

zu der Lamina perfor. ant. und zum Corpus subthalamicum verlaufen; beim ausgetragenen Foetus ist der Globus pallidus reich an myelinisierten Fasern, besonders im Globus medialis und in der Lamina medull. media lis. Das Putamen und der Colliculus caudatus fangen erst nach der Geburt an sich zu myelinisieren. Im übrigen Teil des Telencephalon fängt die Myelinisierung im achten Monat des intrauterinen Lebens an. Die ersten, die sich myelinisieren, sind die sensitive Bahn und der Stabkranz des G. centr. post., dann die des G. centr. ant. und des Lobulus paracentralis. Um diese Zeit werden auch die Fasern, die vom Thalamus zur Rinde ziehen, myelinisiert, besonders diejenigen, die zum G. centralis post. verlaufen.

Am Ende des intrauterinen Lebens ist die Pyramidenbahn bis zum Pes pedunculi myelinisiert.

Die Sehbahn fängt im neunten Monat des intrauterinen Lebens an, sich zu myelinisieren, und zwar nach dem Tractus opticus. Bei der Geburt sieht man dicke Stränge, welche vom C. genic. lat. der Calcarina zu laufen. *Mingazzini* hat gezeigt, daß bei den reifen Foeten nicht nur Fasern des Stratum sagittale mediale, sondern auch Fasern des Stratum sagittale later. myelinisiert sind. Das Tapetum myelinisiert sich erst später. Im Lobus occipitalis myelinisiert sich die die Calcarina umgebende Zone früher als die übrigen Teile.

Die mit dem Geruchssinn in Verbindung stehenden Formationen myelinisieren sich frühzeitig. Schon im neunten Monat fangen die Radices olfactoriae und der G. uncinatus an, sich zu myelinisieren, während dies bei dem G. hippocampi erst einen Monat nach der Geburt erfolgt. *Flechsig* hat sieben Wochen nach der Geburt die Fimbria und den Alveus (des Cornu Ammonis) myelinisiert gefunden. Um diese Zeit sind auch die myelinisierten Fasern des G. forniciatus schon zahlreich; der erwähnte Verfasser hat dort einige myelinisierte Fasern bei einem vorzeitig geborenen sieben Monat alten Knaben gesehen, der 48 Tage gelebt hatte, sowie bei einem 54 cm langen Mädchen (Spätgeburt).

Der G. tempor. sup. und die Capsula externa fangen einen Monat nach der Geburt an sich zu myelinisieren, später myelinisieren sich der G. temp. medius und infer., der Praecuneus, die Lobuli parietales, die Gg. temporo-occipitales und endlich die Gg. frontales. Bei diesen letzteren fängt die Myelinbildung an der Corona radiata des G. front. primus an und dehnt sich dann auf den Stabkranz der anderen Gg. frontales aus; jedoch erst im neunten Monat extrauterinen Lebens ist deren Marksubstanz gut myelinisiert.

Die Myelinisierung des Balkens ist von *Flechsig*, von *Villaverde* und von *Mingazzini* studiert worden. Der letztere unterscheidet in der Myelinisation des Balkens drei Perioden; die erste beginnt zwischen der ersten und dritten Woche extrauterinen Lebens und endet am Schluß

des zweiten Monats. Die Myelinbildung beginnt im Stratum lancisianum und in den Fasern des G. corporis callosi, die die Stria tecta umgeben. Im übrigen Teil des Balkens ist der Myelininhalt sehr spärlich, und die myelinisierten Fasern sehen wie Punkte oder Linien aus.

Die zweite Periode dauert vom dritten zum neunten Monat (extrauterinen Lebens). Die Myelogenese schreitet sowohl in den Seitenteilen als auch im Mittelteil des Balkens vor, jedoch mehr in den ersten als im zweiten. Die Stränge der Pars media sind weniger als die des ventralen und dorsalen Teils myelinisiert. Dicke, vertikale Stränge beobachtet man im Stratum lancisianum (*Fibrae perforantes*) und andere spärliche Stränge im zentralen Teil der *Striae mediales*.

Die dritte Periode erstreckt sich vom achten bis zum zwanzigsten Monat; in dieser Zeit wird die Myelinisation des Balkens eine vollständige.

Villaverde hat die Ergebnisse der Untersuchungen von *Mingazzini* bestätigt. Dem spanischen Verfasser nach enthält außerdem die Pars media des Balkens zuerst Myelin, dann das Splenium, das Genu und das Rostrum.

Im ersten Monat extrauterinen Lebens beginnt der Fornix seine Myelinisierung. *Flechsig* hat beim frühgeborenen, sieben Monat alten Foetus, der nur 48 Tage lebte, im Fornix longus myelinisierte Fasern und einige auch im Fornix inf. gesehen. Es ist jedoch bekannt, daß das extrauterine Leben bei Frühgeborenen die Myelinisierung beschleunigt. Derselbe Beobachter hat bei einem drei Monate alten Knaben den Fornix inf. in vorgesetzter Myelinbildung gefunden. Nach *Mingazzini* fängt das C. fornici nach der dritten Woche extrauterinen Lebens an, sich zu myelinisieren; die Crura ant. fornici myelinisieren sich zwischen der dritten Woche und dem vierten Monat in der medialen Peripherie; vom vierten bis zum siebzehnten Monat verbreitet sich die Myelinisation über den übrigen Teil der Peripherie; während sie im Zentrum immer spärlich bleibt. Nach demselben Verfasser zeigen die Crura post. schon gegen die zweite Hälfte des zweiten extrauterinen Lebensmonats beginnende Myelinisierung; der Fornix longus myelinisiert sich frühzeitig.

Der italienische Neurologe hat auch die Myelinisation des Septum pellucidum studiert. In diesem myelinisiert sich der Fascic. pericavatarius medialis frühzeitig, d. h. in der ersten Woche extrauterinen Lebens. Die Fasern des Stratum olfactorium (ext.) beginnen dagegen ihre Myelinbildung gegen den vierten extrauterinen Lebensmonat und beenden sie erst im siebzehnten Monat.

Wie beim Diencephalon, so ist auch der Myelinisationstypus des C. callosum, des Fornix und der basalen Ganglien bei den Affen und dem Menschen der gleiche. Für den übrigen Teil des Telencephalon ist der Typus der Myelogenese, wenn auch nicht derselbe, so doch immerhin sehr ähnlich. Die vorhandenen Unterschiede beziehen sich in der Tat

nur auf eine früher eintretende Myelinbildung der weißen Substanz und der Rindenfasern des Lobus parietalis, wie es beim Makakus und beim Papio, sowie der Gg. frontales beim Papio wahrzunehmen ist. Und das vom Diencephalon und Telencephalon Gesagte habe ich im vorstehenden auch als richtig für Rückenmark, Großhirnstamm und Kleinhirn erwiesen. Ich kann deshalb mit *Mingazzini* den Schluß ziehen, daß das Studium der Myelinisation des C. N. S. bei den Affen eine große, nicht nur ontogenetische, sondern auch phylogenetische Bedeutung hat und daß es uns einen weiteren Beweis zugunsten des biogenetischen Gesetzes von *Müller-Häckel* liefert.

Ehe ich diese Arbeit beende, werde ich einige Betrachtungen über die Anatomie des Fasic. longitud. infer. beim Papio hinzufügen.

Man sieht in den Querschnitten, daß ersterer beim Papio weiter nach oben als beim Menschen reicht. Er wendet sich zuerst nach oben und etwas medialwärts; dorsal am Ventriculus angelangt, folgt er der Richtung der Wände desselben und biegt dann um, indem er einen Bogen mit der Konkavität nach unten und medialwärts bildet; dann setzt er sich in diesem Sinn fort, so daß man seine Fasern bis zum G. corp. callosi verfolgen kann. Ich habe jedoch nicht mit Sicherheit sehen können, ob er in das Innere dieser Windung eindringt und sich mit den dieser Zone angehörenden Fasern vermischt. Bei dieser Gelegenheit möchte ich daran erinnern, daß beim Menschen Fasern beschrieben wurden, die vom C. callosum zum dorsalen Teil des Fasic. longitud. infer. laufen. Beim Papio jedoch müßten die anatomischen Beziehungen zwischen diesen beiden Gebilden sehr viel intimer und ihr Zusammenhang viel stärker sein, weil der Fasic. longitud. infer. selbst bis an der Grenze des G. cinguli anlangt, in dessen Innere er mit großer Wahrscheinlichkeit Fasern entsendet, die die Bedeutung von Assoziationsfasern haben müßten.

Literaturverzeichnis.

- Bechterew*: Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirns. Neurol. Zentralbl. 1885, H. 6. — *Biancone*: Contributo allo studio dell'emiatrofia della lingua. Riv. sperim. di freniatr., arch. ital. per le malatt. nerv. e ment. 28. 1902. — *De Sanctis*: Untersuchungen über den Bau und die Markscheidenbildung des menschlichen Kleinhirns. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 4, 238. 1898. — *Flechsig*: Anatomie des menschlichen Gehirns und Rückenmarks auf myelog. Grundlage. Leipzig: Thieme 1920. — *Fuse*: Beiträge zur Anat. des Bogens des IV. Ventrikels. Arb. a. d. hirnanat. Inst. in Zürich. H. VIII. Wiesbaden: Bergmann 1914. — *Marburg* und *Alexander*: Handbuch der Neurologie des Ohres. I. Bd., 1. Hälfte. Urban & Schwarzenberg 1925. — *Mingazzini*: Anat. clinica dei centri nervosi. II. Ediz., Torino 1913. — *Mingazzini*: Beitrag zum Studium des Verlaufes einiger Bahnen des Zentralnervensystems des Cynocephalus papias. Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol. 41, 71. 1922. — *Mingazzini*: Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über den Verlauf einiger Bahnen des Zentralnervensystems. Mo-

natsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. **15**, H. 5. 1904. — *Mingazzini*: Der Balken. Berlin: Julius Springer 1922. — *Mingazzini* und *Giannuli*: Klinischer und pathologisch-anatomischer Beitrag zum Studium der Aplasiae cerebro-cerebello-spinales. Zeitschr. f. d. ges. Orig. **90**, 521. 1924. — *Naito*: Zur Myelinisation des Kleinhirns. Arb. a. d. neurol. Inst. d. Wiener Univ. **24**, 253. 1923. — *Obersteiner*: Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Zentralorgane. Leipzig und Wien 1912. — *Pfeiffer*: Myelogenetisch-anatomische Untersuchungen über den zentralen Abschnitt der Sehleitung. Berlin: Julius Springer 1925. — *Riese*: Ueber die Markreifung im Kleinhirn, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. **94**, H. 5, S. 629—638. 1925. — *Staderini*: Ricerche sperimentalì sopra l'origine reale del n. ipoglosso. Internat. Monatsschr. f. Anat. **12**, H. 4. 1895. — *Sterzi*: Anatomia del sistema nervoso centrale dell'uomo. Padova 1914. — *von Monakow*: Die Lokalisation im Großhirn und der Abbau der Funktion durch corticale Herde. Wiesbaden: Bergmann 1914. — *Ziehen*: Handbuch der vergleich. und experim. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. II. Bd., 3. Teil. 1906.

Abkürzungen*).

III	= Fila radicularia des N. oculomotorius.	C.N.I.D.	= Komplex des nucleus dentatus und interpositus.
V	= Tractus descendens des N. trigeminus.	C.o.	= Nervus cochlearis.
VI	= Fila radicularia des N. abducens.	Co.A.C.	= Commissura ant. cerebelli.
VII	= Fila radicularia des N. facialis.	1	= Stratum suprafastigiale der Co.A.C.
VIII	= Fila radicularia des N. vestibularis.	2	= Stratum interfastigiale der Co.A.C.
IX	= Fila radicularia des N. glossopharyngeus.	3	= Stratum infrafastigiale der Co.A.C.
X	= Fila radicularia des N. vagus.	Co.h.	= Commissura interhabenularis.
XII	= Fila radicularia des N. hypoglossus.	Co.q.a.	= Commissura corp. quadrig. ant.
a.l.	= Ansa lenticiformis.	C.p.c.	= Commissura post. cerebelli
a.t.W.	= Area triangularis von <i>Wernicke</i> .	C.q.a.	= Corpus quadrig. ant.
B.Po.	= Brachium pontis	C.q.p.	= Corpus quadrig. post.
C.	= Komplex des Tractus rubrospinalis; tecto-spinalis; spino-cerebellaris ventralis; spino-thalamicus.	C.R.	= Corpus restiforme.
C.ca.	= Corpus callosum.	c.s.d.	= Direkte sensorische Kleinhirnbahn (<i>Edinger</i>).
C.g.l.	= Corpus geniculatum laterale.	C.tr.	= Corpus trapezoideum.
C.g.m.	= Corpus genic. mediale.	D.a.t.	= Decussatio anter.tegmenti.
C.i.	= Capsula interna.	D.p.e.s.	= Decussatio brach. conjunctiv.
C.i.r.l.	= Pars retro lenticularis capsulae internae.	F.	= Area tegmenti (<i>Forel</i>).
		f.a.i.l.	= (F.A.I.L.) = Fibrae arcuatae internae lemniscales.
		F.e.	= Fibrae fimbriatae exterdae.
		F.f.f.a.	= Fasciculus fundamentalis funiculi anterioris.

*) Infolge mangelhafter Vergrößerung ist manches im Texte beschriebene Detail auf den Abbildungen nicht sichtbar.

F.i.	= Fibrae fimbriatae internae.	N.F.	= Nucleus fastigii.
F.l.	= Flocculus.	N.g.	= Nucleus funiculi gracilis.
F.l.i.	= Fasciculus longit. inferior.	N.I.	= Nucleus interpositus.
F.l.p.	= Fascic. longit. posticus.	N.l.t.	= Nucleus later. thalami.
F.m.c.a.c.	= Fascic. medianus commissurae ant. cereb.	N.O.I.	= Nucleus olivaris inferior.
F.m.p.	= Fascic. mammillaris princeps.	N.O.S.	= Nucleus olivaris superior.
Fo.	= Fornix.	N.r.t.	= Nucleus ruber tegmenti.
F.p.o.s.	= Fibrae transversae pontis (stratum superficiale).	N.v.l.	= Nucleus n. vestibularis lateralis.
F.prd.	= Fasciculus praedorsalis.	N.v.s.	= Nucleus n. vestibularis superior.
F.py.	= Fibrae endopyramidales.	N.v.t.	= Nuclei ventrales thalami.
F.r.R.	= Fibrae rectae der Raphe.	P.c.s.	= Brachium conjunctivum.
F.rtf.	= Fascic. retroflexus.	Pl.ic.	= Plexus intraciliaris.
F.s.l.	= Fibrae semicirculares laterales.	P.l.p.	= Pes lemniscus profundus.
F.s.l.c.	= Fascic. sagittalis lateralis cerebelli.	P.N.O.I.	= Pedunculus nuclei olivaris inferioris.
F.u.i.	= Fascic. uncinatus hypoth.	P.p.	= Pes pedunculi.
G.c.	= Gyrus cinguli.	Pu.	= Putamen.
G.C.A.	= Gyrus centralis ant.	Pul.	= Pulvinar.
G.h.	= Ganglion habenulae.	Py.	= Pyramis.
G.p.	= Globus pallidus.	R.	= Raphe.
L.	= Lemniscus medialis.	R.N.C.	= Rest. der nuclei cerebellares.
L.i.	= Lemniscus inferior.	r.o.	= Radiatio optica.
L.m.	= Lemniscus medialis.	r.o.p.	= Radiatio optica ad pulvinar.
L.m.l.	= Lamina medullaris lateralis nuclei lentiformis.	s.g.c.	= Substantia grisea centralis.
L.m.m.	= Lamina medullaris med. n. lentiformis.	s.g.p.	= Substantia grisea periependymalis.
L.m.l.t.	= Lamina medullaris lat. thalami.	S.n.	= Substantia nigra.
M.	= Meditullium cerebelli.	S.r.l.	= Substantia reticularis lateralis.
N. III	= Nucleus n. oculomotorii.	S.r.m.	= Substantia reticularis medialis.
N. V	= Nucleus sensibilis et motorius n. trigemini.	S.r.t.	= Stratum reticulatum thalami.
N. VI	= Nucleus n. abducens.	St.io.	= Stratum interolivare.
N. VII	= Nucleus n. facialis.	s.z.t.	= Stratum zonale thalami.
N. X	= Nucleus dorsalis n. vagi (alae cinereae).	tap.	= Tapetum.
N.a.c.	= Nucleus alae cinereae.	Th.	= Thalamus.
N. XII	= Nucleus n. hypoglossi.	T.O.	= Tractus thalamo-olivaris.
N.c.	= Nucleus caudatus.	Tr.O.	= Tractus opticus.
N.co.d.	= Nucleus n. cochlearis dorsalis.	Tr.s.	= Tractus solitarius.
N.co.v.	= Nucleus n. cochlearis ventralis.	T.s.t.	= Tractus spino-thalamicus.
N.eu.	= Nucleus funiculi cuneati.	T.t.	= Taenia thalami.
N.D.	= Nucleus dentatus.	T.tr.i.	= Tractus triangularis-intercalatus (<i>Fuse</i>).
Ne. V	= Nervus trigeminus.	Ve.tr.d.	= Tractus descendens nervi vestibularis.
Ne. X	= Nervus vagus.	V.N.D.	= Vellus nuclei dentati.
		Z.p.	= Zona pectinata.