

XXVIII.

Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirne des Menschen und einiger Säugetiere, mit Beiträgen zu den Methoden der Gehirnuntersuchung.

Von

Dr. August Forel,

Assistenzarzt an der Kreisirrenanstalt München.

(Hierzu Taf. VII., VIII. u. IX.)

I.

Zu den Methoden der Gehirnuntersuchung.

In Band V dieses Archives, 1875, S. 229 hat Prof. Gudden ein neues Microtom beschrieben, das sich seither hier immer mehr bewährte, und auch anderwärts Verbreitung fand.*). Einerseits aber stellte sich heraus, dass die richtige Anwendung des Instrumentes von Manchen verkannt wurde, andererseits zeigten sich einige noch nicht berücksichtigte Fehlerquellen, die theils am Instrument selbst, theils an dessen Gebruchsweise lagen und daher aufgehoben werden mussten. Ferner ist noch Einiges über die Behandlung der Gehirne und der einmal gemachten Schnitte nachzutragen. Endlich müssen die Untersuchungsmethoden des Gehirnes im Allgemeinen und die Grenze ihrer Leistungen kurz besprochen werden. Diese Punkte sollen hier Berücksichtigung finden. —

a) Zum Instrument selbst. Für die Beschreibung verweise ich auf die eben angeführte Stelle dieses Archives, und ich begnüge mich hier die nöthig gewesenen Verbesserungen anzuführen.

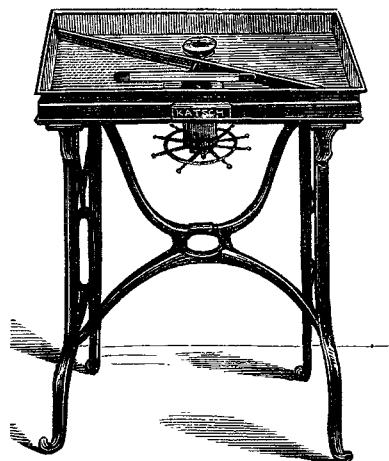
*) Zuerst hatte Herr Katsch auf Veranlassung von Dr. Gierke ein aus Metall genau nach Betz's Zeichnung construirtes Microtom angefertigt (Guddens a. a. O.).

Man muss, um Stufen in den Schnitten zu vermeiden, in einem Zuge schief von links oben nach rechts unten schneiden. Prof. Gudden (a. a. O.) berichtet außerdem: „dass man so schneiden muss, dass dieselbe Stelle des Messers immer mit derselben Stelle des Präparates zusammentrifft,“ da die Messerklinge und die Fläche des Microtoms, trotz der sorgfältigsten Arbeit nie absolut genau in einer Ebene liegen, was leichte Unregelmässigkeiten in der Dicke des Schnittes an verschiedenen Stellen zur Folge hat. Indessen ist selbst für den Geübteren die verlangte genaue Führung des Messers nicht ganz leicht, und um diese vor jeder Abirrung unbedingt zu sichern, wurde Folgendes erdacht und mit Erfolg ausgeführt. Diagonal durch den Wasserbehälter (denselben viereckig angenommen), worin das Microtom eingefasst ist, wird eine senkrechte Metallleiste am Boden desselben derart befestigt, dass sie mit einer für das Schneiden möglichst günstigen schiefen Richtung parallel ist, und dass der rechte Griff des Messers stets an sie anstossen kann. Man achtet dann beim Schneiden mit den Augen darauf, dass die Messerklinge immer dem ihr gegenüberliegenden Rand des Behälters parallel bleibt, und mit dem Gefühl darauf, dass der Griff beständig an die Metallleiste stösst. So wird fast mathematisch genau geschnitten und obiges Desideratum erfüllt, was die unangenehmste Form der Stufen gänzlich zu vermeiden, und somit feiner zu schneiden erlaubt.

Diese Vorrichtung erlaubt aber zugleich ein genanes Festsetzen der Größenverhältnissen des Behälters und des Messers zum Microtom. Um gut zu schneiden muss unbedingt ziemlich schief geschnitten werden; dazu aber braucht man für dasselbe Microtom eine schiefere Leiste, eine längere Messerklinge und einen längeren Behälter. Herr Instrumentenmacher Katsch construirt daher jetzt länglich viereckige Behälter, die dafür eine geringere Breite (Richtung von vorn nach hinten in Bezug auf den, der schneidet) besitzen. Das Messer ist entsprechend länger und die Leiste schiefer; ersteres muss aber immer am Rücken sehr dick sein, damit es auch nicht die minimalste Biegung erleiden kann.

Es wurde von Einigen darüber geklagt, dass es schwer sei, regelmässig zu schrauben, weil die Schraube nicht sichtbar ist. Prof. Gudden (a. a. O.) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass eine Gradteintheilung mit Zeiger sich leicht anbringen liesse. Nach einem Vorschlag vom Privatdozenten Dr. Burkhardt in Bern wurde von Herrn Katsch an der Schraube ein grosses Rad mit einer in einen gezahnten Kreis eingreifenden Feder angebracht, so dass, während einer voll-

kommenen Umdrehung des Rades die Feder ein Mal an jeden Zahn (im Ganzen 16 Mal) stösst, und dabei einen Ton erzeugt. Nachstehender Holzschnitt gibt ein treues Bild der verbesserten Microtome, von denen je eins mit 3 und $6\frac{1}{2}$ Ctm. Lumen zusammen in einem Behälter befestigt sind. Das Messer liegt auf dem grösseren Microtom.



Ausser den drei von Prof. Gudden (a. a. O.) angeführten grossen Microtomen, mit einem Lumen von etwa 3, $6\frac{1}{2}$ und 16 Ctm. Durchmesser construirt jetzt Herr Katsch noch ganz kleine Instrumente von 1 Ctm. Lumen, mit Messing- oder Glasplatte oben, welche für kleinere Präparate sehr gute Dienste leisten, auch ohne Einrichtung zum Schneiden unter einer Flüssigkeit (ohne Behälter) gebraucht werden können. Mittelst einer extra zu bestellenden Schraubenvorrichtung kann dieses kleine Microtom, sowie die zwei kleineren von den grossen (3 und $6\frac{1}{2}$), an jeden beliebigen Tischrand angeschraubt werden, und zwar nach Belieben mit, oder ohne Vorrichtung zum Schneiden unter Wasser.

Was die am beweglichen Kolben der Microtome angebrachten Knöpfe oder Aushöhlungen betrifft, die zur Befestigung der Einbettungsmasse dienen, so sind dieselben nach der Art dieser Befestigung entweder nothwendig oder schädlich (s. unten). —

b) Zur Gebrauchsweise. Der Hauptvorzug des Gudden'schen Microtoms, abgesehen von der genauen Arbeit, ist, dass damit unter Wasser geschnitten wird, und dass so die allergrössten und zugleich die feinsten Schnitte nicht wie sonst, während man schneidet, verdorben werden, sondern ruhig im Wasser schwimmen.

Die Bedeutung der von uns angewendeten Einbettungsmasse, eines Gemisches von 15 Theilen Stearin, 12 Theilen Schweinefett und 1 Theil Wachs, ist vielfach verkannt worden. Sie dient nur als Stütze des ganzen Präparates, nicht der einzelnen Schnitte, und es darf ja nicht durch dieselbe geschnitten werden. Man muss vor dem Schneiden um das Präparat herum schief bis zur Wandung der Microtomhöhle sorgfältig so viel von der Masse mit einem Messer wegnehmen, dass die Schnittfläche des Präparates schliesslich allein die obere Fläche eines gestützten Kegels bildet, und dass man nur durch das Präparat, nicht durch die jetzt tiefer liegende Einbettungsmasse schneidet. Nur gegen sich zu darf man etwas Einbettungsmasse als Stütze für den Rand des Präparates stehen lassen. Das Schneiden durch die ganze Einbettungsmasse verdirbt und verunreinigt die Messerschneide, in Folge dessen auch die Schnittfläche. Ueberdies hebt sich dabei sehr leicht die ganze Messerklinge, was dem Schnitte bald ein Ende macht. Bettet man das Präparat in die noch sehr heisse Masse ein, nachdem man es ausserdem vorher eine Zeit lang in warmem Wasser erwärmt hat, so wird es an die Masse sehr stark adhärent. Dieses hat Vor- und Nachtheile. Durch Uebung findet man den günstigsten mittleren Grad je nach dem Präparat. Der feste Cylinder, der durch das Erkalten der Einbettungsmasse sich bildet, retrahirt sich aber immer ziemlich stark, und so entsteht ein Hohlraum*) zwischen ihm und dem Microtom; er hält nur noch durch die Knöpfe und Aushöhlungen der Basis, was nicht immer genügt. Man kann dann in diesem Hohlraum kleine Holzsplitter einkeilen und den Cylinder damit befestigen; dieselben werden aber später beweglich. Besser ist es, wenn der Präparatencyylinder wackelt, ihn ganz aus dem Microtom herauszuziehen und entweder in das letztere sehr heisse Masse wieder zu giessen, um die Lücke zu füllen, oder an seinen inneren Wänden eine kleine Quantität einer fest klebrigen Mischung (z. B. Terpentin mit Wachs heiss gemischt) ringsum aufzutragen. Dann erwärmt man rasch die Peripherie des Präparatencyliniders und schiebt denselben sorgfältig in das Microtom wieder hinein, wo er gewöhnlich baumfest bleibt, bis das Präparat ganz zu Ende geschnitten ist. Wird die Procedur angewendet, so sind natürlich Knöpfe und Aushöhlungen im Kolben des Microtoms ganz unnütz, sogar schädlich. Besser ist es jedoch, wenn man

*) Je kälter die Masse eingegossen wird, desto grösser wird dieser Hohlraum, weil dann das Microtom nicht genug erwärmt werden kann, um sich gehörig auszudehnen während die Masse noch flüssig ist.

das Herausziehen und Wiedereinschieben vermeiden kann, da das Präparat dabei sehr leicht zerbrechen kann; recht breite Knöpfe und Aushöhlungen halten gewöhnlich genug.

Die Regelmässigkeit der Schnittführung ist durch die oben angegebenen Verbesserungen des Instrumentes gesichert. Vor der Anbringung dieser Verbesserungen ist es mir dennoch schon gelungen, das ganze Gehirn eines kleinen Hundes von der Pyramidenkreuzung an bis fast zum Stirnende in 1117 schöne, regelmässige, sehr feine Querschnitte zu zertheilen. — Trotz Allem kommen noch ab und zu flache Stufen und Streifen vor, deren Erklärung wichtig ist, damit sie vermieden werden:

1) Sind die Stufen feinstreifig und parallel mit der Richtung des Schneidens, beziehungsweise mit der Richtungsleiste im Wasserbehälter, so sind sie durch Scharten und Unregelmässigkeiten der Messerschneide, oder durch fremde Partikeln (Einbettungsmasse u. dgl.), die an der Unterseite der Messerscheide kleben, oder endlich durch Gefässe oder Bindegewebsfetzen des Präparats, die statt durchgeschnitten zu werden, von der Messerschneide mitgerissen worden sind, entstanden. Damit ist schon gesagt, wie man sie vermeiden muss.*)

2) Sind die Stufen breit und parallel mit dem Messer, beziehungsweise mit dem Rand des Behälters, so sind sie bedingt, entweder durch Bewegungen des ganzen Cylinders der Einbettungsmasse, oder durch Hebung der Messerklinge, oder durch Bewegungen des Präparates (Biegungen durch seine eigene Elasticität), oder durch Unebenheiten der Microtomfläche. Letzterer Uebelstand wird durch die oben angeführte erste Verbesserung des Instrumentes aufgehoben, indem bei den einander folgenden Schnitten jede Unebenheit genau über die gleiche Unebenheit des vorigen Schnittes kommt und dieselbe ausgleicht. Wie die beiden ersten Arten dieser breiten Stufen zu vermeiden sind, ist bereits gesagt worden. Es bleiben nur noch die Bewegungen des Präparates, welche durch dessen Elasticität bedingt sind. Je weicher das Präparat ist, desto leichter giebt es solche Stufen, indem es ungemein leicht federt. Besonders kommen Stufen vor an Stellen, die unten nicht unterstützt sind, wo z. B. eine Lücke in der Einbettungsmasse, eine angefüllte Hirnhöhle sich darunter befindet. Will man dicker schneiden, so wird das Uebel ärger statt besser; es

*) Wenn man sieht, dass Ependym oder ein Gefäss, statt durchgeschnitten zu werden, mitreisst, so muss man mit dem Messer etwas zurückgehen und mit einem kurzen Ruck oder mit leichten Sägebewegungen das Hinderniss durchschneiden.

heben sich dann ganze Stücke aus dem Präparate heraus. Füllung der Lücken und vor Allem genügende Härtung des Präparates sind die einzigen Mittel, um diese Stufen zu vermeiden. Daher ist auch für das Schneiden mit dem Microtom ein etwas höherer Härtungsgrad nöthig als für das Schneiden aus freier Hand.

Sind grosse feine Schnitte einmal gemacht, so ist es unumgänglich nothwendig, dass die ganze folgende Behandlung stets unter Flüssigkeit stattfinde. Ein solcher Schnitt kann nicht herausgehoben und in den Teller oder auf die Glasplatte gebracht werden, sondern man muss den Teller respective die Glasplatte in's Wasser unter den Schnitt schieben und dann mit dem aufliegenden, sorgfältig festgehaltenen Schnitt heben. Ebenso muss der Schnitt am Boden des Tellers festgehalten werden, während man das Wasser abgiesst; dann wird in den Teller die Tinctionsflüssigkeit hineingegossen. Nelkenöl u. dgl. dürfen erst auf den schon auf der Glasplatte liegenden Schnitt gegossen oder mit dem Pinsel aufgetragen werden; in anderer Weise zerklüften sich darin die feinen Schnitte. Uebrigens ist Geduld mit sicherer Hand die Hauptsache; das Nachbehandeln und Einlegen von sehr grossen und feinen Hirnschnitten ist eine weit grössere und schwierigere Aufgabe als das Schneiden selbst.

c) **Zu den Tinctions- und Härtungs-Methoden.** Die hauptsächlich von uns angewendete, allgemein bekannte, von Gerlach entdeckte Färbung ist die mit Carminammoniak. Es ist auch bei fortlaufenden Schnittreihen, wo Alles gleichmässig gut sein muss, die einzige consequent anwendbare. In Osmiumsäure kann man nur ganz klein geschnittene Objecte einlegen. Die Goldchloridmethoden sind alle unsicher und gelingen nie in einer ganzen Reihe; ferner färbt man damit die Ganglienzellen nicht, dafür aber Axencylinder und Markscheide so gleichmässig, dass man sie von einander nicht unterscheiden kann; endlich färbt oft genug das Gold Bindegewebsfibrillen, Gefässe und alles Mögliche ausser den Nervenfasern, was die Verfolgungen ganz unsicher macht. Die Besichtigung Gerlach'scher Originalpräparate des Rückenmarks haben mir keine bessere Meinung von dieser Methode beigebracht. Durch die Zuppingersche Methode mit wasserlöslichem Anilinblau*) wird der Nervenfortsatz der grossen Rückenmarkszellen sehr schön gefärbt, wird es aber auch, obwohl weniger schroff, durch Carmin; in allem Uebrigen steht diese Methode der Carminfärbung weit nach. Endlich färbt die ausserordentlich schöne

*) Schulze's Archiv für micr. Anatomie. Vol. X. S. 255.

Fuchs imbibitionsmethode von Dr. E. Hermann*) fast nur Kerne und Nucleoli, ist somit für Faserverfolgungen nicht brauchbar. Andere Methoden habe ich nicht versucht, und unter den angewendeten hat mir die richtig getroffene Carminfärbung stets die besten Bilder gegeben. An mit Pierocarmin gefärbten Schnitten, die ich von anderer Seite her zu Gesicht bekam, sah ich keine Vorteile. Es ist aber der richtigen Anwendung der Carminfärbung für das Gehirn meines Wissens kaum irgendwo die nötige Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Um eine gute Carminfärbung der histologischen Elemente zu erhalten, muss man das frische Gehirn in einer wässrigen Lösung von doppelchromsaurem Kali lange Zeit härt en und muss dabei jede Beimischung mit Alkohol bis nach der Carminfärbung auf's Sorgfältigste vermeiden. Es ist sogar das so gebräuchliche Befeuern der Rasirmesser Klinge mit Alkohol bei Anfertigung der Schnitte aus freier Hand entschieden zu verwerfen. Sind die Schnitte einmal gefärbt, so schadet der Alkohol nicht mehr. Ueber die Wirkung des Alkohols später mehr. Deiters**) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass verschiedene Thiergehirne sich verschiedenartig härt en und färben; ebenfalls ist es bekannt, dass Gehirn und Rückenmark desselben Thieres in dieser Beziehung verschieden von einander sind. Diese Unterschiede sind sehr bedeutend und von der grössten Wichtigkeit. Im Allgemeinen kann man sagen, dass bei demselben Thiere Rückenmark und Oblongata sich am Langsamsten härt en, Grosshirn am Schnellsten; wenn erstere gut gehärtet sind, ist letzteres bereits zu spröde; wenn letzteres gut, erstere noch zu weich. Kleinhirn, Pons und oberer Theil der Oblongata bilden meist Uebergänge zwischen Grosshirn und Rückenmark in Bezug auf ihre Härtungsfähigkeit. Andererseits härt en sich Gehirne kleiner, zarter und niederer organisirter Thiere viel rascher als solche grosser Säugethiere und vor Allem des Menschen, und erfordern daher verdünntere Lösungen. Ein Canarienvogel- oder Fischgehirn ist in wenigen Wochen hart; ein Menschengehirn und vor Allem ein Menschenrückenmark braucht Monate und Jahre, bis es gut gehärtet ist, und muss dabei in concentrirter Lösung liegen. Es ist nicht richtig, dass die Zeit der Härtung von der Grösse des eingelegten Stückes wesentlich abhängig ist; grosse Stücke des menschlichen Gehirnes härt en sich viel rascher als Rückenmarkstücke. Andererseits schimmeln und verfaulen grosse Stücke (z. B. eine ganze

*) Vortrag in der deutschen Naturforscher-Versammlung zu Gratz, 1875.

**) O. Deiters: Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865.

Hemisphäre des Menschen) besonders in verdünnter Lösung leichter als kleine. Dieses wird jedoch durch concentrirte ab und zu gewechselte Lösungen und durch kühle Temperatur des Zimmers (Keller) leicht vermieden. Zur guten Färbung gehört eine ziemlich bedeutende Härtung; andererseits aber ist ein überhärtetes sprödes Präparat in jeder Beziehung unbrauchbar, kann auch nicht mehr gut gefärbt werden; will man es schneiden, so rollen und zerbröckeln die Schnitte. Zahlen und genaue Vorschriften lassen sich hier nicht geben; es muss jedesmal versucht werden. Ich finde, wie Deiters, dass bei Gehirnen, die sich schwer härteten, die Anwendung der concentrirtesten Doppeltchromsauremkalilösungen durchaus nicht schadet, sondern im Gegentheil vortheilhaft ist. Eine ganz unnötige Mühe ist es, die Lösung genau procentisch zu messen, um so mehr, da je nach der Grösse des eingelegten Stückes kleinere oder grössere Quantitäten des Salzes von demselben absorbirt werden.

Ist das Gehirn oder das Rückenmark richtig gehärtet, und sind die Schnitte möglichst fein gemacht worden, so muss man letztere einige Stunden in Wasser waschen und dann das Wasser durch eine ganz neutral gewordene (lang an der Luft stehen gelassene und mehrmals filtrirte) Lösung von carminsaurem Ammoniak ersetzen. Hierbei muss jedesmal das Färbungsvermögen des Präparates zuerst versucht werden; färbt es sich rasch, in wenigen Stunden, so verdünne man die Carminlösung; färbt es sich langsam, so concentrire man dieselbe. Am besten richtet man es so ein, dass die Schnitte 12 bis 24 Stunden im Carmin bleiben müssen. Die einmal gebrauchte Carminlösung kann, wenn jedesmal filtrirt, noch unzählige Male gebraucht werden; sie wird dadurch eher besser als schlechter. Nach der Tinction werden die Schnitte in mit Essigsäure leicht angesäuertem Wasser wenige Stunden (1 bis 2 Stunden) gelassen, dann mit Alkohol entwässert, mit Nelkenöl aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen. Die schon längst von Anderen angegebene Thatsache, dass in den in Damarfirniß eingelegten Präparaten nach Jahren Krystalle sich bilden, die oft Alles verderben, haben wir leider bestätigen müssen. Ich habe mich aber auch überzeugt, dass dieselben sich wieder von selbst ganz auflösen können; ob sie sich dann wieder bilden, weiss ich freilich noch nicht. Die Anwendung von Kreosot oder Phenol statt Nelkenöl schien mir für Carmin und auch für Anilinblaupräparate schädlich zu sein, indem die Färbung dadurch diffuser wurde. Aehnliches hat H. Charlton Bastian*)

*) Jou rnal of Anat. and Physiol. I. p. 104—109, 1867.

gefunden; er will zwar durch Neutralisierungsverfahren diese schädliche Wirkung aufheben, dieselben sind aber für grosse Hirnschnitte zu complicirt.

Um mikroskopisch gut zu werden, muss die Carminimbibition intensiv sein, was eben nur von ordentlich und ohne Alkohol gehärteten Präparaten ertragen wird. Dann sind die Gefässkerne, die Körner der Gehirnsbstanz, die Ganglienzellen mit allen ihren Fortsätzen (auch dem Nervenfortsatz der grossen Zellen), sowie der Axencylinder der Nervenfasern intensiv roth gefärbt. Die Zwischensubstanz ist heller roth oder rosa gefärbt. Die Markscheide der Nervenfasern bleibt ganz weiss oder gelb. Die Kerne und Nucleoli der Zellen sind dunkler gefärbt als das Protoplasma. Ist die Färbung gut, so müssen in der ganzen Schnittreihe alle Nervenzellen der Hirnrinde und anderer Hirntheile mit ihren Fortsätzen und deren gröberen Theilungsästen*) sichtbar sein; ebenso müssen die Axencylinder der grossen und mittelgrossen Nervenfasern klar zu sehen, deutlich zu verfolgen und von ihrer Markscheide zu unterscheiden sein. Die Axencylinder der feinen Fasern des Gehirnes müssen auch noch als rothe Fädchen im Marke sichtbar und bei günstiger Lage einzeln verfolgbar sein.

Wird das Gehirn, wie es von Vieelu empfohlen wird, zuerst in Alkohol gelegt und dann erst in Doppelchromsaurerkalilösung fertig gehärtet, oder wirkt beim Schneiden Alkohol auf die Schnitte ein, so tritt dann gewöhnlich durch Carmin eine andere Art der Färbung auf; die Schnitte färben sich meist rasch und intensiv, aber diffus roth. Fast am intensivsten roth wird die Zwischensubstanz; die Zellen und Kerne färben sich meist schwach, undeutlich, unregelmässig, und erstere bleiben sogar manchmal heller als ihre Umgebung; die Markfasern bleiben ganz hellweis oder gelb, der Axencylinder derselben färbt sich nicht oder nur undeutlich. Vom Rückenmark und theilweise von Oblongata und Pons kann man zwar, trotz der Alkoholeinwirkung, noch leidlich gut gefärbte Schnitte erhalten; ein Unterschied von den anderen ist jedoch immer vorhanden.

Will man aber nur makroskopisch oder für die Loupe brauchbare Präparate haben, die nur zur Verfolgung der Markfaserbündel und zum Ueberblick der Vertheilung der grauen Substanz als Ganzes dienen

*) Man darf nicht über diese Frage nach dem in Fig. 26 abgebildeten Schnitt urtheilen, denn erstens gehört derselbe einer Hirnregion an, wo die Nervenzellen ganz ausserordentlich schwer imbibirbar sind, und zweitens war das Präparat nichts weniger als tadellos gehärtet; leider stand mir kein anderes zur Disposition.

sollen, so ist die combinirte Härtungsmethode mit Alkohol und doppelt-chromsaurem Kali der anderen sogar vorzuziehen. Dabei darf man auch ohne Nachtheil verhältnissmässig dick schneiden. Auch hier giebt übrigens die Carminfärbung die schönsten Bilder.

d) Zu den Untersuchungsmethoden des Gehirnes im Allgemeinen und zu den Grenzen ihrer Leistungen. Es kann, glaube ich, behauptet werden, dass durch das Microtom von Prof. Gudden die Schnittmethode nahezu den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht hat.*.) Bei günstiger Härtung kann man beliebig grosse (Sagittalschnitte durch ein ganzes Menschenhirn) so wie beliebig feine Schnitte machen und davon ganz lückenlose Reihen zu Stande bringen, so dass ein ganzes Präparat in Schnitte zerlegt wird.

Die Schnitte sind aber nur eine Vorbereitung des Gehirnes zur Untersuchung, und leider ist die Vollkommenheit der Färbungs- und sonstigen rein anatomischen Untersuchungsmittel eine weit geringere. Die allerletzten Verästelungen der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen, die allerfeinsten Axencylinder entziehen sich bis jetzt jeder Beobachtung oder wenigstens jeder Entwirrung. Was im Gewirre des feinsten Fasernetzes des Stroma's der grauen Hirnsubstanz, wie es bei guter Goldchlorid- oder Carmintinction auch bei Zupfpräparaten sichtbar gemacht wird, Bindegewebsfibrille, Fortsätze einer Deiters'schen Bindegewebszelle, Theilungsproduct der feinsten Axencylinder, Verlängerung der feinsten Protoplasma-Fortsätze der Ganglienzellen, sogenannten Grundsubstanz, oder endlich Gerinnungsvorgang ist, weiss man wohl trotz der mühseligsten Arbeiten hervorragender Histologen wie Kölliker, Henle, Deiters, Gerlach, Max Schulze, Boll, Ravier u. A. mit Sicherheit immer noch nicht; davon zeugen zur Genüge die Widersprüche dieser Autoren und der Umstand, dass man sich schliesslich immer mit Theorien hilft. Fügt man hinzu, dass Alle übereinstimmend noch eher mit Zupf- und Macerationspräparaten in diese Verhältnisse einen Einblick gewannen, als mit der Schnittmethode, so muss man in seinen Ansprüchen und Erwartungen in Bezug auf letztere sehr bescheiden werden.**) Zupf- und Macerations-

*) Mit etwas anderen Worten von Prof. Gudden (a. a. O.) schon ausgesprochen.

**) Aber selbst wenn, wie es Meynert (Skizzen über Umfang und wissenschaftliche Anordnung der klinischen Psychiatrie. Wien, 1876, bei Braumüller) verlangt, „der allervollkommenste Nervenmann mit dem durchsichtig sich aufhellenden Gehirn, dessen Dickicht die psychologische Beute birgt, in hellem Weiss auf der Tafel der psychologischen Berechnungen entgegentreten“

präparate können aber über topographische Verhältnisse und Faserzusammenhang auf grösseren Strecken durchaus keinen Aufschluss geben. Ueber allen Zweifel erhoben ist die Deiters'sche Entdeckung der directen unverzweigten Verbindung des Axencylinders der Fasern peripherer motorischer Nerven mit dem Nervenfortsatz der Ganglienzellen ihres sogenannten Ursprungkernes im Rückenmark oder im Gehirn. Wir haben uns alle im hiesigen Laboratorium überzeugt, dass die Angabe Gerlach's*), „man könne an Schnittpräparaten mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln keine Nervenfaser der vorderen Wurzeln mit Sicherheit direct bis zu einer Nervenzelle verfolgen“ ganz irrig ist, und dass eine solche Verfolgung mit voller Klarheit und Sicherheit, obwohl selten in ihrem ganzen Verlauf an einem Schnitt möglich ist, wie es Boll**) nachgewiesen hat. Ebenso ist der directe unverzweigte Zusammenhang der Nervenfasern mit Ganglienzellen an den peripheren Ganglien schon lange nachgewiesen. Im übrigen Centralorgan aber hat man über die Verbindung der Fasern mit den Zellen fast nur Hypothesen oder Fragmentbilder von Zupfpräparaten, die keinen sicheren topographischen Schluss erlauben. Höchstens kann man noch die Art der Verbindung der Purkinje'schen Zellen im Kleinhirn (Koschewnikoff***) und Boll a. a. O.) und der grössten Pyramidenzellen der Grosshirnrinde (Koschewnikoff†) als nahezu feststehend ansehen. Daher darf es auffallend erscheinen, dass neuere Hirnanatomie, insbesondere Meynert††), immer noch die „Unterbrechung eines Faserbündels in seinem Verlauf durch eine Ganglienzellengruppe“ beschreiben, dann dieses unterbrochene Faserbündel noch weiter verfolgen, es oft sogar zum zweitenmal unterbrochen werden lassen, und

könnte, selbst wenn im durchsichtigen Hirn, alle Elemente in ihrer Qualität und in ihren nächsten Verbindungen klar da liegen würden, so bliebe immer noch die Aufgabe, den Zusammenhang dieser Millionen von Fädchen und Zellen, ihre Gruppierung zu grösseren Apparaten, in der Schnittreihe zu übersehen. Ob es je dem vollkommensten Manne gelingen wird, seine Seele in dieser Weise klar vor seine Augen zu zerlegen, wollen wir vor der Hand noch bezweifeln.

*) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben IV. Lief. S. 681.

**) Die Histologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Dieses Archiv. Bd. IV. S. 64. 1874.

***) Der Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn des Kalbes. Schulze's Archiv für microsc. Anatomie. Bd. V.

†) Axencylinderfortsatz der Nervenzellen an der Grosshirnrinde. Schulze's Archiv für microsc. Anat. Bd. V.

††) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben IV. S. 694: Vom Gehirne der Säugetiere, von Theodor Meynert in Wien. 1870.

dgl. Ueberhaupt ist die Massenhaftigkeit der angeblichen Resultate sowie die weite Verfolgung der Fasern bei Luys*), Meynert u. A., solchen Thatsachen wie die oben angeführten gegenüber, geradezu unbegreiflich. Schon in einem und demselben Schnitt kann man nur, und nicht immer ohne Mühe, eine nicht zu feine Nervenfaser mit Sicherheit in ihrem ganzen Verlauf verfolgen. Wie viel schwieriger ist aber die Verfolgung in einer fortlaufenden Schnittreihe! Ich glaube nach meinen Erfahrungen sagen zu dürfen, dass eine solche Verfolgung nur dann mit Sicherheit möglich ist, wenn man es mit einem scharf isolirten compacten Bündel zu thun hat, oder allenfalls, wenn mehr lockere Faserzüge, wie solche vielfach im Rückenmark und in der Oblongata vorhanden sind, aus ganz dicken Fasern mit groben Axencylindern bestehen. Hierbei kommt Einem, was Deiters zuerst gewürdiggt hat, die Verschiedenheit des Calibers der Fasern zu Hülfe. Das sichere Weiterverfolgen von Faserbündeln durch reine, gleichgeartete weisse Substanz, beziehungsweise durch gleich ausschendende andere Fasermassen, sowie von Bündeln feiner Fasern (Grosshirnfasern), nachdem sie sich in die graue Substanz zerstreut, entbündelt haben, ist bei unseren gegenwärtigen Färbungsmitteln und Microscopen einfach eine Unmöglichkeit. Wenn ein Bündel nur unvollkommen abgegrenzt ist, so kann es (Schleifenschicht z. B.) unter Umständen auf längere Strecken verfolgt werden, aber nur „im Grossen und Ganzen“, also, dass dadurch der Nachweis der wirklichen directen Continuität der einzelnen Fasern auf längere Strecken ebenso wenig geliefert ist, als etwa in den Vordersträngen des Rückenmarkes. Es ist sogar in einem solchen Falle möglich, dass nach einem längeren Verlauf alle Fasern des Bündels nach und nach durch andere ersetzt worden sind.

Die sogenannte Faserungsmethode, d. h. die macroscopische Abfaserung von Weingeistpräparaten mit einer Pincette, um die Faserzüge zu verfolgen, ist gänzlich zu verwerfen. Die abenteuerlichen Verfolgungen, die damit von den älteren Autoren erzielt worden sind, zeigen zur Genüge, dass man damit ziemlich das machen kann, was man eben zu machen wünscht. Versuche, die ich früher damit anstellte, mussten daher nach kurzer Zeit unterbleiben. Höchstens kann man damit für oberflächliche Faserlagen einige Winke gewinnen, da solche an Durchschnitten schwerer zu verfolgen sind. Dass Huguenin

* Recherches sur le Système nerveux cérébro-spinal. Paris 1865 und: Iconographie photographique des centres nerveux. Paris 1873.

in seinem Buch*) noch in so ausgedehntem Maass diese Methode in Anwendung zieht, ist daher schwer zu erklären. Was mit derselben annähernd sicher zu sehen ist, sieht man weit sicherer an Schnitten.

Die wichtigste Hülfe hat die Hirnanatomie von physiologischen Experimenten zu erwarten. Dieses weisen besonders die schon von den bedeutungsvollsten Erfolgen gekrönten Experimente von Prof. Gudden an neugeborenen Thieren, d. h. die darauf erfolgende Atrophie von ganzen Faserzügen im Gehirn und Rückenmark nach, wobei die Vergleichung der operirten mit der normal gebliebenen Hälfte unschätzbare Anhaltspunkte giebt.

Ferner können weitere höchst wichtige Fortschritte durch eine umfangreiche vergleichende Bearbeitung der Gehirne aller Wirbelthierklassen (freilich mit einer genaueren Berücksichtigung der homologen Formen als es in Stieda's**) Arbeiten geschieht) erfolgen. Dann hat jüngst Flechsig***) durch das Studium der verschiedenartigen Entwicklungszeiten der Markscheiden beim Embryo wichtige Thatsachen entdeckt. Endlich geben bekanntlich die secundären Degenerationen (Türck,†) Bouchard,††) Flechsig a. a. O., die Missbildungen, sowie andere pathologische Processe wichtige Aufschlüsse. Leider betreffen diese Methoden meist nur Rückenmark, Oblongata und peripherische Nerven.

Der einzige Autor, der es gewagt hat an der Hand der histologischen Forschungen der Neuzeit das geheimnissvolle Dunkel des Grosshirnes und der Stammganglien aufklären zu wollen, ist Meynert. Dies war ein höchst verdienstvoller und anregender Versuch. Hier jedoch, es sei gleich vorausgesagt, kann unserer Ansicht nach von Verfolgung einzelner Axencylinder auf weitere Strecken, mit Ausnahme von den sogenannten Hirnnerven mit ihren Kernen, keine Rede sein. Fast nur Bündel von Markfasern, fast nur das Mark und die allgemeine Rich-

*) Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. I Theil: Anatomische Einleitung. Zürich. Zürcher u. Furrer. 1873.

**) Stieda: Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische (1868), der Vögel und Säugethiere (1868), der Wirbelthiere (1870), der Amphibien und Reptilien (1875). Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. XVIII, XIX, XX, XXV.

***) Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen. Leipzig 1876, bei Engelmann. —

†) Wien. Acad. Sitzungsber. Math. nat. Cl. Bd. VI. 1851. I. Hälfte S. 288 fg. — Bd. XI. 1853, 2. Hälfte. S. 93 fg. —

††) Archives générales de médecine 1866. Mars. Avril. Mai. Septembre.

tung seiner Fasern lassen sich unterscheiden, und hier habe ich mich überzeugt, dass Schnitte aus mit Alkoholzusatz gehärteten Präparaten oft ebenso gute, wenn nicht bessere Dienste leisten als die feinsten Schnitte aus rein in doppelchromsaurem Kali gehärteten Hirnen; dieses gilt jedoch nur zum Theil für die Haubenregion, die noch Vieles von der Organisation der Oblongata an sich hat. — Im eigentlichen Grosshirn ist aber die eigentlich histologische Verfolgung der Faserung nicht mehr möglich. Trotzdem stehen die Faserverfolgungen Meynert's bis in seine letzte Arbeit,*) was ihre Ausdehnung und Verflechtung betrifft, nicht im Mindesten denjenigen von Gratiolet**), Luys u. A. nach. Es muss Einem bald klar werden, dass, ungeachtet des unstreitig genialen Blickes Meynert's, und trotz seiner grossen Kenntniß des Gehirnes, in seinen Angaben das Sichere und das Unsichere, das Hypothetische und das Thatsächliche in einer Weise unter einander verwebt sind, welche die Scheidung oft unmöglich macht. Ferner ergeben sowohl seine Figuren als seine Angaben, wenn man dieselben mit lückenlosen Schnittreihen vergleicht, dass er unmöglich immer mit solchen gearbeitet haben kann, was übrigens ohne Microtom auch nicht leicht gewesen wäre. Die Figuren Meynert's (a. a. O.), obwohl im Allgemeinen der Natur entlehnt, enthalten viele schematisirte Einzelheiten, die manche Unrichtigkeiten darstellen.***) Es wird demnach eine Nachprüfung der Meynert'schen Ergebnisse an der Hand lückenloser, gut gefärbter Schnittreihen nicht müssig erscheinen können. — Mein leitender Gedanke in folgenden Zeilen, sowie in den Figuren war stets die strenge Vermeidung aller Schemata und jedes Hinausgehen über das streng Thatsächliche, da ich diese beiden Fehler als den wundesten Punct der Hirnanatomie betrachte. Möge es mir gelungen sein.

*) Skizze des menschlichen Grosshirnstamms etc. Dieses Archiv. Bd. IV. S. 387.

**) Anatomie comparée du système nerveux par Leuret et Gratiolet. Tome II par Gratiolet. Paris 1839—57.

***) Die Figuren Huguenin's (a. a. O.) sind grösstentheils nichts anderes als die noch mehr schematisirten Meynert'schen Schemata.

II.

Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirn des Menschen und einiger Säugethiere.

Ich habe mir hier zur Aufgabe gestellt, die bisherigen Angaben über die Faserzüge und topographischen Verhältnisse der Haubenregion zu prüfen. Diese Region wurde Isthmus (Ridley, nach Burdach*), Tegmentum oder Haube des Hirnschenkels (Reil, Burdach, Arnold, Meynert), Coiffe (Gratiolet) genannt, und von manchen Autoren nicht vom Vierhügel unterschieden. Da die Begrenzung der Haube meist ungenügend definiert wird, will ich dieselbe in groben Zügen folgendermassen angeben: die Haubenregion wird oben (soweit sie sich nicht in die Regio subthalamica fortsetzt) vom Thalamus opticus, vom Meynert'schen Bündel (Hbd in den Figg.) und von beiden Corpora geniculata, dorsal und medial von den Vierhügelganglien und vom centralen Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii, ventral von der Substantia nigra und (weiter unten) von der Querfaserung des Pons begrenzt; unten geht die Haubenregion ohne Grenze in die Oblongata über. Trotz ihrer Wichtigkeit wurde diese Region von den Anatomen, ausgenommen Meynert, auffallend mangelhaft berücksichtigt; ausserdem ist sie den physiologischen und anderen Untersuchungsmitteln bisher sehr wenig zugänglich geblieben. Dass leider meine Resultate meist negativer oder nicht entscheidender Natur sind, wird nach dem oben Gesagten hoffentlich Niemand überraschen; da dieselben jedoch vielfach von den bisherigen Angaben abweichen, so halte ich sie einer ausführlichen Mittheilung werth.

Vor Allem habe ich aus einer von Prof. Gudden, Dr. Bandorf und mir geschnittenen fortlaufenden durchsichtigen Querschnittsreihe durch ein ganzes menschliches Gehirn die Haubenregion und ihre Adnexe (Regio subthalamica etc.) aus einer Anzahl von Schnitten gezeichnet (Fig. 1—22), was zur topographischen Orientirung behülflich sein soll. Das Nähere über die Art der Anfertigung dieser Zeichnungen wird ausführlich am Ende der Erklärung der Abbildungen angegeben; ich bitte darauf recht achten zu wollen. Diese Schnittreihe wurde frontal d. h. senkrecht zu einer von der Stirnhirnspitze zur Occipitalhirnspitze

*) Vom Baue und Leben des Gehirns. Leipzig 1822. Bd. II.

gehenden Axe angefertigt. In Folge dessen wurden Pons und Oblongata, welche (vom Kleinhirn nach abwärts gedrängt) schief von oben nach unten zum Rückenmark absteigen, schief getroffen. Meynert schneidet dagegen den aus den Grosshirnhemisphären herausgeschälten Hirnstamm (bestehend aus Nucl. caudatus, Linsenkern, Insel, Thalamus, Vierhügel, Haube und Pedunculus) in seiner queren Richtung und ebenso Pons, Oblongata und Rückenmark in ihrer betreffenden Quere. Durch künstliche Streckung lässt sich nämlich der isolirte, noch frische Hirnstamm in die direct fortgesetzte Rückenmarksrichtung einstellen und in dieser Stellung härten. Wir wollen diese Längsaxe, zu welcher dann einfach senkrecht geschnitten wird, Meynert'sche Schnittaxe, die zu ihr senkrechten Ebenen kurz Meynert'sche Querebenen nennen, da sie die Grundlage der Meynert'schen Hirndarstellung bilden.*). Oben fallen die beiden genannten Axen zusammen; nach unten aber weichen sie immer mehr aus einander; im menschlichen Rückenmark stehen sie auf einander fast senkrecht. — Bei niederen Säugethieren weichen die unteren Meynert'schen Querebenen viel weniger von den entsprechenden Frontalebenen des Grosshirnes ab, da hier die Knickung des Stammes viel geringer ist. — Ferner geben ein Sagittalschnitt des Stammes vom Kaninchenhirn (Fig. 27), sowie ein Querschnitt der Vierhügelgegend beim Hund (Fig. 23) wichtige Orientierungspunkte; endlich zeigen vier weitere Zeichnungen einige specielle histologische Einzelheiten (Fig. 23, 25, 26, 28).

Das untersuchte Material besteht zunächst aus zwei fortlaufenden Serien von Querschnitten durch menschliche Gehirne, nämlich der eben erwähnten mit 708 Schnitten, und einer zweiten mit 608 durch einen in doppelchromsaurem Kali ohne Alkohol gehärteten isolirten Hirnstamm senkrecht zur Meynert'schen Schnittaxe geführten und von Dr. Bandorf und Dr. Stoewesand angefertigten Schnitten. Dann wurde eine sagittale Schnittreihe durch die Hälfte eines zuerst in Alkohol gehärteten Menschenhirnes, bestehend aus 230 Schnitten, untersucht. Ferner wurden einige sehr schöne Querschnittreihen durch in doppelchromsaurem Kali ohne Alkohol gehärtete Affen- und Hundegehirne (die eine, schon erwähnte, aus 1117 Schnitten bestehend), dann mehrere Quer-, Sagittal- und Horizontalschnittreihen durch Kaninchengehirne, außerdem noch Querschnittreihen durch Maulwurfs- und Rattenhirne benutzt. Endlich sind vereinzelte, in verschiedenen Richtungen geführte und mit verschiedenen

*) Man hätte sie auch Stilling'sche Querebene nennen können; Stilling geht aber bloss vom Rückenmark bis zum Vierhügel, und das Grosshirn und seine Ganglien kommen bei ihm gar nicht in Betracht.

Mitteln gefärbte Schnitte, sowie Zupfpräparate für histologische Einzelheiten in die Untersuchung hineingezogen worden.

Um Verwechslungen zu vermeiden, wollen wir stets bei den Bezeichnungen oben und unten uns in die mittelst künstlicher Streckung in's Gehirn gerade fortgesetzte Längsaxe (resp. in die fortgesetzten Querebenen) des Rückenmarkes versetzt denken. Folglich werden wir von oberem und unterem Zweihügel reden, die Nervi optici werden oberhalb der Nervi oculomotorii, und nicht vor denselben liegen, u. s. f. Statt vorne und hinten wollen wir dann die weniger zu Verwechslungen Anlass gebenden Ausdrücke ventral und dorsal gebrauchen: das Corpus mammillare wird ventral, der Nucleus caudatus dorsal (Fig. 14) liegen, u. s. f. Ebenso werden wir medial und lateral statt innen und aussen sagen (Henle); medial heisst immer „der sagittalen Mittelebene am nächsten“ und lateral umgekehrt. Die Feststellung dieser Ausdrücke ist besonders wegen der Vergleichung des Menschen mit den Säugetieren, deren Körperstellung eine ganz andere ist, sehr wichtig.

Um mir nach unten eine Grenze zu setzen, will ich in der Darstellung von dem in Fig. 1 gezeichneten Querschnitt ausgehen, der also parallel der Frontalebene des Grosshirnes (nicht den Meynert'schen Ebenen) ist. Die verschiedenen darin enthaltenen Gebilde sind am Anfang der Tafelerklärung verzeichnet; ich wiederhole sie hier nicht. Wir werden dieselben eins nach dem anderen studiren und zuerst nach oben bis zur oberen Grenze der Haube (Meynert'schen Bündel etc.) verfolgen, nachher dann die hinzu kommenden neuen Gebilde beschreiben und dabei die sog. Vierhügelganglien mit in Betracht ziehen. Ferner werden wir die wichtige Gegend, die ich Regio sub thalamica nennen will, und die die Fortsetzung der Haube nach oben bis zur Substantia innominata bildet, sowie letztere Substanz genau untersuchen. Endlich sollen einige Berichtigungen in betreff des Thalamus opticus und kurze allgemeine Bemerkungen den Schluss bilden. —

Ich muss noch im Voraus kurz auf die wichtigsten macroscopischen Form- und Massenunterschiede des Hirnstammes beim Menschen und beim Kaninchen aufmerksam machen. Die Unterschiede des Hirnstammes des Menschen von dem der Thiere sind grossentheils von Luys (a. a. O.) und von mir*) betont und beschrieben worden. Stieda, der die vergleichende Anatomie der Wirbelthiergehirne bearbeitet

*) Beiträge zur Kenntniss des Thalamus opticus und der ihn umgebenden Gebilde bei den Säugetieren. — Aus dem LXVI. Bd. der Sitzb. der K. Akad. der Wissensch. III. Abth. Juni-Heft. 1872.

hat, verkennt in auffallender Weise die morphologische Bedeutung der Theile; Beweise dafür werden wir bringen. Ich setze den Menschenhirnstamm als bekannt voraus, und leite den Kaninchenstamm aus ihm ab:

Man denke sich *Pes pedunculi* und *Pons* ganz enorm reducirt (ersteren jedoch nicht in der Länge), dagegen Vierhügel (ganz besonders den oberen Zweihügel) und Haube, ausser dem stark reducirten Bindearm, verhältnissmässig stark verbreitert und verlängert; ferner das *Pulvinar* des *Thalamus* ganz verschwunden und statt dessen beide *Corpora geniculata* bedeutend vergrössert und in ganz veränderter Stellung, indem das *C. externum*, ganz nach oben und dorsalwärts gerückt, die Stelle des *Pulvinars* eingenommen hat und das *C. internum* direct unter das *externum* zu liegen kommt*); dann die Verbindungs-kette der Hemisphären des Grosshirnes mit dem Stamm (Fuss des Stabkranzes) hinten bedeutend verkürzt, so dass dieselbe erst weit oberhalb des oberen Zweihügels anfängt; weiter das centrale Höhlengrau des *Aquaeductus Sylvii* und des dritten Ventrikels, sowie die *Commisura mollis* und das *Ganglion Habenulae* mit dem Meynert'schen Bündel stark angeschwollen, während *Linsenkern* und *Nucleus caudatus* nur in ihrem Kopftheil stark entwickelt, der *Thalamus* überhaupt verkleinert die scharfe Trennung der *Linsenkernabtheilungen*, der *Vormauer*, des *Nucleus amygdalae* (der stark entwickelt ist) verschwommen und diese Gebilde oft schwer zu unterscheiden sind; man denke sich endlich die *Corpora mammillaria* zu einer medialen Masse mit zwei symmetrischen inneren grauen Kernen verschmolzen, während sich in der *Lamina perforata posterior* ein mediales mächtiges *Ganglion* (*Ganglion interpedunculare* von Gudden) als ventraler Ursprung des Meynert'schen Bündels differenzirt hat: — und man wird annähernd die Umwandlung des Menschenhirnstamms in den Kaninchenhirnstamm (Nager) vor sich haben. Der Affenstamm ist dem des Menschen, der Hundestamm dem des Kaninchens ähulich; beide aber bilden grossentheils Uebergangsstufen.

Endlich will ich noch bemerken, dass, als ich vor fünf Jahren unter der Leitung von Prof. Meynert meine eben erwähnte Arbeit (a. a. O.) herausgab, ich in manchen Vorurtheilen noch befangen war, und speciell die meisten Angaben Meynert's als feststehend betrachtete, woraus sich manche Abweichungen von meinen gegenwärtigen Resultaten erklären. Es mag dieser Umstand, sowie der, dass es mein

*) Diese Verhältnisse habe ich früher (a. a. O.) in allen Einzelheiten aufgeklärt; ich komme hier nicht mehr darauf zurück.

erster Versuch in der Hirnanatomie war, und dass ich mit einem weniger vollständigen Material arbeitete, als Entschuldigung dienen. Dass mir jedoch damals schon an vielen Orten Zweifel vorschwebten, wird jeder sorgfältige Leser sehen.

a: Gebilde der Haubenregion, welche in Fig. 1 enthalten sind, und ihre Fortsetzung nach oben bis etwa zur Gegend des Meynert'schen Bündels.

I. Formatio reticularis der Haube. Mit MF ist in den Figuren das von Henle*) reticuläre Substanz, von Flechsig (a. a. O.) Formatio reticularis (Analogon zur Formatio reticularis der Oblongata), von Meynert (Stricker's Hdb. a. a. O.) aber „Motorisches Feld der Haube“ genannte Areal bezeichnet.**) Nach Gratiolet (a. a. O.) be-

*) Handbuch der Nervenlehre des Menschen. Braunschweig 1871.

**) Ich muss hier die Entwicklung einer in der Literatur herrschenden Namen beziehungsweise Begriffssverwirrung in Betreff dieser Formation darlegen. Die Form. retic. war zwar von den älteren Autoren bekannt, doch nicht speziell benannt; sogar noch Stilling bezeichnet sie z. B. (Hirnknoten S. 66) als „Substantia cinerea hic illic interposita.“ Lenhossék nun (Denkschriften der K. Akad. der Wissensch. Math. wissensch. Classe. Bd. X. Wien 1855) beschrieb als Processus reticulares die von Stilling (Ueber die Textur und Funktion der Medulla oblongata. Erlangen 1843) schon ausgezeichnet aber ohne Benennung beschriebenen eigenthümlichen Bälkchen grauer Substanz, welche die Längsfaserbündelchen netzförmig zerklüften und welche an der Oberfläche mit der Pia mater zusammenhängen. Er findet nun, dass solche Processus reticulares im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn des Rückenmarkes den medialsten Theil des Seitenstranges netzförmig zerklüften (dritte Säule von Stilling, Seitenhorn von Goll), dass aber von dieser Stelle aus sich diese Processus reticulares in der Gegend der Pyramidenkreuzung bedeutend vermehren, ausbreiten, und, nach oben zu immer mehr um sich greifend, als grossartiges weit oben bis in die Ponsgegend sich erstreckendes Netzwerk schliesslich fast die ganze Masse der Längsfasern der Oblongata durchflechten, was von Stilling (a. a. O.) schon treffend dargestellt wurde. Deiters (a. a. O., 1865) bezeichnet als „sogenannte Formatio reticularis“ — wer diesen Namen zuerst gegeben, sagt er nicht, und sagt kein mir bekannter Autor — nicht die Bälkchen allein wie Lénhossék, sondern die ganze in genannter Weise zerklüftete Gegend, und zwar nicht im eigentlichen Rückenmark, sondern erst vom Uebergang desselben in die Oblongata an; er lässt die Pyramiden in den Zellen dieser Formation endigen, lässt aber trotzdem die Formation sich nach oben weiter erstrecken; und andererseits, soweit aus dem unvollendeten Werk ersichtlich, wendet er den Namen Formatio reticularis der Hauptsache nach nur für die Verlängerung der Seiten-

stehen die dieses Feld durchziehenden Längfasern aus der Fortsetzung des Hinterstranges und aus einer Acusticuswurzel; nach Stilling*) sind die medialen derselben Fortsetzung eines Theiles (mittlere Abth.) des Vorderstranges, die lateralen eines Theiles (hintere Abth.) des Seitenstranges; nach Deiters (a. a. O.) sind sie die mittelbare, d. h. durch Zellen unterbrochene Fortsetzung der Längfasern der Rückenmarksstränge; nach Meynert sind sie die Fortsetzung eines Theiles der Vorderseitenstrangfasern hinauf bis zum Thalamus opticus. Die Form. reticularis wird in Fig. 1 von der Raphe, vom hinteren Längsbündel, vom Bindearm, von der Schleifenschicht, von der unteren Schleife und von Bogenfasern des Corpus trapezoïdes begrenzt. Nach Flechsig's Anschauung (a. a. O. S. 361 u. 362) sollen die Fasern der Formatio reticularis der Oblongata aus folgenden Kategorien bestehen, die wohl für den unteren Theil der Form. reticularis der Haube grossentheils auch gelten dürften:

- 1) Durchpassirende Fasersysteme, welche Rückenmark mit Grosshirn verbinden: Fasern aus dem Thalamus opticus in das Rückenmark?
- 2) Fasermassen, welche mit spezifischen Apparaten der Oblongata,

und Hinterstränge im unteren Theil der Oblongata an. Wenn er von höher gelegenen Gegenden (IV Ventrikel, Pons, Haube) spricht, sagt er nichts mehr von der Formatio reticularis. Es ist demnach unmöglich, der Deiterschen Formatio reticularis eine obere Grenze zu geben. Kölliker (Gewebelehre 1867) fasst die Form. retic. nach Deiters auf, lässt dieselbe jedoch sich bis auf's Rückenmark erstrecken (da wo die Proc. retic. von Lenhossék sind). Meynert (Stricker S. 805) nennt nun Form. retic. „nach Deiters“ nur die genetzte Region der Seitenstränge in der Gegend der Pyramidenkreuzung, nennt dafür die obere Fortsetzung bis zum Thalamus: motorisches Feld. Endlich kommen Henle (a. a. O.) und Flechsig (a. a. O.), welche ohne auf ihre unrichtige Auffassung der früheren Autoren aufmerksam zu machen, als Processus reticulares Lenhossék lediglich den Rückenmarktheil der Netzformation, als Formatio reticularis (Flechsig), reticuläre Substanz (Henle) dagegen blos den oberen Theil derselben in der Oblongata und in der Haube bezeichnen. Um in diese Confusion Klarheit zu bringen und zugleich dem Sinne der ersten Beschreiber treu zu bleiben, schlage ich vor, als Formatio réticularis im Sinne von Deiters (aber erweitert) alle genetzten Gegenden im Rückenmark, in der Oblongata und in der Haube, dagegen als Processus reticulares Lenhossék nur die netzförmigen Bälkchen der grauen Substanz in denselben Gegenden zu bezeichnen. Es ist dies schon desshalb angezeigt, weil keine scharfe Grenze zwischen dieser Formation im Rückenmark und derselben in der Oblongata vorhanden ist.

*) Ueber den Bau des Hirnknotens oder der Varolischen Brücke. Jena, 1846.

nämlich mit den Ganglienzellen- oder Zellengruppen der Form. reticularis in unmittelbare Verbindung treten. Dieselben gelangen hieher:

- a. von grauen Massen niederer Ordnung:
 - α) auf dem Weg der Rückenmarksstränge (abgesehen von Pyramiden und direkten Kleinhirnbahnen des Rückenmarkes),
 - β) aus Nervenkernen der Oblongata,
 - γ) aus Kernen der Keilstränge?
- b. von grauen Massen höherer Ordnung:
 - α) aus dem Kleinhirn,
 - β) aus dem Thalamus opticus.

Dagegen treten nach Flechsig vielleicht noch Fasern aus dem unteren Zweihügel (untere Schleife) und solche aus dem Pes pedunculi durch das Stilling'sche Bündel vom Pes zur Haube*) in die Formatio reticularis ein.— Jedoch gibt die Entwicklung des Nervenmarkes bei den Fasern dieser Formation nach den Ergebnissen Flechsig's selbst keinen genügenden Anhaltspunkt, um den Faserverlauf zu erschliessen; theilweise markhaltig werden die betr. Fasern erst beim etwa 35 cm. langen Foetus, die des Vorderstranges beim 32 cm. langen Foetus. Nach Meynert (Stricker) stammen die Längfasern der Form. retic. der Haube von oben her, hauptsächlich ungekreuzt, aus den lateralen Theilen des Thalamus opticus, ferner gekreuzt, mittelbar durch die hintere Commissur, aus den medialen Theilen des Thalamus und aus der Zirbel, dann aus dem Meynert'schen Bündel (Haubenbündel des Ganglion Habenulae von Meynert) und endlich aus dem Corpus mammillare**). Bekannt und übereinstimmend angegeben ist, dass die Formatio reticularis der Haube, welche die directe Fortsetzung derjenigen der Oblongata bildet, feine sagittal verlaufende Markfasern enthält, die von reichlich eingelagerter grauer Substanz wieder in sehr lockere Bündelchen völlig zersprengt sind. Die graue Substanz besteht aus multipolaren fortsatzreichen Ganglienzellen aller Caliber, aus Körnern, aus Bindegewebelementen, und aus schwammig-körniger Zwischensubstanz (wie sie Deiters nennt). Da die Angabe von Meynert, dass die Längfasern der Form. retic. motorisch seien, nichts weniger als erwiesen ist, wird man am besten den Namen **Motorisches Feld** fallen lassen.

Will man aufrichtig sein, so muss man gestehen, dass über Ursprung und Ende dieser Faserung soviel wie nichts bekannt ist, und dass unsere Hülfsmittel ganz unzureichend sind, um darüber Klarheit

*) Stilling a. a. O. Taf. XIII und XIV e. e.

**) Ueber diese beiden Angaben Meynerts später das Nähere.

zu verschaffen. Die allgemeine Richtung der Faserzüge wird am Besten an Sagittalschnittreihen von Nagern studirt, giebt jedoch keinen sicheren Aufschluss über den thatsächlichen Verlauf der einzelnen Fasern, um so weniger, da die directe Verbindung derselben mit Zellen an Schnitten nur selten und zufällig, auf meist kurze Strecken sichtbar wird. — Als sicher feststehend kann ich nur Folgendes angeben:

Schon im oberen Theil der Oblongata, noch mehr aber in der Haube, werden die Längsfasern der Formatio reticularis immer feiner, während die Bälkchen grauer Substanz (Processus reticulares Lenhossék) immer reichlicher, breiter, aber zugleich diffuser werden.

Die Richtung der Längsfasern der Form. reticul. in der Haube ist im Allgemeinen bis zur Höhe des Rothen Kernes und des Meynert'schen Bündels eine sagittale, jedoch hängen die Bündel meist spitzwinkelig, geflechtartig zusammen, wie Henle (a. a. O.) richtig bemerkt, und wie in Fig. 27 sichtbar ist; sie scheinen der Hauptsache nach aus dem Vorderstrang und aus dem Seitenstrang herauszugehen, indem diese Stränge nach und nach aufwärts durch Einlagerung grauer Substanz zerklüftet werden. Ob dieses Täuschung oder Wirklichkeit ist, ob genannte Längsfasern eine unmittelbare oder eine mittelbare Fortsetzung von Vorder- und Seitenstrang-Fasern sind, ob sie nur den Vorder- und Seitenstrangfasern analoge oder gleichwerthige Fasern sind, lässt sich nicht nachweisen. Unter den feineren Fasern findet man vereinzelte breitere, sogar ziemlich breite, über deren Bedeutung ich jedoch nichts sagen kann. Dorsal und medial gehen die Längsfasern der Form. retic. unmerklich über in die Fasern des hinteren Längsbündels, ventral und lateral sind sie nicht überall von der Schleifenschicht und von der unteren Schleife scharf geschieden; erstere soll sogar nach Meynert aus ihnen Zuzug erhalten, eine Behauptung, die aus der Zunahme der Schleifenschicht nach unten erschlossen wurde. Die Form. retic. wird bekanntlich vom Bindearm durchbrochen; der Bindearm zerklüftet sich aber selbst bei seiner Kreuzung. Dadurch entsteht ein furchtbare Fasergewirr, in welchem sowohl eine Verfolgung der einzelnen Fasern als eine sichere Erkenntniß ihrer Zusammengehörigkeit unmöglich wird. Dazu kommen später zu erörternde in der Raphe sich kreuzende Bogenfasern aus verschiedenen Gegenden und schliesslich die Fasern der hinteren Commissur, welche sämmtlich die Form. retic. quer durchsetzend ihr das genetzte Aussehen geben. Mit allen diesen Fasern können mittelbare oder unmittelbare*) Ver-

*) Erstere durch Einschaltung von einer Zelle (mittelst Nervenfortsätzen der-

bindungen der Längfasern stattfinden, ohne dass man solche weder sicher nachweisen, noch verneinen kann. Durch die Stellungsveränderung des Bindearmes werden weiter oben die meisten Längfasern der Form. retic. beim Menschen (Fig 2) mehr dorsal- und lateralwärts geschoben. Beim Hund und beim Kaninchen, wo der Bindearm viel schwächer ist, ist dieses weniger der Fall, und bei diesen Thieren kann man sich auch am Besten überzeugen, dass beide Gebilde einander grossentheils durchsetzen. Trotz alledem ist, wie gesagt, bis zur Gegend des Rothen Kernes und des Meynert'schen Bündels die allgemeine sagittale Richtung der Längfasern der Form. retic. ziemlich gut zu erkennen. Hier aber verändert sich das Bild völlig, obwohl nur allmälig und in höchst schwer erklärlicher Weise. Beim Menschen wird die Haube durch die aus dem Rothen Kern schief lateral- und dorsalwärts ziehende Fasermasse (BA Th in den Fig.) wieder so verfilzt (Fig. 5—10), dass man den Faden ganz verliert, und erst oberhalb des Rothen Kernes sieht man, dass sich ein diffus begrenztes, ovales Feld gebildet hat (Fig. 11, H), das, aus den allerfeinsten Markfasern untermischt mit grauer Substanz bestehend, jetzt dorsal vom Thalamus opticus begrenzt wird, und lateral mit einer in der Säugethierreihe höchst constanten Marklamelle, die ich früher (a. a. O.) Lamina medullaris externa genannt habe, zusammenhangt. Dieses Feld H ist wohl zu beachten, denn es giebt kaum eine Gegend, die so abentheuerlich beschrieben worden ist als gerade diese. Im Kaninchenhirn, wo der kleine Bindearm weit weniger stört, sieht man (Fig. 27), dass die Längfasern der Form. retic., allerdings in sehr stark verminderter Zahl, oberhalb des Rothen Kernes und der Oculomotoriuswurzel, ventralwärts abbiegen, und, das hier mächtige Meynert'sche Bündel durchbrechend, zwischen Corpus mammillare und Thalamus zu der dem ebenbesprochenen Felde H des Menschen entsprechenden, mit der Lamina medullaris externa zusammenhängenden Stelle gelangen. Dieses Verhältniss ist in meiner früheren Arbeit (a. a. O. Fig. 4) abgebildet und auch beschrieben, nur wird das betr. Feld H als „unterer horizontaler Theil der Lam. med. ext.“ bezeichnet. Dass die gewaltige Zahlabnahme der Längfasern der Form. retic. oberhalb des rothen Kernes durch den directen sagittalen Uebergang eines Theiles derselben (Haubenfascikeln, s. unten) in die Thalamussubstanz zum Theil bedingt sein mag, hat Vieles für sich; doch wird hier alles so diffus, die Fasern werden so fein und so zerstreut?) oder von Fibrillennetzen und Zellen (Theilung der Fasern und der Zellenfortsätze), letztere einfach durch Umbiegung einer Bogenfaser nach oben oder nach unten. —

sprengt, dass von einem Beweis keine Rede sein kann. — Nach Meynert sollen sie in die von ihm sogenannten *Laminae medullares* des Thalamus (Fig. 8, LMI, LMM, Fig. 6, Fig. 7 übergehen*); es ist dieses nicht ganz unmöglich, doch durchaus nicht nachweisbar, und sogar aus vielen Gründen wenigstens für den grössten Theil dieser Fasern unwahrscheinlich. Ich mache darauf aufmerksam, dass die Zahl der Längsfasern der Form. retic. durchaus nicht mit der Mächtigkeit des Thalamus Schritt hält**), so dass z. B. bei den Nagern, wo erstere sehr zahlreich sind, letzterer sehr klein ist, und umgekehrt beim Menschen. Bedenkt man außerdem, dass nirgends eine ganz deutliche, zweifellose Einstrahlung dieser Fasern in den Thalamus sichtbar ist, so wird es sehr wahrscheinlich, dass wenigstens eine grosse Zahl von ihnen in der Haube selbst endigen. — Die Ebene der Fig. 11 bietet nun ein ganz verändertes Bild; die Haube des Hirnschenkels ist durch die bescheidene, ventral vom Thalamus liegende *Regio subthalamica* ersetzt worden, und eine weitere Verfolgung auch nur eines Theiles der Längsfasern der Form. retic. bleibt nunmehr den Hypothesen überlassen. Ueber weitere Angaben Meynert's, sowie über das Schicksal des Feldes H, später mehr.

Ich muss hier noch eine differenzierte Abtheilung der Längsfasern der Form. retic. erwähnen, die bei schönen Querschnitttreiben des Hundehirnes mir besonders auffiel. Sie besteht beim Hund aus schönen, rundlichen, compacten, kleinen Faserbündeln, beiläufig 20—40 auf jeder Seite (dazu noch mehrere kleinere weniger deutliche). Diese Bündel, welche sich von unten her erst in den untersten Querschnittebenen des oberen Zwei Hügels von der übrigen Form. retic. zu differenzieren anfangen, und welche daselbst lateral vom hinteren Längsbündel, zwischen ihm und dem Arm des unteren Zwei Hügels, aber näher an ihm, in einer Gruppe liegen, sind aus ziemlich starken Markfasern zusammengesetzt. Durch ihr compactes, unvermischt, markweisses Aussehen fallen sie auf, und unterscheiden sich von den übrigen Längsbündeln der Form. retic. Nach oben zu lässt sich diese Bündelgruppe leicht verfolgen; die Fascikeln werden immer runder und entfernen sich immer mehr von einander (Fig. 23, H. Fasc.). In den oberen Querschnit-

*) Früher (a. a. O.) habe ich diese Ansicht Meynert's als beim Menschen bewiesen angenommen.

**) Dagegen ist die Mächtigkeit des Thalamus zweifellos von derjenigen der Grosshirnhemisphaeren abhängig. Das Fehlen des Pulvinar bei den niederen Säugethieren, wo das Hinterhauptshirn ganz verkürzt und verkleinert ist, ist auch ein Beweis dafür.

ebenen des rothen Kernes werden sie von der dorsal und lateralwärts ausstrahlenden und sich zerstreuenden Hauptabtheilung der Schleifenschicht (s. unten) durchflochten, ebenso von diffusen Querfaserzügen, die von der Gegend des Corpus geniculat. int. zur Gegend der hinteren Commissur oder des Ganglion Habenulae ziehen. Oberhalb dieser Durchflechtung lassen sich die weit auseinandergedrängten, an Zahl und Umfang verringerten runden Querschnittchen noch eine Strecke weit in der Mitte zwischen Meynert'schem Bündel und Corpus genicul. extern. verfolgen, bis sie sich, wie es den Anschein hat, in den ventralsten unteren Theilen des Thalamus opticus ganz verlieren. Wie viele Fasern aus ihnen aber unterwegs anderswo endigen oder in eine andere Richtung umbiegen, ist nicht zu eruiren. Die eben beschriebenen Bündel des Hundes, die auch beim Kaninchen sichtbar sind, und derjenigen Abtheilung der Form. retic. des Menschen entsprechen mögen, die in Fig. 2 mit MF bezeichnet ist, wollen wir „Haubenfascikeln“ (*Fasciculi tegmenti*) nennen. —

Meynert*) findet, dass in der Säugethierreihe die lateralen Theile der Form. retic. in ihrer Grösse der Grösse der vorderen Extremitäten, die medialen Theile der Grösse der hinteren Extremitäten entsprechen, indem beim Maulwurf die Haube breit und niedrig, beim Känguruh dieselbe eng und hoch ist. Ob dieser Schluss berechtigt ist, ist noch sehr fraglich, da doch die betreffenden Thiere zoologisch sehr weit aus einander stehen, und somit der Unterschied ein rein zoologischer sein kann.

2. Hinteres Längsbündel. Von der Form. retic. nur halbwegs trennbar ist das in den Figuren mit HL bezeichnete hintere Längsbündel von Meynert; es wird von Henle (a. a. O. S. 238) oberer weisser Saum der reticulären Substanz, von Stilling (a. a. O.) hintere Abtheilung des nach oben fortgesetzten Vorderstranges genannt, von Deiters (a. a. O. S. 197) wahrscheinlich, wie leider nur aus fragmentarischen Andeutungen des unvollendeten Werkes zu schliessen ist, als Aequivalent des Vorder- und Seitenstranges für den Nervus oculomotorius (centripetale Fasern desselben) angesehen, von Gratiolet (a. a. O.) ähnlich wie von Stilling gedeutet, von Stieda (Wirbelt.) oberes Längsbündel genannt. Luys (Iconographie, Taf. XLVII. Fig. 2) bezeichnet es als „*Fibres spinales des régions postérieures*“, deren Ursprung und Ende unbestimmt sind. Stilling lässt seine

*) Studien über die Bestandtheile des Vierhügels etc. in Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Vol. XVII. Heft 4

Fasern oberhalb des Rothen Kernes ventralwärts pinsel förmig ausstrahlen und von da in's Grosshirn gehen. Meynert nannte damals*) das HL Acusticusstrang, liess es von unten vollständig aus den Ursprungsmassen des nervus acusticus umbeugend herauskommen, und weiter oben die innere absteigende Trigeminuswurzel in dasselbe übergeben. Dann liess er das so verstärkte Bündel oberhalb des Rothen Kernes der Haube ventralwärts aufsteigen, dann lateralwärts seine Quintusfasern zur inneren Kapsel resp. zum Hemisphaerenmark abgehen, hernach dorsal vom Tractus opticus verlaufen, das 2. Stratum der Substantia innominata bilden, dort zu einem Ganglion, Ganglion der Hirnschenkelschlinge, anschwellen, nach Unterbrechung durch die Zellen desselben die äussere Kapsel durchlaufen und in der Rinde des Operculums und der anderen Wände der Sylvischen Grube endigen. Später (Stricker's Hdbch) zog Meynert die unteren Verbindungen mit Acusticus und Quintus zurück, indem er sich an ausnehmend gelungenen Präparaten überzeugte, dass dort nur Durchflechtung, nicht Verbindung von Fasern stattfindet; er hält dagegen am ganzen übrigen Verlauf fest und giebt sogar an, dass noch einige Fasern aus dem Trichter sich dem HL hinzugesellen. Nach unten zu lässt er das HL einfach in den dorsalen Theil des Vorderstranges übergehen. Ich selbst konnte schon damals (a. a. O. S. 16) das HL bei Säugethieren nach oben zu nicht über die Vierhügelregion hinaus verfolgen. Huguenin (a. a. O. S. 122) äussert allgemein leise Zweifel über den Gehirnursprung des HL. Flechsig (a. a. O.) findet, dass das HL sehr früh, schon beim etwa 30cm. langen Foetus markig weiss wird, zugleich mit dem Vorderstrang im Halsmark**), dass man dasselbe aber in diese Weise nach oben nicht weiter als höchstens bis zur hinteren Commissur verfolgen kann. Er bezweifelt daher den von Meynert angegebenen höheren Verlauf und meint, eine erneuerte Prüfung desselben sei sehr wünschenswerth. Flechsig sieht die Fasern des HL als Fortsetzung, beziehungsweise Aequivalente seiner Vorderstranggrundbündel an, d. h. er hält sie für Verbindungfasern zwischen Nervenkernen, oder für Fasern aus peripheren Nerven.

Durch das Studium des erwähnten Materials bin ich zu folgenden Ansichten gekommen. Das hintere Längsbündel entwickelt sich nach

*) Ein Fall von Sprachstörung anatomisch begründet: Medicin. Jahrbücher, Wien 1866. — und: Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen: Sitzungsber. der k. Acad. der Wissensch. Wien 1869.

**) Die Seitenstranggrundbündel Flechsig's werden erst etwas später markhaltig.

oben zu allmälig anscheinend aus dem Vorderstrang, weniger oder nicht aus dem Seitenstrang des Rückenmarkes, indem bestimmte Längsfasergruppen desselben, breit und stark markhaltig bleibend, sich nach und nach im dorsalsten Theil der Format. retic. neben der Raphe sammeln und sondern, während die anderen Längsbündel des Vorderstranges, sowie der Seitenstrang verschwinden, beziehungsweise durch die Längsfasern der Format. retic. ersetzt oder fortgesetzt werden. In der Gegend des Acusticus-Kernes und der inneren absteigenden Quintuswurzel sieht man einige Wurzelfasern dieser Nerven, oder Fasern aus ihren Kernen quer durch oder in das HL verlaufen, doch sind diese Bilder derart, dass man nur die gar nicht abzuweisende Wahrscheinlichkeit der Umbiegung einzelner solcher Fasern in das HL fest halten kann, dass aber an einer Umbiegung auch nur eines bedeutenden Theiles des HL, geschweige des ganzen gar nicht zu denken ist. Von Letzterem kann man sich leicht an jeder Schnittreihe einer jeden Säugethierart überzeugen; ausnehmend gute Präparate sind dazu nicht nötig.

Von unserem Querschnitt, Fig. 1, an bis zum Oculomotorius-Kern verläuft*) das mehr oder weniger dreikantige, übrigens seine Form in den verschiedenen Querabschnitten nicht unwesentlich ändernde, paarige HL (Fig. 1, 2, 3 HL), macroscopisch betrachtet ziemlich deutlich umgrenzt, an der bekannten Stelle ventral vom Aquaeductus, auf beiden Seiten der Raphe. Eine Strecke weit (Fig. 2, 3) findet an der Mittellinie eine schon von Stilling (a. a. O. Taf. X) sehr schön abgebildete Anastomose der medialsten ventralen Bündel beider HL statt. Zwischen diesen Bündeln hindurch streichen einzelne, der Raphe parallele und ihr zugehörige Fasern (vgl. Henle a. a. O. S. 238). Betrachtet man das HL bei stärkeren Vergrösserungen, so sieht man erstens, dass seine Fasern von den verschiedensten Calibern sind, und dass unter denselben besonders die breiteren, stark markhaltigen und den breiten Rückenmarksfasern gleich schenden sich besonders von den fast immer feineren Längsfasern der Form. retic. unterscheiden; zweitens, dass die

*) Dass damit nicht eine Continuität der einzelnen Fasern gemeint ist, ist wohl selbstverständlich. Es ist vielmehr anzunehmen, dass hier ein ähnliches Verhalten wie nach Flechsig u. A. im Vorderstrang des Rückenmarkes vorliegt, dass nämlich ganz allmälig die Fasern seitwärts abgehen und von anderen ersetzt werden, so dass die obersten Fasern nur noch den unteren homolog, nicht ihre Fortsetzung sind. Es lassen sich jedoch oft an Sagittalschnitten einzelne Fasern eine lange Strecke durch in Continuität im HL verfolgen.

scheinbar scharfe Grenze des Bündels fast nur dadurch zu Stande kommt, dass keine graue Substanz zwischen seinen einzelnen Fasern, höchstens einzelne Balken zwischen den Faserbündeln, sich befindet. Besonders lateral und zugleich etwas dorsal, da, wo es vom centralen Höhlengrau des Aquaeductus begrenzt wird, geht das HL ganz unmerklich in das an diesen Stellen dichtere Mark der Form. retic. über. An Sagittalschritten des Kaninchens überzeugt man sich leicht, dass manche seiner Fasern in die Form. retic. eintreten und umgekehrt. In der Gegend des Oculomotorius-Kernes wird es durch die ventralwärts strebenden Wurzelfasern dieses Nerven in mehrere Bündelchen zerklüftet. Dass es an dieser Stelle Fasern zum Oculomotoriuskern, zum Nerv oder zur Raphe abgibt, ist höchst wahrscheinlich, doch kaum direct nachweisbar. Oberhalb des Kernes angelangt hat das HL seine scharfe Begrenzung und eine sehr grosse Zahl seiner breiten Markfasern eingebüsst. Bis zur hinteren Commissur kann man jedoch an Sagittalschnitten der Nager sicher noch aus ihm jeden einzelnen Axencylinder einer Anzahl breiterer Markfasern sowie eine grössere Zahl feinerer Fasern verfolgen. Letztere lassen sich sogar weiter nach oben, ventralwärts umbiegend, aber von der fortgesetzten Längsfaserung der Form. retic. nicht mehr unterscheidbar und mit ihr das Meynert'sche Bündel durchkreuzend, verfolgen. Oberhalb der Commissura posterior sind keine breite Markfasern mehr vorhanden; die einzelnen feinen eben erwähnten Fasern sind durch graue Substanz ganz zersprengt, und erreichen vielleicht zum Theil das schon erwähnte Feld H (Fig. 11). Das allmäßliche Aufhören des compacten markweissen Aussehens des HL, vom Oculomotoriuskern bis zur Commissura posterior, lässt sich ganz gut an erwachsenen Hirnen des Menschen, des Hundes und (besonders schön) des Kaninchens beobachten; es bedarf dazu keineswegs der Flechsig'schen Methode der Untersuchung an Embryonen. Wie aber diese breiten Markfasern aufhören, ob durch Verbindung mit Zellen, durch allmäßliche Verschmälerung *), durch Theilung, oder durch

*) Es setzt zwar Deiters (a. a. O.) in seiner Darstellung voraus, dass eine Nervenfaser ihr Caliber so lange nicht ändert, bis sie durch Zellen unterbrochen wird. So sehr auch diese Annahme Manches für sich in Anspruch nehmen kann, so halte ich es doch für sehr bedenklich, dieselbe zur Grundlage für weitere Schlussfolgerungen zu nehmen. Es lässt sich oft genug die Ab- oder Zunahme des Calibers des Axencylinders sowohl als der Markscheide einer Faser an ihrem Verlauf in einem und demselben Schnitt nachweisen. Wir besitzen noch ein besseres Beispiel in den beiden bekannten Riesenlangfasern (Mauthner'schen Fasern Stiedas) des Fischrückenmarkes, welche, wie Stieda (Knochenfische S. 36) nachgewiesen hat, allmählig ohne Theilung

Uebergang in die Raphe, ist mir trotz allem Suchen herauszubringen nicht möglich gewesen. Ueber den angeblich gesonderten weiteren Verlauf zum Grosshirn später das Nähere; es sei nur gleich bemerkt, dass ein solcher höchstens durch das Feld H denkbar wäre. Eine nicht unwichtige Thatsache muss ich noch anführen, nämlich dass beim Maulwurf das HL, beziehungsweise dessen breite Markfasern, sehr klein ist, und wegen des Mangels der Oculomotorius und Trochleariskerne nicht dreieckig sondern linienförmig, der Raphe parallel gestellt, im Querschnitt erscheint, während es beim Kaninchen stark entwickelt ist. Nun sind aber Opticus und Augenmuskelnerven beim Maulwurf nahezu atrophisch. Dieses, sowie die ganze dargestellte Beschaffenheit und der Verlauf des hinteren Längsbündels bewegen mich, der Ansicht Deiters's oder der zum Theil ähnlichen Ansicht Flechsig's über seine morphologische und physiologische Bedeutung beizutreten. Selbstverständlich halte ich aber diese Ansichten nur noch für wahrscheinliche Hypothesen. Ich möchte hierzu bemerken, dass möglicherweise alle Faserqualitäten der Rückenmarksstränge in dem HL und in den Längsfasern der Form. retic. vertreten sind und zu den Kernen aller oberen Hirnnerven (auch der sensibeln) dieselben Beziehungen haben, wie die Mantelfasern des Rückenmarkes zu dessen grauen Kern, ferner aber auch, dass wahrscheinlich die feineren Fasern des HL gleichwertig mit einem Theil der feineren Längsfasern der Form. retic. sind, und ebenso die breiten. Das HL ist bei allen sonst noch untersuchten Thieren gleich wie beim Menschen beschaffen, und verläuft gleich. Seine Mächtigkeit allein wechselt etwas.

3. Bindearm und Rother Kern der Haube. Der paarige Bindearm, BA in den Figuren, von Burdach (a. a. O.) zuerst so genannt, Processus e-testibus in cerebelli meditullia protensi Willis (nach Burdach), Vierhügelschenkel Henle (a. a. O.), commissura cerebelli cum cerebro Arnold*), processus cerebelli ad cerebrum Gratiolet (a. a. O.), pédoncules cérébelleux supérieurs Cruveilhier (nach Luys), kommt in seinem Verlauf vom Nucleus dentatus cerebelli aus auf beiden Seiten unter

von oben nach unten abnehmen, so dass, während sie in der Oblongata den Durchmesser der dicksten anderen Fasern fast um das dreifache übertreffen, sie im Schwanztheil des Rückenmarkes von den anderen Fasern nicht mehr zu unterscheiden sind. Auffallend ist es, dass gerade Deiters (a. a. O.) zuerst die Kreuzung dieser Fasern in der Oblongata nachgewiesen hat, eine Entdeckung, deren Priorität sich also Stieda (a. a. O.) irrigerweise zuschreibt.

*) *Icones cerebri et medullae spinalis fasc. I tabularum anat. Turici (Zürich) 1838. fol.*

das obere Marksegel zu liegen (Fig. 1, BA). Er bildet dort ein compactes, ganz scharf begrenztes halbmondförmiges Bündel, geht dann auf-, medial- und ventralwärts zur Raphe, wo seine ventralsten Fasern sich (in den Meynert'schen Ebenen) zuerst, dann nach und nach auch die anderen kreuzen. Bis zu diesem Punkt seines Verlaufes stimmen alle Autoren überein; anders ist es aber oben. Nach Kölliker*) gehen die Bindearme nicht in die Hemisphären. Ihre Kreuzung ist nach Arnold**) eine partielle, nach Stilling (a. a. O.), Luys (a. a. O.) und Meynert (a. a. O.) eine totale. Nach Arnold, Stilling, Meynert und Gratiolet (a. a. O.) gehen die Bindearme dann durch den Rothen Kern, mit oder ohne Unterbrechung durch Zellen, in die Grosshirnhemisphären. Nach Luys verbinden sich die Bindearmfasern indirect, theils durch den Rothen Kern, theils durch den Luys'schen Körper (s. weiter unten, und Fig. 12 Sp.) auf die complicirteste Weise mit dem Linsenkern, und indirect wieder durch diesen mit den Grosshirnhemisphären. Nach Henle gehen sie in den Rothen Kern, wo sie theilweise endigen mögen, jedoch der Hauptsache nach verlaufen sie durch denselben lateral- und dorsalwärts sich in den Thalamus wendend. Durch die gleichzeitige Entwicklung des Markes beim Fötus wäre der Bindearm nach Flechsig durch den Rothen Kern bis zur inneren Kapsel etwa am unteren Drittel des Thalamus zu verfolgen. Auffallend ist in den Flechsig'schen Ergebnissen, dass schon beim 42 cm. langen Fötus das Verlaufsstück von Nucleus dentatus bis zur Kreuzungsstelle markhaltig wird, während der Theil von da zur inneren Kapsel erst beim 46 cm. langen Fötus markhaltig wird, ein Beweis unter manchen anderen, dass man es mit Flechsig's Methode nicht allzu genau nehmen muss.

Die vergleichend anatomische Untersuchung des Bindearmes und des Rothen Kernes gibt sehr wichtige Anhaltspunkte. Vor Allem sei es bemerkt, dass beide beim Menschen im Verhältniss zur übrigen Haube und zum Vierhügel eine colossale Entwicklung zeigen. Daher werden sie hier am Besten studirt, daher aber auch verschieben oder verdecken sie hier andere Gebilde dermassen, dass letztere sehr leicht übersehen werden und in Folge dessen bei niederen Säugern viel deutlicher zu unterscheiden und bequemer zu untersuchen sind; solche Gebilde sind, ausser der Formatio reticularis und dem hinteren Längsbündel, das Meynert'sche Bündel und die Bogenfasern (Kreuzungen)

*) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage. Leipzig 1867.

**) Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg im Breisgau 1851. Bd. II. Abth. 5.

der Haube. Diese verhältnissmässig so starke Entwicklung des Bindearmes beim Menschen spricht zwar für die Deutung desselben als Verbindung des Kleinhirnes mit dem Grosshirn; sie könnte jedoch ebenso gut allein von der ausnehmend starken Entwicklung des Kleinhirnes und des Nucleus dentatus einerseits, des Rothen Kernes und des Thalamus andererseits abhängen. Beim Menschen wie bei anderen Säugern sind die Bindearmfasern von mittlerem Caliber, und alle ziemlich gleich stark.

Versuchen wir zuerst die Bindearme beim Menschen zu verfolgen, so sehen wir dieselben in der oben angedeuteten, von Stilling und Meynert trefflich beschriebenen Weise in den Meynert'schen Querebenen zuerst nur mit ihren ventralsten Bündeln, dann in ihrer ganzen Breite sich kreuzen. In den Querebenen des Grosshirnes fangen jedoch die Bindearme unten in ihrer ganzen Breite zu gleicher Zeit an sich zu kreuzen. Schon etwas vorher, dann während und nach der Kreuzung bis zum Rothen Kern ist die Bindearmfaserung, wie Meynert es fand, von zerstreuten, fortsatzreichen, an die Gefässe gern mit ihren Fortsätzen angeschmiegten Nervenzellen untermischt. Ob die Kreuzung eine totale oder eine partielle ist, ist unmöglich direct nachzuweisen; für Ersteres spricht jedoch die grosse Breite der Kreuzungsstelle, in der Raphe gemessen, welche viel eher der medialen Breite vom Durchschnitt des total sich kreuzenden Kaninchenchiasmas als der des partiell sich kreuzenden Hund- oder Meuschenchiasmas*) ähnlich sieht (Fig. 2, BA). Schon im Querschnitt der Fig. 4 sind die gekreuzten Bündel spärlicher, und es bilden sich wieder seitlich von der Mittellinie zwei, dies Mal mehr elliptische Querschnitte. Nun, sollte man meinen, werden die Faserkreuzungen aufhören. Statt dessen sehen wir in Fig. 5 V H Kr und sogar noch weiter oben in Fig. 6, dass fortlaufende Kreuzungen in der Raphe, scheinbar aus den ventralsten Bündeln des Bindearmes stattfinden. Auf diesen Punkt hat meines Wissens Niemand bis jetzt aufmerksam gemacht, obwohl es selbst in den Meynert'schen Querschnittebenen sichtbar ist, wo doch die ventralen Bündeln der Bindearme sich ja nach unten zuerst kreuzen. Beim Menschen lässt sich der Grund dieser Thatsache nicht finden, wohl aber bei anderen Säugethieren, wo sie viel auffallender ist (Fig. 23 V H Kr); die obersten dieser ventralen Kreuzungen gehören nämlich nicht zum Bindearm, was allerdings beim Menschen sich nur vermuthen, nicht nachweisen lässt; das Nähere darüber folgt später. Es

*) Vergl. Gudden: Ueber die Kreuzung der Fasern im Chiasma nervorum opticorum; Graefe's Archiv für Ophthalmologie. Bd. XX. Abth. 2. S. 278.

kommen ausserdem mehr dorsale Raphekreuzungen vor, die Meynert schon beschrieben hat (Fig. 23, F H Kr). Kaum ist die eigentliche Bindearmkreuzung nach oben zu vollendet, so erscheint auf jeder Seite in unseren Querschnittebenen zuerst am lateral dorsalen Winkel des nun wieder gebildeten, dieses Mal elliptischen Bindearmquerschnittes ein anfangs kleiner, runder, scharf begrenzter Kern grauer Substanz, der bald zu einer bedeutenden Grösse anschwillt (RK, Fig. 4 bis 10); es ist der Rothe Kern der Haube von Burdach, von ihm*) (a. a. O. Bd. II. S. 104) und von Stilling (Hirnknoten S. 144) macroscopisch ausgezeichnet beschrieben, auch von den anderen Autoren so genannt und nur von Luys (a. a. O.) „Olive supérieure“ betitelt. Die scharfe Begrenzung des menschlichen RK kommt, sowie seine grauröthliche Farbe, von seiner gefäss- und neurogliareichen Textur. Seine Nervenzellen sind, wie Meynert angibt, eckig, fortsatzreich, und ihre Fortsätze schmiegen sich den Gefässen auffallend an. Das RK ist im Ganzen oval, in sagittaler Richtung länglich, im Querschnitt mehr rundlich, doch lateral etwas zugespitzt. Ausser Luys (Iconographie S. 35) nehmen alle Autoren**), soweit mir bekannt, an, dass sämmtliche Bindearmfasern in den RK eintreten. Bemerken wir gleich, dass, wegen seiner Durchflechtung mit Fasern der Formatio reticularis, der übrigens nicht mehr so scharf als unterhalb der Kreuzung begrenzte Querschnitt des nach oben gekreuzten Bindearmes möglicherweise schon zum Theil andere Fasern als Bindearmfasern enthält; dieser fremde Anteil, wenn vorhanden, ist aber beim Menschen jedenfalls gering. In wie fern die Längsfasern der Form. retic. vom Bindearm mehr nach allen Seiten verschoben, oder mehr durchflochten werden, ist mir nicht möglich zu entscheiden. Ich muss mit Luys gegen Meynert u. A. den RK als ein für sich zu betrachtendes Gebilde ansehen, das etwas mehr ist als eine einfache gangliöse Anschwellung des Bindearmes in seinem Verlauf. In der Säugetierreihe hält übrigens die Stärke des RK mit der des Bindearmes Schritt. Beim Menschen sehen wir (Fig. 4—10) den RK wie von einer Markkapsel umgeben, welche von Reil (Burdach), wie es scheint, zuerst bemerkt,

*) Nach Burdach (a. a. O. S. 327) wurde der RK schon von Santorini, Vicq d'Azry, Reil und Gordon abgebildet und beschrieben, aber, wie es scheint, ohne Benennung. Am Richtigsten scheint ihn Reil aufgefasst zu haben.

**) Die alten Autoren, sogar noch Burdach, kommen hier nicht in Betracht, da sie ganz falsche Vorstellungen über den Verlauf des Bindearmes halten, seine Kreuzung ignoriren etc.

dann von Burdach (a. a. O.) und Stilling (a. a. O.) beschrieben wurde und wohl theilweise aus Fasern der Form. reticul. und des HL, wahrscheinlich aber auch zum Theil aus nur anliegenden, den RK nicht durchflechtenden Bindearmfasern besteht*); jedoch nehmen auch die ihn durchflechtenden Fasern an der Bildung der Kapsel, besonders unten und medial, Antheil, indem sie sich zuerst etwas an die Wand des RK anschmiegen. Jedenfalls zum grössten Theil setzen die Bindearmfasern durch den RK, lateral-, auf- und dorsalwärts ziehend, in meist ziemlich parallelen, zum Theil etwas welligen, lockeren, von grauer Substanz zerklüfteten Zügen hindurch. Der Angabe von Luys, dass eine Abtheilung von Bindearmfasern ventral vom RK durchschlüpfend in das mediale Ende des Luys'schen Körpers eintrete, kann ich zwar nicht mit Gewissheit widersprechen; ich kann aber dieselbe noch weniger bestätigen (vergl. Fig. 7—11). Wir haben gesehen, dass an der dorsalen Fläche des RK Bindearmfasern sowie Längsfasern der fortgesetzten HL und Format. retic. sich in unentwirrbarer Weise mischen. Betrachten wir nun die laterale Fläche des RK, so sehen wir zunächst aus derselben eine ansehnliche Fasermasse auf-, lateral- und dorsalwärts ziehend, convergirend sich zu einem Bündel (BA Th., Fig. 5—10) sammeln, das, wie es scheint, der Hauptsache nach in den ventralen Theil des Thalamus opticus eintritt**), und dort wieder in secundäre Bündel zerfällt, welche sowohl die Lamina medullaris externa als andere Laminae medullares und Radiarbündel des Thalamus bilden zu helfen scheinen. Eine weitere Verfolgung auf rein anatomischem Weg halte ich für unmöglich; es ist jedoch die Möglichkeit vorhanden, dass von da aus die Bindearmfasern zur inneren Kapsel und so zum Stabkranz gelangen. Genanntes Bündel verliert lateralwärts die deutliche Richtung seiner Fasern und scheint an gewissen Stellen mehr in die Gitterschicht des Thalamus oder in die untersten Stabkranzfaserungen zwischen Corp. geniculatum externum und Thalamus (Fig. 5 η) am unteren Ende der Zona incerta (s. unten) überzugehen. Ausserdem geht es aber nach oben zu unabgrenzbar in

*) Diese Ansicht wurde von Stilling (a. a. O.) zuerst vertreten. Durch einen Schnitt, den er von unten und dorsal durch beide Bindearme bis oben und ventral durch beide Rothe Kerne führt, stellt Stilling (a. a. O. Taf. XIX. Fig. 9 und 10) den ganzen Verlauf der Bindeärme dar, wobei dieselben einer Scheere gleichen, deren Griffe die Markkapseln der beiden RK und deren Gewinde die Bindearmkreuzung vorstellen.

**) Burdach (a. a. O.) scheint dieses Verhältniss, wenn auch etwas unklar, erkannt zu haben.

das schon oft genannte Markfeld H (Fig. 11) über. Die eben beschriebenen Verhältnisse werden durch Fig. 4 bis 11 mit Hilfe der Tafelerklärung leicht verständlich gemacht, nur muss man, hier wie sonst, die durch die Zahl der fehlenden Schnitnummern gegebene Lücke zwischen je zwei Figuren berücksichtigen, sich dieselbe durch Zwischenbilder ausgefüllt denken, und aus dem Ganzen dann die plastische Form abstrahiren.

Nun vor allem, woher stammt dieses grosse Bündel aus der lateralen dorsalen und oberen Fläche des RK? Woher stammt das Markfeld H? Macroscopisch betrachtet scheinen beide theilweise aus Fasern zu stammen, die nur um den RK herum, als dessen Kapsel, verlaufen, theilweise aus Fasern, die entweder den RK einfach durchsetzen oder aus ihm entstehen. Meiner Ansicht nach kann man nur sagen, dass beide zusammen ganz oder theilweise, direct, oder indirect nach Unterbrechung durch zellige Elemente des RK, sowohl aus dem Bindearm als aus den Fasern der Format. reticul., aus dem HL und aus dem RK selbst stammen können. Und dabei wird nicht einmal auf die diffus zerstreute graue Substanz Rücksicht genommen, die diese Gebilde alle umgibt und theilweise durchsetzt. Specieller kann man nur sagen, dass die Fasern aus dem HL, nach den niederen Säugethieren zu urtheilen, wahrscheinlich eher in das Feld H übergehen, und dass beim Menschen der Bindearm durch seine Masse wohl den Haupttheil des mächtigen Bündels BA Th ausmacht. Nach Meynert's Anschauung wäre der Theil des Bündels BA Th., der in die Laminae medullares des Thalamus übergeht, als Fortsetzung der Längsfasern der Formatio reticularis zu betrachten; dieses müsste sich aber bei der relativ mächtigen Form. retic. der niederen Säuger bestätigen lassen, was nicht der Fall ist.

An seiner medialen Fläche zeigt der RK beim Menschen meist eine Einkerbung (Fig. 8 Hbd.), welche einfach durch das Meynertsche Bündel (Hbd. Fig. 4-9) bedingt wird, das hier wie in einer Rinne verläuft, oder sogar auf kurze Strecke ganz in die Substanz des RK sich ein senkt, nicht nur mit einzelnen Fasern, wie Meynert (Stricker S. 735) meint. Dass es nichts anderes ist, lässt sich an der fortlaufenden Reihe mit aller Sicherheit durch Verfolgung des Meynertschen Bündels nachweisen. Luys (a. a. O.) wurde aber dadurch ganz irre gemacht und hielt diese Einkerbung für einen Hilus des RK, durch welchen alle aus ihm austretende und in ihn eintretende Fasern durchgehen müssen. Die Bilder, die man durch Sagittalschnitte reihen durch-

eine und durch Verticalschnitte reihen durch beide Hemisphären*) erhalten, helfen nicht viel zum weiteren Verständniss. Der RK erscheint darin mehr unregelmässig länglich oval; die durchsetzenden Faserzüge verlaufen auch unregelmässiger und gewundener, halten aber im allgemeinen die Richtung ein, die man in den Querschnitten sieht. Besonders bei Verticalschnitten zugleich durch beide Hälften des Hirnes schien mir die Durchflechtung vollkommener, die nur anliegende Faserrung (Markkapsel) spärlicher zu sein; vielleicht war es aber eine Eigenthümlichkeit des so untersuchten Hirnes. Eine Verbindung der Zellen des RK mit Bindearmfasern habe ich nicht gesehen. Der RK wird von einem Theil der Oculomotoriuswurzeln einfach durchbrochen, was in der Meynert'schen Querebene schöner als in unserer sichtbar ist.

Beim Affen (Makakus) sind die Verhältnisse nahezu wie beim Menschen, nur sind sowohl Bindearm als RK viel kleiner. Der RK ist noch deutlich rundlich umgrenzt; die oberen ventralen Kreuzungen der Haube heben sich schon von der eigentlichen Bindearmkreuzung deutlicher ab. Beim Hund aber sind die Verhältnisse schon sehr verschieden. In den unteren Querebenen der Haube ist der halbmondförmige Querschnitt des Bindearms zwar unverkennbar und deutlich begrenzt, aber im Verhältniss zu dem des Menschen ungemein reducirt und von den übrigen Haubenfasersystemen an Mächtigkeit übertroffen. In den Querebenen des unteren Zweihügels fängt die Kreuzung an der Raphe mit den ventralen Fasern des Bündels an. Hier schon bemerkt man aber noch weiter ventralwärts in der Raphe zahlreiche, scharf markweisse Kreuzungen.

In den untersten Querschnitten durch den oberen Zweihügel, nachdem beide sich kreuzende Bindearme in den vorhergehenden Querschnitten einen runden Knäuel in der Raphe gebildet hatten, sind sie bereits ganz gekreuzt, und es erscheinen wie beim Menschen Kreuzungen der Raphe ventral vom Bindearm, die diesmal, obwohl seitlich sich theilweise mit den Bindearmquerschnitten vermischtend, ihrer Mächtigkeit und ihres starken Fasercalibers wegen als von demselben verschieden sich erweisen. Diese Kreuzungen nehmen nach oben noch zu (Fig. 23 V. H. Kr.), bis zur Gegend des Austritts des Nervus oculomotorius, wo sie aufhören. Es kommen aber noch durch die ganze Höhe des oberen Zweihügels mehr dorsale Raphekreuzungen (Fig. 23,

*) Sogenannte Horizontalschnitte reihen, welche von Luys mit Vorliebe in seiner Darstellung des Hirnes (a. a. O.) gebraucht werden.

F. H. Kr.) hinzu, die wir später sehen werden. Oberhalb der Bindearmkreuzung kann man den Querschnitt des gekreuzten Bindearmes von den umgebenden Längs-, Schräg- und Bogenfasern kaum unterscheiden; von einer scharfen Grenze, von einer Grenze überhaupt ist in dem furchtbaren Fasergewirr dieser Gegend keine Rede. Somit ist es auch unmöglich mit Gewissheit zu sagen, ob der Bindearm in den erst im unteren Drittel des oberen Zweihügels anfangenden Rothen Kern wie beim Menschen übergeht. Es ist dies aber der Analogiewegen kaum zu bezweifeln.

Der Rothe Kern der Haube erstreckt sich beim Hund durch die Höhe der ganzen zwei oberen Dritttheile des oberen Zweihügels und wird nahezu bis oben von Oculomotoriuswurzelfasern durchflochten (Fig. 23, RK und III). Er sieht ganz anders aus als beim Menschen, nämlich wie etwa der Kern eines motorischen Nerven: es fehlt ihm eine scharfe gerundete Grenze, höchstens sieht man ab und zu auf ganz kurzer Strecke die Andeutung einer solchen. Er besteht aus ganz grossen fortsatzreichen Ganglienzellen von der Grösse und Beschaffenheit der motorischen Zellen des Vorderhorns im Rückenmark, denen kleinere doch gleich geformte beigemengt sind. Diese Zellen liegen in einem grob netzförmigen Stroma von faserig-körniger Grundsubstanz in welchem ihre Ausläufer, sich schlängelnd, verlaufen. In den Maschen dieses Netzes verlaufen Längsfaserbündel der Haube, die nach oben mehr schräg werden (wohl Bindearmfasern, wenigstens zum Theil). Aus diesen wunderschönen grossen Zellen sieht man relativ oft in Querschnitten Deiters'sche Axencylinderfortsätze abgehen, die nach mehr oder weniger langem Verlauf zwei helle Ränder erhalten, d. h. sich in breite Markfasern umwandeln (fortsetzen) — vergl. Fig. 28 —. Letztere scheinen sich meist gegen die Raphe zu wenden. Man sieht nun viele ganz ähnliche, breite, einzeln verlaufende Markfasern, wie es scheint aus dem RK, etwas ventralwärts zur Raphe verlaufen, wo sie, zum Theil wenigstens, die besprochene Haubenkreuzung bilden, die, wie oben gesagt, aus relativ sehr breiten Markfasern besteht. Es scheint mir demnach wenigstens eine partielle Beziehung der Zellen des R K. zur grossen oberen ventralen Haubenkreuzung wahrscheinlich. — Endlich sieht man im oberen Theil des RK einzelne sehr feine und sich sehr bald verlierende Faserzüge lateral-, auf- und dorsoventralwärts verlaufen, welche dem gleichartig verlaufenden mächtigen Bündel des Menschen (BA. Th., Fig. 5—10) zu entsprechen scheinen, obwohl der entsprechende weitere Verlauf nach oben zum Thalamus oder zur Gitterschicht nicht nachweisbar ist. Man soll übrigens

diese Faserzüge ja nicht mit den beim Hund weit mächtigeren Bündeln aus der Schleifenschicht verwechseln, welche zwar etwas mehr lateral liegen, aber sich doch zum Theil mit ihnen vermischen. Weitere Verfolgungen sind nicht möglich, und insbesonders können hier so wenig als beim Kaninchen Bindearmfaserzüge in den weiter oben liegenden Querschnitten verfolgt werden. Beim Maulwurf, sowie beim Kaninchen und bei den Nagern überhaupt sind die Verhältnisse ähnlich denen beim Hund; nur ist der Bindearm noch unansehnlicher und gehört eine Verfolgung desselben oberhalb seiner Kreuzung zu den Unmöglichkeiten. Im Sagittalschnitt des Kaninchens durch die Mittellinie sieht man die spindelförmig und etwas grau ausschende, scharf hervorstechende Bindearmkreuzung ganz deutlich von den übrigen mehr breitfaserigen, heller gefärbten, weiter oben und ventralwärts liegenden Haubentypen abgegrenzt; lateralwärts aber (Fig. 27, BA und V HKr.) verschwindet diese Grenze. Die Zellen des RK zeigten sich bei Fuchsinspräparaten der Ratte ausnehmend schön und gross, aber in geringer Zahl. Stieda (Wirbelth.) zeichnet in seiner Fig. 39 (e') den RK des Hundes, erkennt ihn aber nicht als solchen und nennt ihn „obere Abtheilung des Nucleus peduncularis“. Seine „untere Abtheilung des Nucl. peduncularis“ ist nichts anderes als die bei Thieren pigmentlose Substantia nigra. Was dagegen Luys (Recherches etc. Pl. XXXIX, Fig. 4) beim Kaninchen als RK (olive supérieure) abbildet, ist es ganz sicher nicht, sondern ist wohl ein Theil des corpus genic. ext. oder des Thalamus; die Figur ist ganz schlecht.

4. Schleifen. Mit Schleifenschicht*) ist auf Fig. 1 ein Querschnittenfeld bezeichnet, das von Reichert**) Schleifenschicht genannt, von Meynert (Stricker's Hdbch.) als oberes Schleifenblatt bezeichnet und hauptsächlich aus dem oberen Zweihügel abgeleitet***), von Henle (a. a. O.) mit der unteren Schleife zusammen als Lemniscus bezeichnet, mit ihr (Fig. 167, S. 237) lateralwärts zur lateralen Oberfläche der Haube und von da dicht ventral von den sogen. Vierhügelganglien, aber dorsal vom Aquaeductus, zu einer Kreuzung in der Mittellinie gebracht wird. Von Stieda (Wirbelth.) wird die von ihm als solche nicht erkannte Schleifenschicht als unteres Längsbündel der Pars pe-

*) Olivenkernstrang von Burdach a. a. O. S. 73(??).

**) Der Bau des menschlichen Gehirnes erläutert an Durchschnitten. Leipzig 1859.

***) Die Ansicht Meynert's über den oberen Ursprung der Schleifefasern in seiner neueren Arbeit (dieses Archiv Bd. IV. S. 387. 1874) ist mir unverständlich geblieben.

duncularis bezeichnet; — von Stilling wird sie vordere Abtheilung der (nach oben fortgesetzten) Vorderstränge genannt und mit vollem Recht theils in die Haube, theils in den Grosshirnschenkel geführt. Nur scheint Stilling (Hirnknoten Taf. XI *d*) ihr zugehörige Fasern seitlich vom RK zu seiner mittleren Abtheilung der Vorderstränge zu rechnen. Aus Luys's Arbeiten ist sie unentwirrbar. Nach Flechsig wird die Schleifenschicht beim etwa 35 Cm. langen Fötus markhaltig und geht in den „Vierhügel“ über.

Mit *unt. Schleife* ist auf Fig. 1 eine Fasermasse bezeichnet, die von den Autoren übereinstimmend als Schleife des unteren Zwei Hügels und als aus demselben kommend angegeben wird. Meynert nennt sie auch Fuss der Schleife, unteres Schleifenblatt. Meynert und Henle — ersterer betont dies besonders in seiner neueren Arbeit in diesem Archiv 1874 — leiten die untersten Bündel der unteren Schleife aus der Hirnklappe ab.

Als laqueus, lemniscus, Schleife (Haller, Reil, nach Burdach)* bezeichneten im Allgemeinen die alten Autoren den weissen Belag der, frei an der Hirnoberfläche liegend, ventral vom Pons und Pes pedunculi, dorsal von der Hirnklappe und vom Ganglion des unteren Zwei Hügels, oben vom Arm des unteren Zwei Hügels, unten vom Bindearm und Brückenarm begrenzt, den lateralen Theil der Haube bildet. Wo überall hin diese Fasern geleitet worden sind, wäre müssig hier wieder zu sagen. Ich will aber versuchen, das anzugeben, was meiner Ansicht nach tatsächlich darüber und über die sogenannte untere Schleife und Schleifenschicht behauptet werden kann. Um Verwechslungen zu vermeiden nenne ich kurzweg Schleife die nur äußerlich begrenzte, eben geschilderte Lage weisser Substanz der alten Autoren Schleifenschicht und untere Schleife dagegen die oben angegebenen Faserbündel, die nur an Querschnitten erkannt werden, endlich obere Schleife den oberen Theil der Schleife, der aus den oben frei an der Oberfläche liegenden und besonders verlaufenden lateralen Fasern der Schleifenschicht besteht.

Die sog. Schleifenschicht ist in Fig. 1 ziemlich breit, da sie hier rasch zur Oblongata hinabsteigt; in der Meynert'schen Ebene erscheint sie bandförmig, in medio-lateraler Richtung gestreckt, wie in Fig. 2. Bei einem Fötus mit nach unten bis zur Mitte der Brücke defecten Mittelhirn fand Flechsig (a. a. O. S. 121) die Schleifen-

*) Faisceaux triangulaires latéraux de l'isthme (Cruveilhier). — Rubans de Reil (Gratiolet).

schicht nur auf $\frac{2}{3}$ des Normalen reducirt. Sie besteht beim Menschen aus dichten, compacten Bündeln von stark markhaltigen Längfasern. Diese Bündel bilden in der Brückengegend meist etwas viereckige Querschnitte, die nahezu bis zur Raphe reichen, wo sie jedoch diffuser und ihre Fasern feiner werden. Die Schleifenschicht ist überall von grauer Substanz mit Nervenzellen umgeben, welche zum Theil zwischen ihre Bündel eindringt. Verfolge ich zuerst die medialsten, der Raphe am nächsten liegenden feinen, diffus begrenzten, schwer zu verfolgenden Bündel an Quer- und Sagittalschnittreihen des Menschen, so finde ich allerdings wie Stilling, Meynert, Henle und Flechsig, dass dieselben dicht oberhalb des Pons in den Pes pedunculi überzugehen scheinen, indem die dorsalsten medialen Fasern des letzteren, von oben nach unten verfolgt, dorsal von den obersten Querfasern des Pons liegen bleiben. In wie fern aber diese Bündel zur übrigen Schleifenschicht gehören, ob sie möglicherweise zum Theil mit dem Pedunculus substantiae nigrae von Meynert, wie Flechsig (a. a. O., S. 337) meint, identisch sind, ob sie dann, wie beide genannte Autoren meinen, vielleicht schon in den der Schleifenschicht beigemischten Zellen der Ponsgegend endigen, das sind Fragen, worüber ich nicht einmal eine Vermuthung wage. Diese Fasern sind in Fig. 2 beiderseits von der Raphe, dicht dorsal vom Pons zu scharf angedeutet. Sie sind so fein, so diffus, so ungenau begrenzt, gehen dorsal so unabgrenzbar in die Längfasern der Formatio reticularis über, dass eine rohe Verfolgung ganzer Bündel derselben schon fast zur Unmöglichkeit wird. Beim Hund ist kaum mehr eine Andeutung dieses Bündels vom Fuss zur Haube zu finden.

Anders verhält es sich mit den unmittelbar lateral von diesen Bündeln liegenden scharfen Querschnitten, die wir als mittleren oder Haupttheil der Schleifenschicht, eigentliche Schleifenschicht bezeichnen können. Dieselben behalten ihre ziemlich genau sagittale Richtung zwischen Formatio reticularis und vorderster grauer Haubenschicht*) bis oberhalb der Bindearmkreuzung, am unteren Ende des RK bei. Bis zu dieser Stelle nämlich ist dieser Haupttheil der Schleifenschicht vom lateralen Theil derselben (obere Schleife) in keiner Weise getrennt (Fig. 2). Hier nun sieht man plötzlich den Haupt- (mittleren) Theil der Schleifenschicht als deutliches Bündel dorsal-, auf- und etwas

*) Fig. 3 zwischen Pons und Schleifenschicht angedeutet. Soll wie mir scheint den Pedunculus Substantiae nigrae von Meynert (dieses Archiv 1874) enthalten. Eigentlich gehört sie als untere Fortsetzung der Subst. nigra eher zum Pons als zur Haube.

lateralwärts umbiegend (Fig. 3) sich von der oberen Schleife trennen, dicht lateral vom RK an diesem vorbeistreichen, dabei an das Bündel BA Th. angeschiemt ihm ziemlich parallel verlaufen, und anscheinend gegen das Pulvinar des Thalamus hinziehend (Fig. 4) die Haubenfascikeln durchflechten*), um sich zugleich noch in der Haube völlig zu verlieren. Einen Uebergang in den Thalamus konnte ich nicht sehen, noch weniger aber einen solchen in den oberen Zweihügel, da die Richtung der Fasern eine noch viel zu ventrale ist, und da man dieselben in der Haube bis zu Ebenen oberhalb des oberen Zweihügels verfolgen kann. Beim Hund und besonders beim Kaninchen, sind diese Verhältnisse viel schöner sichtbar als beim Menschen. Die obere Schleife ist bei diesen Thieren nur als kleinerer lateraler Anhang des fast cylindrischen mächtigen compacten Haupttheiles der Schleifenschicht vorhanden, während ein ganz medialer Theil der Schleifenschicht (Bündel vom Fuss zur Haube) gar nicht zu unterscheiden ist. In der Gegend des Ganglion interpedunculare (s. unten) angelangt, biegt nun der Haupttheil der Schleifenschicht (Fig. 23 Schleifenschicht) auf, dorsal- und etwas lateralwärts um, und verläuft ebenso wie beim Menschen; bei diesen Thieren ist die Durchflechtung der Haubenfascikeln durch die Schleifenschicht weiter oben als die Querebene der Fig. 23 sehr schön zu sehen. Eine kleine Portion dieses Haupttheiles der Schleifenschicht biegt jedoch sowohl bei Thieren als beim Menschen nicht um, sondern bleibt an der Hirnbasis, beiderseits vom Ganglion interpedunculare sagittal weiter verlaufend, liegen (Fig. 23 a), indem sie zum Corpus mammillare zieht; diese Portion ist nichts anderes als das sogenannte Bündel des Corpus mammillare zur Haube von Meynert (Stricker Fig. 256 m. S. 735.)**).

*) Letzteres nur bei Thieren unterscheidbar.

**) Das zuletzt geschilderte Verhältniss ist nicht von mir, sondern von Prof. Gudden schon lange entdeckt und aufgeklärt worden, wird aber erst demnächst von ihm publicirt werden, so dass ich hier nichts Weiteres darüber sage. Ebenso verbhält es sich mit dem oberflächlich verlaufenden Tractus peduncularis transversus, der etwas weiter oben als Fig. 23 zwischen das Bündel a und den Pes pedunculi sich in die Hirnsubstanz einsenkt. Auch die Verhältnisse des Corpus mammillare zu den sog. Fornixschenkeln (Vicq d'Azyr'sches Bündel und Columna anterior Fornicis) lasse ich hier unberücksichtigt, da die wichtigen Ergebnisse von Prof. Gudden, welche beweisen, dass die bisher im Corpus mammillare angenommene Schleife auf einer Täuschung beruht, und dass auf- und absteigender Fornixschenkel von einander durchaus getrennte und unabhängige Faserbündel sind, erst noch von ihm veröffentlicht werden müssen.

Um den lateralen Theil der Schleifenschicht, die obere Schleife, zu verstehen, muss man ihn nicht beim Menschen, sondern am Besten beim Hund studiren. Da sieht man seine Fasern von der Hirnoberfläche, sowie vom Arm des unteren Zweihügels durch graue Substanz getrennt, was ihre gesonderte Verfolgung zum Theil erlaubt. In den Querebenen der Mitte des oberen Zweihügels angelangt, trennen sich die meisten dieser Fasern vom Haupttheil der Schleifenschicht, indem sie eine rundliche Gruppe sehr feiner zersprengter Bündelehen (Fig. 23 ob. Schleife) bilden, welche zwischen Haubenfascikeln und Arm des unteren Zweihügels, näher vom letzteren, nach oben verlaufen. Diese Bündelgruppe verläuft stets sagittal, wird aber nach oben zu immer diffuser, breiter, zerklüfteter. In den Querebenen des Meynert'schen Bündels angelangt fängt sie an, sowie die Haubenfascikeln und der Haupttheil der Schleifenschicht, sich ganz zu verlieren, d. h. zuerst unter den anderen diffusen, feinsten Längfasern, und dann mit denselben in der grauen Substanz zu verschwinden. In dieser Gegend nun wird die obere Schleife, soweit noch unterscheidbar, von äusserst feinen Fasern durchflochten, welche scheinbar vom Corp. genic. internum (vom Arm des unteren Zweihügels?) schief zur Gegend des Ganglion Habenulae oder der Commissura posterior ziehen. Eine Unterscheidung der Fasern des Armes des unteren Zweihügels von denjenigen der oberen Schleife und von im Corpus geniculatum internum selbst entstandenen Fasern ist von da an nach oben zu nicht mehr möglich; nur äusserst feine diffuse Züge bleiben überhaupt übrig. An eine Masse Verbindungen lässt sich hier denken; beweisen lässt sich aber nichts. In den Querebenen der oberen Hälfte des oberen Zweihügels sieht man (immer noch beim Hund) eine ganze Anzahl äusserst feiner ganz zersprengter Fasern (lateralsten Bogenfasern der Haube) aus dem dorsalsten Theil des tiefliegenden Markes des oberen Zweihügels zur oberen Schleife verlaufen, in deren Gegend sie sich zu verlieren scheinen (Fig. 23 x). Diese Fasern sind es, die Meynert als Schleife aus dem oberen Zweihügel betrachtet. Beim Kaninchen sind die Verhältnisse ähnlich wie beim Hund. Beim Menschen nun fehlt überall die trennende und zerklüftende graue Substanz, oder sie ist sehr reducirt und die Fasern bilden einen Filz, so dass ihre Richtung nicht zu entwirren ist. Der Knotenpunkt dieses Filzes ist der Arm des unteren Zweihügels (Fig. 2 Br. Qdg. post.), der von der oberen Schleife (Fig. 2 ob. Schleife), welche übrigens hier wirklich den oberen Theil der Schleife bildet, ebensowenig als von den ebengenannten Fasern x (Fig. 2 x) zu trennen ist. Nach oben verliert sich dieser allmählig

total in dem Corp. gen. intern. selbst und in der zwischen Pulvinar des Thalamus, Corp. gen. intern. und Pes pedunculi liegenden Abtheilung grauer Substanz der Haube. Dass von da aus, z. B. durch η Fig. 5, Verbindungen mit dem Stabkranz möglich sind, lässt sich denken; nachweisbar sind solche aber nicht. Ein Vergleich der Fig. 2 bis 4 (Mensch) mit der Fig. 23 (Hund, erklärt diese Verhältnisse am besten und zeigt die grossen Vortheile, die das Hundehirn für die Unterscheidung dieser Bündel besitzt*). Selbstverständlich verfolgen wir hier überall nur scheinbar mehr oder weniger compacte Bündel, womit der Verlauf der einzelnen, dieselben zusammensetzenden Fasern nur wahrscheinlich gemacht wird; viele seitlich abgehende oder zu kommende vereinzelte zersprengte Fasern können dabei vorhanden sein, doch kann deren Verlauf bei so feinen Fasercalibern nie bestimmt werden. Daher ist die Ansicht Meynert's, dass die Schleifenschicht in ihrem sagittalen Verlauf von oben nach unten einzelne Fasern aus der Haube erhält, nur eine durch die Zunahme der Grösse der Schleifenschicht nach unten sehr wahrscheinlich gemachte Hypothese; ebenso gut können solche Fasern aus der Gegend der Substantia nigra stammen (Pedunculus Subst. nigrae Meynert?). Wie unsicher und jedenfalls unbedeutend die Verhältnisse der Schleifenschicht (durch die obere Schleife) zum oberen Zweihügel sind, haben wir somit gesehen, und zugleich die Ansicht Meynert's zur Genüge besprochen. Es sei noch bemerkt, dass beim Hund und beim Kaninchen massenhafte schöne grosse multipolare Ganglienzellen um die Schleifenschicht, besonders dorsal von derselben, angesammelt sind, wo sie fast einen Kern bilden (Fig. 27 zwischen MF und Schleifenschicht, ohne Bezeichnung).

Ganz anders verhält es sich mit der unteren Schleife (Fig. 1 unt. Schleife), welche in der That aus Fasern besteht, die, aus dem unteren Zweihügelganglion ventralwärts ausstrahlend, den unteren Theil der Schleife bilden und sich zwischen Pons und Bindearm — lateral und

* Diese Thatsachen mit der Fig. 249 von Meynert in Stricker's Handbuch, sowie mit seinen Angaben im Text in Einklang zu bringen, gelingt mir, offen gestanden, nicht. Das in dieser Figur mit Tl verzeichnete Mark entspricht unserem α (Fig. 2) und wird von Meynert, wie es scheint, als das ganze tiefliegende Mark des oberen Zweihügels aufgefasst, was sicher irrtümlich ist, wenn man, wie Meynert selbst an anderen Orten (a. a. O. Fig. 241 m'), als tiefliegendes Mark die nach unten fortgesetzte Commissura posterior (in unserer Fig. 2 Tl M. Qdg ant.) bezeichnet. Ferner lässt Meynert dieses Mark (α) sich mit dem Arm des oberen Zweihügels in der Mittellinie kreuzen, was nicht nachweisbar ist (s. übrigens unten: oberer Zweihügel).

ventral, wie Meynert ganz richtig bemerkt, von einem sichelförmigen Antheil der Schleifenschicht bedeckt — ansammeln, um dann wohl grössttentheils nach unten zur Oblongata zu gehen. Dass ein unterer Antheil dieser unteren Schleife aus der Hirnklappe kommt, ist wahrscheinlich, doch ist er gewiss nicht so massenhaft, wie von Meynert (dieses Archiv 1874) und Henle (a. a. O.) angenommen wird. Am schönsten sind wieder hier die Ausstrahlungen aus dem unteren Zweihügelganglion beim Kaninchen sichtbar. Beim Menschen sind sie nur in der Meynert'schen Ebene erkennbar. Ventral ist die untere Schleife nur unvollkommen vom lateralen Theil der Schleifenschicht (obere Schleife) zu trennen. Daher ist es ziemlich schwer, anzugeben, wo sie oben aufhört, den Lemniscus zu bilden, und wo die obere Schleife diese Rolle übernimmt. Das Beste ist, man betrachte nach oben zu a's untere Schleife nur noch die Fasern, die in das Ganglion des unteren Zweihügels einstrahlen, soweit man sie von den anderen unterscheiden kann. Nach unten zu hängt noch die untere Schleife medial (Fig. 1, zwischen Bindearm und Schleifenschicht) mit den Fasern der Formatio reticularis, besonders mit Bogenfasern, die sich an der Raphe kreuzen, zusammen; dies ist beim Hund und Kaninchen sehr schön sichtbar. Schon beim Hund, besonders aber bei Nagern, sind die Fasern der Schleife durch viel graue Substanz zersprengt, so dass der Verlauf der einzelnen Fasern dadurch etwas deutlicher wird. Andererseits aber sind sie dadurch schwerer oder oft gar nicht medial von den Bogenfasern der Hanbe zu unterscheiden.

Es muss überhaupt noch betont werden, dass sämmtliche Faserzüge, die die verschiedenen Schleifen bilden (Schleifenschicht, obere Schleife, untere Schleife), nirgends ganz scharf von der Formatio reticularis der Haube getrennt, und dass somit alle Uebergänge in jeder Richtung möglich sind.

Meynert (Zeitsch. f. Wiss. Zool. Bd. XVII. Heft 4.) will durch Vergleichung der Breite der unteren Schleife dicht unterhalb des unteren Zweihügels bei verschieden gestalteten Thieren (Mensch, Maulwurf, Fledermaus, Känguruh) zu dem Resultat gekommen sein, dass diese Breite der sensiblen Körperoberfläche direct proportional sei. Jedoch sind die Zahlen, die er anführt, abgesehen sogar von der grossen Unsicherheit der Messungsmethode (mehr oder weniger starke Zerklüftung durch graue Substanz und dgl.), nichts weniger als beweisend.

5. **Substantia ferruginea. Aeussere absteigende Trigeminuswurzel mit Kern. Trochlearis. Oculomotorius.** In Fig. 1 sind mit S. ferr. die Pig-

mentzellen der Substantia ferruginea, mit IV die Austrittstelle der Wurzel des Nerv. trochlearis (centralwärts von der Kreuzung), mit 4 V der vierte Ventrikel, in den Aquaeductus Sylvii übergehend, bezeichnet. Zwischen IV, S. ferr. und Bindarm ist ein dunkler verticaler Strich ohne Bezeichnung; es ist dies die äussere absteigende Quintuswurzel von Meynert.

Von allen Autoren hat Meynert diese Verhältnisse weitaus am Richtigsten dargestellt. Henle's Angaben sind unklar und zum grossen Theil unrichtig. Er bildet zwar (Nervenlehre S. 238—243) den oberen Trochleariskern von Stilling an der richtigen Stelle macroscopisch ab (Fig. 171 und 173), beschreibt und zeichnet aber als seine Zellen die Zellen des Kernes der äusseren absteigenden Trigeminuswurzel (Fig. 172). Ferner giebt Henle an, den Uebergang von Fasern des Nerv. trochlearis in die braunen Zellen des Locus coeruleus (Subst. ferruginea) sicher gesehen zu haben (S. 240, Fig. 170). Als hintere rückläufige Trochleariswurzel beschreibt und zeichnet er (Fig. 165 IV') die äussere absteigende Quintuswurzel. Er scheint die blasigen Zellen des Quintus unten nicht von den Zellen der S. ferruginea unterschieden, und die wirklichen Trochleariszellen ganz übersehen zu haben. Der wahre Trochleariskern sowie der Verlauf der hinzutretenden Wurzel wurde erst von Stilling (Hirnknoten) ganz richtig und genau beschrieben. Dieser Autor nimmt aber ausserdem eine untere Abtheilung der Trochleariswurzel an, die in der Querebene der Hirnklappe liegen soll und wohl einem Theil der absteigenden Quintuswurzel entspricht; Meynert hat den Sachverhalt richtig gestellt (Stricker's Handbuch). Zellen und Fasern der äusseren absteigenden Quintuswurzel werden sowohl von Deiters (a. a. O.) als von Stieda (a. a. O.) als einziger Trochlearisursprung angesehen, nur giebt letzterer zu, dass auch einzelne Trigeminusfasern daraus entspringen. Beide ignoriren den wirklichen Trochleariskern völlig. Stieda sagt ruhig (Wirbelth., S. 103), dass der Maulwurf — bekanntlich mit fast total atrophischen Augen, Orbitae und Augenmuskeln — einen sehr grossen Trochleariskern habe, während ihm kein Trochlearis Nerv bei diesem Thier zu Gesicht kam(!). Nach Meynert ist der Stillings'sche obere Trochleariskern allein Trochlearisursprung; die grossen runden blasigen Zellen, die in traubenförmigen Gruppen von oben, um den Aquaeductus Sylvii, bis unten, an den Seiten der Hirnklappe, in einer Kette gelagert sind, geben Trigeminusfasern (äussere absteigende Wurzel Meynert's) Ursprung, und sind durch Form, Pigmentlosigkeit und Gruppierung sowohl von den Trochleariszellen als von den Zellen der Subst.

ferruginea verschieden. Diese Angaben kann ich nur Punkt für Punkt bestätigen. Ferner aber beschreibt Meynert eine mittlere absteigende Quintuswurzel aus den Zellen der Substantia ferruginea und eine innere absteigende Quintuswurzel aus dem dorsalen Theil der Raphe. Obwohl ich selbst sagen muss, dass es den täuschenden Anschein hat, als ob ziemlich viele Fasern aus dem Quintus zu diesen beiden Orten gingen, so muss ich doch gestehen, dass mir trotz der häufigen Durchmusterung der verschiedensten Schnittreihen die Existenz dieser beiden Wurzeln zweifelhaft geblieben ist. Ja ich möchte sogar das Vorhandensein einer Quintuswurzel aus der S. ferruginea als sehr unwahrscheinlich bezeichnen, da eine aus einer so starken Anhäufung grosser Zellen stammende Wurzel eines peripheren Nerven klar und zweifellos erkennbar zu sein pflegt, was hier weder beim Menschen noch bei Thieren der Fall ist.

Die von Stilling, Arnold und Meynert sogenannte Substantia ferruginea*), welche früher schon von Vicq d'Azyr, Reil und Gebr. Wenzel (Burdach a. a. O. S. 306) als durchschimmernde schwarze Substanz erkannt wurde, besteht beim Menschen aus dicht dunkelbraun pigmentirten — mit einzelnen pigmentärmeren vermischten — meist kurz spindelförmigen grossen Zellen, die in ziemlich dichter aber nicht begrenzter Anhäufung in den Querschnittebenen des unteren Zweihügels und des Trochlearisaustrettes, ventral vom Aquaeductus, beziehungsweise vom IV. Ventrikel, und medial von der absteigenden Quintuskette im centralen Höhlengrau liegen. Weiter nach unten verbreitet sich diese Zellenanhäufung sowohl medial und lateral von der absteigenden Quintuskette als auch innerhalb derselben bis zur Querebene des Trigeminusaustrettes. Pigmentzellen derselben Art befinden sich aber sowohl am oberen und am unteren Ende, als allerseits um die Anhäufung weit herum regellos vereinzelt zerstreut, so dass keine Grenze bestimmbar ist. Zwischen ihnen finden sich viele kleinere pigmentarme Zellen am grauen Boden. Zugegeben muss werden, dass ab und zu eine rundlichere pigmentärmore Zelle der S. ferruginea beim Menschen täuschend ähnlich einer blasigen Quintuszelle sehen kann; doch ist die Lagerung fast immer eine andere, und eine Verwechslung bei sorgsamer Untersuchung daher sehr selten möglich. Beim Affen, Hund, Kaninchen, Maulwurf, kurz bei allen untersuchten Säugern,

*) Der Locus caeruleus der Gebr. Wenzel (Burdach a. a. O.), der die oberste Erhabenheit des Bodens der vierten Hirnhöhle bildet, erhält gerade durch die zum Theil unter ihm liegenden Pigmentzellen der Subst. ferruginea seine beim Menschen bläulich-bräunlich durchscheinende Farbe.

ausser dem Menschen, sind die Zellen der *S. ferruginea* pigmentlos, oder wenigstens pigmentarm; dafür sind sie aber bedeutend kleiner, viel schlanker und fortsatzreicher als die blasigen Quintuszellen, so dass eine Verwechselung hier noch weniger (ausser beim Affen garnicht) möglich ist. Bei niederen Säugethieren sind überhaupt die Zellen der *S. ferruginea* kaum, und nur durch Analogie mit dem Menschen, von den übrigen kleineren Zellen des centralen Höhlengraues zu unterscheiden.

Die äussere absteigende Quintuswurzel lässt sich am allerschönsten, und zwar mit vollkommener Sicherheit, an einer Sagittalreihe des Kaninchens verfolgen. An dem lateralsten Schnitt, in welchem diese Wurzel anfängt, sieht man zuerst runde blasige Zellen ventral vom oberen Zweihügel erscheinen, aus welchen Zellen sich abwärts nach und nach zuerst nur einzelne, dann zahlreichere breite, mit grossen Axencylindern versehene Markfasern entwickeln, welche nach unten wellig und locker, durch graue Substanz von einander getrennt, verlaufen. Sie werden dabei immer von traubenzymigen Gruppen oder von einzelnen Individuen der grossen, blasigen, mit schönem Kern und Kernkörper versehenen, mit Carmin stark imbibirbaren Zellen begleitet, die, abgesehen vom Fehlen der Bindegewebsscheide, ganz nach Art der Zellen der peripheren Ganglien gebaut sind und oft eine der abwärtsziehenden Fasern ausswendig in den Schnitten gesehen werden. Man kann oft genug den Zellfortsatz zum Axencyylinder einer Trigeminusfaser sehen*), während getheilte Protoplasmafortsätze an Schnittpräparaten nicht sichtbar sind. Ueber einen zweiten Fortsatz dieser Zellen später das Nähere. In der Gegend des Marksegels angelangt kreuzen unsere absteigenden Trigeminusfasern die Trochleariswurzel in fast rechtem Winkel und unterscheiden sich mit grosser Sicherheit von den Trochlearisfasern, die viel dünneren Axencylinder besitzen und, in wenigen ganz dichten Bündeln angeordnet, gerade verlaufen. Diese Kreuzungsstelle, die beim Menschen bei Weitem nicht so klar zu sehen ist, und welche besonders in gewissen der Hirnbasis parallelen Schnitten sehr täuschende Trugbilder erzeugt, ist es wohl, welche die Autoren irre geführt hat. Unterhalb derselben liegen die blasenzymligen Zellen in dichter Anhäufung massenhaft beisammen und geben einer grossen Quantität der lockeren, breiten, mit keinen der umgebenden zu verwechselnden Fasern den Ursprung. In der

*) Was von Huguenin (a. a. O. S. 263) mit vollem Unrecht bestritten wird.

Querebene des Quintusaustrittes angekommen (sogar fast etwas weiter unten) biegt die ganze in viele secundäre lockere Bündel sich theilende, von blasigen Zellen frei werdende Fasermasse rasch ventralwärts, dann fast etwas (recurrarend) aufwärts, und erreicht die aus dem motorischen Quintuskern tretende kleine motorische Quintuswurzel, um dann, nach totaler Vermischung mit derselben, dicht oberhalb der aufsteigenden sensiblen Wurzel das Gehirn zu verlassen. Beim Hund (Fig. 23 a. abst. VK, a. abst. VW) sind die Verhältnisse wie beim Kaninchen. Beim Menschen ist unterhalb des Trochlearisaustrittes die Masse der blasenförmigen Zellen nur wenig grösser als oberhalb desselben; die ganze Wurzel ist im Vergleich kleiner, sonst ist alles gleich.

Die Kette der äusseren absteigenden Quintuswurzel erstreckt sich von der Gegend des oberen Viertels des oberen Zweihügels bis zur Gegend des Quintusaustrittes. Im Querschnitt sieht diese Wurzel meist halbmondförmig, an der medialen Seite concav aus, und scheidet ventral die Haube und dorsal den Vierhügel vom centralen Höhlengrau des Aquaeductus, respect. des IV. Ventrikels. Die Zellen liegen medial von den Fasern und geben ihren Hauptfortsatz nach unten und lateralwärts zu denselben ab. Dass die äussere absteigende Quintuswurzel sensibel sei, wie Meynert ohne Weiteres auf Grund der runden Zellform behauptet, ist mindestens sehr zweifelhaft. Die Zellen der Ursprungskerne sensibler Nerven sind meist klein und nichts weniger als blasenförmig; diese Thatsache allein widerspricht der Meynert'schen Auffassung. Ausserdem giebt es motorische, blasige, grosse Zellen in den peripheren Ganglien. Am Wahrscheinlichsten hat die äussere absteigende Quintuswurzel irgend eine der specifischen Functionen des Trigeminus zu verrichten, oder es verlassen ihre Fasern später den Trigeminus und gehen anders wohin.

Ob im Marksegel die Kreuzung der beiden austretenden nervi trochleares eine totale ist, wie meist angenommen wird, oder nur eine partielle, kann ich nicht entscheiden; dass eine Kreuzung statt findet, ist aber zweifellos. Centralwärts von dieser Kreuzung wird die Trochleariswurzel von der äusseren absteigenden Quintuswurzel rechtwinkelig durchsetzt (s. oben) und verläuft dann in Form von einigen wenigen compacten runden Bündeln zuerst auf- und ventralwärts, später medialwärts, der Grenze zwischen Haube und centr. Höhlengrau des Aquaeductus entlang. So gelangt sie in ihren Kern, der in den Querebenen der oberen Hälfte des unteren Zweihügels und der untersten Theile des oberen am lateral-dorsalen Winkel des HL liegt, in welchem er eine Aushöhlung bedingt. In von unten nach oben sich folgenden

Querschnitten sieht man den querschrägen Durchschnitt der Trochleariswurzel, durch die absteigende Quintuswurzel hindurch setzend; rasch ventralwärts rücken, dann, lateral liegend in der Nähe des HL angelangt, dorsal von demselben rasch medialwärts umbiegen und sich schliesslich pinselförmig in seinem Kern zerstreuen. Einzelne Fasern scheinen oft zur Raphe zu gehen. Andere sieht man als Nervenfortsätze der Zellen des Kernes endigen. Der Kern besteht aus grossen eckigen fortsatzreichen Zellen und liegt entfernt von der Raphe, von derselben durch einen Theil des HL getrennt. Nach oben zu geht er nicht unmittelbar in den Oculomotoriuskern über, sondern ist von demselben, wie Stilling ganz richtig schon gesehen hat, durch eine enge zellenarme Region abgegrenzt. Somit hat Meynert Unrecht, wenn er beide Kerne als einen einzigen, von ihm sogenannten Oculomotorio-Trochleariskern betrachtet. Kern und Wurzel sind bei allen Thieren gleich, beim Kaninchen sehr schön zu sehen; einen Bruchtheil des Kernes sieht man in Fig. 27, IV. Kern (irrthümlich in den III. Kern übergehend).

Der Oculomotoriuskern sei gleich hier abgehandelt. Er liegt beiderseits eng an der Raphe medial und etwas dorsal vom HL durch die ganze Höhe der oberen drei Viertel des oberen Zweihügels. Er ist viel grösser als der Trochleariskern und besteht meist aus etwas kleineren, sonst ganz gleich aussehenden Zellen. Die Wurzelfasern verlaufen aber in ganz anderer Richtung als die Trochlearisfasern, nämlich vom Kern aus im Ganzen ventralwärts durch das HL und durch den RK, oder neben ihm, in viele kleine compacte Bündel getheilt, die vom RK etwas auseinander gedrängt werden, ventral von ihm aber wieder aneinander rücken. Dieser Verlauf ist, sowie die Austrittsstelle, allgemein bekannt und anerkannt. Burdach (a. a. O. S. 176) ist der erste, der ihn richtig entdeckte; er nahm aber ausserdem irrthümlich eine andere Wurzel aus dem Hirnschenkel an. — Verbindungen von Fasern mit Zellen sind ungemein schwer zu sehen (mir ist es nie mit Gewissheit gelungen). Ob einzelne Wurzelfasern direct zur Raphe gehen, ist möglich, doch nicht bewiesen. Bei allen Thieren sind Kern und Wurzel gleich beschaffen und in ihrer Mächtigkeit von der Grösse des Nervus Oculomotorius abhängig.

Der Maulwurf zeigt ein fast absolutes Fehlen sowohl des Kernes als der Wurzel der Nerv. Trochleares und Oculomotorii, während die absteigende Quintuswurzel mit ihrem Kern stark entwickelt ist. Dies ist eigentlich der glänzendste Beweis der Richtigkeit der Meynertschen Ansicht. Höchstens glaubt man ab und zu eine zweifelhafte Faser zu sehen. An der Stelle der betreffenden Kerne, welche ganz

eingeschrumpft ist, befinden sich Bindegewebe und kleine Zellen der Raphe oder des centralen Höhlengraues. Einzelne Bindegewebsstreifen bezeichnen die Verlaufsstelle der atrophischen Wurzelbündel.

Ich glaube behaupten zu können, dass der Verlauf der drei eben abgehandelten Nervenwurzeln, sowie ihre Beziehung zu ihren betreffenden Kernen ganz sicher fest steht; zweifelhaft bleibt nur, ob überhaupt einzelne, und dann wie viel Wurzelfasern, ohne mit dem Kern sich zu verbinden, zur Raphe verlaufen*). Ob dann solche Fasern zum Kern der anderen Seite (partielle Kreuzung), was das Wahrscheinlichste ist, oder anderswohin gehen, ist natürlich noch problematischer. Jedenfalls sind solche Fasern in der Minderzahl. Ob aber andere Fasern aus den Zellen der betreffenden Nervenkerne entstehend, zur Raphe verlaufend und sich dort spitzwinkelig kreuzend, zum Pes pedunculi und von da zum Grosshirn gelangen (Meynert's Ansicht), gehört noch ganz in das Bereich der Hypothesen. Die Sicherheit der Verfolgung ist durch den isolirten Verlauf der besprochenen Nerven mitten in ganz anders beschaffener Hirsubstanz, durch die characteristische Breite und Anordnung ihrer Fasern, deren Axencylinder sich sehr schön und stark färben, endlich durch eigenthümliche Eigenschaften und besondere Gruppierung der Kernzellen gegeben. Ja ich möchte glauben, dass wenige andere Fasern und Zellgruppen des Hirnes und des Rückenmarkes so günstige Bedingungen zur rein anatomischen isolirten Verfolgung bieten, als gerade jene drei.

6) Bogenfasern der Haube. Wir müssen jetzt die schon mehrmals angedeuteten und theils beschriebenen Bogenfasern der Haubenregion zusammenfassen. Solche finden sich in der ganzen Höhe der Haube bis zur Gegend der hinteren Commissur, haben aber wohl sehr verschiedene Bedeutungen und Ursprünge. Die meisten dieser Fasern gehören im grössten Theile ihres Verlaufes zur Formatio reticularis, deren Netz sie bilden helfen. Leider ist ihr Studium von ausserordentlicher Schwierigkeit, und sind fast immer ihre Endigungen resp. Fortsetzungen in anderen Richtungen geradezu unentwirrbar. Bogenfasern der Haube wollen wir mit Ausnahme der Bindearmfasern alle solche Fasern nennen, die, von der Seite herkommend, quer bogenförmig mit dorsaler Concavität und ventraler Convexität gegen die zwischen HL und Lamina perforata posterior oder Pons liegende Raphe ziehen, um sich meist dort mit den entsprechenden der anderen Seite zu kreuzen.

*) Am Wahrscheinlichsten sind solche Fasern beim Trochlearis, am Unwahrscheinlichsten bei der äusseren absteigenden Trigeminuswurzel vorhanden.

Dass aber die Bindarmfasern von ihnen nur ganz annäherungsweise zu trennen sind, haben wir bereits auseinandergesetzt. Es liegt auf der Hand, dass viele Längsfasern der Haube durch einfache Umbiegung in Bogenfasern übergehen und somit einer Kreuzung entgegengehen können. Ueber Bogenfasern der Haube giebt fast nur Meynert (Stricker's Hdbch.) Aufschluss, und zwar beschreibt er als solche (S. 751) einen Kreis von Randfasern um das centrale Höhlengrau des Aquaeductus, lateral von den blasigen Zellen des Quintus. Die Randfasern nennt er Quintusstränge, leitet sie direkt aus den Quintuszellen ab, lässt sie sich ventralwärts fontainenartig entbündeln, dann die Formatio reticularis durchflechtend und medialwärts umbiegend sich in der Raphe kreuzen, um endlich die ventrale Peripherie des RK umgreifend weit lateralwärts zu gehen. Diesseits und jenseits der Kreuzung verbinden sich nach Meynert diese Fasern mit grossen, beim Menschen pigmentirten Nervenzellen, welche einen Zusammenhang zwischen den Ursprüngen motorischer Rückenmarksstränge (Längsfasern der Formatio reticularis) und eben diesen sog. Quintussträngen vermitteln sollen. Um unbefangen zu sein, wollen wir diese Fasern (Fig. 23 FH Kr.) nicht Quintusstränge, sondern „Fontainenartige Meynert'sche Haubenkreuzung“ nennen. Folgendes kann ich über dieselben angeben:

Durch alle Querebenen des oberen Zweihügels sieht man an der äusseren absteigenden Quintuswurzel dicht lateral angelehnt eine Lage von sehr feinen Markfasern (Fig. 23 Tl M Qdg. ant.), welche, das centrale Höhlengrau des Aquaeductus dorsal begrenzend, dasselbe umgürtet, indem sie bogig ventralwärts verlaufen. Diese vom centralen Höhlengrau scharf abgegrenzte Fasermasse verliert sich allmälig nach aussen zu, indem ihre Züge immer feiner und zerklüfteter werden; dorsal bildet sie in der Mittellinie eine Kreuzung oder vielleicht eine Commissur. Sie ist nichts anderes als das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels. Untersucht man nun die ventrale Hälfte dieser Markmasse in den unteren drei Vierteln des oberen Zweihügels, so findet man, dass in derselben mit dem Erscheinen der blasigen Quintuszellen eine Anzahl breiter zersprengter Markfasern auftauchen, welche, eine mehr mediale Stellung dicht lateral von der Quintuswurzel einnehmend und ventralwärts verlaufend, mit den Quintuszellen sich vermehren, dann fontainenartig in viele sehr kleine Bündel weit auseinander gehend und medialwärts umbiegend durch HL, Format. reticul. und RK hindurchstreichen, um sich in der Raphe zu kreuzen. Dort angelangt vermischen sich diese Fasern mit den anderen Kreuzungen der Raphe derart, dass eine weitere Verfolgung nicht möglich ist. Im Ganzen jedoch kann

man sagen, dass sie sich mehr im dorsalen Theil der Raphe, zwischen RK und HL, kreuzen, indem auch diejenigen, welche am weitesten lateral- und ventralwärts verlaufen, durch elegante Umbeugungen wieder dorsalwärts zur Raphe gelangen. Obwohl etwas feiner als die Fasern der äusseren absteigenden Quintuswurzel, stimmen diese Fasern doch sehr mit denselben überein durch ihre schön gefärbten Axencylinder und ihren zersprengten gewundenen Verlauf. Oft genug sieht man in Querschnitten Axencylinderfortsätze der blasigen Quintuszellen durch die Kette der Quintuswurzel scheinbar in diese Bündel umbiegen; ja man sieht ab und zu Quintuszellen mit zwei Fortsätzen (in der Art der Zellen der peripheren Ganglien), die in entgegengesetzter Richtung zu verlaufen scheinen, so dass man gern annehmen möchte, dass der eine in die Quintuswurzel, der andere in die „fontainenartige Kreuzung“ geht. Das Bild, das diese fontainenartige Kreuzung darbietet, ist ungemein zierlich und charakteristisch. Der Verlauf und die Anordnung sind dieselben bei allen Thieren, und werden nur beim Menschen durch die massigen Bindearme und Rothen Kerne theilweise verdeckt.*.) Dorsalwärts gehen nun die Fasern der fontainenartigen Kreuzung, wie ersichtlich (Fig. 23 F H Kr.), unabgrenzbar in das tieffliegende Mark des oberen Zweihügels über und können nur durch ihr stärkeres Faserkaliber und durch ihren ventralen Verlauf von demselben getrennt werden. Bedenkt man noch, dass aus der Nähe der blasigen Zellen des ganzen übrigen Theiles der absteigenden Quintuswurzel, in der Höhe des unteren Zweihügels und der Hirnklappe, keine Spur mehr von solchen Fasern entspringt, sondern nur im Bereich des oberen Zweihügels, so muss man sehr vorsichtig in der Deutung der eben beschriebenen Kreuzung werden und ihren Ursprung aus den blasigen Zellen, wenn auch so nahe liegend, doch nur als wahrscheinlich, nicht als erwiesen betrachten. Was aber die weiteren Behauptungen Meynert's betrifft, dass diese Fasern über die Raphe hinaus weit nach aussen gehen, ferner, dass sie sich mit den in der That in dieser Gegend beim Menschen eingestreuten grossen, den Zellen der Substantia nigra. ähnlichen sehenden Pigmentzellen, und durch Vermittelung derselben mit den motorischen Rückenmarksfasern verbinden; so sehe ich nicht den mindesten Anhaltspunkt, der sie zu stützen im Stande wäre,

*) Die Fasern der fontainenartigen Kreuzung sind in unseren Schnittebenen beim Menschen nur als kurze Schrägschnitte sichtbar, und hätten nur in einer Meynert'schen Schnittebene auf einer Zeichnung in Naturgrösse ange deutet werden können. Daher sind sie in Fig. 2 oder 3 nicht sichtbar.

und kann sie somit nur für willkürliche Hypothesen halten. Beim Hund, Kaninchen etc. sind da auch viele eingestreute Zellen vorhanden, wie überall in der Haube, nur sind sie nie auffallend pigmentirt. —

Ventral von der eben abgehandelten Haubenkreuzung, zwischen beiden RK und etwas ventral von denselben, findet sich beim Hund (Fig. 23 V.H.Kr.), Kaninchen und Maulwurf eine dichte Kreuzung von Haubenfasern, welche die eben besprochene an Mächtigkeit übertrifft, und die beim Menschen (Fig. 5, V.H.Kr.) sich von der Bindearmkreuzung nur ganz unvollkommen trennen lässt. Diese Kreuzung haben wir oben bei der Beschreibung des Bindearmes besprochen; sie ist von keinem Autor meines Wissens unterschieden worden; vielleicht betrachtet sie Meynert, dann aber mit Unrecht, als einen Theil seiner fontainenartigen Kreuzung. Wir sahen, dass ihre Fasern wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, aus den Zellen des RK stammen. Diese Fasern verlaufen aus dem RK medial- und etwas ventralwärts zur Raphe, kreuzen sich mit den entsprechenden der anderen Seite, und gruppieren sich dann, in dichten Bündeln ventral- und lateralwärts verlaufend, zu schrägen Faserdurchschnitten ventral vom RK der andern Seite (Z. Fig. 23). Weiter kann ich sie nicht verfolgen. Sie können von da aus zu Längsfasern der Form. reticul. werden, oder zerstreut in die Haubenzellen übergehen, oder irgend einen unbekannten Weg nehmen.

Die eben besprochene ventrale Haubenkreuzung hört nach oben hin etwa in den Querebenen des oberen Viertels des oberen Zweihügels auf. Nach unten zu geht sie unabgrenzbar in zerstreute Fibrae arcuatae der Formatio reticularis der Haube über. Solche letztere lassen sich in der ganzen Höhe des unteren Zweihügels mehr oder weniger zahlreich finden und gehen ihrerseits nach unten zu unabgrenzbar in die Bogenfasern der Oblongata über. Diese Fibrae arcuatae sind am Schönsten bei niederen Säugethieren ausgeprägt. Sie biegen immer, von der Raphe ausgehend, mehr oder weniger dorsalwärts um, so dass sie bald in das tiefliegende Vierhügelmark, bald in die untere Schleife, resp. in's Ganglion des unteren Zweihügels überzugehen scheinen. Meist doch sind sie nur eine Strecke weit in der Haube zu verfolgen. Oberhalb der grossen ventralen Haubenkreuzung, in den oberen Querebenen des RK und bis zum Meynert'schen Bündel, findet man noch beim Hund, Kaninchen, Maulwurf und dergl. vereinzelte feine mehr oder weniger bogenförmige oder schräge Fasern und Faserzüge der Haube von sehr unbestimmter Richtung.

Im Anschluss an diese Fasern muss ich zuerst noch Faserzüge er-

wähnen, die in den Querebenen der unteren Hälfte des unteren Zweihügels sowohl beim Menschen als beim Hund, beim Kaninchen, und besonders schön beim Maulwurf direkt parallel der Raphe auf beiden Seiten aus dem HL bis zum medialen Theil der Schleifenschicht verlaufen. Genaueres kann ich über diese Fasern nicht angeben. In Fig. 1 sind nur vereinzelte von ihnen ohne Bezeichnung angedeutet; ebenso im Sagittalschnitt: Fig. 27.

Endlich sieht man beim Hund mitten in der Fasermasse der unteren Schleife, in den Querebenen dicht unterhalb des unteren Zweihügels, eine Anzahl compacter und scharf contourirter Schrägschnitte ventral vom Bindearm liegen. Dieselben rücken in weiter oben gelegenen Ebenen medial- und ventralwärts, bis sie, in den untersten Querebenen des oberen Zweihügels angelangt, sich nahe an der Raphe befinden und dort mit anderen Haubenfasern, sowie mit der lateral- und dorsalwärts strebenden Schleifenschicht sich derart verweben, dass eine weitere Verfolgung unmöglich wird. Wahrscheinlich nehmen diese Bündel an den beschriebenen ventralen Haubekreuzungen Theil.

7) **Centrales Höhlengrau.** Die von Luys (a. a. O.) Substance grise centrale, von Meynert centrales Höhlengrau des IV. Ventrikels resp. des Aquaeductus und des III. Ventrikels genannten Anhäufungen grauer Substanz sind von Meynert (Stricker) und von mir (a. a. O.), was ihre Begrenzung und ihre Uebergänge in die umgebenden Ganglienmassen bei den Säugethieren betrifft, beschrieben worden; ich will hier keine Wiederholung dieser Beschreibungen geben. Nur im Allgemeinen sei daran erinnert, dass das centrale Höhlengrau des Aquaeductus nach oben zu in das des III. Ventrikels übergeht, und dass, je weiter man in der Säugetierreihe hinabsteigt, desto stärker entwickelt das centrale Höhlengrau überhaupt im Verhältniss zur Substanz der Hirnganglien und der Rinde, desto schwieriger zugleich seine Begrenzung von den ebengenannten Massen grauer Substanz wird. Die Scheidung der grauen Substanz in Kategorien, in Kerne u. s. f. wird immer schwieriger und undeutlicher je einfacher und unentwickelter die Gehirne sind.

Nur auf einige Elemente des centralen Höhlengraues wollen wir etwas näher eingehen. Bei niederen Säugethieren enthält überhaupt diese Substanz auffallend viele Zellen und Kerne. Darunter sind ausser den als Ursprungskernen der Hirnnerven bekannten Zellengruppen viele verschieden grosse, durch Carmin leicht imbibirbare, zerstrete, multipolare Ganglienzellen vorhanden, deren kleinste kaum mehr von Körnern der Neuroglia sich unterscheiden lassen und an verschiedenen

Stellen mehr oder weniger deutlich begrenzte Anhäufungen, besonders um den dritten Ventrikel herum, bilden. Einige solche Anhäufungen sind von Meynert und von mir angedeutet worden; ich komme nicht wieder darauf zurück. Beim Zerzupfen finde ich im centralen Höhlengrau des III. Ventrikels eines Maulwurfs, nach 24 stündigem Liegen in sehr verdünnter Chromsäurelösung, multipolare pyramidenförmige Ganglienzellen, welche ganz genau den von Meynert*) und Obersteiner**) beschriebenen und abgebildeten eckigen, langgezogenen, stark lichtbrechenden, der Zelle in seiner Form angepassten Kern mit undeutlichem Kernkörper und breitem, etwas verwaschenem Rand besitzen. Es befinden sich aber daneben viele andere ebenfalls pyramidenförmige Nervenzellen mit rundlichem scharf contourirtem Kern und schönem Kernkörper, wie solche überall im Gehirn gewöhnlich vorkommen, und durchaus nicht — wie Meynert (a. a. O.) will — als etwas Pathologisches zu betrachten sind. Obersteiner fand ebenfalls diese beiden Zellenarten im Ammonshorn nebeneinander, und ich möchte mich entschieden seiner zwar nicht völlig ausgesprochenen Ansicht anschliessen, dass hier zwei verschiedene normale Formen von Zellen vorliegen. Dass die Zellen mit eckigem Kern sich auch bei Zupfpräparaten neben anderen mit rundem Kern zeigen, beweist wohl, dass keine künstliche Kernschrumpfung oder kein sonstiges Kunstprodukt vorliegt.

Ferner findet man im centralen Höhlengrau des III. Ventrikels, aber auch in den anderen Abtheilungen des centralen Höhlengraues, in den tiefen Schichten der Gehirnrinde, und sogar zerstreuter und unansehnlicher, meist kaum erkennbar, in fast allen Theilen der grauen Substanz des centralen Nervensystems aller Säugetiere, auch des Menschen, am Schönsten jedoch bei den Nagern ausgeprägt, sehr eigenthümliche Elemente, auf welche wir näher eingehen müssen. Dieselben, in ihrer charakteristischen schönen Form an Schnittpräparaten, (Fig. 24) sehen aus wie helle Blasen von der Grösse starker Ganglienzellen. Jede solche Blase wird von einem scharfen Rand umgeben, in welchem oft langgezogene, gebogene, gegen die Blase zu concave Kerne (a, Fig. 24) liegen, die ganz auffallend den Kernen der Capillargefässer, des Neurilemm, des Sarcolemm etc. ähnlich sehen. In der Blase liegt ein grosser runder Kern (b) (seltener liegen zwei oder mehrere) mit deutlicher Kernmembran und schönem, grossem immer allein

*) Vierteljahrsschrift für Psychiatrie. 1. Jahrgang.

**) Sitzber. der K. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. LXI. Jan. 1870.

stehenden Kernkörper, ganz wie in einer typischen grossen Ganglienzelle. Um diesen Kern herum ist eine mehr oder weniger grosse ganz unregelmässige Anhäufung körnigen Protoplasmas (d) vorhanden, welche fast nie die ganze Blase ausfüllt, und sich nur sehr blass rosa mit Carmin färbt. Der übrige Theil der Blase (f) muss mit einer hellen Flüssigkeit gefüllt sein. Isoliren lässt sich die Blase nicht. Wird sie gezerrt, so bleibt ihre Umhüllung mitsammt den Kernen derselben an der Grundsubstanz oder Neuroglia (e) hängen (bei d sichtbar), während der Kern der Blase sich, von etwas unförmlichem Protoplasma umhüllt, isoliren lässt. Sowohl in diesen Blasen als um dieselben sieht man oft vereinzelte Körner (c, c') liegen. Fortsätze habe ich an den Blasen nie gesehen, und von geformten Fortsätzen an dem um die isolirten Kerne bleibenden formlosen Protoplasma kann keine Rede sein. An Präparaten, die 24 Stunden in sehr verdünnter Chlorsäure gelegen sind, sieht man, wenn man die Blasen nicht ganz isolirt, sondern in etwas Grundsubstanz lässt, ungefähr dasselbe, nur undeutlicher; wird die Blase berührt, so zerreisst sie, und der Kern wird, von etwas Protoplasma umgeben, isolirt. Typisch schön und massenhaft neben einander liegend finde ich diese Blasen fast nur im centralen Höhlengrau und in der Hirnrinde der Nager, wo sie constant vorkommen, ganz gleich in welcher Weise das Gehirn gehärtet oder präparirt wird, sowohl bei von Anfang an in Alkohol gelegten Hirnen, als bei Schnitten, die noch nie mit Alkohol in Berührung kamen. Untersucht man andere Hirntheile und andere Säugethiere, so findet man diese Blasen in immer weniger charakteristischer Form. Vor Allem werden sie kleiner, und ebenso ihr Kern; dann kann Letzterer immer ähnlicher einem „Korn“ werden, indem er kleiner wird, und sein Kernkörper von den Körnchen des Kerninhaltes immer weniger unterscheidbar*) erscheint; endlich kann das Ganze zu dem Bild eines einfachen, von einer kleinen Lücke umgebenen Kornes herabsinken. Andererseits kann aber das Protoplasma bedeutender werden, eine schärfere Begrenzung erhalten, und so kann schliesslich das Bild einer Ganglienzelle entstehen. Uebergänge beider Arten lassen sich ohne viele Mühe finden. Welche Ansichten herrschen nun über diese Blasen oder Lücken?

*) Es kann übrigens hier nicht unerwähnt bleiben, dass Dr. Ernst Hermann in seiner ausgezeichneten Arbeit über das Nervensystem des Blutegels (München 1875 bei Ernst Stahl) nachgewiesen hat, dass das sog. Kernkörperchen des Ganglienzellkernes nicht im Kern liegt, sondern eine Verdickung der Kermembran ist. Er gibt übrigens an, dass Leydig (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1849) ähnliche Beobachtungen schon gemacht hatte.

Vor Allem muss Henle citirt werden, der diese Gebilde ganz zweifellos aus dem Linsenkern, dem Nuel. caudatus und dem Corp. genic. ext. des Menschen beschreibt und abbildet (a. a. O. S. 260, Fig. 189). Er sieht ebenfalls die eben beschriebenen beiden Formen von Uebergängen, und betrachtet diese Gebilde als junge, in der Bildung begriffene Ganglienzellen, wie er überhaupt die Nervenzellen aus den Körnern ableitet. Nur sind die Henle'schen Gebilde, die ich im menschlichen Gehirn auch sehe, bei weitem nicht so schön und so charakteristisch als die Blasen der Nager. Auch fehlen die länglichen concaven Randkerne in Henle's Figur.

Zweitens muss eine Arbeit Hubrich's*) erwähnt werden. Verf. sieht nach Einlegen frischer Menschenhirnrinde in Wasser und darauf folgender Anfertigung von Schnitten massenhafte Blasen sich bilden, die sehr selten einen Fortsatz zeigen, meist aber in der Mitte einen Kern ohne deutlichen Kernkörper (also ein Korn) enthalten. Diese Gebilde entstehen nach Hubrich durch Quellung; es ist Wasser, das um die Kerne herum dringt und diese Blasen bildet. Nach ihm sind solche Blasen an frischen, ohne Wasser untersuchten Gehirnen, sowie bei Anwendung von gewissen Reagentien (Kochsalzlösung zu 7 pCt.) statt Wasser nicht sichtbar; sie sind durch Zupfen nicht zu isoliren. Ich habe nach Hubrich's Vorschrift**) Schnitte gemacht und auch dieselben Gebilde gesehen. Seine Ansicht über ihre Entstehung scheint mir auch die richtige zu sein. Doch kann dadurch das Vorkommen zum Theil ähnlich aussehender Blasen an in Alkohol gehärteten Präparaten nicht erklärt werden. Ferner sind diese nach Wassereinwirkung entstehenden Blasen von den von mir vorhin beschriebenen verschieden: ihr Kern ist anders beschaffen, kleiner, und fehlt sehr oft ganz; das Protoplasma fehlt fast ganz, sowie die Randkerne.

Buhl***) sieht ähnliche Gebilde in der Rinde bei Meningitis und meint, es seien hydropisch aufgetriebene Ganglienzellen, was er später mit obiger Ansicht Hubrich's zusammen reimen will. Er lässt das Protoplasma der Ganglienzellen hydropisch aufquellen und sich dann in Körner auflösen.

Obersteiner (a. a. O.) findet an Schnittpräparaten um die Gan-

*) Zeitschrift für Biologie Bd. II, S. 391, Taf. 6.

**) Director Hubrich war so freundlich, mir brieflich nähere Auskunft darüber zu ertheilen, wofür ich ihm hier meinen Dank ausspreche.

***) Hecker's Klinik für Geburtshilfe 1861, S. 283; Zeitschrift für Biologie Bd. II, S. 396.

glienzenellen herum Räume, die er für pericelluläre Lymphräume ansieht, die sich mit den perivasculären Räumen verbinden sollen, und die er sogar vom pericerebralen Lymphraum aus injieiren kann. Seine Fig. 5 erinnert an unsere Gebilde.

Meynert (Viertelj.schr. f. Psych.) spricht auch von hydropischen Ganglienzenellen bei Geisteskranken, und bildet sie ab. Es sind aber dies ganz andere Bilder; die Form der Zelle ist ganz deutlich erhalten, mit allen Fortsätzen; Meynert zeichnet seine hydropischen Ganglienzenellen mit einer förmlichen aufgetriebenen Zellenmembran, ein mir unerklärliches Bild, da die Ganglienzenellen des Hirnes keine Membran besitzen. Bei Leidesdorf*) wird von hellen, stark lichtbrechenden Blasen im Hirn Geisteskranker gesprochen, jedoch sollen dieselben Amyloidkugeln ähnlich und ohne Kern sein.

Böll (a. a. O.) erklärt alle diese sogenannten Lymphräume für Kunstprodukte, für durch die Präparation um die Zellen und Gefässe herum entstandene Retractionslücken, sowohl die von Obersteiner, als die von Henle beschriebenen; er erkennt nur adventitielle (d. h. subadventitielle) Lymphräume an.

Kein Autor hat meines Wissens das constante massenhafte Vorkommen dieser so exquisiten Gebilde in bestimmten Regionen des normalen Hirnes der Nager hervorgehoben, und doch haben keine von den bisher beschriebenen blasigen Gebilden so prägnante Eigenschaften. Dass diese Gebilde durch Quellung oder Retraction entstehen, ist mir ganz unwahrscheinlich, weil sie bei den verschiedensten Behandlungsweisen des Hirnes sichtbar sind, weil solche künstliche Retractions- oder Quellungslücken in gleicher Weise immer auch aus den pericellulären Räumen um die Ganglienzenellen herum sich bilden müssten, was nicht der Fall ist**), weil endlich eine so auffallende Vertheilung und starke Ausbildung dieser Blasen in bestimmten Hirnregionen gewisser Thiere, sowie das Vorhandensein eines nur unförmlichen Protoplasmahäufchens um gewisse Ganglienzenellenkerne herum bei völlig guter Erhaltung der anderen Ganglienzenellen in dieser Weise rein unerklärlich ist. Solche Blasen überhaupt als pathologisch zu betrachten, ist unstatthaft, da sie bei normalen Thieren regelmässig vorkommen. In der That jedoch befinden sich im Gehirn paralytischer Geisteskranker, in der grauen Substanz, eine auffallende Masse ähnlicher aber etwas un-

*) Lehrbuch der psychischen Krankheiten, 1865. S. 262.

**) In einigermassen sorgfältig gehärteten Präparaten sieht man meist gar keine Lücken um die Ganglienzenellen herum, ausser in gewissen Hirnprovinzen.

regelmässigerer kleinerer Blasen, die meist ein Korn als Kern enthalten, und welche hier vielleicht wirkliche, mit Flüssigkeit gefüllte Retractions-lücken, resp. erweiterte pericelluläre Räume sein dürften*). Ich möchte mir über die Natur dieser Gebilde kein bestimmtes Urtheil erlauben, und nicht einmal für die jedenfalls sinnreichste Henle'sche Hypothese eintreten. Andere Befähigtere mögen es thun. Es sei nur bemerkt, dass der Kern der grossen Blasen der Nager dieselben den Ganglienzellen anreihen lassen würde, während ihre anderen Eigenschaften gar nicht damit stimmen, und ferner, dass im Gehirn gewisse Ganglienzellen vorkommen, deren zartes Protoplasma sich nur sehr schwach mit Carmin färbt. Die Existenz pericellulärer Räume überhaupt ist durch das Vorhandensein von Körnern in denselben (Obersteiner a. a. O., Henle a. a. O. Fig., Lubimoff**), Popoff***) u. A.) bewiesen, so dass die Ansicht von Boll wohl nicht haltbar ist. Es kann ja am Ende auch im normalen lebenden Zustand die Lücke durch die Zelle ausgefüllt werden, so dass das Zellenprotoplasma dicht an die äussere Wand des pericellulären Raumes anliegt. Je mehr durch Härtung u. dergl. Retraction des Gewebes erfolgt, desto grösser können die pericellulären Räume sich zeigen. Darin liegt aber kein Beweis, dass sie beim Lebenden nicht vorhanden sind; im Gegentheil.

8) Aquaeductus Sylvii und III. Ventrikel. Gute Beschreibungen des Aquaeductus Sylvii und des III. Ventrikels, sowie ihres Ependyms giebt es zur Genüge. Ebenso wollen wir die Bindegewebsfrage betreffs grauer und weisser Hirnsubstanz unberührt lassen, und den Leser auf die Arbeiten von Kölliker, Henle, Deiters, Gerlach, Max Schulze, Boll, Ranvier etc., und zuletzt von Löwe in diesem Bande (Heft 1) dieses Archivs verweisen.

9. Raphe. Die Raphe ist die zwischen hinterem Längsbündel und Lamina perforata posterior eigenthümlich verbreiterte und an manchen Stellen scharf begrenzte mediale Scheidewand. Sie enthält, ausser den erwähnten Kreuzungen, sog. Fibrae rectae, die sich auch kreuzen, aber nur spitzwinkelig. Meynert hält solche Fibrae rectae für Verbindungen der Nervenkerne mit dem Hirnschenkelfuss und durch ihn mit

*) Diese Blasen sieht man schon ohne Tinction und Aufhellung an Schnitten, die man von in doppelchromsaurem Kali gehärteten Hirnen später verstorbener Paralytiker anfertigt, während ganz gleich oder noch stärker gehärtete Gehirne anderer Geisteskranken nur spärliche, unansehnliche ähnliche Gebilde zeigen.

**) Virchow's Archiv Bd. LVII. Studien über die Veränder. etc.

***) Virchow's Archiv Bd. LXII. Ueber Veränder. im Gehirn etc. 1875.

der Hirnrinde. In der That sind in den Gegenden, wo Nervenkerne sich befinden, auffallend viele solche Fibrae rectae vorhanden. So vieles aber diese Ausicht für sich haben mag, so ist sie doch immer nur noch eine Hypothese. Dass darunter auch, und zwar noch viel eher, der vorderen Rückenmarkscommissur entsprechende Fasern sich befinden können, haben wir gesehen und werden wir noch besprechen. Ferner enthält die Raphe viel Bindegewebe, und, besonders bei kleinen Säugern, viele kleine Zellen.

10. Vierhügelganglien mit ihren Armen und ihrem sonstigen Mark. Hintere Commissur. Opticus. Die sogenannten Vierhügelganglien wurden von den älteren Autoren (vide Burdach) nur undeutlich erkannt. Unter Vierhügel wurden meist nur die vier äusseren Erhabenheiten begriffen. Burdach, Arnold, Stilling, Henle, Meynert unterscheiden aber die grauen gangliösen Massen, die die vier Erhabenheiten bedingen. Meynert bezeichnet das vermeintliche Ganglion des oberen Zweihügels als plan-convexe, das Ganglion des unteren Zweihügels als biconvexe Linse. Schon die älteren Autoren u. A. Leuret*) hatten bemerkt, dass bei Säugetieren der obere Zweihügel an der Oberfläche grau, der untere dagegen weiss ist, wogegen beim Menschen beide fast gleich weiss sind. Jedoch fand Meynert beim Menschen (Stricker's Hdbch, S. 744) an der äussersten Lage beider Vierhügel eine reichliche Einstreuung von Nervenzellen. Eine gelbliche Farbe des oberen Hügels allein ist de facto auch beim frischen Menschenhirn zu sehen.

Die Lageverhältnisse der Vierhügel zu den Corpora geniculata, zum Opticus und zu den Hemisphären sind beim Menschen und bei den höheren Affen ganz verschieden von jenen bei anderen Säugern. Daher war eine grosse Confusion in der Deutung der Theile entstanden. In meiner früheren Arbeit (a. a. O.) habe ich versucht, diese Verhältnisse klar zu stellen, und habe dabei die Ansichten der früheren Autoren erwähnt. Um mich nun möglichst wenig zu wiederholen, verweise ich hier auf genannte Arbeit und begnüge mich, einige Ergänzungen zu geben. Es ist inzwischen eine Arbeit von Prof Huguenin**)

*) Anatomie comparée du système nerveux par Leuret et Gratiolet; Tome I par Leuret. 1839 p. 409.

**) Dieses Archiv Bd. V. 1875; S. 189 und 341. Professor Huguenin erwähnt zwar anerkennend meine Arbeit, vergisst dennoch etwas später, dass ich (a. a. O. Sep. S. 8) die Verhältnisse der directen Opticusfasern zum oberen Zweihügel beim Menschen und beim Macacus (Affe), wie er sie als „bisher gar nicht bekannt“ angibt, auch schon (allerdings kürzer und vorsichtiger) erwähnt habe. Es finden sich aber ferner in seinen Angaben, die er selbst „Schema der Verzweigung des Tractus opticus“ nennt, so viele Behauptungen

erschienen, die im Folgenden mehrfach erwähnt wird. Huguenin hält immer noch an der total irrgen Meynert'schen Ansicht der Beziehungen des Corp. genic. intern. und des unteren Zweihügels zum Opticus fest, liefert sogar Beschreibungen und schematische Figuren (vom Pferd), die diese Ansicht zur feststehenden Thatsache erheben sollen (S. 344). Näheres darüber folgt weiter unten.

Es sei gleich vorausgesagt, dass wir die Meynert'sche Ansicht (Stricker's Hdbch.), als wären beide Zweihügelpaare gleichartig in ihrem Bau und in ihren Verbindungen, ganz fallen lassen, und unteres und sogen. oberes Zweihügelganglion als zwei ganz verschiedenartige Gebilde auffassen müssen. Die Beweise dafür werden sich in der Folge ergeben.

Das Ganglion des unteren Zweihügels ist, wie Meynert ganz richtig sagt, biconvex oder ellipsoid, und ist ziemlich scharf begrenzt. Bei niederen Thieren ist es von oben nach unten comprimirt, mehr in die Breite gezogen, wogegen es beim Menschen mehr rundlich erscheint; sonst ist es bei allen von mir untersuchten Säugethieren ganz gleichartig gebaut. Bei den Vögeln scheint es ganz zu fehlen. Seine Verbindung mit der unteren Schleife haben wir gesehen. An der Oberfläche ist es sowohl beim Menschen als bei anderen Säugethieren von einer dünnen weissen Marklage bedeckt. Das Ganglion enthält unregelmässig zerstreute multipolare Ganglienzellen aller Caliber, bis zu den allerkleinsten. Anscheinend aus der lateralen Oberfläche seiner Markkapsel sieht man beim Menschen bei äusserer Besichtigung sich drei breite ventralwärts ziehende Markstränge entwickeln: der untere ist flacher, breitet sich dreieckig ab- und ventralwärts aus, geht auch ab- und dorsalwärts in die Oberfläche des Marksegels über und ist von dem mittleren durch eine deutliche Rinne getrennt; der mittlere verläuft direct ventralwärts gegen den Pes pedunculi, unter welchem er verschwindet; der obere Markstrang ist kleiner, springt aber stärker halb cylindrisch hervor, von zwei tiefen Rinnen begrenzt, verläuft auf- und ventralwärts, und verschwindet unter dem Corp. genic. int. Dieser obere Markstrang ist der sogenannte Arm des Unteren Zweihügels, während beide andere zusammen die Schleife der alten Autoren (s. oben) bilden. Die äusserliche Trennung der beiden unteren Markstränge von einander durch eine Rinne ist blos beim Menschen vorhanden und hat

ohne Beweis, dass man nicht recht weiss, was man davon zu halten hat. Eine Anzahl derselben können wir daher hier übergehen. Dass seine Figuren schematisch sind, giebt er selbst an.

wohl keine Bedeutung, denn es entspricht ihr kein unterscheidbar gesonderter Faserverlauf bei Berücksichtigung der Querschnitte. Ich verweise übrigens auf das über die Schleifen Gesagte. Anders verhält es sich mit dem Arm des unteren Zweihügels, welcher bei niederen Säugethieren sehr deutlich und mächtig ist, sogar allein die ganze Schleife an äusserem Umfang übertrifft.

Nach Henle stammen höchst wahrscheinlich die Fasern, aus welchen der Arm des unteren Zweihügels beim Menschen besteht, und welche den makroskopischen Verlauf des Bündels nach oben und ventralwärts, soweit erkennbar, einhalten, direct aus dem Ganglion des unteren Zweihügels selbst, ohne sich zu kreuzen. Nach Meynert's Figuren (Stricker; die Beschreibung ist unklar) sollen sich die Arme nach unten zu in der Mittellinie kreuzen und dann mittelbar durch das Ganglion in die Schleife übergehen, wogegen Henle die Schleifen sich unter dem Ganglion kreuzen lässt. Ich kann, offen gestanden, darüber nichts Sichereres angeben. Zwischen beiden Ganglien des unteren Zweihügels sind in der That dorsal vom Aquaeductus zahlreiche Faserkreuzungen oder Commissuren vorhanden; über das Wohin und das Woher dieser höchst feinen, sich lateral zerstreuenden Fasern etwas Bestimmtes sagen zu wollen, scheint mir jedoch unmöglich. Es können solche Fasern aus der grauen Substanz der beiden Ganglien, aus den Armen derselben (durch das oberflächliche Marklager), aus der Schleife und aus der Haube (durch das tiefliegende, das Ganglion ventral begrenzende Mark) stammen; die meisten scheinen jedoch in die Substanz der Ganglien sich zu verlieren. Jedenfalls kreuzt sich nicht der Vierhügelarm als ganzer Strang, ebensowenig als die Schleife (Vergl. Meynert, Stricker's Hdbch. Fig. 250). Verbindungsfasern zwischen beiden Ganglien sind wahrscheinlich auch in diesen Querfaserzügen der Mittellinie vorhanden. Die regelmässige Anordnung des Markes, die wir am oberen Zweihügel treffen, fehlt am unteren also ganz. Für das Studium dieser Verhältnisse bildet das menschliche Gehirn ein sehr ungünstiges Object, wegen der Kleinheit des Ganglion's und der Masse der verfilzten Fasern. Beim Hunde sehen wir, dass der durch den mächtigen Arm des unteren Zweihügels im Querschnitt bedingte Höcker grossentheils aus grauer Substanz besteht, dass aber darin ein schlecht begrenztes Faserbündel verläuft, das dem rein markigen Arm des Menschen (Fig. 2, Br. Qdg. post.) entspricht. Dieses Bündel scheint wirklich aus dem Ganglion des unteren Zweihügels derselben Seite zu entspringen, resp. nach unten zu darin sich zu zerstreuen. Verfolgt man nun die Hauptmasse des

Bündels an Schnitten nach oben zu so gut als es geht, so sieht man dieselbe beim Menschen wie beim Hunde und beim Kaninchen medial vom C. genic. int. in der Tiefe eingesenkt (Fig. 23, Br. Qdg. post.) die einzige Grenze zwischen diesem Ganglion und der Haube bilden, immer diffuser werden und, wie es scheint, grösstentheils in die Substanz des Corp. gen. intern. sich verlieren, außerdem aber sich derart mit Fasern der oberen Schleife und mit sonstigen Haubenfasern verweben, dass eine weitere Verfolgung unmöglich wird. In Fig. 4 wird mit Br. Qdg. post. + ob. Schleife eine diffuse Fasermasse bezeichnet, welche vielleicht noch Fasern der beiden betreffenden Gebilde enthält und zwischen Thalamus und Pes pedunculi liegt. Meynert (Stricker's Hdbch.) und Huguenin (dieses Archiv Bd. V. p. 341) nehmen an, dass der Arm des unteren Zweihügels theilweise in das C. gen. int., theilweise in die Hemisphäre, theilweise durch das erstere direct in den Tractus opticus übergeht. Ich betone, dass Fasern aus dem Arm des unteren Zweihügels über die Region der Haube und des Corp. genic. int. hinaus nur hypothetisch verfolgbar sind, und kann Henle durchaus nicht bestimmen, der den ganzen Arm sich der „Basis des Grosshirnschenkels (Pes pedunculi)“ zugesellen lässt. Es ist mir nicht begreiflich, wie Meynert diese Fasern bis in die Rinde des Hinterhauptlappens verfolgen und sogar diesen Verlauf abbilden kann (Stricker's Hdbch. Fig. 243). Eben so unbegreiflich ist es mir, wie Meynert (ibid. Fig. 249) und Huguenin (a. a. O. Fig. 3), wenn auch schematisch, scharf abgerundete Abtheilungen des Armes des unteren Zweihügels mit scharf begrenzten Querschnitten und bestimmter Richtung zeichnen können. Aus den Experimenten von Gudden*) geht ganz klar hervor, dass nach Extirpation der Augen des jungen Thieres sowohl unterer Zweihügel als Arm desselben und Corp. genic. int. ganz intact bleiben, während oberer Zweihügel,** Corp. genic. ext. und hinterer Theil des Thalamus atrophisch werden. Dass beim Maulwurf genau dasselbe, so zu sagen durch Naturexperiment, vorliegt, indem dieselben Theile atrophisch sind, während Corp. gen. int. und unterer Zweihügel sehr schön und stark entwickelt sind, haben theils Gudden (dieses Archiv a. a. O.), theils ich (a. a. O.) gezeigt. Wie trotz alledem Huguenin (dieses Archiv a. a. O.) die Verbindungen des C. gen. int. und des unt. Zweihügels mit dem Opticus

*) Dieses Archiv Bd. II, Heft 3; und: v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie XX, 2, und XXI, 3.

**) Wohl nur Rindenschicht und oberflächliches Mark desselben (s. unten).

nach Meynert's Auschauungen festhält und nicht einmal dabei die eben erwähnten Experimente anführt, kann wohl auffallend erscheinen. Nach Meynert (und Huguenin) gesellen sich Opticusfasern, die durch das Corp. gen. int. durchstreifen sollen, den Armen des oberen und unteren Zweihügels zu, um zu den betreffenden Zweihügelganglien zu gelangen. Trotz wiederholter Durchmusterung unserer Schnittreihen des Menschen und verschiedener Säugethiere habe ich diese Angabe nie bestätigen können. Uebrigens ist Fig. 249 von Meynert (Stricker's Hdbch.) nichts weniger als beweisend. Dagegen scheinen eine ganz bedeutende Anzahl Fasern des Armes vom unteren Zweihügel sich in das Corp. gen. int. selbst zu verlieren. Dieses letztere Ganglion hat überdies eine Markkapsel, die vielleicht zum Theil aus den Fasern der Commissura inferior von Gudde (scheinbarer Theil des Tractus opticus) besteht. Es genügt übrigens, meiner Ansicht nach, die Untersuchung des Maulwurfshirnes mit seinen grossen, prächtig entwickelten Ganglien des unteren Zweihügels und Corp. gen. int. einerseits, mit seinen ganz verkümmerten Corp. gen. ext. und oberflächlichen Schichten des oberen Zweihügels andererseits, um diese Streitfrage der Opticuscentra mit Sicherheit zu entscheiden, wenn man die Verhältnisse derselben Ganglien bei den Säugethieren mit entwickelten Augen kennt.

Das sogenannte obere Zweihügelganglion muss, um verstanden zu werden, zuerst bei niederen Säugethieren studirt werden. Es ist beim Hund und Kaninchen durchaus kein scharf begrenztes Ganglion wie das des unteren Zweihügels. Sein medialer Theil erhält zwar ventral einen deutlichen Rand durch das oben beschriebene scharf gegen das centrale Höhlengrau des Aquaeductus abgegrenzte tiefliegende Mark des oberen Zweihügels mit der äusseren absteigenden Quintuswurzel; sein lateraler Theil geht aber ventralwärts unabgrenzbar in die graue Substanz der Haube und in die des Corp. gen. int. über. In der Mittellinie fliessen beide Ganglien zusammen. Da der Sagittalschnitt Fig. 27 noch relativ medial liegt, so ist darin das obere Zweihügelganglion ventral noch scharf concav abgegrenzt. Das Grau des oberen Zweihügels, das also kein abgegrenztes Ganglion bildet, ist dagegen deutlich, obwohl nur zum Theil scharf geschichtet, was am Schönsten bei Nagern sichtbar ist. Wenn wir von der dorsalen Oberfläche ausgehen, so finden wir zuerst die allein scharf abgegrenzte, oben erwähnte, bei den Thieren mächtige Schicht grauer Substanz (Fig. 23 und 27 R. Qdg. Ant.), welche, wie eine runde glatte Kappe aufliegend, dem oberen Hügel sein characteristisches Aussehen giebt. Diese graue Rinde des oberen Zweihügels, wie wir diese Schicht nennen wollen,

enthält viele verästelte Nervenzellen der verschiedensten Caliber. Ein genaues Studium derselben bei den verschiedenen Wirbelthierklassen und ein Vergleich ihrer Structur und ihrer Elemente mit denjenigen anderer Nervenkerne und der Grosshirnrinde wäre sehr interessant, da bei Vögeln, Fischen etc. ganz auffallende Verhältnisse hier vorkommen. Der Rinde folgt ventral eine Schicht gemischter Substanz (Fig. 23 und 27 To. Qdg. ant.), welche eine deutliche sagittal gerichtete Faserung enthält. Diese Fasern stammen von oben und lateral her, wo sie, immer compacter zusammenfliessend, am oberen lateralen Ende der grauen Rinde frei an der Oberfläche zu Tage treten; nach unten zu zerstreuen und verlieren sie sich immer mehr, indem sie in der Rinde zu endigen scheinen. Sie entsprechen dem sogenannten oberflächlichen Mark des oberen Zweihügels des Menschen, das lateralwärts in den sogenannten Arm des oberen Zweihügels übergeht. Ventral von diesen sagittalen Faserzügen folgt wieder reinere graue Substanz (Fig. 23 und 27, Tl. G. Qdg. ant.), und diese ist es, welche lateralwärts unabgrenzbar in diejenige der Haube übergeht. Bei nicht zu weit von der Mittellinie entfernten Sagittalschnitten (Fig. 27) sieht man in dieser grauen Substanz vereinzelte Quer- und Schrägschnitte von Fasern, welche ventralwärts immer zunehmen, bis sie eine ziemlich dichte Lage bilden, die dann plötzlich gegen das centrale Höhlengrau des Aquaeductus wie abgeschnitten aufhört. Diese Fasern sind sehr fein und bilden das schon oben besprochene tiefliegende Mark des oberen Zweihügels (Fig. 23 und 27 Tl. M. Qdg. ant.). Dasselbe kreuzt sich, wie wir sahen, in der Medianebene oder bildet vielleicht daselbst eine Commissur; ich kann darüber nicht entscheiden. Henle und Meynert nehmen hier dieselben Verhältnisse wie beim unteren Zweihügel an, was ich für nicht nachweisbar erachte. Lateral biegen die Fasern dieses Markes ventralwärts um gegen die Haube, wo sie sich, obwohl zum Theil bis in die Gegend des Armes des unteren Zweihügels und der oberen Schleife (Fig. 23) verfolgbar, ganz zerstreuen und verlieren, so dass ich ihre weitere Verfolgung für nicht möglich halte. Dass sie sich hier mit Zellen verbinden oder vereinzelt in die Schleifen, Haubenkreuzungen etc. übergehen können, ist leicht denkbar, und es giebt Bilder genug, die dafür zu sprechen scheinen (vergl. Fig. 23). Meynert behauptet (Str. Hdb. S. 749), dass das tiefliegende Mark des Vierhügels von „radiären (bezw. dorsal-ventral verlaufenden) Fibrillen“ durchbrochen wird, welche, durch spindelförmige Zellen unterbrochen, eine Verbindung des Ursprunges der Augennerven (Vierhügelganglien nach Meynert) mit dem Ursprung

der Augenmuskelnerven (Kerne des Oculomot. und Trochlearis) darstellen. Solche Fibrillen habe ich nicht gesehen, oder höchstens vereinzelt verlaufende feine Nervenfasern, die man bei recht gutem Willen als solche vermutungsweise deuten könnte; noch weniger aber sah ich die eingeschalteten Zellen. Bei Vergleichung der Meynert'schen Figur (Str. Hdbch., Sagittalschnitt des Meerschweines, Fig. 241 m.) könnte man meinen, er habe als genannte Fibrillen schräggescchnittene Fasern des tiefliegenden Markes selbst bezeichnet. Jedenfalls halte ich es für unmöglich, so feine Fasern, wenn sie auch vorhanden wären, in vierfacher Verbindung mit drei Zellencategorien (einmal mit Oculomotoriuskernzellen, einmal mit eigentlichen Vierhügelzellen, zweimal mit eingeschalteten Zellen) in einer Hirngegend darzustellen, wo man glücklich sein muss, wenn man (auch nur selten) überhaupt die wirkliche Verbindung einer Zelle mit einer Faser sicher sieht. Nach oben zu geht, wie Henle, Meynert etc. gezeigt haben, das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels unabgrenzbar in die sogenannte hintere Commissur über, indem es dichter, markiger, compacter und schärfer begrenzt wird. Nach Meynert stellt die hintere Commissur, deren Lage bekannt ist, die beim Menschen und bei allen anderen von mir untersuchten Säugethieren gleich beschaffen ist, aber beim Maulwurf auffallend atrophisch erscheint, einen gekreuzten Uebergang von Thalamusfasern in die Haube dar. Dieses kann ich wiederum nur als zwar sinnreiche Hypothese, nicht aber als Thatssache auffassen. Ich kann sogar immer nicht ganz sicher unterscheiden, ob die hintere Commissur wirklich eine Kreuzung ist, wie es Meynert annimmt. Ihre Fasern sind im Ganzen so parallel, dass ich die Möglichkeit einer einfachen Commissur doch noch offen lassen möchte. Einen Uebergang der hinteren Commissur in den Thalamus konnte ich nicht sehen. Ihren Verlauf finde ich genau dem des tiefliegenden Markes des oberen Zweihügels analog, nur biegen die Fasern rascher und früher ventralwärts um (Fig. 27 CP.), und lassen sich tiefer in die Haube, bis lateral vom HL und sogar vom RK verfolgen, wo sie jedoch ebenso zerstreut verschwinden, als die Fasern des tiefen Markes des oberen Zweihügels. Nach unten zu verschmilzt letzteres mit dem tiefen Mark des unteren Zweihügels zusammen, ändert aber dabei seinen Character, resp. verliert seine regelmässige Anordnung.

Das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels ist von Stieda (Wirbelth. S. 82) beim Kaninchen ganz richtig als Endfaserung des Opticiens bezeichnet worden. Ich habe dasselbe in meiner früheren Arbeit (a. a. O. Fig. 4 To. Qdg. ant.), doch leider ohne damals

Stieda's Ansicht gekannt zu haben, nachgewiesen, so dass ich jetzt nachträglich wegen dieser Unterlassung mich entschuldigen muss. Beim Maulwurf, wo der Tractus opticus fehlt, und nur die Gudden-sche Commissura inferior noch vorhanden ist, fehlt auch das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels; ebenso ist die dorsale oberflächliche Rinde ganz atrophisch, so dass lediglich die sonst zwischen oberflächlichem und tiefem Mark liegende graue Substanz hier die dorsale Wölbung des oberen Zweihügels bildet.*). Bei allen Säuge-thieren nun, ausser den Affen, die ähnliche Verhältnisse zeigen wie der Mensch, kann man am frischen Hirn den Tractus opticus direct über das Corp. gen. ext. bogig verlaufend, leicht in das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels übergehen sehen, was schon von älteren Autoren (Longet**), Gratiolet a. a. O.) nachgewiesen, dann von Stieda (a. a. O.) und von mir (a. a. O.) bestätigt wurde. Ein Arm des oberen Zweihügels im Sinne Meynert's existirt bei diesen Säuge-thieren einfach nicht, was Meynert bei seiner Deutung der Sache hätte auffallen sollen, indem einem stark entwickelten oberen Zweihügel ein starker Arm desselben entsprechen sollte, wenn auch die Hemisphären des Grosshirnes schwächer entwickelt sind.

Es entsteht die Frage, ob diese Opticusfasern (oberflächliches Mark) einfach in dem oberen Hügel derselben Seite endigen, oder ob sie sich in der Medianebene kreuzen, um zur anderen Seite überzu-gehen. Man sieht zwar besonders in der oberen Hälfte des oberen Zweihügels ziemlich viele Fasern, die die Mittelebene überschreiten, und die (Commissuren? Kreuzungen?) weit dorsalwärts fast bis zum Boden der Rinne zwischen beiden Hügeln reichen. Doch ist es nicht möglich, dieselben auch nur mit Wahrscheinlichkeit aus dem oberflächlichen Mark, d. h. aus den Opticusfasern abzuleiten. Jedenfalls könnten diese Fasern, ihrer geringeren Masse wegen, beim Hund und Kaninchen höchstens einer partiellen Kreuzung entsprechen. Das physiologische Experiment spricht aber entschieden gegen eine Kreuzung der Opticusfasern im oberen Zweihügel, da beim halbblinden Kaninchen der atrophische obere Hügel auf derselben Seite wie der atrophische Tractus opticus, und auf der dem extirpierten Auge entgegengesetzten Seite liegt (Gudden a. a. O.). Ausserdem kreuzt sich der Opticus zur Genüge im Chiasma. Es können also die erwähnten Fasern in

*) Daher ist auch die dorsale mediale Rinne zwischen beiden oberen Hügeln beim Maulwurf kaum angedeutet.

**) Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux.

der Medianebene Commissuren oder Kreuzungen anderer Bedeutung sein; darüber kann ich ebenso wenig entscheiden, als über das tief-liegende Mark, mit welchem sie am meisten Aehnlichkeit haben. Was nun den Tractus opticus betrifft, so sieht man an Durchschnitten, dass er sich in der Gegend der Corp. geniculata theilt und nicht nur die eben besprochenen oberflächlichen Fasern zum oberen Zweihügel abgibt. Es hat den Anschein, als ob seine Fasern sowohl in beiden Corp. gen. (besonders dem externum) als um dieselben herum sich vertheilten. Ueber ihr wirkliches Schicksal geben allein das oben erwähnte Gudden'sche Experiment (Gudden a. a. O.) und das Maulwurfsgehirn sicherer Aufschluss. In beiden Fällen zeigt sich ausser den oben erwähnten Atrophien der Centren eine Atrophie des sogenannten Tractus opticus mit Ausnahme seines zum Corp. gen. int. gehenden Antheiles, sowie einer Abtheilung Fasern, die in den Thalamus zu gehen scheinen. Dieser bei totaler Atrophie der Sehnerven nicht atrophirende Theil des Tractus opticus ist nichts anderes als die Commissura inferior von Gudden, eine Commissur, die am unteren dorsalen Theil des Chiasma anliegend sich demselben und dem Tractus opticus so innig anschliesst, dass sie nur durch das Experiment von ihm zu trennen, beim Maulwurf aber allein vorhanden ist (Gudden). Die von mir (a. a. O.) früher geäusserte Vermuthung, die innere Sehhügelwurzel des Tractus opticus von Meynert (in meiner erwähnten Arbeit Fig. 6 To. Th) sei nur ein Theil dieser Commissur, ist durch die nun auch erwiesene Atrophie des hinteren Theiles vom Thalamus nach Augenextirpation (Gudden, Arch. für Ophthalm. a. a. O.) zweifelhafter geworden, obwohl diese Thalamus-Atrophie durch Atrophie der Opticusfasern, welche direct an das oberflächliche Mark des Thalamus gehen (*stratum zonale*), sich recht gut erklären liess.

Erwiesen ist es nach den erwähnten Thatsachen, dass Corp. gen. int. und unterer Zweihügel beim Hund und Kaninchen keine directen Beziehungen zum Sehorgan haben.

Beim Menschen und Affen (*Macacus*) nun scheinen zuerst die Verhältnisse ganz anders zu liegen. Ich habe aber (a. a. O.) nachgewiesen, dass dieses nur dadurch bedingt ist, dass hier das Pulvinar des Thalamus eine colossale Entwicklung erreicht und alle eben besprochenen Gebilde lateral-, ab- und ventralwärts in eine tiefe Rinne zurückdrängt. Als Arm des oberen Zweihügels wird beim Menschen (und Affen) ein rundlicher undeutlich begrenzter weißer Wulst bezeichnet, der, oben und dorsal vom Arm des unteren Zweihügels liegend,

parallel mit ihm verläuft, und, deutlich von dem oberen Zwei Hügel ausgehend, theilweise gegen das corp. genic. int., theilweise oberhalb desselben in die Rinne zwischen Pulvinar und oberem Zwei Hügel sich verliert. Weiter kann man ihn von aussen nicht verfolgen. Man bemerkt aber ausserdem zwischen Pulvinar und Corpus genic. internum einen mehr oder weniger ansehnlichen zweiten weissen Wulst, der sich lateralwärts über die Oberfläche des Corp. gen. ext. ausbreitet, medialwärts aber sowohl in die Rinne zwischen oberem Zwei Hügel und Pulvinar, als auch in den Arm des oberen Zwei Hügels sich zu verlieren scheint. Untersucht man diese Stelle an einer vollständigen Schnittreihe, so sieht man (Fig. 2, To. Qdg. ant., und noch besser an den abwärts folgenden Schnitten der Reihe), dass der zuletzt genannte Wulst aus einem compacten Fasernstrang besteht, der direct in den sogenannten Arm des oberen Zwei Hügels übergeht, und aus der die Corp. genic. intern. und extern. bedeckende Opticusfaserung stammt. Diesen Verlauf habe ich früher (a. a. O.)^{*)} in etwas zweifelhafter Weise erwähnt, da ich den Angaben Meynert's noch nicht ganz zu widersprechen mich getraute. Ungefähr ebenso giebt ihn Huguenin (Dieses Archiv Bd. V. S. 191. Fig. 2) an, fügt jedoch hinzu, dass eine Abkappung des Pulvinar nöthig sei, um ihn zu erkennen. Somit hätten wir eigentlich genau denselben Verlauf der Opticusfasern wie bei niederen Säugethieren. Dadurch wird es aber auch klar, dass der sogenannte Arm des oberen Zwei Hügels nichts anderes ist als die Opticuswurzel des oberen Zwei Hügels, und dass seine vermeintliche Fortsetzung in die Hemisphären durch das Pulvinar hindurch wohl auf einer Täuschung beruhen dürfte. Ich kann diese Fortsetzung in der That bei den Schnittreihen des menschlichen Gehirnes nicht nachweisen, und Bilder des Affenhirnes, wie ein solches von mir früher (a. a. O. Fig. 1, B. Qdg. ant.) gegeben wurde, können sich durch eine compactere Anordnung von Haubenfasern des Pulvinar ohne Verbindung mit dem oberen Zwei Hügel erklären. Auf dieselbe Weise muss ich jetzt meine damalige Angabe, es sei das kurze Pulvinar der Katze durch Fasern des Armes vom oberen Zwei Hügel durchbrochen, deuten. Meynert's Abbildung vom Menschen (Stricker's Hdbch., Fig. 249 B s) spricht, abgesehen von der schematischen Richtung der Streifen, eher für die eben entwickelte Ansicht, als für die seinige (vgl. mit jetziger Fig. 2). Es sind nun aber beim Menschen und Affen die

^{*)} In Fig. 1 meiner früheren Arbeit (a. a. O.) ist dieser Verlauf beim Affen von To bis Qdgant. ganz deutlich wiedergegeben.

Verhältnisse des Tractus opticus zum Corpus genicul. internum (geschweige zum Arm des unteren Zweihügels) durchaus nicht so klar, wie Meynert und besonders Huguenin angeben. Diese anscheinend mächtige untere Opticuswurzel wird wohl grossentheils dorsalwärts über das Corp. gen. int. hinweg, als oberer Theil seiner Markkapsel zum vorhin zuerst genannten Wulst des Armes vom oberen Zweihügel übergehen. Das übrig Bleibende wird gewiss nichts anderes sein als die entsprechende Wurzel der anderen Säugethiere, d. h. die Commissura inferior von Gudden, und daher mit dem Sehnerven nichts zu thun haben. Diese Wahrscheinlichkeitsschlüsse sind wohl das Sicherste, was wir über diesen Punkt sagen können, indem eine detaillierte rein anatomische Verfolgung der Opticusfasern in dieser letzteren Gegend meiner Ansicht nach nicht möglich ist. Somit hätten wir beim Menschen und beim Affen die Opticusbahn gezeigt, die wohl derjenigen entspricht, welche bei anderen Säugethieren experimentell physiologisch, vergleichend anatomisch und zum Theil rein anatomisch nachgewiesen ist.

Nach Luys entspricht das Corpus opticum der Vögel einer Verschmelzung des oberen Zweihügels mit dem Corp. genic. ext., eine sehr bemerkenswerthe Ansicht, die ich theilen möchte, und die in der allmählichen Lageveränderung des Corp. genic. ext. in der Säugetierreihe eine grosse Stütze findet. Wahrscheinlich wird das Hirn des Ornithorhynchus darüber Aufschluss geben. Und somit ist die Rinde des oberen Zweihügels einfach als ein Kern des Nerv. opticus zu betrachten, wogegen seine tiefen Schichten wohl eine ganz andere Bedeutung haben und eigentlich der Haube angehören. Die Ansicht Meynert's, dass ein besonderes Hirnganglion, Ganglion des oberen Zweihügels, vorhanden sei, muss fallen gelassen werden.

Das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels ist, was seine ventralen Fasern betrifft, beim Menschen genau wie bei den Thieren. Die mehr dorsal gelegenen jedoch (Fig. 2 x), die Meynert als alleiniges tiefliegendes Mark, oder als Fortsetzung der Schleifenschicht auffasst (Stricker, Fig. 249 Tl), sind von den ventralen durch eine faserärmere Region getrennt, und, da sie compacter sind als bei den niederen Säugethieren (Fig. 23, x, vom Hund), erscheinen sie als ein Marklager, das lateralwärts unabgrenzbar in die obere Schleife und in den Arm des unteren Zweihügels übergeht (s. oben, Schleifen). Einen gekreuzten Uebergang dieses Marklagers in den Arm des oberen Zweihügels (Opticus-Wurzel) durch die Mittelebene, wie ihn Meynert (Stricker Fig. 249 Xp) annimmt und abbildet, kann ich beim Menschen

ebensowenig als bei Thieren (s. oben) nachweisen. Die scharfe Trennung dieser dorsalen Fasern des tiefliegenden Markes von den Fasern des Armes des unteren Zweihügels, die Meynert in derselben Figur zeichnet, muss ich geradezu als irrig bezeichnen. Es muss endlich noch gesagt werden, dass wegen der grossen Schmalheit der Rindenschicht des oberen Zweihügels beim Menschen, ihre Opticuswurzel, resp. die Ausbreitung vom Arm des oberen Zweihügels, sehr nahe an die Oberfläche zu liegen kommt.

β : Gebilde der Haubenregion, die im Verlaufe derselben zu den vorigen noch hinzutreten.

Bisher sind wir stets von der Querebene der Fig. 1 ausgegangen. Nun haben wir alle in derselben enthaltene Gebilde mit ihren Adnexen im weitesten Sinn des Wortes nach oben bis zum Meynert'schen Bündel verfolgt, ausser denjenigen, die, ventral gelegen, zur Ponsorganisation und nicht zur Haube gehören. Es sind diese letzteren drei: 1) der fast quergeschnittene Brückenarm (Br. A.), 2) die quergeschnittenen Pyramide (Pyr.), 3) das Corpus trapezoides (trap.). Das letztere grenzt an die Haube, grösstentheils an die Schleifenschicht derselben, und besteht aus Fibrae arcuatae der oblongata. Diese drei Gebilde und ebenso die Fortsetzung der zwei wichtigsten nach oben, welche Fortsetzung aus der Varolsbrücke (Pons, in den weiter oben gelegenen Figuren) und aus dem Hirnschenkelfuss oder einfach Hirnschenkel (P) besteht, brauchen wir hier nicht weiter zu berücksichtigen. Wir wollen dagegen jetzt die im Verlauf nach oben bis zum Meynert'schen Bündel neu hinzutretenden Gebilde der Haube der Reihe nach durchnehmen.

II. Substantia nigra.*) In der Gegend zwischen Fig. 3 und 4, d. h. in den mittleren Ponsebenen treten beim Menschen in die schmale zwischen Schleifenschicht und Pons gelegene Schicht unbestimmter, von feinen Fasern durchzogener grauer Substanz, die schon weiter unten (Fig. 3) vorhanden war, immer dichter werdende, unten theilweise geschichtete abgeflachte Gruppen ziemlich grosser, meist spindelförmiger, braunschwarz pigmentirter Ganglienzellen auf. Dieselben sehen ganz denjenigen

*) Substantia nigra (Sömmering, Reil, Arnold, Henle), Locus niger (Vicq d'Azry), Stratum nigrum (Burdach), Substantia nigra Sömmeringi (Deiters), Sömmering'sche Substanz (Meynert).

der Subst. ferruginea ähnlich, sind nur meist etwas kleiner und dunkler; doch giebt es auch pigmentlose Zellen darunter. Nirgends zeigt sich eine deutliche Grenze; es verbreiten sich vielmehr vereinzelte Pigmentzellen weit in die Umgebung herum, wie bei der Substantia ferruginea. Diese Formation erstreckt sich nach oben bis nahezu zur Gegend des Corpus mammillare (bis Fig. 12), tritt aber dabei in immer nähern Beziehungen zum Hirnschenkelfuss. Die zuerst breiter gewordene vorhin erwähnte Schicht unbestimmter grauer Substanz*), in der die Pigmentzellen liegen, und welche auch viele kleinere stets pigmentlose Nervenzellen enthält, bekommt nämlich eine immer grössere Anzahl Fasern, wird wieder allmählig kleiner, erhält dorsal eine scharfe Grenze, und wird zugleich immer mehr dem am meisten medial gelegenen dorsalen Theil des Hirnschenkelfusses einverleibt (Fig. 9~12 nig.) Bei allen Säugethieren ist die Substantia nigra, beziehungsweise sind deren aequivalente Schichten an derselben Stelle, nur nach oben zu weniger scharf begrenzt, vorhanden. Aber beim Menschen allein enthält sie Pigmentzellen, schon beim Affen (*Macacus, Hapale*) nicht mehr. Ihre grösseren Zellen sind aber auch bei Thieren meist spindelförmig und haben eine gleichartige Verbreitung als die des Menschen. Die Subst. nigra war also schon Sömmering und dessen Nachfolgern bekannt; sie fällt beim Durchschneiden des frischen Menschenhirnes sofort auf. Es hat aber erst Meynert daraus ein eigentliches Ganglion gemacht, das er, seinem Hirnschema gemäss, zu den Ganglien des Fusses stellt, somit dem Corpus striatum gleich setzt, und dem er auch einen Pedunculus-Antheil und einen Stabkratzfächer zutheilt. Was zuerst den Pedunculus Subst. nigrae von Meynert betrifft, so haben wir bereits gesehen, dass Flechsig (a. a. o. S. 337) denselben als wahrscheinlich synonym mit Stilling's Längsbündel vom Fuss zur Haube, d. h. mit den am meisten medial gelegenen Bündeln der Schleifenschicht in der Ponsgegend, hinstellt. Jedenfalls ist dies nicht die Ansicht Meynert's, da er beide Gebilde getrennt beschreibt. Ich muss gestehen, dass ich, wie oben schon gesagt, diese Frage ungelöst lassen muss, und ferner, dass ich den von Meynert noch in neuerer Zeit

*) Diese Schicht grauer Substanz mit feinen Fasern wird von Meynert (dieses Archiv Bd. IV. S. 389) als vorderstes Stratum der Haube aufgefasst, und scheint den Pedunculus substantiae nigrae nach ihm zu enthalten. Meynert lässt diese Schicht sich bis oben medial von der inneren Kapsel fortsetzen (also etwa bis in unserer Zona incerta, s. unten). Abgesehen von der Unrichtigkeit dieser letzten Angabe ist übrigens die Beschreibung Meynert's so unbestimmt, dass ich auf dieselbe hier nur hinweisen kann.

(d. Archiv Bd. IV) hervorgehobenen Pedunculus subst. nigrae eigentlich nie sehen konnte, ebenso wenig beim Menschen als bei Thieren. Dass unbestimmt verlaufende, feine, mit grauer Substanz untermischte Faserzüge in der von Meynert angegebenen Richtung vorhanden sind, ist gewiss; es kann aber eine Verbindung derselben mit den Pigmentzellen der Subst. nigra höchstens vermutet werden. Meynert lässt seinen Ped. subst. nigrae wahrscheinlich in die Zellen der Schleifenschicht endigen. Den Uebergang einer Zelle der Subst. nigra in eine markhaltige Nervenfaser habe ich noch nicht sehen können. Uebrigens giebt Meynert (Stricker's Handb. S. 729) eine andere Art der Verbindung der Subst. nigra mit dem Pes pedunculi an, die wohl viel eher der Wirklichkeit entsprechen könnte, die er aber später (d. Archiv) stillschweigend übergeht. Er sagt, dass feine Faserbündel aus der Subst. nigra direct ventralwärts in den medial-dorsalen Theil des Pes pedunculi eintreten und seinen Querschnitt in netzförmige Felder theilen. Aehnliche Bilder sind in der That vorhanden, und diese Fasern könnten wirklich eine Verbindung der Subst. nigra mit dem Pes pedunculi darstellen; ob sie aber dann im letzteren central oder perifer verlaufen, ist eine schwer zu lösende Frage. Noch unsicherer steht es mit dem sogenannten Stabkratzfächer der Subst. nigra von Meynert (Stricker's Handb. S. 740). Einen solchen habe ich auch nie sehen können, und ich wüsste nicht, wie man denselben durch innere Kapsel und Pes pedunculi verfolgen könnte. Es hat möglicherweise Meynert als solchen den Luys'schen Körper selbst, oder Faserzüge der Zona incerta (Fig. 7. zon. inc.) angenommen. Jedenfalls ist dies aus Meynert's Beschreibung nicht zu unterscheiden. Wie Stilling (Hirnknoten) und Meynert (Stricker's Handbuch) angeben, sind sowohl in der Subst. nigra als in der Subst. ferruginea beim Kind alle Zellen noch pigmentlos; später erst bildet sich das Pigment. Meiner Ansicht nach soll man die Subst. nigra, wie es ältere Autoren thun (Stilling), als eine der S. ferruginea ähnliche Formation ansehen, und nicht dieselbe in ihrer Bedeutung dem Linsenkern und dem Nucl. caudatus anreihen.

12. Corpora geniculata. Ueber die Corpora geniculata will ich nichts hinzufügen und verweise, besonders was ihre Lageveränderung in der Säugetierreihe betrifft, auf meine frühere Arbeit (a. a. O.). Ich möchte nur an die Thatsache, die aus dieser Arbeit und aus den Guddeischen Experimenten über den Opticus (a. a. O.) hervorgeht, noch spezieller hinweisen, nämlich, dass beide Corp. genicul. ebensowenig zusammen gehören als beide Vierhügelganglien. Das C. genic. intern. ist ein lateraler Appendix der Haube, in die es unabgrenzbar über-

geht; bei dem nahezu blinden Maulwurf ist es ganz stark entwickelt. Das Corp. genic. extern. ist, wie die Rinde des oberen Zweihügels, ein eigenthümlicher Ursprungskern des Nervus opticus und hält in seiner Entwicklung mit ihm Schritt. Von den Stabkranzfächern der Corp. genicul., die nach Meynert in den Hinterhauptslappen durch die Sehstrahlungen hindurch geben sollen, habe ich nie etwas wahrnehmen können.

Oculomotoriuskern und Wurzel haben wir schon oben beschrieben.

13. Meynert'sches Bündel. Es bleibt uns endlich das paarige von Meynert zuerst beim Menschen entdeckte und von ihm „Haubenbündel des Ganglion Habenulae“ genannte runde Faserbündel mit seinen Verbindungen zu besprechen. Da dasselbe nicht in die Haube übergeht, und somit sein Name unhaltbar ist, erlaube ich mir, es Meynert'sches Bündel zu nennen. Nach Flechsig wird es erst beim 44 Cm. langen Fötus des Menschen markweiss. Früher (a. a. O.) habe ich dasselbe als obere Begrenzung der Haube angegeben, eine freilich etwas willkürliche, doch in Ermangelung einer besseren Grenze hier beizubehaltende Annahme. Ich habe damals die Mächtigkeit dieses Bündels beim Meerschwein und bei der Fledermaus hervorgehoben. Seine Fasern sind sehr fein, zerfallen nicht wie diejenige der Radix (Columna) anterior Fornicis in secundäre Bündel, sondern bilden einen gleichmässigen Strang. Auch bleibt es bei niederen Säugern nicht so schön markweiss wie die Gewölbwurzel, sondern färbt sich rosa mit Carmin, besonders im Querschnitt. Dass es beim Menschen gebogen am medialen Rand des RK verläuft und daselbst oft dessen Substanz eine kurze Strecke durchbohrt, was Luys einen Hilus des RK vorgetäuscht hat, haben wir oben (Bindarm und RK) gesehen. Bei niederen Säugethieren berührt dieses Bündel den hier schon weiter unten aufhörenden kleineren RK gar nicht, liegt direct oberhalb desselben und wird daher auch nicht von ihm verschoben, so dass es compact und ganz scharf begrenzt schnurgerade vom Ganglion Habenulae zum Ganglion interpedunculare verläuft (Fig. 27 Hbd.). Beim Menschen und schon beim Affen muss es seinen Weg, wie Meynert zeigte, durch eine S-förmige Schlängelung finden (Fig. 4—9 Hbd.). Dieses Bündel stellt eine der am Klarsten daliegenden Faserbahnen des Gehirnes dar. Unzweideutig ist sein Verlauf sowohl in Quer- als in Sagittal- und anderen Schnittreihen aller Säugetiere, die ich untersuchte. Das von Stieda (Wirbelth. S. 113; Fig. 45 u. 46 ff.) bei der Maus ohne Bezeichnung beschriebene und abgebildete Bündel kann kaum etwas anderes sein als das Meynert'sche Bündel. Stieda lässt es richtig in seiner Sub-

stantia cinerea media (= Ganglion interpedunculare) entstehen, irrthümlich aber dorsalwärts sich in den Thalamus ausbreiten. Meynert dagegen hat seine dorsale Verbindung richtig erkannt, lässt es aber ventral- und abwärts als sagittal verlaufendes Haubenbündel sich fortsetzen, was durchaus unrichtig ist; ebenfalls irrig ist die Angabe Meynert's, es sei beim Menschen ein mächtiges Bündel. Die Endigung beider Meynert'schen Bündel in das unpaarige Ganglion interpedunculare kennt Prof. Gudden schon seit vielen Jahren (lange vor dem Erscheinen von Stieda's Arbeit). Dieselbe ist an der Sagittalschnittreihe vom Kaninchengehirn (Fig. 27 Hbd. G. L. pp.) so unzweideutig und schön zu sehen, dass jeder Zweifel fallen muss. Wir müssen nun beide Ursprungsganglien dieses Bündels näher betrachten. Dieselben sind bei niederen Säugethieren weitaus am schönsten ausgebildet.

14. Lamina perforata posterior und Ganglion interpedunculare. Die Lamina perforata posterior des Menschen, Substantia perforata posterior, Substantia perforata media von Vieq d'Azyr, Pons Tarini, Spatium interpedunculare Cruveilhier (nach Henle) ist eine Lage grauer Substanz, welche, von vielen Gefäßen durchlöchert, den concaven medialen Theil der ventralen Oberfläche der Haube, zwischen Pons, Corpora mammillaria und beiden Hirnschenkelfüßen bildet. Diese graue Substanz setzt sich in die Raphe dorsalwärts fort und bildet somit, wie Henle es bemerkt, im Querschnitt ein umgekehrtes T (J). Ihr medialer ventraler Theil, also die Verbindungsstelle beider Schenkel des J ist beim Menschen nicht auffallend von der übrigen Substanz differenziert. Bei niederen Säugethieren dagegen, schon beim Hund, sehr schön aber bei den Nagern, beim Maulwurf, bei der Fledermaus, sondert sich an dieser Stelle im unteren Abschnitt der Lamina perf. post. ein ganz scharf begrenztes unpaariges, im Querschnitt stumpf dreieckiges (mit dem Scheitel dorsal gerichtet), im Sagittalschnitt längliches, ziemlich mächtiges Ganglion ab, das man Ganglion der Lamina perforata posterior, oder besser nach dem Vorschlag von Prof. Gudden Ganglion interpedunculare*) nennen kann (Fig. 27 G. L pp.). Dieses Ganglion wird von Meynert (Stricker, Fig. 230 und 231 Lp) bei Vespertilio abgebildet und als Lamina perforata posterior bezeichnet, was also nur zum Theil richtig ist. Die Substantia cinerea posterior media von Stieda (a. a. O.) scheint dem Ganglion interpedunculare zu entsprechen.

Es besteht dieses Ganglion beim Kaninchen aus einer sich unge-

*) Alte, aber noch nicht veröffentlichte Benennung von ihm.

mein intensiv mit Carmin färbenden Grundsubstanz, welche an Durchschnitten massenhafte rundliche oder bandförmige, dunkel erscheinende, mehr oder weniger scharf ausgeprägte kleine Nester enthält, die den Glomeruli des Bulbus olfactorius vom Kaninchen nicht ganz unähnlich sehen, jedoch aus mir unklaren Elementen bestehen. Ausserdem ist das Ganglion von dicht angehäuften, meist sehr kleinen rundlichen oder spindelförmigen Ganglienzellen ausgefüllt, deren kleinste von den „Körnern“ der Grundsubstanz kaum mehr zu unterscheiden sind. In dieses unpaare Ganglion nun strahlen, sich pinselförmig in ihm ausbreitend und verlierend, die unteren Enden der beiden Meynert'schen Bündel ein, das eine rechts, das andere links, nachdem sie vorher rasch nach unten sich umgebogen hatten (Fig. 27 Hbd., G. L pp.). Beim Hund sind die Verhältnisse gleich, nur enthält das Ganglion weniger dunkle Nester, wobei die kleinen Nervenzellen um so deutlicher hervortreten. Beim Menschen lässt sich kein deutliches Ganglion von den übrigen Theilen der Lamina perforata posterior abgrenzen. Doch scheint das hier kleinere Meynert'sche Bündel in denselben, dem Ganglion interpedunculare der niederen Säugethieren entsprechenden medial-ventralen Theil der Lam. perfor. post. einzustrahlen. Jedenfalls sind die Verhältnisse ungleich verwickelter als bei niederen Säugethieren, und es ist leicht begreiflich, wie Meynert eine Fortsetzung des Bündels in die Haubensfaserung annehmen konnte, indem er dasselbe beim Menschen studirte. Beim Affen (*Macacus*) sind die Verhältnisse nahezu wie beim Menschen.

15. Ganglion habenulae. Das paarige Ganglion habenulae, von Meynert so genannt, wurde auch von Stieda (Vögel und Säugetiere S. 80; Wirbelthiere S. 113) ohne Benennung bei der Maus beschrieben. Es ist, wie Meynert angiebt, bei Säugethieren stärker als beim Menschen, und durch dichte Zellenanhäufung charakterisiert. Es liegt beiderseits von der hinteren Commissur und vom unteren Ende der dorsalen Abtheilung des III. Ventrikels, wo es eine deutliche Erhabenheit der dorsalen Oberfläche des centralen Höhlengraues medial vom Thalamus bildet. Jedes der beiden Ganglien wird von der entsprechenden Habena der Zirbel überzogen und vielleicht zum Theil durchdrungen. Das G. habenulae unterscheidet sich vom G. interpedunculare dadurch, dass es paarig ist, dann durch den Mangel der dunklen Nester, und endlich durch die nicht so intensiv sich mit Carmin färbende Grundsubstanz; die Nervenzellen sind dagegen ziemlich ähnlich, dicht angehäuft, fast so klein, doch etwas eckiger als im genannten Ganglion. Durch diese dichte Anhäufung kleiner Zellen ist es scharf

vom übrigen centralen Höhlengrau sowie vom Thalamus abgegrenzt. Diese Verhältnisse sind beim Menschen weniger deutlich ausgesprochen als bei niederen Säugethieren; doch ist das Ganglion habenulae gut ausgebildet. Das Ganglion habenulae bildet so zu sagen den Knotenpunkt von drei Faserzügen, die theils ihn umgürten, theils in ihm sich zu zerstreuen scheinen. Es sind dies: 1) das eben besprochene Meynert'sche Bündel; 2) die paarige Markleiste am medial-dorsalen Rande des Thalamus Opticus, welche von Haller lineae albae, von den Gebr. Wenzel (nach Burdach) und von Henle (a. a. O. S. 128, Fig. 70) *Taenia Thalami optici*, von Burdach Sehstreifen besonders genannt, von Meynert als dem *Stratum zonale* des Thalamus zugehörig angesehen, von den meisten, aber nicht von allen älteren Autoren einfach als Fortsetzung des folgenden Faserzuges betrachtet wurde; 3) das paarige Markbündel aus der Zirbel, welches Habena, Habenula, Zirbelstiel, Pedunculus Conarii*) genannt wird. Wie diese drei Faserbündel mit dem Ganglion habenulae zusammenhängen, in wie fern die Fasern derselben sich hier mit Zellen verbinden, oder einfach durchgehen und sich direct von einem Faserbündel in das andere fortsetzen, ist nicht genau zu eruiren. Ziemlich sicher scheint es nur bei Nagern zu sein, dass ein Theil der *Taenia Thalami optici*, direct über die dorsale Oberfläche des Ganglion habenulae hinweg laufend, sich in den Pedunculus conarii fortsetzt, und dass ein anderer Theil derselben, dicht ventral vom Ganglion habenulae hinunter schlüpfend, in das Meynert'sche Bündel direct übergeht (Fig. 27). Letzteres habe ich schon früher (a. a. O. Sep. S. 15) angegeben. Jedenfalls aber zerstreut sich ein guter Theil des Meynert'schen Bündels wirklich in das Ganglion und scheint daselbst zu endigen.

γ: Fortsetzung der Haube nach oben, oder Regio subthalamica. Substantia innominata.

Mit dem bisher Gesagten wären alle constant ausgeprägten Faserzüge und begrenzten Anhäufungen grauer Substanz, die mir in der Haube bekannt sind, erschöpft. Als Adnexen derselben haben wir die

*) Ridley, Chaussier (nach Burdach), Henle. Alle diese Benennungen, sowie besonders noch der Ausdruck Zirbelstreif begreifen meistens auch die *Taenia Thalami optici* mit hinein. Henle allein versteht unter Pedunculus conarii speziell nur die Fasern aus der Zirbel. Aber, wie Burdach in seinen ausgezeichneten Literaturberichten angiebt, haben schon Haller unter dem Namen „pedicelli s. petioli Glandulae pinealis“ (elementa IV. § 66), und

Vierhügel und die Corpora geniculata mit dem Tractus opticus in die Beschreibung hineingezogen. Es bleibt uns aber noch eine wichtige Aufgabe, nämlich eine die Haube nach oben bis zur Substantia innominata fortsetzende Region kennen zu lernen, die bis jetzt in höchst mangelhafter Weise von den Autoren gewürdigt worden ist, indem sie bald zum Thalamus, bald zur Substantia nigra oder zum Pedunculus gerechnet und nie für sich betrachtet worden ist. Auch sind ihre Bestandtheile nur zum Theil von einigen wenigen Autoren (Luys, Meynert) erkannt worden. Diese Region war für mich der Ausgangspunkt dieser Arbeit. Dieselbe, welche wir hauptsächlich beim Menschen betrachten wollen, wo sie am Eigenthümlichsten ist, liegt ventral vom Thalamus opticus, von ihm durch die schon oft genannte Lamina medullaris externa (L.M.Ex. in den Fig.) getrennt. Medial wird sie vom centralen Höhlengrau des III. Ventrikels, auch vom Vicq d'Azry'schen Bündel und von der vorderen Fornixwurzel*), ventral von der Lamina

Sömmerring (Hirnlehre S. 45) unter dem Namen „Leistchen der Zirbel“ den Pedunculus conarii von Henle recht wohl von der Taenia Thalami optici unterschieden.

*) Bekanntlich verlaufen im centralen Höhlengrau des III. Ventrikels zwei cylindrische compacte Bündel: das erste, mehr ventral liegend, ist, wenigstens grösstenteils, die directe Fortsetzung der Columna anterior des Fornix, und geht zum Corpus mammillare; das zweite, mehr dorsal liegend, geht, wenigstens beim Menschen, vom Tuberculum anterius des Thalamus zum Corpus mammillare. Nun werden diese Bündel von Burdach, Arnold, Henle u. a., welche, wie auch Meynert, das eine als die directe Fortsetzung des anderen durch die Markkapsel des Corpus mammillare betrachten, das erste Radix ascendens, das zweite Radix descendens des Fornix genannt. Meynert, weil er in seiner Darstellung vom Hirn, und nicht vom Rückenmark ausgeht, glaubt sie umtaufen zu müssen, und nennt sie umgekehrt, das erste absteigender, das zweite aufsteigender Gewölbschenkel. Damals (a. a. O.) folgte ich Meynert's Benennung. Aus den noch nicht veröffentlichten, oben angedeuteten Untersuchungen von Prof. Gudden geht, wie wir sahen, hervor, dass das zweite (dorsale) Bündel keine Beziehungen zum ersten, (folglich auch keine zum Fornix) hat. Also sind die eben erwähnten, unglücklichen, rationell sein wollenden Benennungen nicht nur ganz verwirrend, sondern noch unrichtig. Ich schlage daher vor, das erste, ventrale Bündel einfach Columna oder Radix anterior des Fornix zu nennen, da es doch die einfache Fortsetzung der Columna anterior ist und keinen anderen Namen braucht. Für das zweite, dorsale, schlage ich den schon von Luys für dasselbe angewendeten Ausdruck „Vicq d'Azry'sches Bündel“ (*faisceau de Vicq d'Azry*) vor, da es von Vicq d'Azry zuerst genau beschrieben wurde. Nach Burdach hat es zwar schon Santorini erkannt, doch nur unvollkommen. Ferner sind schon viele Organe nach Santorini benannt, nicht aber nach Vicq d'Azry.

perf. post. oder vom Corpus mammillare, sowie von der Substantia nigra mit dem Pes pedunculi, lateral von der inneren Kapsel und von der Gitterschicht des Thalamus (in welche letztere sie übergeht), unten vom RK und vom Meynert'schen Bündel begrenzt. Nach oben zu geht diese Region, die wir Regio subthalamica nennen wollen, unabgrenzbar in die Substantia innominata von Reil und somit in die Region der Lamina perforata anterior und des Basaltheiles vom Corpus striatum über.

Die Regio subthalamica zeichnet sich aus durch eine innige Vermengung der allerfeinsten Nervenfasern mit grauer Substanz unbestimmten Charakters, ohne dass irgendwo die Nervenfasern zu scharfen compacten Bündeln oder Bündelchen gesammelt sind. Daher auch kann in ihrer ganzen Ausdehnung keine Rede von genauen oder weitgehenden Faserverfolgungen sein. Sie besteht im Grossen und Ganzen aus drei Schichten: 1) die am meisten ventral und zugleich mehr lateral liegende, nach oben und unten wenig ausgedehnte, dafür aber scharf begrenzte Schicht wird vom Luys'schen Körper gebildet; 2) die mittlere Schicht, die lateral in die Gitterschicht des Thalamus übergeht, will ich Zona incerta nennen; 3) die am meisten dorsal und zugleich mehr medial gelegene, stärker markhaltige Schicht wird durch das obere, schon mehrmals erwähnte Feld H gebildet, das in die Lamina medullaris externa des Thalamus sich lateral fortsetzt. Diese letztere Schicht wollen wir einfach als dorsales Mark der Regio subthalamica bezeichnen. Ich habe sie bereits früher (a. a. O. Sep. S. 12) angedeutet, indem ich sie zur Lam. med. externa rechnete. Wir wollen mit der ventralen Schicht anfangen.

16. Luys'scher Körper: Als Luys'scher Körper (Corpus Luysii) oder ventrale Schicht der Regio subthalamica, will ich ein ganz eigenthümliches Gebilde bezeichnen, welches von sämtlichen mir bekannten Autoren ausser Luys, sogar von Meynert, merkwürdigerweise ganz übersehen worden ist. Luys, der dasselbe unverkennbar und sehr umständlich beschreibt und abbildet nennt es „Bandelette accessoire de l'olive supérieure“^{*)} (Recherches etc. 1865; Iconographie etc. 1873);

*) Ich benutze diese Gelegenheit, um zu sagen, dass meiner Ansicht nach die sogenannte „rationelle“ Nomenclatur in der Anatomie nur für Verhältnisse von Werth sein kann, die sicher fest stehen, dass sie aber im Gehirn, wo fast über Alles Zweifel herrschen, geradezu die verwerflichste und unheilvollste von allen ist, weil sie die grössten Confusionen und Irrthümer durch Namen besiegt. Z. B. der Acusticus-Strang Meynert's welcher nichts

eine trotz dem besten Willen leider unhaltbare Benennung; — erstens weil der Luys'sche Körper kein Bändchen ist; — zweitens, weil die „Olive supérieure“ von Luys der Rothe Kern der Haube von Burdach und allen anderen ist, während schon Schröder van der Kolk*) vor Luys als obere Olive einen Kern bezeichnet hat, der sich in der Oblongata befindet und, abgesehen von der Priorität, diesen Namen eher verdient als der RK; — drittens endlich, weil unser Gebilde weder zu dem RK, noch zu der oberen Olive Schröders nachweisbare Beziehungen hat. Nach seinen Zeichnungen zu urtheilen scheint Meynert diesen Hirntheil, soweit er ihn bemerkt haben mag, für eine Abtheilung der Subst. nigra zu halten, was irrig wäre.

Der Luys'sche Körper (Sp. Fig. 8—14) ist eine annähernd linsenförmige Masse, welche, in der Querschnittreihe betrachtet, etwa in der Querebene des Meynert'schen Bündels mit einem kleinen spindelförmigen, dicht dorsal auf dem Hirnschenkelfuss und auf dem oberen Theil der Substantia Nigra aufliegenden Querschnitt anfängt (Fig. 8.), der dann nach oben zu, seine Lagerung beibehaltend, rasch in allen Dimensionen wächst, eine ausgezeichnete Spindelform mit etwas mehr convexer dorsaler Fläche zeigt, und schliesslich (Fig. 12) den ganzen Pes pedunculi dorsal und etwas medial scharf abgrenzt. Seinen grössten Umfang erreicht er in der Querebene dicht unterhalb des Corpus mammillare. Nach oben zu wird der Querschnitt dann wieder kleiner, bleibt aber stets spindelförmig, bis er genau so wie unten in den oberen Querebenen des Corpus mammillare verschwindet. In den sagittalen Längsschnitten sieht der Luys'sche Körper fast wie in den Querschnitten aus, aber die Spindel ist dicker und kürzer. Nur in den mehr lateral gelegenen Sagittalschnitten erscheint er ventral, in dem Winkel zwischen innerer Kapsel und Pes pedunculi zum Theil stumpf dreieckig vorgezogen, statt convex. In den der Hirn-

mit dem Hörnerv zu thun hat; der Fornix-Schenkel, welcher nicht zum Fornix gehört; der Thalamus opticus, welcher am allerwenigsten Beziehungen zum Sehen hat; die Processus cerebelli ad corpora quadrigemina oder ad cerebrum welche weder zu den einen noch zum anderen gehen, und so fort. Auch, solche Namen, die nur partiell richtig sind, sind verwerflich, wie z. B. der Zirbelstreif, der wahrscheinlich nur zum Theil aus der Zirbel stammt. Es sind die einfachen, anspruchslosen Namen der alten Anatomen, wie Vermis, Fimbria, Cornu Ammonis, Corpora mammillaria u. dgl. weitaus vorzuziehen, weil kürzer und nicht störend. Auch sind Benennungen nach Anatomen (Foramen Monroi, Corpus Luysii) unschädlich.

*) Bau und Function der Medulla spinalis und oblongata, in's Deutsche übers. von Theile. Braunschweig 1859.

basis parallelen Längsschnitten aber ist er fast in seiner grössten Fläche getroffen, und sieht mehr rundlich, nur gegen den Pes pedunculi oder gegen die innere Kapsel abgeflacht aus. Aus alledem geht die Form einer annähernd biconvexen (dorsal stark, ventral schwach convexen) etwas querovalen Linse hervor, welche nur gegen den Pes pedunculi wie gegen die innere Kapsel zum Theil abgeflacht ist und in den Winkel zwischen beiden etwas stumpfwinkelig vorspringt.

Aus den Fig. 8—14 kann man ersehen, dass der Luys'sche Körper des Menschen eine mächtige Bildung darstellt, jedoch kleiner ist als der R K. Seine grösste Dicke (in dorsal-ventraler Richtung) beträgt bei einem kleineren Hirn etwa 3 Mm., bei einem grösseren etwa 4 Mm.; seine grösste Breite (Querdurchmesser) bei dem kleineren Hirn etwa 10 Mm., bei dem grösseren etwa 13 Mm.; seine grösste Länge in sagittaler Richtung bei einem dritten mittelgrossen Hirn 7,5 Mm. Diese Maasse sind aus den eingelegten Schnittreihen entnommen. Im frischen Gehirn ist der Luys'sche Körper sehr scharf und schön, meist etwas vorgewölbt, auf der Schnittfläche sichtbar. Dabei zeigt er eine gleichmässige hellbräunliche, einem Gemisch von etwas Kaffee mit viel Milch am ähnlichen sehende Farbe, welche sowohl durch den Gefäßreichthum als durch das Pigment der Nervenzellen bedingt sein mag. Sein überall gleichmässiges Gewebe (Fig. 26) ist höchst bemerkenswerth. Erstens enthält es ein dichteres Netzwerk feinster, stark gewundener Capillargefässer als jeder andere Hirntheil, dichter sogar als das vom R K und von der Hirnrinde (Fig. 26 G.). Die Grundsubstanz sieht wie diejenige der grauen Substanz im übrigen Gehirn aus; sie ist aber von einem so reichlichen regellosen Gewirr der allerfeinsten markhaltigen Nervenfasern durchsetzt, dass man nicht weiss, ob der Luys'sche Körper zur grauen oder zur weissen Substanz zu rechnen ist. Diese Fasern zeigen höchstens für sehr kurze Strecken und bei starker Vergrösserung Neigung zur Bildung von ganz lockeren Bündelchen, die aber wieder kreuz und quer in allen Richtungen verlaufen (Fig. 26 F.). Nirgends, ausser an den Rändern des Luys'schen Körpers, sieht man auch nur mittelbreite Nervenfasern. Die feinsten Fasern haben aber fast alle noch eine Markscheide, was an Zupfpräparaten leicht zu sehen ist. Ausserdem enthält dieses eigenthümliche Gebilde ganz gleichmässig vertheilte und beschaffene, ziemlich kleine und ziemlich dünp gesäete, multipolare, ab und zu spindelförmige, mässig hellbräunlich pigmentirte Ganglienzellen (Fig. 26 N; Fig. 25), an welchen ich bis jetzt noch keinen sicheren Nervenfortsatz, weder an Zupf- noch an Schnittpräparaten finden konnte. Diese Zellen im-

bibiren sich schwach mit Carmin; das Pigment füllt gewöhnlich nur ein Drittel oder eine Hälfte des Protoplasmas aus und verdeckt selten den schönen runden mit einem Kernkörperchen versehenen Kern. Endlich sind ziemlich viele regellos zerstreute kleinere und grössere Körner vorhanden (Fig. 26 K, K'). Fig. 26 ist etwas unrichtig: Das Pigment der Nervenzellen zu reichlich, zu diffus, irrtümlich mit kleinen Ringen; viele Körner irrtümlich mit deutlichem Kernkörper.

Der Luys'sche Körper zeigt im Grossen und Ganzen zwei Flächen, eine dorsale und eine ventrale, durch den vorspringenden stumpfen Winkel gebrochene, ferner einen circulären Rand. Die dorsale mehr convexe Fläche ist gegen die Zona incerta, die ventrale, mehr abgeflachte, gegen den Pes pedunculi und die innere Kapsel je von einer überall deutlichen, dünnen, reinen Markkapsel begrenzt, deren Faserverlauf meist nicht zu enträthseln ist. Der circuläre Rand ist oben und unten durch das Zusammentreffen beider Kapseln ziemlich abgeschlossen und zugeschräft; jedenfalls sieht man keine ausgesprochenen Faserzüge aus ihm oder in ihn treten. Medial klaffen aber beide Kapseln weit aneinander; der circ. Rand ist offen und lässt auf eine kurze Strecke einen Strom der allerfeinsten einander parallelen Nervenfasern aus dem Luys'schen Körper austreten. Diese Fasern bilden kein compactes Bündel, sondern verlaufen locker, durch graue Substanz zersprengt, gegen die Mittellinie, dicht unterhalb und dorsal vom Corpus mammillare, theilweise im Boden der Lamina perforata posterior selbst. Sie werden aber schon unsichtbar, bevor sie die Raphe erreicht haben (Fig. 12 und 13). Am Eigenthümlichsten sind die Verhältnisse der ventralen Kapsel und des circulären Randes lateral, an den abgeflachten Stellen. Am lateralen Theil des Randes ist die dorsale Markkapsel bis dicht an die Capsula interna geschlossen. Die ventrale Markkapsel wird aber von zahlreichen kleinen, dichten, markigen Faserbündeln durchbrochen, die wohl theilweise in ihr selbst sich bilden, theilweise aber gewiss aus dem Inneren des Luys'schen Körpers herkommen und dann sich senkrecht in den Pes pedunculi und in den untersten Theil der Capsula interna einsenken, beide an dieser Stelle in viele senkrechte Querschnittenfelder bis zur Hirnbasis (Tractus opticus) und zum Linsenkern eintheilend (Fig. 12 u. A.). Diese Faserbündel weiter zu verfolgen ist wegen unentwirrbarer Verfilzung ihrer einzelnen Fasern mit Fasern des Pes pedunculi nicht möglich. Jedoch hat es den Anschein, als ob die am meisten lateral gelegenen derselben den medialen Kern des Linsenkernes erreichten, wie es Luys angiebt.

Beim Affen (*Hapale*) sind die Verhältnisse genau wie beim Men-

schen, nur ist der ganze, auch ausserordentlich gefässreiche Luys'sche Körper höher, dicker und weniger breit, fast kugelig; die Zellen sind nicht pigmentirt. Beim Hund, Kaninchen und bei allen anderen von mir untersuchten Säugethieren giebt es keinen begrenzten Luys'schen Körper, sondern an seiner Stelle nur eine ziemlich flache, undeutlich begrenzte Zellenanhäufung, aus deren lateralem Theil Faserbündelchen ausgehen, welche die geschilderte charakteristische Theilung in Felder des Pes pedunculi bedingen. Medial ausströmende Faserzüge sind nicht oder höchstens andeutungsweise sichtbar; ebensowenig ist ein auffallender Gefässreichthum vorhanden.

Nach Luys nun (Recherches etc.) sammelt sich ein Theil der centripetalen Fasern aus dem RK, nachdem sie lateral herausgetreten sind, wieder in den Luys'schen Körper, aus welchem sie dann wieder an dessen beiden Enden ausströmen, den Pes pedunculi wie mit einer Schlinge umgreifen, und danu in die medialen Kerne des Linsenkernes eintreten, wo sie sich mit den kleineren Zellen dieser Kerne verbinden; die grösseren Zellen derselben stehen nach Luys mit den Fasern des Pes pedunculi in Verbindung. In seiner späteren Arbeit (Iconographie etc.) ändert Luys seine Ansicht (ohne übrigens darauf aufmerksam zu machen), insofern er die Fasern des Luys'schen Körpers jetzt nicht mehr aus dem RK, sondern direct aus Bindearmfasern, die nur der lateralen Wand des RK anliegen, ableitet. In dieser letzten Arbeit bezeichnet er auch unverkennbar die drei Laminae medullares des Linsenkernes als die Faserschlingen aus dem Luys'schen Körper, die hier wieder zusammenkommen, um dann mit den kleinen Zellen des Linseukernes sich zu verbinden. Solche Faserverfolgungen und Verbindungen gehören zu derselben Categorie, wie diejenige des hinteren Längsbündels bis zur Rinde des Operculum nach Meynert (s. unten). Man darf sich solche Bahnen denken, und ganz unmöglich ist es nicht, dass sie für einzelne Fasern vorhanden sind; sie aber als that-sächliche Ergebnisse hinzustellen ist unstatthaft. Die Untersuchung des schönen hiesigen Materiales gab mir nicht die Möglichkeit, mehr zu behaupten als das, was ich vorhin angegeben habe. Luys gebührt aber das Verdienst der Entdeckung des eben abgehandelten eigenthümlichen Gebildes. Er kennt auch seine pigmentirten Zellen, beschreibt seine Lage richtig, sowie einen Theil der austretenden Fasern (die lateral-ventralen, welche den Pes pedunculi in Felder theilen).

17. Dorsale Schicht der Regio subthalamica. Ich überspringe vorläufig die mittlere Schicht der Regio subthalamica (zona incerta) und

gehe zu der am meisten dorsal gelegenen über. Dieselbe besteht beim Menschen dicht oberhalb des RK, in Fig. 11, aus dem oben schon oft erwähnten, aus den feinsten Markfasern bestehenden Feld H, in welches, wie wir sahen, Fasern des HL, Längsfasern der Formatio reticularis und vielleicht auch Fasern des Bindearmes, resp. des RK, überzugehen scheinen, oder, vorsichtiger und richtiger ausgedrückt, übergehen können. — Dieses Markfeld kann man beim Menschen als einen Fortsatz der Markkapsel des RK nach oben bezeichnen, wie es an Sagittalschnitten sehr gut zu sehen ist. Es ist so diffus, verliert sich sowohl medial als ventral so unabgrenzbar in die Zona incerta, während es sich lateral immer dünner, lamellenartig werdend, direct in die Lamina medullaris externa fortsetzt, dass man höchstens sagen kann, es scheinen im Grossen und Ganzen seine Fasern einen sagittalen Verlauf zu nehmen. Weiter oben, in der untersten Querebene des Corpus mammillare, erfährt das Feld H eine sehr wichtige Aenderung. An der Stelle, wo (Fig. 12 und 13) das Vicq d'Azyr'sche Bündel (aufsteigender Gewölbschenkel Meynert's) medial ihm dicht anliegt, spaltet es sich, an Faserzahl und Dichtigkeit, wie es scheint, eher zu als abnehmend, in zwei Abtheilungen. Die eine (H_1 , Fig. 13) dorsale bleibt mit der Lam. med. ext. in directer Continuität. Die andere (H_2 , Fig. 13) sinkt ventralwärts in die Zona incerta, wird compacter, und schickt einen Markfortsatz, das heisst eine flächenhaft ausgebreitete, in dorsal-ventraler Richtung abgeflachte Marklamelle, lateralwärts über den oberen Theil der dorsalen Markkapsel des Luys'schen Körpers hinüber (Fig. 13). Nach oben zu wird dieser Fortsatz der Abtheilung H_2 immer dicker, legt sich ganz dicht dem Luys'schen Körper an, und biegt um dessen laterale Kante herum in die Capsula interna, an deren Uebergang in den Pes pedunculi, hinein. Dabei theilt er sich in mehrere Bündel, welche die Capsula interna in senkrechte Felder durch und durch genau so zergliedern, wie die lateral-ventralen Bündel aus dem Luys'schen Körper, denen sie sich unmittelbar anschliessen (Fig. 14). Weiter oben (Fig. 15) ist der Luys'sche Körper ganz verschwunden, und das dem Pes pedunculi resp. der Capsula interna jetzt fast dicht anliegende Markfeld oder Markbündel H_2 sendet nun allein die diese Gebilde in Felder theilende Bündelchen. Noch weiter oben hört die Theilung des Pes pedunculi resp. der Capsula interna in Felder auf; doch ist das jetzt verkleinerte Markfeld H_2 immer noch, lateral am Pes pedunculi angelehnt, medial mit einer Spitze in die Zona incerta hineinragend (Fig. 16, 17), vorhanden, bildet aber nunmehr nur ein Faserbündel gemeinsam mit dem

Rest seines vorhin erwähnten Fortsatzes. In der Ebene der Fig. 17 sendet es medialwärts — dorsal von der Radix anterior des Fornix (absteigender Gewölbschenkel Meynert's) — ein kleines Faserbündel ab, das weiter oben, ventralwärts umbiegend (Fig. 18, X), in das Tuber cinereum, medial von der Radix anterior des Fornix, sich verzweigt. In der Ebene der Fig. 18 diffundirt das Feld H_2 am medialen Ende der Capsula interna*) in die Substantia innominata Reil's und zwar, wie es mir scheint, in die Abtheilung derselben, welche Meynert Linsenkernschlinge genannt hat (Fig. 19 Li. Schl.). Die aus der Theilung des Markfeldes oder Markbündels H hervorgegangene Abtheilung H_1 ist schwächer als die Abtheilung H_2 , bleibt, wie gesagt, in Zusammenhang mit der Lamina medullaris externa und geht allmählig nach oben zu (Fig. 14—19) unabgrenzbar in die zugleich am meisten medial und am meisten ventral gelegenen Längfasern des Thalamus über. Eine mehr oder weniger deutliche Vermischung dieser Längfasern des Thalamus mit den Fasern aus den ventralen Schichten der Substantia innominata findet übrigens weiter oben (Fig. 21, 22) statt (s. unten).

Ein Rückblick auf Fig. 11 und 12 wird sofort klar machen, dass in denselben eine Trennung der Fasern aus H_1 und aus H_2 unten im Feld H unmöglich ist, noch unmöglichster vielleicht aber eine Trennung der Fasern aus dem medialen Theil und aus dem lateralen Markfortsatz von H_2 . Wenn wir aber den eben geschilderten Verlauf des Bündels H_2 mit dem von Meynert beschriebenen und zum Theil abgebildeten Verlauf seines hinteren Längsbündels vergleichen, so müssen wir die Identität beider anerkennen. Aus der Abbildung Meynert's**) geht sogar hervor, dass der laterale Markfortsatz der Abtheilung H_2 seinen dem HL sich anschliessenden vermeintlichen Quintusbündeln aus der Hemisphäre entspricht (s. oben). Die Fig. 6 Meynert's (a. a. O.) entspricht nahezu unserer Fig. 15. Das Bündelchen X (Fig. 18) entspricht ganz sicher den Fasern aus dem Trichter, die Meynert (Stricker's Hdbch.) sich dem HL hinzugesellen lässt. Nun aber beschreibt Meynert (Stricker's Hdbch. S. 740) als Fortsetzung des Bindearmes in die Hemisphäre einen Stabkranzfächer, der schwerlich etwas anderes sein kann, als das Feld H und eine Fortsetzung desselben in den lateralen Markfortsatz der Abtheilung H_2 .

*) In dieser Ebene ist eigentlich der Pes pedunculi in die Capsula interna ganz übergegangen.

**) Beiträge zur Kenntniß der centralen Projection der Sinnesoberflächen Sitzber. der Wiener Akad. d. Wissensch. 2. Abth. 1869. Fig. 6.

Um die Wirklichkeit mit Meynert's Beschreibungen in Einklang zu bringen, müsste man in H das ganze HL und den Bindearm getrennt vorhanden sich denken, und dann das HL in den medialen Theil, den Bindearm in den lateralen Fortsatz von H_2 verfolgen, wobei freilich die Quintusfasern zur Hemisphäre ihren Platz verlieren, oder sich höchstens weiter oben im lateralen Markfortsatz (etwa Fig. 16 oder 17) noch finden würden. Von solchen Verfolgungsversuchen in unentwirrbar diffusen Markfeldern wollen wir aber hier lieber ganz absehen. Möglich ist es am Ende (s. oben), dass in den Feldern H_1 oder H_2 Bindearmfasern oder Fasern aus dem RK sich befinden, aber jedenfalls ist der oben beschriebene, wohl von Henle, aber nicht von Meynert berücksichtigte, dorsal- und lateralwärts gegen den ventralen Theil des Thalamus ziehende Bündelfächer aus dem RK eine weitaus wichtigere und fester begründete Fortsetzung der Bindearmfasern.

Auf die Verhältnisse bei den Thieren hier einzugehen, würde zu weit führen. Es sei nur erwähnt, dass beim Affen die Sache sich nahezu wie beim Menschen verhält, dass dagegen beim Hund und beim Kaninchen das Feld H sehr diffus ist und kaum eine weitere Trennung oder Verfolgung erlaubt.

18. Zona incerta. Es bleibt uns noch die mittlere Schicht der Regio subthalamica kurz zu beschreiben. Dieselbe enthält verhältnismässig mehr graue Substanz als beide anderen und liegt undeutlich abgegrenzt zwischen beiden. Sie zeigt überall spärliche, unscheinbare, zellige Elemente und eine ungemein feine und weit zerklüftete Faserung, welche, in den Querschnitten betrachtet, von der ventralen und medialen Seite her, dorsal- und lateralwärts, parallel der Längsaxe der Zona incerta im Querschnitt, zu verlaufen scheint. Ueber das Wohin und das Woher dieser Fasern kann ich fast gar nichts sagen. Dass manche Fasern aus dem Bindearm, aus dem RK, aus dem Luys'schen Körper darunter sein können, ist klar; unterscheidbar sind sie aber nicht. Höchstens kann man in den untersten Theilen der Zona incerta Faserzüge wahrnehmen, die von der lateralen Fläche des RK zur Gitterschicht oder zum Stabkranz zu verlaufen scheinen, und die sich eng an das grosse Bündel aus dem RK (Ba Th. in den Figuren) anschliessen. Vielleicht stammen solche Faserzüge aus der Schleifenschicht. Unten fängt die Zona incerta schon etwa in der Ebene der Fig. 6 zwischen der Subst. nigra und dem grossen Bündel aus dem RK an. An dieser Stelle ist sie zwar von der Subst. nigra schon ziemlich scharf abgegrenzt; dagegen wird sie von Fasern des Bündels

Ba Th. (der Schleifenschicht?) und des unteren Endes vom Stabkranz vielfach durchsetzt. Es ist dies eine ungemein verwirrte Gegend, worüber sich nichts Gewisses sagen lässt. Oft scheinen die Bündelchen aus dem Bündel Ba Th. durch den ventralen Theil des Thalamus, die Zona incerta und die Gitterschicht hindurch, in den Stabkranz zu gelangen. Weiter oben setzt sich die Zona incerta, reiner werdend, zwischen Luys'schem Körper und Lamina medullaris externa fort, lateral in die Gitterschicht des Thalamus übergehend (Fig. 11), wird dann durch das Markbündel H_2 in zwei Abtheilungen getheilt, deren dorsale allein mit der Gitterschicht in Verbindung bleibt (Fig. 13), und welche beide wieder in der Ebene der Fig. 18 zusammenfliessen, um bald darauf (Fig. 20) zu verschwinden, indem an ihre Stelle die Substantia innominata tritt. Medialwärts geht allenthalben die Zona incerta unabgrenzbar in das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels über, von welchem sie nur streckenweise durch das Vieq d'Azyr'sche Bündel und durch die Radix anterior des Fornix getrennt wird.

Für die Verhältnisse bei anderen Säugethieren gilt das vorhin von der dorsalen Schicht der Regio subthalamica Gesagte. Da jedoch sowohl diese dorsale Schicht als der Luys'sche Körper sehr undeutlich sind, so ist die unbestimmte graue Substanz zwischen Lam. med. ext. und Pes. pedunculi wohl hauptsächlich als der Zona incerta entsprechend zu betrachten. Somit hätten wir die Bestandtheile der Regio subthalamica erschöpft.

19. Substantia innominata. Schon in der Querebene der Fig. 16, wo das Tuber cinereum anfängt, rückt der Pes. pedunculi lateralwärts, in die Capsula interna nach und nach übertretend, und lässt medial, zwischen sich, dem vorhin besprochenen Bündel H_2 , der Radix anterior des Fornix und dem Tractus opticus eine Stelle frei, welche nun von unbestimmt begrenzter grauer Substanz mit diffusen zersprengten Fasern ausgefüllt wird, und deren dorsaler Theil die obere Fortsetzung des ventralen Abschnittes der Zona incerta ist. In diese breiter gewordene Stelle tritt nun ziemlich plötzlich in der Ebene der Fig. 18 eine Bogenfaserung ein, welche bis in die Querebene des Chiasma nerv. optic. sich fortsetzt, aus sehr feinen diffus zersprengten Fasern besteht, und von Reil Substantia innominata genannt wurde (Burdach). Meynert glaubt*), dass sie der „Anse pédonculaire“ von Gratiolet (a. a. O.) entspricht, und nennt sie daher diesen französischen Ausdruck übersetzend, „Hirnschenkelschlinge“. Dieses

*) Und Huguenin schreibt es ihm nach. (Lehrbuch etc. a. a. O.)

ist aber nur zum Theil gerechtfertigt. Die Beschreibung, welche Gratiolet (a. a. O.) von seiner „Anse pédonculaire“ giebt, ist zwar sehr unklar, doch geht aus derselben sicher hervor, dass Gratiolet ausser der Substantia innominata noch zum grossen Theil die Capsula interna und die meisten Fasern um den Linsenkern herum dazu rechnet, so dass es nicht gestattet ist, beide Ausdrücke als synonym zu erklären. Nach Meynert besteht nun die Substantia innominata aus vier Faserschichten:

1) Die am meisten dorsal gelegene oder Linsenkernschlinge Meynert's besteht aus Fasern, die aus dem Linsenkern durch seine ventrale Fläche austreten, dann medialwärts verlaufen, ferner dorsalwärts umbiegen und sogleich die am meisten medial gelegenen Bündel des Pes. pedunculi bilden, um zu den Kernen der Nerv. Oculomot. und Trochl. zu gelangen, wo sie in der Raphe eine der Pyramidendecussation äquivalente Kreuzung bilden. 2) Die folgende Schicht ist nach Meynert ein horizontal gelegenes plattes Ganglion (G. der Hirnschenkelschlinge), in dessen Zellen das HL ein vorläufiges Ende erreicht. 3) Als dritte Schicht oder unteren Stiel des Sehhügels bezeichnet Meynert eine Faserschicht, die, vom Schläfenlappen und von der Inselrinde herstammend, in den medialen ventralen Theil des Thalamus sich einsenkt. 4) Die vierte, am meisten ventral gelegene Schicht oder Stratum zonale Antheil der Substantia innominata, ist nach Meynert ein Bündel aus dem Schläfenlappen, welches, das vorige bedeckend, zur Aussenfläche des Thalamus gelangt und dort das sogenannte Stratum zonale (markige Oberfläche des Thalamus) mit bilden hilft.

Den Verlauf der gesammten Faserung der Substantia innominata kann man folgendermassen resumiren: Fasern, die, von lateral Gegen den herkommend, medialwärts strebend und dicht ventral vom Linsenkern verlaufend, zwischen dessen medialen Kernen und dem Tractus opticus hineintreten, alle zusammen dorsalwärts umbiegen, und dann verschiedene Richtungen einschlagen. In dieser allgemeinen Fassung, allein nahezu nur in dieser, kann ich den angeblichen Verlauf der Substantia innominata erkennen. Gehe ich auf die Meynert'schen Kategorien ein, so hört die Uebereinstimmung grossentheils auf. Die Linsenkernschlinge (Fig. 19 Li Schl.) lässt sich allein deutlich von der übrigen Substantia innominata durch ihren unzweifelhaften Ursprung aus dem Linsenkern und zwar, wie es scheint, aus dessen Laminae medullares, unterscheiden. Jedoch kann man sie nicht mit Sicherheit weiter verfolgen als bis dahin, wo sie in Fig. 18 und 19 sichtbar ist,

d. h. als bis zum medial-ventralen Theil des Pes Pedunculi. Die Richtung ihrer Fasern ist von da an, wegen der grossen Faserschlängelungen und Vermischungen dieser Gegend, nicht weiter erkennbar. Wie demnach Meynert solche Fasern bis zu den Kernen der Augenmuskelnerven, nach vorhergehender Kreuzung in der Raphe, verfolgen kann, verstehe ich nicht (vergl. Fig. 3—19). Ein irgendwie abgrenzbares Ganglion der Hirnschenkelschlinge habe ich trotz des gewissenhaftesten Suchens nicht finden können. Als solches kann ich nur eine ganz diffuse, gar nicht begrenzte Lage grauer Substanz mit unscheinbaren, spärlichen zelligen Elementen, durchsetzt von lateral-medial verlaufenden ungemein feinen Nervenfasern in Fig. 19 bezeichnen, welche dicht unterhalb der Linsenkernschlinge vom Querschnitt der vorderen Commissur bis zum Querschnitt des Tractus opticus sich erstreckt, und ventralwärts unabgrenzbar in die folgenden Schichten übergeht. Wie nun Meynert aus dem eigentlich in die Linsenkernschlinge (Fig. 18) verschwindenden Bündel H2 sein weiter unten schon ganz unverfolgbares HL bis in die Zellen eben genannter grauer Substanz verfolgt, ist schon unbegreiflich. Viel unfassbarer ist aber noch, wie er die Fasern des HL aus den Zellen dieser grauen Substanz jenseits (lateralwärts) neu entspringen, dann zuerst zwischen Commissura anterior und Linsenkern (Fig. 19 A K HL) und ferner durch die äussere Kapsel (AK) verlaufen lässt, um sie schliesslich bis in die Zellen der Rinde des Klappdeckels (opere Fig. 19) und der übrigen Wandungen der Sylvischen Spalte zu verfolgen. Man kann die Fig. 18—22 durchsehen, kann aber auch sämmtliche Schnitte der fortlaufenden Schnittreihe durchmustern, ohne irgendwo einen Abschnitt des von Meynert angegebenen Verlaufes seines HL deutlicher als in Fig. 19 sehen zu können: auch helfen dazu stärkere Vergrösserungen gar nichts. Schon früher (a. a. O.) konnte ich bei den niederen Sägentieren nicht nur das HL nicht weiter nach oben als in die Vierhügelgegend verfolgen, sondern (ausser beim Affen) nicht einmal mehr eine deutlich begrenzte, geschweige eine in Schichten getheilte, Substantia innominata finden. Ich kann nun jetzt vom Menschen fast das gleiche betreffs des HL behaupten, und muss die Meynert'sche Darstellung und Verfolgung des HL von der Gegend der hinteren Commissur an nach oben für eine anatomische Unmöglichkeit erklären.

Etwas mehr Begründung haben die zwei ventralen Schichten Meynert's in der Substantia innominata, aber nur beim Menschen kann man sich davon überzeugen. Sie sind nur sehr undeutlich von einander zu trennen. Man sieht aber, dem von Meynert angegebenen

Verlauf entsprechend, eine ungemein feine, durch ziemlich viel graue Substanz zerklüftete Fasermasse aus der ventral (Stz. Schl. Fig. 21) und medial (U. Th. St. Fig. 21) von der vorderen Commissur gelegenen Gegend her medialwärts verlaufen und dann in undeutlichen, wolkigen, zerklüfteten Faserzügen dorsalwärts, als oberer Theil der Substantia innominata (Fig. 20, 21, 22) gegen den Thalamus opticus umbiegen. Und es scheinen in der That (Fig. 21) die Fasern aus U. Th. St. mehr direct gegen die Thalamussubstanz, dagegen diejenigen aus Stz. Schl. mehr gegen die Oberfläche des Thalamus sich zu richten (Fig. 21). Dass sowohl Stz. Schl. als U. Th. St. aus der Rinde der Insel und des Schläfenlappens, vielleicht auch aus dem Mandelkern stammen, ist wahrscheinlich, doch nicht sicher nachgewiesen. Noch weniger kann man diesen Ursprung näher präzisiren.

Schon aus den Figuren ersieht man nun, wie schwer eine nur einigermaassen befriedigende grobe Verfolgung der Markzüge in dieser Gegend ist. Bedenkt man aber, dass, abgesehen von der Linsenkernschlinge, das ganze Mark der Substantia innominata aus ungemein feinen Fasern ohne imbibirbare Axencylinder besteht und mit viel grauer Substanz untermischt ist, so dass es gewiss keine dem relativ grossen Raum, den es einnimmt, entsprechende Mächtigkeit besitzt,— dann wird man noch bescheidener in seinen Forderungen an die reine Anatomie werden, und sich hier wie bei der gleich beschaffenen Regio subthalamica einfach mit einer groben Topographie, vorläufig wenigstens, begnügen müssen. Ueber die Verhältnisse bei den anderen Säugethieren habe ich dem schon Angedeuteten und dem in meiner früheren Arbeit (a. a. O.) Gesagten nichts hinzuzufügen. Es ist hier eben Alles noch viel diffuser als beim Menschen, und das Mark der Substantia innominata überhaupt nur ganz schwach entwickelt.

20. Commissuren im centralen Höhlengrau. Im Tuber cinereum, dorsal von beiden Tractus optici, ist (Fig. 21) eine kleine Fasercommissur (C. ob. opt.) abgebildet, welche Meynert entdeckt hat (Stricker, Fig. 245 A; S. 732) und die er als Commissur des centralen Höhlengrau beschreibt, indem dieselbe nach seiner Angabe rückwärts (abwärts) umbeugend nur eine Strecke weit in das centrale Höhlengrau verfolgt werden kann. Diese Commissur, welche nicht mit der Gudden'schen, dem Tractus opticus innig angeschlossenen Commissura inferior verwechselt werden darf, kann in unserer Querschnitteihe ohne Mühe beiderseits nach unten verfolgt werden, wobei man sich leicht überzeugt, dass dieselbe sich nicht im Tuber cinereum verliert, sondern dass sie lateralwärts zwischen Tractus opticus und Linsenkernschlinge

in die Substantia innominata eindringt (Fig. 19, C. ob. opt.), und da-selbst ungefähr die Stellung einnimmt, die nach Meynert das HL einnehmen soll. Weiter kann man sie nicht gesondert verfolgen, indem ihre Fasern sich mit denjenigen der übrigen Substantia innominata vermischen. Auffallend ist es, dass Meynert dieses leicht sichtbare Bündel nicht über das Tuber cinereum hinaus verfolgen konnte. Dass dasselbe auch bei den anderen Säugethieren vorkommt, habe ich bereits früher (a. a. O.) angegeben.

In Fig. 11 y sieht man beim Menschen einen commissurartigen dünnen Faserzug dicht ventral von der ventralen Abtheilung des dritten Ventrikels verlaufen. Es ist dies die Gegend der Lamina perforata posterior. Vielleicht entspricht dieser Zug den Kreuzungen, die ich früher (a. a. O.) beim Maulwurf und bei der Maus an einer etwas weiter oben, sonst aber ganz gleich gelegenen Stelle beschrieben habe. Diese Fasern sind nicht immer deutlich zu sehen.

δ: Zusatz, den Thalamus opticus betreffend.

Somit wäre ich mit meiner eigentlichen Aufgabe fertig, und nur einige Punkte betreffs des Thalamus opticus müssen noch hier berichtet werden. Meynert hat die Angaben von Luys über dessen Thalamuscentren zum Theil unrichtig aufgefasst, und leider habe ich früher (a. a. O.) ohne Weiteres die Meynert'sche Auffassung aufgenommen, was ferner Begriffsverwirrungen meinerseits veranlasst hat.

Vor allem muss ich der damals (a. a. O.) von mir bei Säugethieren beschriebenen *Lamina médullaris externa** des Thalamus eine noch grössere Constanz anerkennen, indem ich jetzt dieselbe ähnlich gestaltet und gleich liegend auch beim Menschen finde. Man kann sie in den Figuren 10—17, auch noch weiter oben und unten, erkennen. Ihren Zusammenhang mit den Markfeldern H und H₁ haben wir bereits gesehen. Sie kann als laterale und ventrale Grenze des Thalamus opticus gelten, wenn man die lateral von ihr liegende Gitterschicht, das *Stratum reticulatum* von Arnold (Fig. 12 etc. Gitt.) vom Thalamus ausscheidet. Diese Marklamelle, welche ganz enge Beziehungen zu den Radiärfasern des Thalamus besitzt, hat gewiss eine weit grössere Bedeutung als die übrigen in der Säugetierreihe incon-

* Wohl der *Lamina cornea* der alten Autoren mehr oder weniger entsprechend.

stanten Meynert'schen Laminae medullares des Thalamus (Fig. 8, LMI, LM M etc.). Beim Menschen ist sie nicht gerade scharf ausgeprägt, sondern löst sich zum Theil in der Gitterschicht auf; an ihrer Stelle ist aber mindestens eine Knickung der Radiärfasern des Thalamus vorhanden, wodurch ihr Verlauf ganz constant gekennzeichnet wird.

Ferner aber muss ich auf die Eintheilung des Thalamus in Kerne zurückkommen. Als Centre médian von Luys hat Meynert, sowie (ihm folgend) Huguenin und ich (a. a. O.), eine Abtheilung des Thalamus beschrieben und bezeichnet, welche nichts weniger als das ist, was Luys unter Centre médian versteht. Es entschuldigen zwar die ausnehmend schlechten unförmlichen Abbildungen und die verwirrten Beschreibungen von Luys in seiner ersten, damals noch allein erschienenen Arbeit (*Recherches etc.* 1865) zum Theil diesen Irrthum. Nach dem neuen photographischen Atlas von Luys (*Iconographie etc.* 1873) ist aber eine Verwechselung nicht mehr möglich; es sind hier natürlich die Bilder, wo sie klar sind, ganz naturgetreu. Nicht der Centre médian von Luys, wie Meynert (Strickers *Hdbch.* S. 739) angibt, ist es, der dem inneren Kern Burdachs entspricht, und der von der am meisten medial gelegenen Lamina medullaris umfasst wird, sondern der Centre moyen von Luys. Allerdings ist die Abbildung Meynert's (Stricker Fig. 248) so unrichtig,* dass man das dort mit Cm bezeichnete Gebilde fast eben so gut für Centre médian als für Centre moyen nehmen kann. Eben so irrig war es, als ich früher die Hauptmasse des Thalamus für den Centre moyen von Luys erklärte (a. a. O. S. 9). Der Sachverhalt ist folgender. Nach Burdach (a. a. O. Bd. II, S. 121) besteht der Thalamus ausser dem Pulvinar (Pulv. in unseren Fig.) aus drei grauen Kernen: 1) innerer Kern (inn. in unseren Fig.), 2) äusserer Kern (äuss.), 3) oberer Kern (ant.). Als Lamina medullaris Thalami bezeichnet er ein Markblatt, das den inneren Kern vom äusseren trennt (LMI, Fig. 8, 10), als Lamina cornea die Lamina medullaris externa(?) oder die Gitterschicht(?). Diese Darstellung Burdach's ist eine nahezu ganz tadellose, und daher ist sie beizubehalten, oder, besser gesagt, wieder zu Ehren zu bringen. Luys dagegen betrachtet den äusseren Kern Burdach's, den er mit Recht nach unten in das Pulvinar sich fortsetzen lässt, als eigentlichen Thalamus (*Couches optiques*), unterscheidet aber medial

*) Vergl. diese Fig. 248 von Meynert mit unserer ungefähr entsprechenden Fig. 7.

von ihm vier sich von oben nach unten folgende Kerne: 1) Centre antérieur, oberer Kern Burdach's; 2) Centre moyen, innerer Kern Burdach's; 3) Centre médian, (méd. in unseren Fig. 5 bis 8), von Luys zuerst entdeckt, mit vielen Markfasern, ganz tief in der Thalamussubstanz, zwischen RK, innerem Kern und äusserem Kern versteckt liegend; 4) Centre postérieur. Als seinem centre postérieur nach aussen entsprechend, bezeichnet Luys eine Hervorragung, welche von der medialen Fläche des Pulvinars, wenn dasselbe lateralwärts umbiegt, gebildet wird, und welche gegen den oberen Zweihügel, etwas lateral von ihm gerichtet ist. Eine diesem Höcker entsprechende innere Abgrenzung eines Kernes giebt es nicht, und es scheint der centre postérieur ein theoretisches Fabricat von Luys für das Bedürfniss seiner sonderbaren physiologischen Ansichten zu sein.

Dass die Kerne des Thalamus in einander übergehen, haben bereits Meynert (Stricker's Hdbch. S. 733) und ich (a. a. O.) gezeigt. Ausserdem habe ich damals nachgewiesen, dass man bei den niederen Säugethieren keine deutlichen Kerne mehr finden kann, die den Thalamuskernen des Menschen und der Affen entsprechen, oder höchstens allenfalls den oberen Kern (ant.). Schon Burdach (a. a. O. S. 122) und nicht erst Meynert, wie ich es (a. a. O. S. 10) irrthümlich angab, hat den oberen Kern als einen oben (für ihn vorn) mächtigen, nach unten aber (für ihn nach hinten) als dünnen Streifen zwischen Stria cornea (Hornstreifen) und Taenia Thalami optici (Sehstreifen) an der dorsalen Fläche des Thalamus sich fortsetzenden grauen Kern beschrieben, was man an unseren Figuren (21—4) erkennen kann. Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass die innerste Lamina medullaris Meynert's (Lamina medullaris Burdach's), welche nach ihm den centre médian begrenzen soll (LMI Fig. 8) nicht denselben, sondern den centre moyen, den inneren Kern, lateral begrenzt. Sie besitzt übrigens durchaus nicht die scharfe Ausprägung die ihr Meynert (Str. Hdbch. Fig. 248) giebt; sie ist sogar ziemlich verwaschen, respective zerklüftet. In der That liegt der Centre médian zwischen zwei Laminae medullares, die ihn dorsal und ventral begrenzen, während er lateral zum Theil unabgrenzbar in den äusseren Kern übergeht. Somit besitzt er auch wohl nicht die besondere Wichtigkeit, die ihm Luys ertheilt. Endlich bedarf meine damals (a. a. O.) für andere Säugetiere ausgesprochene Behauptung, dass die Lamina medullaris externa die anderen Laminae medullares in sich aufnimmt, für den Menschen einer kleinen Correctur. Beim Menschen macht die innerste Lamina medullaris (LMI Fig. 8 etc.), welche

bei anderen Säugetieren undeutlich ist, eine Ausnahme davon, und verliert sich medialwärts in das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels.

Schlussbemerkungen.

Ich habe nun diese eigenthümliche und in ihrer Bedeutung so räthselhafte Hirnregion der Haube mit ihren weitesten Verbindungen nach oben topographisch dargestellt, soweit mir das Studium des Ein-gangs angegebenen Materials ihre Structur zu erkennen erlaubte. Nur ihre untere Fortsetzung in die Oblongata habe ich unberührt gelassen, welche von so vielen ausgezeichneten Forschern (Clarke, Stilling, Dean, Deiters, Meynert, Flechsig etc.) durchge-arbeitet worden und daher viel besser bekannt ist. Wie weit wir nun noch entfernt sind, auch nur einen annähernden Ueberblick des wirklichen Faserverlaufes in dieser Region zu besitzen, erhellt zur Genüge aus dieser Arbeit. Ich bin am aller ersten überzeugt, dass an obiger Darstellung sehr viel zu corrigiren und zu ergänzen übrig bleibt. Dennoch glaube ich, dass der rein anatomische Weg, wenigstens mit den gegenwärtigen Methoden der Untersuchung, uns leider nicht sehr viel tiefer in die Hirnorganisation einzudringen erlauben wird. Ich bedaure sehr, dass ich so viele Resultate anderer Autoren bekämpfen musste, während ich so wenig für das in Abrede Gestellte aufzubauen im Stande war. Dazu zwang mich aber trotz aller Abneigung die übergrosse Masse vorhandener unbegründeter fantasiereicher Angaben.

Kurz will ich noch eine hypothetische Dentung der Haubenge-heile versuchen. Hierbei schliesse ich mich eng den besonders von Deiters klar geäusserten Anschauungen an, die derselbe gewiss, wenn er nicht durch den Tod abgehalten worden wäre, in diesem Sinn weiter zu Tage befördert hätte. Statt, wie Meynert, in der Retina ein Analogon der Hirnrinde, und im oberen Zweihügel ein Hirnganglion zu sehen, ist es gewiss rationeller und natürlicher, in allen Hirnnerven Analogia der Rückenmarksnerven zu erkennen. Sieht man mit Deiters und anderen die crura cerebelli nur als eine fremdartige Einflechtung in die Organisation der Oblongata an, und nimmt man den aus dem Grosshirn direct für sich stammenden Pes pedunculi weg, so bleibt die Gegend des Isthmus, der Haube, so wie die Oblongata, der Haupt-

sache nach als eine freilich modifirte Fortsetzung des Rückenmarkes nach oben vorhanden, wobei selbst die centrale Höhle bekanntlich wieder als *Aquaeductus Sylvii* (dem Centralcanal entsprechend) ringsum eingeschlossen wird. Von dieser Idee geleitet muss man dann die Kerne der Augenmuskelnerven einfach, gleich wie die motorischen medialen Kernsäulen der Oblongata (*Hypoglossus*, *Abducens* etc.), als dem Vorderhorn des Rückenmarkes entsprechend betrachten, während der obere Zweihügel mit dem *Corpus geniculatum externum* als Kern des *Opticus*, gleich wie die mehr sensiblen lateralen Kernsäulen der Oblongata (*Acusticus*, *Vagus* etc.), dem Hinterhorn entsprechen müssen. Der vorderen Commissur entsprechend wären dann zum Theil (in der Nähe der Nervenkerne) die Raphekreuzungen; den Rückenmarksträngen*) für die Hirnnerven entsprechend wären die hinteren Längsbündel und ein Theil der Längsfasern der *Formatio reticularis*. Den Fasern der hinteren Commissur des Rückenmarkes würde die *Commissura posterior Cerebri* mit ihrer Fortsetzung in das Mark des oberen Zweihügels, beide allerdings viel mächtiger als die Rückenmarkscommissur, entsprechen. Der *Opticus* ist aber auch sehr mächtig. Für die vorigen Deutungen scheint die schwache Entwicklung des HL und der *Commissura posterior* beim Maulwurf zu sprechen. Ob der RK mit der unteren Olive (Luys) oder mit anderen Oblongatakernen verglichen werden kann, ist schwer zu sagen; verlockend wäre die Analogie der Bogenfasern der Haube (besonders V. H. Kr., Fig. 23 etc.) mit den *Fibrae arcuatae* der Oblongata. In wie fern jedoch diese Gebilde Beziehungen zum Kleinhirn haben können, ähnlich wie sie Deiters und mit ihm Meynert für die *Fibrae arcuatae* der Oblongata annehmen (mittelbare Verbindung der *Corpora restiformia* mit den Hintersträngen durch die untere Olive) will ich nicht einmal hypothetisch auszusprechen wagen.

In den spitzwinkelig gekreuzten *Fibrae rectae* der Raphe eine der Pyramidenfasern entsprechende Bildung für die höher gelegenen Hirnnerven anzusehen, wie es Meynert thut, hat gewiss manches Bestechende. Ein Vergleich der Raphekreuzungen mit der vorderen Commissur des Rückenmarkes, die auch eine Kreuzung ist, liegt aber noch näher. Wird Beides angenommen, so muss, man als der vorderen Rückenmarkscommissur entsprechend, zum Theil wenigstens, ge-

*, Verbindungsfasern zwischen Nervenkernen nach Deiters, Flechsig u. A., und ausserdem Pyramidenbahn, sowie directe Kleinhirnseitenstrangbahn (Flechsig).

kreuzte Wurzelfasern der Hirnnerven (Fasern aus den Axencylinderfortsätzen der Zellen der Nervenkerne*) annehmen, während vom Kern aus central verlaufende Fasern zum Theil den Pyramidenfasern entsprechen würden; erstere würden nach ihrer Kreuzung der austretenden Nervenwurzel, letztere dem aufwärts gehenden Pes pedunculi sich anschliessen. Die äussere absteigende Quintuswurzel und deren Kern, sowie die fontainenartige Haubenkreuzung Meynert's sind so eigenthümlich, und stehen so sehr allein im Centralorgan da, dass eine Vergleichung derselben mit Rückenmarksgebilden nicht möglich ist. Höchstens liessen sich die Blasenzellen des Quintus mit Zellen peripherer Ganglien vergleichen. In wie fern die Längsfasern der Formatio reticularis der Haube als unmittelbare oder nur als mittelbare (durch Zellen unterbrochene) Fortsetzung der Rückenmarkstränge, wie es Deiters und zum Theil Flechsig für diejenigen der Oblongata wollen, zu betrachten sind, ist eine kaum lösbarer Frage. Jedenfalls sind mir solche Gründe beider genannten Autoren, wie die Verkleinerung des Faserkalibers (Deiters) und das etwas ungleichzeitige markig werden beim Foetus (Flechsig) durchaus keine genügenden Beweise eines nur mittelbaren Zusammenhangs.

Der Nervus olfactorius lässt sich auch in dieses Schema nicht einreihen, wenigstens erlauben es unsere Kenntnisse seiner Verbindungen noch nicht. Höchstens liesse sich an Faserverbindungen mit der Haubenregion durch die Regio subthalamica denken. Am Thalamus hört eben nach oben zu jede Analogie mit dem Rückenmark auf. Das centrale Höhlengrau des III. Ventrikels bildet, wenn man will, mit der Regio subthalamica den oberen Abschluss**) des in's Gehirn verlängerten Rückenmarkes. — Ueber die physiologische Deutung der grauen Substanz der Hanbe, des Thalamus, des unteren Zweihügelganglions mit dem C. gen. int., des Luys'schen Körpers, der Substantia ferruginea und der Substantia nigra, des Meynert'schen Bündels mit seinen Ursprungsganglien, der verschiedenen Schleifen, der ganzen Regio subthalamica, der Substantia innominata und sogar des Bindearmes

*, Vergl. die Arbeit von Dr. Mayser: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Baues des Kaninchenrückenmarks. Inaugural Dissertation der Univ. München 1877 (erscheint demnächst). Verf. findet, dass die vorderen Wurzeln aus den Axencylinderfortsätzen der grossen Nervenzellen des Vorderhorns stammen, und zwar zum Theil direct aus derselben Seite, zum Theil gekreuzt, aus der anderen Seite, durch die vordere Commissur.

**) Bouton terminal de l'axe von Gratiolet (a. a. O.); eigentlich ist die Commissura mollis damit gemeint.

erlaube ich mir hier kein Wort zu äussern, da ich höchstens Hypothesen Anderer wiederholen, oder unnütze neue Vermuthungen vorbringen könnte.

Zum Schluss glaube ich behaupten zu können, dass das Meynert'sche Schema der drei Projectionssysteme, was die Haubenbahn betrifft, nur eine geistreiche, aber durch nichts erwiesene Hypothese ist. Einige derselben sogar direct widersprechende Facta haben wir gefunden. Z. B. muss die Dentung des oberen Zweihügels als sogen. oberes Zweihügelganglion und als Ganglion der Haube mit Faserantheilen zum Grosshirn und zum Rückenmark fallen. Dasselbe gilt wohl vom Ganglion habenulae. Andere Meynert'sche Ansichten sind, obwohl nicht direct abweisbar, weil im Dunkel sich bewegend, doch kaum haltbar. Z. B. die Stellung der Substantia nigra zur Seite des Corpus striatum als Ganglion des Fusses, und diejenige eines vermeintlichen Ganglion der Hirnschenkelschlinge zur Seite des Thalamus opticus als Ganglion der Haube.

Es sei noch hinzugefügt, dass ich dem Herrn Prof. v. Gudden für die Erlaubniss zur Mittheilung einiger wichtigen, von ihm seit langer Zeit bekannten aber noch nicht publicirten Thatsachen, sowie für seine sonstige freundliche Unterstützung sehr zu Dank verpflichtet bin. In Bezug auf genannte Angaben habe ich mich übrigens auf das zum Verständniss der Haube unumgänglich Nothwendige beschränkt.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. VII, VIII, IX.)

Durchgehende Bezeichnungen in allen Figuren
ausser Fig. 24 und 26:

VII = Knie der Wurzel des Nerv. facialis.

VI = Wurzeln des Nerv. abducens.

trap. = Corpus trapezoides der Oblongata.

Schleifenschicht = Schleifenschicht von Reichert; oben wird nur noch deren Hauptabtheilung so bezeichnet.

v.m.a. = Velum medullare anterius (Hirnklappe).

Pyr. = Pyramide der Oblongata.

BrA = Brückenarm (crus cerebelli ad pontem).

MF = Formatio reticularis der Haube (motorisches Feld von Meynert).

HL = Hinteres Längsbündel der Haube von Meynert.

BA = Bindearm (crus cerebelli ad corpora quadrigemina).

unt. Schleife = Untere Schleife (Schleife aus dem Ganglion des unteren Zwei-hügels und aus dem Velum medullare anterius).

4 V = Vierter Ventrikel.

S.ferr. = Substantia ferruginea (deren dunkelbraune Pigmentzellen).

IV = Wurzel des Nerv. trochlearis.

IV' = Dieselbe nahe an ihrem Ursprungskern in Fig. 27.

IVKern = Ursprungskern des Nerv. trochlearis.

Qdg. post. = Ganglion des unteren Zwei Hügels.

Pons = Pons Varolii.

Br. Qdg. post. = Arm des unteren Zwei Hügels.

ob. Schleife = Obere Schleife, aus dem lateralen Theil der Schleifenschicht bestehend und zugleich den oberen Theil des Lemniscus der alten Autoren bildend.

Tl. M. Qdg. ant. = Tiefliegendes Mark des oberen Zwei Hügels.

Tl. G. Qdg. ant. = Tiefliegende graue Substanz des oberen Zwei Hügels. Sie geht lateralwärts über in die Haube und in das Corpus geniculatum internum.

To Qdg. ant. = Faserantheil des Tractus opticus direct zum oberen Zwei Hügel oder oberflächliches (dorsales) Mark des oberen Zwei Hügels.

R. Qdg. ant = Oberflächliche (dorsale) Rindenschicht des oberen Zwei Hügels.

α = In Fig. 2 und 23 Fasern, welche von der tiefliegenden grauen Substanz des oberen Zwei Hügels zur Gegend der oberen Schleife oder des Armes des unteren Zwei Hügels verlaufen, und welche Meynert als Schleife aus dem oberen Zwei Hügel bezeichnet.

Höl. = Centrales Höhlengrau um die verschiedenen Hirnhöhlen.

Aqd. Sylv. = Aquaeductus Sylvii.

Pulv. = Pulvinar des Thalamus opticus.

C.G.int. = Corpus geniculatum internum (mediale von Henle).

C.G.ext. = Corpus geniculatum externum (laterale von Henle).

P = Pes pedunculi (Hirnschenkelfuß, Pedunculus vieler Autoren).

G.hab. = Ganglion habenulae von Meynert.

Hbd. = Meynert'sches Bündel (Haubenbündel des Ganglion habenulae von Meynert).

CP = Commissura posterior cerebri. In Fig. 3 erscheint sie doppelt, weil sie in ihrer S-förmigen Biegung zweimal getroffen wurde. Die Lücke zwischen beiden Abtheilungen entspricht der nach unten offenen Tasche, welche die Commissura posterior bildet.

III Kern = Ursprungskern des Nerv. oculomotorius.

III = Wurzeln des Nerv. oculomotorius.

R K = Rother Kern der Haube von Burdach.

L.p.p. = Lamina perforata posterior (auch Substantia perforata posterior genannt).

G.L.p.p. = Ganglion interpedunculare von Gudden, oder Ganglion der Lamina perf. posterior (bei Thieren, Fig. 23 und 27).

Zb St. = Zirbelstreif (Zirbelstiela, Habenula etc.) und dessen Fortsetzung nach oben (Taenia thalami optici von Henle).

St.C. = Stria cornea (Hornstreif, Taenia semicircularis etc.).

N.C. = Nucleus caudatus von Arnold (Corpus striatum intraventriculare).

Li. = Nucleus lenticularis, Linsenkern (Corpus striatum extraventriculare).

Li₁, Li₂, Li₃ = Medialer, mittlerer und lateraler Kern des Linsenkernes.

L.M.Li = Laminae medullares des Linsenkernes.

ant. = Oberer Kern des Thalamus opticus von Burdach (centre antérieur von Luys).

inn. = Innerer Kern des Thalamus von Burdach (centre moyen von Luys).

äuss. = Äusserer Kern des Thalamus von Burdach.

méd. = Centre médian des Thalamus von Luys.

Nig. = Substantia nigra oder Soemmeringi. Die Gruppierung der schwarzen Pigmentzellen ist mit Hilfe schwarzer Punkte in den Figuren angedeutet.

H.Fasc. = Haubenfascikeln, in Fig. 23.

a. abst. VK = Ursprungskern der äusseren absteigenden Wurzel des Nerv. Trigeminus von Meynert (rundliche, blasige, grosse Zellen um das centrale Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii), Zellen schwarz gezeichnet in Fig. 23.

a. abst. VW = Äussere absteigende Wurzel des Nerv. Trigeminus von Meynert. In Fig. 23, quer geschnitten.

FHKr = Fontainenartige (dorsale) Haubenkreuzung von Meynert (zentrale Quintusfasern nach Meynert).

VH Kr = Grosse ventrale Haubenkreuzung zwischen beiden Rothen Kernen.

Z in Fig. 23 = ein Feld schräg geschnittener Bündel, in welche die Fasern der ventralen Haubenkreuzung übergehen.

a in Fig. 23 = Bündel aus der Gegend des Corpus mammillare (Haubenbündel aus dem Corpus mammillare nach Meynert).

To = Tractus opticus.

C.G. ext. To = Uebergang des Tractus opticus in und um das Corpus geniculatum externum.

BATH = Mächtiges Faserbündel, das, aus dem Rothen Kerne der Haube und aus dessen Faserumhüllung kommend, auf-, lateral- und dorsalwärts zum ventralen Theile des Thalamus opticus, zur Gitterschicht, zur Lamina medullaris externa etc. zieht, wo seine Fasern dann sich mit anderen so verweben, dass ihre Richtung nicht mehr verfolgbar ist.

η in Fig. 5 = Ein Faserzug aus dem Stabkranz, welcher möglicherweise mit dem vorigen Bündel zusammenhängt, möglicherweise aber auch von den Resten des Armes des unteren Zweihügels, oder der oberen Schleife, oder anderswo herkommt.

Vasc. = Gefäßlöcher der Lamina perforata posterior über dem Foramen caecum anterius.

3 V = Dritter Ventrikel.

γ in Fig. 6 = Mediale kurze Querfaserzüge dicht über dem Foramen caecum anterius; durch andere ähnliche in Fig. 7 ventralwärts fortgesetzt.

S.V. = Seitenventrikel.

Zon. inc. = Zona incerta der Regio subthalamica. Sie wird durch das Bündel H₂ (Fig. 14 u. a.) in zwei Abtheilungen getheilt.

For. C. A. = Foramen caecum anterius der Varolsbrücke.

Sp = Luys'scher Körper (Bandelette accessoire de l'olive supérieure von Luys).

L M I = Innerste Lamina medullaris des Thalamus (den inneren Kern des selben lateral und ventral begrenzend).

L M M = Mittlere Laminae medullares des Thalamus.

L. M. Ex. = Lamina medullaris externa (zwischen Thalamus und Gitterschicht liegend; vielleicht Lamina cornea der alten Autoren).

C. R. = Corona radiata (Stabkranz).

I. K. = Innere Kapsel (Capsula interna).

H = Dorsales Mark der Regio subthalamica, im Text meist „Feld H“ genannt.

H₁ = Feld H₁, dorsale Abtheilung aus dem Feld H. Geht in den Thalamus über.

H₂ = Feld H₂, ventrale Abtheilung aus dem Feld H (hint. Längsb. v. Meynert). Geht in die Substantia innominata und in den Pes pedunculi über.

y in Fig. 11. = Eine dünne kleine Commissur (Kreuzung?) dicht ventral von der unteren Abtheilung des III. Ventrikels beim Menschen. Nur in wenigen Querschnitten der Reihe sichtbar.

St. z. = Stratum zonale des Thalamus (Gürtelschicht).

Gitt. = Gitterschicht (Stratum reticulatum).

U. V. = Unterhorn des Seitenventrikels.

Ah. = Ammonshorn (Hippocampus, Pes hippocampi major).

Am. = Amygdala von Burdach (Nucleus amygdalae, Mandelkern).

F. Vc. = Vicq d'Azyr'sches Bündel (radix descendens fornici, absteigende Fornixwurzel von Burdach und den anderen Autoren; aufsteigender Gewölbchenkel von Meynert; faisceau de Vicq d'Azyr von Luys).

CM = Commissura media (Commissura mollis).

CAF = Columna anterior fornici und deren Fortsetzung bis an das Corpus mammillare (Radix ascendens fornici, aufsteigende Gewölbwurzel, aufsteigender Gewölbchenkel von Burdach und den anderen Autoren; absteigender Gewölbchenkel von Meynert; von Luys mit Recht einfach als Fortsetzung der vorderen Säule des Gewölbes betrachtet).

Mam = Corpus, seu tuberculum, seu eminentia mammillaris, seu candidans etc. etc. (Markhügelchen oder Markkügelchen).

AK = Capsula externa (äussere Kapsel).

Cl = Claustrum (Vormauer).

CA = Commissura anterior cerebri. In Fig. 14 strahlt sie in den Schläfenlappen der Hemisphäre ein.

R, R' = Rinde des Grossen Gehirnes (Cortex cerebri).

IR = Rinde der Insula von Reil (Inselrinde).

Operc. = Rinde des Operculum oder des Klappdeckels.

M = Mark der Grosshirnhemisphäre.

Inf. = Infundibulum (Trichter).

H. Schl = Substantia innominata von Reil (Hirnschenkelschlinge von Meynert, nicht von Gratiolet).

Li Schl = Linsenkernschlinge von Meynert (dorsale oder erste Schicht der Subst. innominata).

G.H.Schl = Stelle des angebl. Ganglion der Hirnschenkelschlinge von Meynert (zweite Schicht der Subst. innominata).

U Th St = Stelle des sog. unteren Stieles des Thalamus von Meynert (dritte Schicht der Subst. innominata).

Stz. Schl = Ventrale oder vierte Schicht der Subst. innominata nach Meynert; geht nach ihm in das Stratum zonale des Thalamus.

Th St = Faserzüge ventral vom Thalamus, welche den angebl. Thalamus-Stielen Meynert's entsprechen dürften.

C. ob. Opt = Commissur im centralen Höhlengrau dorsal vom Opticus (von Meynert entdeckt).

X in Fig. 18 = Fasern aus dem Tuber cinereum zum Markfelde H₂ (zum Hinteren Längsbündel nach Meynert).

Am. Cl = Verbindungskerne grauer Substanz zwischen Amygdala und Claustrum.

A K H L in Fig. 19 = Sehr dünne Marklamelle, welche zwischen Commissura anterior und Linsenkern verlaufend zur Capsula externa geht, und allein die vermeintliche Verbindung des angebl. Ganglion der Hirnschenkelschlinge mit der Rinde des Operculum (nach Meynert) vermitteln könnte.

Anast. = Anastomose der grauen Substanz des Nucl. caudatus mit der des Linsenkernes durch die innere Kapsel hindurch.

B.o.G. = Basales Opticus Ganglion (sogenanntes).

Chiasma = Chiasma nervorum opticorum.

Tub. cin. = Tuber cinereum.

Fig. 1 bis 22 (Mensch).

Aus einer Reihe frontaler mit Carmin gefärbter Querschnitte durch ein ganzes mit Alkohol und später mit doppelchromsaurem Kali gehärtetes menschliches Gehirn. Es ist durchschnittlich von jedem zehnten Schnitte die Mitte (der Stammtheil) oder nur die eine Hälfte derselben mehr oder weniger vollständig in Naturgrösse, aber mit Hilfe der Lupe gezeichnet worden. Einige Figuren (13 z. B.) beschränken sich fast auf die Regio subthalamica. Die Intervalle zwischen den gezeichneten Schnitten sind je nach dem Bedürfnisse sehr verschieden gross, und damit man sich dieselben vorstellen kann, habe ich in Klammer zu jeder Figur die Nummer des Schnittes aus der Schnitreihe hinzugefügt. Diese Reihe besteht aus 708 Schnitten, fängt am vorderen Ende des Balkens an und endigt erst im Hinterhaupts-Lappen; daher hat Fig. 1 (unterster von den gezeichneten Schnitten) die höchste Nummer (436). Der Schnitt in Fig. 1 ist vom unteren Zweihügelganglion durch die Austrittsstelle des Nervus Trochlearis zur Stelle des Eintrittes der Pyramide in den Pons Varolii geführt. Von da aus folgen sich die Figuren in einander parallelen Ebenen (das Gehirn in seiner normalen Stellung gedacht) nach oben. Der Schnitt der Fig. 2 ist sehr entfernt von dem der Fig. 1; er geht durch den oberen Zweihügel. Der Schnitt der Fig. 3 ist auch noch ziemlich weit von dem der Fig. 2; er geht durch die hintere

Commissur. Die übrigen gezeichneten Schnitte sind alle einander näher, und der letzte (Fig. 22, Schnitt No. 210) ist durch den vordersten Abschnitt des III. Ventrikels und durch das Chiasma geführt.

Fig. 23 (Hund).

Linke Hälfte eines Querschnittes des Hirnstamms vom Hunde, etwa durch die Mitte der Höhe des oberen Zweihügels geführt, sechs Mal vergrössert, und mit Hülfe der Lupe und des Microscopes gezeichnet. Der unterste Theil des Corpus geniculatum internum, da, wo es anfängt sich (im Querschnitte betrachtet) von der Haube abzuschnüren, ist gerade noch getroffen. Die obere Schleife fängt an sich von dem dorsalwärts strebenden medialen Theil der Schleifenschicht zu trennen. Dieser Schnitt gehört (als No. 471) einer in der Pyramidenkreuzung anfangenden, mit Carmin gefärbten Querschnittenreihe durch ein mit reinem doppeltchromsaurem Kali gehärtetes Hundehirn.

Fig. 24 (Kaninchen).

Grosse, blasige, zellige Gebilde aus dem centralen Höhlengrau des III. Ventrikels eines Kaninchens. Aus einem Schnittpräparate; Färbung und Härtung wie beim Schnitte der Fig. 23. Vergrösserung: Hartnack Syst. VII, Oc. 3.

a — concave, plattgedrückte Kerne im Rande der Blase (Bindegewebskerne).

b — Kern des basig-zelligen Gebildes mit grossem Kernkörper (wie die Kerne der Ganglienzellen).

c c' — Körner des Hirnparenchym's, das eine (c) befindet sich in der Lücke einer Blase.

d — Unförmliches zartes Protoplasma um den Kern der blasig-zelligen Gebilde. Hier sieht man, dass der scharfe Saum der Blase keine Zellmembran ist, da er mit dem Hirnparenchym am Ende des Präparates abreisst.

e — Parenchym oder Grundsubstanz des centralen Höhlengraues zwischen den Blasen.

f — Lücke der Blasen (mit Lymphe gefüllt??).

Fig. 25 (Mensch).

Isolierte Nervenzelle des Luys'schen Körpers. Zupfpräparat nach Maceration in verdünnter Chromsäure. Zuerst mit etwa 460facher Vergrösserung gezeichnet, dann vier Mal verkleinert.

Fig. 26 (Mensch).

Aus einem Carminschnitte durch den Luys'schen Körper. Vergrösserung Hartnack System VII, Oc. 2. — Die Färbung der Nervenzellen (ihrer Fortsätze) ist ziemlich dürftig, gelingt aber überhaupt in dieser Gegend schwer.

N — Nervenzellen.

G — Gefässnetz.

F — Lockere, ungeordnete Bündel feinster Nervenfasern.

K — kleinere Körner.

K' — grössere Körner.

Fig. 27 (Kaninchen).

Stammtheil eines sagittalen Längsschnittes des Kaninchengehirnes (Nr. 141 einer Schnittreihe). Härtung und Färbung wie beim Schnitte der Fig. 23. Vergrösserung: 4 Mal.

Fig. 28 (Hund).

Eine mittelgrosse Zelle vom Rothen Kern der Haube, aus einem Carminpräparat (Querschnitt Nr. 504) derselben Schnittreihe des Hundehirnes wie Fig. 23. Aus der Zelle geht ein sehr deutlicher Axencylinderfortsatz gegen die Mittellinie zu und wandelt sich in eine markhaltige Faser (mit 2 hellen Rändern = Markscheide) um, die schliesslich abgeschnitten aufhört. Die Verhältnisse der Zelle und des Axencylinderfortsatzes sind genau mit dem Micrometer gemessen. Vergrösserung: Hartnack Syst. VII Ocul. 3.

Bemerkung zu den Abbildungen.

Die Fig. 24, 25, 26 und 28 sind histologisch. Dagegen sind die Fig. 1 bis 23 und Fig. 27 topographische, macroscopische Abbildungen, sind aber möglichst naturgetreu nach den durchsichtigen Schnittpräparaten gezeichnet worden. Die graue Substanz wurde weiss gelassen, die Faserung, je dichter und markhaltiger, desto dunkler gezeichnet. Querschnitte von Faserbündeln und von diffusen Faserzügen habe ich stets rundlich beziehungsweise punktförmig, Längsschnitte linienförmig, Schrägschnitte gebrochen linienförmig (kürzer oder länger je nachdem) gezeichnet.

Einige Zellengruppen sind durch schwarze Punkte angedeutet, jedoch so, dass nicht jeder Punkt einer Zelle, sondern nur die Gruppierung der Punkte im Ganzen der Zellen entspricht; auch die Grösse der Punkte ist nicht der Zellen proportional. Es sind dies die Zellen der Substantia Ferruginea (s. Ferr.), die Zellen der Substantia nigra (Nig.), die Zellenkerne des Oculomotorius und des Trochlearis (III. Kern, IV. Kern), und in Fig. 27 der Rothe Kern der Haube (R.K.), sowie eine Zellenanhäufung dorsal von der Schleifenschicht, ohne Bezeichnung. In Fig. 23 entsprechen die grösseren und kleineren schwarzen Punkte des Rothen Kernes und des Kernes der absteigenden Quintus-Wurzel nahezu genau der Zahl, Grösse und Anordnung, sogar der Form der Zellen in der Wirklichkeit. Es ist selbstverständlich, dass jede

Linie einer Nervenfaser nicht entsprechen kann; ein Vergleich mit der microscopischen Figur 26 beweist es zur Genüge. Es sollen die Figuren nur die topographischen Verhältnisse, die wahrnehmbare allgemeine Richtung der Faserzüge und Bündel, sowie deren relative Dichtigkeit möglichst richtig wiedergeben. Wer darin einzelne Fasern verfolgen wollte, würde sich irren.

Um die Abbildungen 1 bis 22 nicht allzu stark mit Bezeichnungen zu belasten, sind die Gebilde, die in mehreren der sich folgenden Figuren unverändert oder nur wenig verändert an derselben Stelle wieder vorkommen, nicht jedes Mal wieder bezeichnet worden. Zum Beispiel ist die Stria cornea in Fig. 6 mit St. C. bezeichnet. In den Figuren 7, 8, 9 findet man dieselbe an derselben Stelle, aber ohne Bezeichnung. In Fig. 10 ist sie wieder mit St. C. bezeichnet u. s. f. Dagegen ist das rasch sich ändernde Meyner'sche Bündel, da, wo es vorkommt, in jeder Figur mit Hbd. bezeichnet (Fig. 4—9).

