

Untersuchungen über die
Leitungsbahnen des Truncus cerebri
und ihren Zusammenhang
mit denen der Medulla spinalis und des Cortex cerebri.

Von

M. Lewandowsky.

Mit Tafel XI—XXIII.
(Tafel I—XIII.)

I. Einleitung. Methode.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Leitungsbahnen des *Truncus cerebri* — *Rhombencephalon*, *Mesencephalon*, *Diencephalon* — und ihren Zusammenhang mit den Bahnen der *Medulla spinalis* einerseits und des *Cortex cerebri* andererseits.

Die Arbeit stützt sich auf ein einheitliches Material, auf 40 lückenlose Serien durch Gehirne experimentell vorbehandelter Tiere, die mit der MARCHSchen Osmiummethode behandelt wurden. Sie sucht also eine Einsicht in den Verlauf der Leitungsbahnen durch die Darstellung der nach experimentellen Eingriffen im Tiergehirn eintretenden Degenerationen zu erreichen.

In der ausschließlichen Bearbeitung eines solchen experimentell gewonnenen Materials liegt von vornherein eine gewisse Beschränkung, erstens was das Material selbst, zweitens was die Bedeutung der an ihm gewonnenen Resultate anlangt.

Indem wir uns auf die Untersuchung tierischer Gehirne, und zwar im wesentlichen solcher von Hunden und Katzen beschränkten, verzichteten wir ganz auf menschliches Material, das in der erforderlichen Menge und Vorbereitung ja gar nicht zu beschaffen ist. Es wird dieser Punkt gerade für eine Bearbeitung des *Truncus cerebri* als kein allzu schwerwiegender Nachteil erscheinen, da der menschliche *Truncus cerebri* sich fast nirgends anders als quantitativ von dem der höheren Säuger unterscheiden möchte.

Zweitens beschränkt sich die MARCHSche Methode auf die Verfolgung langer Bahnen; jedenfalls entgeht eine Reihe kurzer Bahnen der Darstellung, und es wird manche Lücke in diesen Bahnen durch die Ergebnisse anderer Methoden ausgefüllt werden müssen. Auch den Zellursprung der längeren Bahnen werden wir mit Sicherheit nur da bestimmen können, wo die Ursprungszellen einer Bahn isoliert der Verletzung zugänglich sind. Wo, wie in der *Formatio reticularis*, Zellen verschiedener Wertigkeit sich räumlich mischen, wird zu genauerer Ermittlung vielleicht die NISSLSche Methode später verwertet werden können.

Für die Verfolgung geschlossener langer Bahnen aber ist die MARCHSche Methode souverän, fehlerfreie Technik und eine gewisse Übung in der Beurteilung der Präparate vorausgesetzt.

Die von mir angewandte Technik ist folgende: Das operierte Tier wird 2—3 Wochen nach der Operation getötet. Das dem frisch toten Tiere entnommene Gehirn kommt auf 24 Stunden in eine 10-proz. Formollösung. Dann wird es mit dem Rasiermesser in 2—3 mm dicke planparallele Scheiben zerlegt, die für 8 Tage bis 4 Wochen in oft gewechselte MÜLLERSche Lösung übertragen werden. Diese Scheiben werden dann für 8—12 Tage in der üblichen Mischung von zwei Teilen MÜLLERScher Lösung und einem Teil 1-proz. Osmiumlösung an Fäden aufgehängt und in dieser Mischung ab und zu etwas bewegt. Auf den *Truncus cerebri* einer Katze vom oralen Ende des *Thalamus* bis zur *Med. cervicalis* (ohne *Hemisphaerium*) hat man 300 ccm Flüssigkeit, d. i. 1 g Osmiumsäure zu rechnen. Dann werden die Stücke 1—3 Tage in

Wasser ausgewaschen, 1–2 Tage in absolutem Alkohol gehalten, mit Kollodium auf Kork aufgeklebt, dürfen dann aber nicht länger als höchstens 48 Stunden in 80-proz. Alkohol verbleiben und werden uneingebettet geschnitten. Große Stücke oder solche, die leicht auseinanderfallen, z. B. *Cerebellum*, müssen Schnitt für Schnitt mit Kollodium überzogen werden. Aus 95-proz. Alkohol kommen die Schnitte in Karbolxylool und werden alsbald ohne Deckglas montiert.

Die Vermeidung der Celloidineinbettung und die Montierung ohne Deckglas sind nötig, um die Auflösung der feinsten Schollen im Aether und Xylool zu vermeiden. Sind einmal die Stücke zu schwarz geworden, so soll man sie am besten wegwerfen, jedenfalls nicht nach PAL differenzieren. Die Osmierung der Schnitte, anstatt der Stücke nach RAIMANN¹⁾ ist für unsere Zwecke unbrauchbar.

Darüber, daß unter allen Umständen lückenlose Serien angefertigt werden müssen, sollte eigentlich kein Wort mehr verloren werden brauchen. Sowohl die Verfolgung einer Degeneration, wie die Bestimmung der Verletzung kann nur durch die lückenlose Serie gesichert werden. Nicht selten kommt es vor, daß wir Erweichungsherde fern von der eigentlichen Verletzung finden, die uns erst einzelne Degenerationen erklären. Zu unterscheiden davon und zu betonen ist die Tatsache, daß — besonders größeren — Verletzungen dicht benachbarte graue Massen so geschädigt werden können, daß die in ihnen entspringenden Fasern degenerieren.

Tadellose Präparate zeigen die tiefschwarzen Schollen auf leuchtend gelbem Grund, und unter ihnen so gut wie gar keine Schwarzfärbungen normaler Fasern. Freilich soll man sich die MARCHI-Präparate nicht mit allzu starken Vergrößerungen ansehen, eine solche von 50–80 lin. genügt vollkommen. Denn — darüber muß man sich klar sein — es handelt sich bei der MARCHISCHEN Methode im allgemeinen um die Darstellung von Massenbildern. Eine Scholle macht noch keine Degeneration, trotzdem es oft genug gelingt, auf einem Schnitt eine längsgetroffene einzelne Faser auf größere Strecken zu verfolgen. Hält man sich an die Regel, nur die Degeneration als erwiesen anzusehen, die man aus der Verletzung wirklich ableiten kann, so ist die Möglichkeit eines Irrtumes durch Verwechslung mit Schwärzungen normaler Fasern minimal²⁾. Ganz falsch ist die Angabe, nur die größeren Schollen wären echte Degenerationsprodukte. Gerade die kleinsten Schollen sind als Ausdruck der Aufsplitterung von größter Wichtigkeit und die großen ebenso oft Kunstprodukte wie die kleinen. Etwas Erfahrung und Urteil erfordert die MARCHISCHE Methode freilich, aber welche Methode täte das nicht! Kennt man seine Technik, wird man die darin liegende Gefahr fast sicher vermeiden³⁾.

Die MARCHISCHE Methode ist die feinste und fast ideale Methode zur Verfolgung geschlossener langer Bahnen, von ihrem Ursprung bis zu ihrer Aufsplitterung. Ueber die nächste Zelle hinaus läßt sich die Degeneration niemals verfolgen⁴⁾. In diesem Rahmen freilich hat die Methode eine Schwäche, die, wenn auch schon von früheren Autoren (BREGMANN⁵⁾ u. a.) hervorgehoben, lange Zeit völlig vernachlässigt, ja teilweise geleugnet wurde, bis vor kurzem VAN GEHUCHTEN⁶⁾ und ich selbst⁷⁾ wieder darauf aufmerksam gemacht haben: Die MARCHISCHE Degeneration zeigt nicht nur — und zwar immer — die eigentliche WALLERSCHE

1) Neur. Centralbl., XX, 1901, p. 608.

2) Vergl. auch die von C. u. O. Vogt gegebenen Regeln (Neurobiol. Arbeiten, 1902, I, p. 108.)

3) Daß Schwärzungen normaler Fasern sehr häufig in den Wurzeln peripherer Nerven vorkommen, ist bekannt. Auch die schwarzen Schollen in Kommissurenfasern sind mit besonderem Mißtrauen zu betrachten.

4) Die Resultate von BRAEUNIG (Arch. f. Physiol., 1903), der nach Durchschneidung hinterer Wurzeln Degenerationen in den vorderen gesehen hat, kann ich nur auf die direkte Schädigung dieser vorderen Wurzeln, bez. des Markes zurückführen und muß die Tatsache auf Grund von Versuchen an der zweiten Cervikalwurzel der Katze and am sensibeln Trigenus des Kaninchens entschieden bestreiten.

5) OBERSTEINERS Arbeiten, I, 1892.

6) Névraxe, V, 1903, p. 1.

7) Journ. f. Psych. u. Neurol, 1903, Hft. 1.

(cellulifugale) Degeneration an, sondern sie gibt in einer Anzahl von Fällen auch die **retrograde Degeneration** in der Richtung zur Ursprungszelle der Faser. VAN GEUCHTEN erklärt (wohl mit Recht) diese Degeneration als Folge der Atrophie der Ursprungszelle und nennt sie demnach indirekte WALLERSche Degeneration. Ich bleibe bei dem eingebürgerten und vom rein anatomischen Standpunkt ja auch richtigen Namen der retrograden Degeneration. Es ist nun in der Tat für das Verständnis der anatomischen Aufbaue von größter Wichtigkeit, bei jeder Serie sich die Frage vorzulegen und zu beantworten, ob für dieses oder jenes Fasersystem, das schwarze Schollen zeigt, nicht die Möglichkeit einer retrograden Degeneration vorliegt, oder ob in einem Faserbündel zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Fasersysteme vorhanden sind. Die Beantwortung dieser Frage setzt natürlich die nur an einem umfangreichen Material zu erwerbende Kenntnis darüber voraus, ob denn ein Faserbündel überhaupt auch in der der einmal beobachteten entgegengesetzten Richtung degenerieren könne. Denn es gibt eine ganze Reihe von Faserbündeln, welche nach einer Zeit von 2–3 Wochen, die für unser Material allein in Betracht kommt, sicherlich nur in einer Richtung degenerieren, wie z. B. die *Pyramiden*¹⁾.

Für die Erkennung einer retrograden Degeneration legt VAN GEUCHTEN den ganzen Wert auf das spätere Einsetzen derselben. Es ist mir aber zweifellos, daß schon nach 14 Tagen sich Zeichen retrograder Degeneration in manchen Bündeln geltend machen können. Auch tritt die retrograde Degeneration im allgemeinen um so schneller ein, je näher der Ursprungszelle die Fasern durchschnitten sind. Ich habe ferner darauf aufmerksam gemacht, daß die Körnchen der retrograden Degeneration in vielen Fällen erheblich feiner sind, als die der cellulifugalen in denselben Fasern. Auch sind sie häufig spärlicher, reihen sich nicht so eng aneinander, wie bei cellulifugaler Degeneration. Dabei zeigt nun gerade das Ursprungsgrau dieser Fasern manchmal ganz überraschend reichliche Körnelung, so daß es geradezu Schwierigkeiten machen kann, die Degeneration rückwärts in die Zelle zu verfolgen. Es scheint gerade der Ansatzpunkt der Faser an die Zelle einen locus minoris resistentiae zu bilden, während ich in der Faser selbst ein zentrifugales Fortschreiten der Degeneration nicht erkennen kann. In anderen Fällen aber treffen die erwähnten Merkmale nicht zu, insbesondere ist das Kaliber der retrograden und der cellulifugalen Degeneration das gleiche. Dann führt gewöhnlich die Betrachtung der Endigung zum Ziel. Die Markscheide nämlich splittert sich an dem cellulidistalen Ende der Faser in eine große Anzahl feinsten Aestchen auf, die vielleicht die Bekleidung von Kollateralen bilden, und die im MARCHI-Präparat, wenn sie reichlich sind, wie feiner Kohlenstaub erscheinen, aber auch sonst sich durch ihr geringeres Kaliber von der Grundfaser unterscheiden²⁾. Die retrograde degenerierte Faser zeigt bis zu ihrer Ursprungszelle überall gleichmäßig große Schollen. Wir werden jedenfalls in einer Anzahl von einzelnen Fällen auf Grund der histologischen Bilder die Möglichkeit einer retrograden Degeneration zu erwägen haben.

Die Arbeit zerfällt in drei Teile. Der erste enthält eine objektive Beschreibung von Querschnitten ausgewählter Serien. In der Anzahl der Abbildungen habe ich mich — schon wegen der erheblichen Kosten — aufs äußerste beschränkt. Sie dürften jedoch genügen, um die aus bestimmten Verletzungen hervorgehenden Degenerationen topographisch genau zu demonstrieren.

1) Dabei ist natürlich abzusehen von denjenigen schwarzen Schollen, die sich ganz in der Nähe der Verletzung auch im zentralen Stumpf jeder durchschnittenen Bahn finden. Es handelt sich bei der retrograden Degeneration um eine Degeneration bis zur Ursprungszelle.

2) Davon, daß man die Endigungen der Kollateralen an den Zellen mit der MARCHISchen Methode als degeneriert nachweisen könne, wie KELLER (Arch. f. Anat., 1901, p. 177) behauptet, kann schon deswegen keine Rede sein, weil die letzten Endigungen gar keine Markscheide mehr besitzen.

Trotz vieler Versuche hat es sich als unmöglich erwiesen, die schwarzen Schollen der MARCHISCHEN Präparate bei der durch die Rücksicht auf den Raum gebotenen schwachen Vergrößerung (meist 11fach) direkt zu photographieren. Die Feinheiten gingen immer verloren. Es wurden daher von den auf nassem Wege hergestellten Negativplatten entweder Diapositive oder Kopien auf Eisenblaupapier¹⁾ hergestellt, in die ich an der Hand der mikroskopischen Präparate die einzelnen Schollen mit schwarzer Tusche eintrug, bez. die sichtbaren Punkte verstärkte. Es sind daher insbesondere die feinen Degenerationen etwas grob ausgefallen. Ich stehe jedoch für eine möglichst genaue Einzeichnung der Degenerationen in das durch die Photographie gegebene Strukturbild, ein Ziel, das in keiner der mir bekannten Arbeiten auch nur annähernd erreicht ist. Was die Photographie bei einfachen Verhältnissen, selbst bei schwacher Vergrößerung, erreichen kann, zeigt die Serie V, Taf. VII, die ganz ohne Retouche hergestellt ist. Wie ausgezeichnete Resultate bei stärkerer Vergrößerung (28-fach) zu erzielen sind, zeigt die Fig. 43, Taf. XIII. Feinheiten, wie die genauere Lokalisation der Aufsplitterungen, bringt allerdings die Photographie auch bei noch stärkerer Vergrößerung nicht in befriedigender Weise heraus. Mit Ausnahme der genannten Figuren wurden dann die retouchierten Bilder zum zweiten Mal photographiert (wiederum auf dem Wege des nassen Verfahrens) und durch Lichtdruck vervielfältigt. Ist aber auch eine objektive Wiedergabe der Befunde im allgemeinen nicht erreicht, so hoffe ich doch, daß die Topographie der Degeneration durch die Abbildungen und die Beschreibung der einzelnen Schnitte in dem Maße klargestellt ist, daß eben durch die Abbildungen für andere Autoren ein wissenschaftlich verwertbares Vergleichsmaterial geschaffen worden ist. Der wissenschaftliche Eigenwert einer Arbeit beruht freilich nicht auf der Anzahl und Güte der Abbildungen, sondern auf der Richtigkeit der Beobachtung.

Frau L. BOSSE und Frl. G. ROHDE spreche ich für ihre Mühewaltung bei Herstellung der Photographien, Frl. M. CASSIRER für ihre Hilfe bei der Herstellung einer Reihe von Serien herzlichen Dank aus.

Der zweite Teil der Arbeit besteht aus einer Reihe rein anatomischer kürzerer oder längerer Aufsätze, welche einzelne Fasersysteme behandeln, indem vielfach auf den ersten Teil und die dort genauer erläuterten Abbildungen Bezug genommen, jedoch auch andere, nicht abgebildete Befunde verwertet und die vorliegenden Literaturangaben berücksichtigt werden. Vollständige Anführung der Literatur, wenn sie über eine gelehrte Anführung von Namen hinausgehen sollte, hätte den Umfang der Arbeit ungefähr verdreifacht²⁾; ich habe mich jedoch bemüht, diejenigen Angaben, die ich als zutreffend anerkennen konnte, überall hervorzuheben und wenigstens die wichtigsten der unzutreffenden Angaben ausdrücklich zurückzuweisen.

Denn wenn diese Arbeit einen Wert hat, so liegt er nicht in der Aufzeigung vereinzelter neuer Tatsachen, sondern in der Bearbeitung des ganzen Gebietes und dem Versuche seiner Klärung.

Dieses Ziel weiter zu verfolgen, dient dann noch der dritte Teil, in welchem die gewonnenen Ergebnisse kurz zusammengefaßt und mit physiologischen und pathologischen Erfahrungen in Beziehung gebracht werden sollen.

II. Beschreibung einzelner Schnitte ausgewählter Serien.

Die Schnitte sind sämtlich in der MEYNERTSCHEN Ebene d. h. senkrecht zur Längsachse des Hirnstammes geführt.

Die Schnitte sind von der kaudalen Fläche her abgebildet, so daß also die linke Seite des Beschauers der linken Seite des Hirnstammes entspricht.

1) Die blaue, optisch wenig wirksame, Farbe wurde auf Vorschlag von Herrn Dr. O. VOGT angewandt, um bei der abermaligen definitiven Photographie die Struktur hinter die schwarz eingezeichneten Degenerationen zurücktreten zu lassen.

2) Man vergleiche den Umfang einiger einzelne Systeme behandelnden Arbeiten von VAN GEHUCHTEN, TSCHERMAK u. a.

Es ist fast überall im Interesse des Zieles einer allgemeinen anatomischen Nomenklatur für die Namenbezeichnungen die Anwendung der lateinischen Sprache durchgeführt worden, auch da, wo die Anwendung, z. B. in der Bildung mancher Genitive dem deutschen Leser etwas gezwungen erscheinen möchte. Die von mir angenommenen oder neu angewandten Bezeichnungen sind durch Kursivdruck, so oft sie vorkommen, ausgezeichnet.

Um die Orientierung auf den Abbildungen zu erleichtern, sind zur Bezeichnung der Faserung große lateinische Anfangsbuchstaben (*Tr* = *Corpus trapezoides*), zur Bezeichnung der Kerne oder grauer Substanz kleine lateinische Anfangsbuchstaben (*nTr* = *Nuc. trapezoides*) gewählt worden. Zur Bezeichnung der einem Nerven zugehörigen Wurzeln oder Kerne ist mit wenigen Ausnahmen die römische Zahl der Hirnnerven verwandt worden. In die Figuren sind die Buchstaben auf derjenigen Seite eingetragen worden, wo sie am wenigsten stören, beziehen sich aber topographisch natürlich auf beide Seiten, so daß z. B. das *B* für die Wendung: der linke *Fun. Burdachi* (*B*) — in der Figur auf der rechten Seite zu finden ist.

Serie I. (XV)¹⁾ Katze, Taf. I, II, Fig. 1–8, Vergr. II.

Fig. 1 u. 2. (XV 5b. 4 R. 5 S. u. XV 4a. 3 R. 6 S.)

Fig. 2 zeigt die Einschnittsstelle, Fig. 1 die größte Ausdehnung der Verletzung²⁾. Der Einschnitt ist durch den linken *Fun. Burdachi* erfolgt, daher ist der linke *Nuc. Burdachi* (*b*) größtenteils zerstört, sowie beide *Fun.* und *Nuc. Gollii* (*g*) teilweise in das Gebiet der Verletzung gezogen; durch das Uebergreifen der Verletzung auch auf die *Formatio reticularis* der rechten Seite sind auch die vom *Nuc. Burdachi* dieser Seite (*b*) entspringenden *Fibr. arciformes internae* (*A*) größtenteils durchschnitten. Der *Fun. Burdachi* der rechten Seite (*B*) ist vollkommen verschont geblieben, während der der linken Seite total zerstört ist. Die Verletzung in der *Formatio reticularis* hat die beiden *Tract. longitudinales posteriores* vollständig, die beiden *Tract. praedorsales Tschermak* zum großen Teil zerstört, dabei ist die Verletzung auf der linken Seite ventral bis dicht an die *Ol. inferior* (*i*) vorgedrungen und hat sich ventrolateral gegen den *Nuc. fun. lateralis anterior* (*la*) vorgeschoben, ohne diese beiden Gebilde jedoch zu erreichen, während sie sich rechts nur mehr dorsal gehalten hat.

Degenerationen. In **Fig. 1** sieht man vor allem die kompakte Degeneration der *Fun. Burdachi* (infolge der Verletzung in Fig. 2) auf der linken Seite, sieht man ferner die Degeneration in den *Fibrae arciformes internae* (*A*) beider Seiten, die nicht nur in das *Stratum interolivare*, sondern auch dorsal in den *Nuc. Burdachi* (*b*) der rechten Seite zu verfolgen ist. Man bemerkt ferner einige degenerierte Fasern, welche durch den *Nuc. fun. lateralis* (*la*) der linken Seite zur Peripherie, in das eben hier beginnende *Corp. restiforme* ziehen.

Fig. 2 zeigt uns dann wenige Schollen in dem kaudalen Teil des *Dec. lemmisci suprapyramidalis* (*L*) (obere Pyramidenkreuzung). Die dichte Degeneration im *Funic. anterior* rechts und in dem *Funic. ant. et lat.* links entspricht der Ausdehnung der Verletzung der *Form. ret.* in Fig. 1. Dicht lateral vom *Cornu anterius*, zum Teil noch im *Cornu anterius* selbst ist eine Gruppe ein wenig feinerer Schollen zu erkennen, die allerdings durchaus in die grobe Degeneration des *Fun. anterolat.*³⁾ übergeht (*Th* = *Fasc. Thomasi*).

1) Die in Klammer gesetzten Zahlen und Buchstabenbezeichnungen geben die Bezeichnung der Präparate in der Sammlung des Neurobiologischen Instituts.

2) Die Grenze der Verletzung ist überall durch eine gebrochene Linie gekennzeichnet.

3) *Fun. anterolateralis* wird = Vorderseitenstrang gebraucht. Die anatomische Nomenklatur bezeichnet mit *Fun. anterolateralis superficialis* (eine Bezeichnung, die ich nicht annehme) den *Tract. Gowersi (spinocerebellaris ventralis)*.

Fig. 3. (XV cm). Die Gruppe *Th* hebt sich dann auch in der oberen *Med. cervicalis* deutlich ab und liegt hier längs neben der grauen Substanz des *Cornu anterius* und der *Zona intermedia grisea*, hier jedoch schon durch eine Schicht normaler Fasern von diesen Gebilden getrennt. Die Degeneration der *Fun. ant.* und *Fun. anterolat.* ist aus der entsprechenden der Fig. 1 zu verfolgen.

Fig. 4 beginnt die Verfolgung der Degenerationen kaudalwärts, und zwar ist im wesentlichen nur noch die linke Seite abgebildet; auch Fig. 5—8 stellen die linke Seite dar, sind aber durch einen Irrtum verkehrt abgebildet.

Fig. 4 (XV. 6b. 2R. 5S.) zeigt zunächst den degenerierten *Fun. Burdachi*, der von den überall zwischen seine Bündel sich einschiebenden grauen Massen des *Nuc. Burdachi* (*b*) vollständig zerrissen wird, während er sich nach außen gegen das *Corp. restiforme* (*R*) ziemlich scharf absetzt. In dem letzteren erkennen wir wieder die dorsalwärts emporsteigenden Fasern, die sich in Fig. 1 durch den *Nuc. fun. lateralis ant.* zogen (*Fibr. olivocerebellares*). Einige von ihnen sind jedoch etwas medial neben der *Rad. spinalis trigemini* gelegen (bei *Y*). Die Schicht des *Lemniscus principalis* (*L*) ist erheblich degeneriert. Ihre Fasern liegen teils medial und mediodorsal von der *Olive inf.*, teils durchbrechen sie ihre Masse, einige wenige sind auch lateral von der *Olive* noch zu finden. Im *Tractus praedorsalis* (*Pd*), wie im *Tractus longitud. post.* (*P*) finden wir einzeln gelegene grobe Schollen. Verstreut sagittal verlaufende Degenerationen etwas feineren Kalibers finden sich in dem mittleren Teil der *Formatio reticularis*, ohne daß eine scharfe Abgrenzung möglich wäre.

Fig. 5. (XV. 7e. 2R. 2S.)

Es ist aufmerksam zu machen auf den letzten Rest des *Nuc. Burdachi* (*B*) dicht dorsal von der *Rad. trigemini spinalis* im Gebiet der *Fasc. Rollerii*. Im *Corp. restiforme* liegen die degenerierten Schollen mehr dorsalwärts als in Fig. 4; von denen des *Fun. Burdachi* unterscheiden sie sich durchgehend durch ihr größeres Kaliber. Das Feld *Y* wie in Fig. 4. Die Fasern des *Lemn. principalis* sind sagittal zum größten Teil zwischen den Fasern des *Corp. trapezoides* getroffen, zum Teil jedoch erhebt sich das Degenerationsfeld des *Lemniscus principalis*, insbesondere gegen die Mittellinie hin, dorsal vom *Corp. trapezoides*. Aus dem *Tract. longitud. post.* (*P*) ziehen Fasern zum Teil nach Ueberschreitung der Mittellinie lateral und ventrolateral in die *Form. reticularis* (*P1 = Fibr. reticulospinales*). Im *Tract. praedorsalis* hat sich eine kleine Gruppe von Fasern differenziert (*P2*). Der Buchstabe *F* bezeichnet ein nicht scharf abgegrenztes Feld der *Form. reticularis* ventral vom *Nuc. dorsalis acustici*, in dem sich eine geringe Degeneration quergetroffener Fasern vorfindet.

Fig. 6. (XV. 8i. 2R. 2S.) *R, Y, L, F, P, P2* bedürfen keiner Erläuterung. Mit *d* ist der *Nuc. Deitersi* bezeichnet, in den wir vereinzelte Züge grober Schollen aus dem *Tract. longitud. post.* verfolgen können.

Fig. 7. (XV. (8)b. 3R. 2S.) Der *Lemn. principalis* (*L*) ist erheblich degeneriert. In seiner medialen Abteilung (sogen. *Lemn. medianus* [*Lm*]) nur wenige Schollen. *G* ist der Weg des *Tract. Gowersi* in den sich die wenigen Fasern des Feldes *Y* der Fig. 4—6 haben verfolgen lassen. Bei *P2* Endigungen der Fasergruppe *P2* des *Tract. praedorsalis*. Im *Tract. longitud. post.* (*P*) nur noch ganz vereinzelte Degenerationen.

Fig. 8. (XV. 10b. 1R. 1S.) Der *Lemn. principalis* (*L*) wendet sich dorsalwärts. Seine Fasern weichen bei *n* (entsprechend etwa dem *Campus parabrachialis Vogt*) auseinander und man mag hier die ersten vereinzelten Aufsplitterungen erkennen. Im *Griseum suprallemniscatum* (*sl*) finden sich schwarze Schollen, die jedoch, schiefgetroffenen Fasern des *Lemniscus* angehörend, keine Aufsplitterungen darzustellen scheinen. Die Fasern *F* sind in das Gebiet der *Fasc. Foreli* getreten. Im medialen Teil des *Tract. longitud. post.* (*P*) noch immer ganz vereinzelte Schollen.

Serie II (XIII), Hund. Taf. II, Fig. 9 u. 10, Taf. III, Fig. 11, Vergr. 15; Taf. XII, Fig. 42, Vergr. 11.

Neben der Verletzung der Acusticusregion fand sich ein Herd im *Brach. conjunct.*, der nicht abgebildet ist.

Fig. 9 (XIII. 4c. S3). Die Verletzung hat die *Rad. lateralis acustici* (VIIIb) getroffen, setzt sich in die *Medulla oblongata* hinein zwischen *Radix spinalis trigemini* (V) und *Corpus restiforme* (R) fort, dessen ventralster Teil zerstört ist. Sie erstreckt sich hier in das Gebiet der *Fasc. Roller* (VIII d).

Degeneriert ist in toto die *Rad. lateralis acustici* (VIIIb) in ihrem Verlaufe über das *Corpus restiforme*. Gerade dorsal vom *Corpus restiforme* biegen einige Fasern ventral ab in das Gebiet VIII d, während die Hauptmasse sich dem *Nuc. dorsalis acustici* (VIIIc) zuwendet. Reichliche Schollen finden wir in den getroffenen Bündeln der *Fasc. Roller*.

Ferner sind schwarze Körner zu sehen im *Corpus restiforme* (R), in der *Rad. spinalis trigemini* (V) und in den Wurzelfasern des *Facialis* (VII).

Fig. 10 (XIII. 4i. S 1).

Die Verletzung findet sich an der gleichen Stelle wie in Fig. 9. Die *Rad. lateralis acustici* ist anscheinend verschwunden, doch ergibt sich, daß der mit *As* bezeichnete Zug, der, medial vom *Nuc. Deitersi* (d), bez. der inneren Abteilung der unteren Kleinhirnstiele gelegen, an der lateralen Ecke des *Ventric. quartus* zum *Nuc. dorsalis acustici* (VIIIc) herabsteigt und sich hier aufsplittert, nichts anderes ist als die Fortsetzung der *Rad. lateralis* (*Fasc. solitarius acustici*).

Ferner sehen wir Degenerationen im Gebiet der *Fasciculi Roller* (VIII d) und deutliche Ausstrahlungen von hier zum *Nuc. dorsalis acustici*.

Vom ventralen Rande der Verletzung treten durch die *Substantia gelatinosa Rad. spinalis trigemini* einige Fasern (zu den *Fibrae acusticae Heldi* gehörig).

Die Degeneration in dieser Wurzel selbst, sowie im *Corpus restiforme* und im *Facialis* wie Fig. 9.

Im *Nuc. Deitersi* (d) einige schwarze Schollen (retrograde Degeneration).

Fig. 11 (XIII. 5e. S 2).

Die Verletzung hat das *Ganglion ventrale acustici* zerstört (an der Stelle VIII a) und hat das *Corp. trapezoides* eben noch da getroffen, wo der *Facialis* es durchbricht. Indem sie dann lateral von der *Rad. spinalis trigemini*, die sie noch teilweise geschädigt hat, dorsalwärts steigt, hat sie den *Flocculus cerebelli* vernichtet und ist noch tief in das Marklager des *Cerebellum* eingedrungen.

Die Fasern des *Corp. trapezoides* (Tr) sind dicht degeneriert. Eine Anzahl von Fasern zieht auch dorsal von der *Oliva superior*, sich dann ventral wendend, dem *Corp. trapezoides* zu. Einige ganz vereinzelt Schollen, querverlaufenden Fasern zugehörig, finden sich auch dorsal vom *Corp. trapezoides* bei *Mo* (*Striae acusticae Monakowi*).

Reichliche Einstrahlungen sehen wir in der *Oliva superior* (s) und dem *Nuc. trapezoides* der gegenüberliegenden Seite, in geringerer Menge in den gleichen Gebilden der Verletzungsseite.

Ein ovales Degenerationsfeld (*Nuc. supremus acustici*) voller Aufsplitterungen (VIII e), die aus dorso-medial verlaufenden Fasern (des *N. vestibularis* — der Zusammenhang geht nur aus der Untersuchung der Serie hervor —) herkommen, findet sich ventral vom *Brach. conjunctivum* (Br), dorsomedial von der *Rad. spinalis trigemini*, vom vierten Ventrikel durch ein dreieckiges Feld zentralen Höhlengraues getrennt.

Fig. 42 (XIII. 3c. 2R. 3S).

In der Hypoglossusgegend finden wir zunächst den Rest der *Fasc. Rollerii* (VIII d) mit Degenerationsschollen erfüllt. Durch die Verletzung sind auch die Wurzeln des *Vagoglossopharyngeus* zum Teil in Mitleidenschaft gezogen. Daher stammt die Degeneration im *Fasc. solitarius vagi* (Fs). Die *Rad. spinalis trigemini* ist gleichfalls zum großen Teil degeneriert. D^1 und D^3 bezeichnen einzelne Fasern in den Gruppen der *Tractus Deitersi*, die ventral vom *Nuc. Deitersi* getroffen waren.

Vom *Corp. restiforme* (R) sehen wir die (retrograde) Degeneration in den *Nuc. fun. lateralis* (l). Wir sehen weiter die *Fibrae olivocerebellares* durch die *Oliva inferior* hinziehen und die Mittellinie überschreiten. Andere Degenerationen aus dem *Corpus restiforme* ziehen (CR^2) als *Fibrae arcuat ext.* durch die *Pyramide* und gelangen in der Raphe aufsteigend zum *Nuc. raphes* (ra).

Serie III (XVI), Hund. Taf. III, Fig. 12, Taf. IV, Fig. 13, 14, Taf. V, Fig. 15, Taf. VI, Fig. 16–19; Vergr. 11.

Fig. 12 (XVI. 11f. 1R. 3S).

Die streng einseitige Verletzung hat mediodorsal den *Tract. longit. post.* (P) zerstört, sie hat einen sehr großen Teil der *Form. reticularis pontis* ergriffen, indem sie laterodorsal noch die *Rad. mesencephalica trigemini* (Vc) betroffen, das *Brach. conjunctivum* (Br) vollständig vernichtet und den *Tract. Gowersi* (G) unterbrochen hat. Die Verletzung geht dann lateral in die medialen Schichten des *Brach. pontis* (Bm) hinein, steigt tief in das *Griseum pontis* hinab, um von hier in etwas unregelmäßigem Verlauf schräg dorsomedial zur Gegend des *Tract. longitud. post.* wieder aufzusteigen. Der *Lemn. lateralis* und der *Tract. Monakowi* sind in ihr aufgegangen.

Die schwarzen zerstreuten Schollen in der *Form. reticularis* auf der Seite der Verletzung sollen wegen der Nähe der letzteren nicht näher geschildert werden.

Die Degeneration im *Tract. longit. post.* der gegenüberliegenden Seite ist auf den kaudaleren (nicht abgebildeten) Teil der Verletzung, und zwar auf eine Zerstörung des (gekreuzten) *Nuc. Deitersi* zurückzuführen.

Degenerierte Fasern durchbrechen den *Tract. longit. post.* der nicht verletzten Seite, um hier in der *Form. reticularis* kaudalwärts weiterzuziehen.

Medial vom *Brach. conjunctivum* ziehen rechts aus dem *Velum medullare anticum* einige Fasern ventralwärts (X^1).

Das Degenerationsfeld *Brd* ist der gekreuzte *Ramus descendens brach. conjunctivi*. Degeneriert sind ferner die dorsalsten Querfasern des *Pons*, von denen die einen, die Raphe überschreitend (aus dem *Griseum pontis* stammend), in das *Brach. pontis* der Gegenseite eintreten, während andere, aus dem *Cerebellum* stammend, in der Raphe aufsteigend (CR), zum *Nuc. central. sup. internus* BECHTEREWS gelangen.

Fig. 13 (XVI. 12l. 3R. 3S) zeigt die Verletzung fast auf die *Pars basilaris pontis* beschränkt. Im *Tegmentum* ist insbesondere der *Lemn. lateralis* (Ll) noch etwas betroffen.

Auf der Verletzungsseite sehen wir zunächst den *Lemn. lateralis* degeneriert in das *Quadrig. post.* (qp) ausstrahlen, auch auf der Gegenseite findet sich eine, wenn auch viel geringere, Degeneration des *Lemn. lateralis* (Ll) als Fortsetzung der (in kaudaleren Abschnitten beobachteten, nicht dargestellten) Degeneration der *Striae acusticae Monakowi*.

Zum Teil medial von den Fasern des *Lemn. lateralis*, zum Teil mit ihnen vermischt, steigen durch die *Formatio reticularis* der Verletzungsseite degenerierte Fasern auf, von denen sich einige, ventral vom

Corp. quadrig. post. scharf medialwärts umbiegend (*Tp*), zur Gegend des *Locus coeruleus*! (*co*) wenden, (dabei mindestens zum Teil medial vom *Quadrig. post.* zum *Quadrig. ant.* ziehen).

F bezeichnet das Feld der *Fasc. Foreli*, die stark degeneriert sind, *Vc* die *Rad. mesenceph. trigemini*, die reichliche grobe Schollen enthält.

Beide *Tract. longit. post.* (*P*) weisen Degenerationen auf; es ist jedoch ihr innerster Anteil auf der Seite der Verletzung nur wenig ergriffen, auf der Gegenseite ganz frei.

Total degeneriert ist das *Brach. conjunctivum* (*Br*), dessen dorsale Züge hier die Mittellinie überschreiten, zum Teil dann, kaudal sagittal weiterziehend, in das Feld *Brd* (*Ram. brachii conjunct. descendens*) übergehen, sich jedoch zum größten Teil in die *Rad. tegmenti* zum *Nuc. ruber* oralwärts wenden (s. nächste Fig.)

In der *Dec. brach. conjunct.* unterscheiden wir die Fasern der *Commiss. (lemn. lateral.) Probsti* (*Pr*), die wir auf diesem Schnitt jedoch nur bis in die *Formatio reticularis* verfolgen können, während Ursprung und Ende in kaudaleren Abschnitten des *Nuc. Lemn. lateralis* liegen (vergl. auch folgende Serie). Auch durch den *Nuc. cent. superior internus* (*cs*) ziehen degenerierte Querfasern.

Eine besondere Gruppe von Fasern, der *Lemniscus principalis pontis* (*Lp*), überschreitet, dorsal von der *Area lemnisci* dahinziehend, dicht ventral vom *Nuc. cent. sup. internus* die *Raphe*, wendet sich dann oralwärts trifft mit der Degeneration *Brd* zusammen, so daß das ihm zugehörige Feld dorsal und insbesondere dorso-medial von dem *Lemniscus* der *Med. oblongata* (*L*) in dem vorliegenden Bilde nicht scharf zu trennen ist.

Die Querfasern des *Pons* sind zum Teil degeneriert, schwarze Körner finden sich auch im *Griseum pontis* der unverletzten Seite.

Fig. 14 (XVI. 3 b. 1 R. 3 S).

Die Verletzung ist verschwunden.

Am meisten springt die kompakte Degeneration des *Brach. conjunctivum* in die Augen, das die Mittellinie überschritten hat und sich im *Nuc. ruber* (*ru*) aufsplittert. Zum *Nuc. ruber* der unverletzten Seite ziehen ferner sehr grobe Degenerationen durch die *Dec. Foreli* (*DF*) [retrograd degenerierte Fasern des *Tract. Monakowi*]. Die beiden *Tract. longit. post.* unerschließen wallartig den *Nuc. oculomotorii* (*III*) und splittern sich in ihm auf.

Die *Fasc. Foreli* (*F*) sind auf der Verletzungsseite degeneriert. Zwischen ihrem Gebiet und dem *Lemniscus* (*L*) sieht man einzelne feine Körner in die Schichten des *Quadrig. ant.* aufsteigen (aus dem *Pons* stammende Fasern).

Degeneriert ist ferner der *Lemniscus principalis*, links stärker als rechts. Links ist die Degeneration die Folge der Verletzung auf Fig. 12. Rechts handelt es sich um die Fortsetzung der Degeneration *Lp*, die erst im *Pons* (Fig. 13) kreuzte. Diese Degeneration *Lp* liegt der Degeneration des *Brach. conjunctivum* unscheidbar an, betrifft aber fast ausschließlich die medialsten Fasern des *Lemniscus*, während links gerade diese medialsten Fasern von der Verletzung verschont geblieben und daher auch hier nicht degeneriert sind. Medial vom *Brachium quadrigemini posterius* (*Bp*) findet sich links eine sehr reichliche, rechts spärliche Aufsplitterung der degenerierten Fasern des *Lemniscus principalis* (bei *pg* = *Nuc. parageniculatus*).

Der *Ped. corp. mamm.* (*Pcm*) ist links erheblich, rechts nur in einigen Fasern degeneriert, die in Fig. 13 vom *Lemn. princip.* noch nicht zu trennen waren.

Fig. 15 (XVI. 14 g. 3 S) zeigt links die Endigung der *Fasc. Foreli*, die sich ventrolateral gewandt hatten, bei *nF* [*Gris. fascicularum Foreli*, wie ich demnach diesen Teil der grauen Substanz des *Campus suprareticularis* C. u. O. VOGTS¹⁾ nenne].

1) Neurobiol. Arbeiten I. Taf. 14, Fig. 1 (*ge*).

Die degenerierten Fasern des *Lemn. principalis* liegen links zum größten Teil in der *Lam. externa thalami (Le)*, einige ziehen jedoch noch ventral von derselben durch die *Zonu ineerta*, medial bis zum Feld *H FORELS*, bez. durch das Gebiet, das O. u. C. VOGT als *Pars caudoventralis Campi Foreli* abgrenzen. In diesem Gebiet liegen auch Fasern des *Tract. decuss. Ganseri*. Wir sehen die Aufsplitterung des *Lemn. principalis* links aus der *Lamella externa* in dem *Nuc. vent. c*, in den hier der *Nuc. parageniculatus* übergeht, und im *Nuc. med. b¹* (kaudaler Teil des *Nuc. med. b*). Während die Schleifenendigung im *Nuc. med. b¹* links recht spärlich ist, ist sie rechts ziemlich dicht, ein Zeichen daß sie hauptsächlich aus dem *Lemniscus pontis (Lp)* stammt, während von diesem in den *Nuc. vent. c* ersichtlich nur sehr wenig Fasern abgegeben werden.

Die *Radiatio tegmenti* (FORELS Feld *H*) ist rechts degeneriert, während links nur einige größere Schollen besonders in ihren medialsten Fasern sich vorfinden, die rechts gerade auffallend frei von Schollen sind (Fasern des *Tract. decuss. Ganseri*).

Fig. 16 (XVI. 15 Ik. 1 S.) zeigt die Fasern des *Lemn. principalis* in der *Lamella externa (Le)* et *interna (Li)*, einzelne ziehen auch noch lateral vom Felde *H* dorsolateralwärts. Die Aufsplitterungen des *Lemniscus* finden sich hauptsächlich im *Nuc. vent. c* weniger im *Nuc. med. b* und *Nuc. vent. a*.

Fig. 17 (XVI. 16 Il. 2 R. 1 S) zeigt die Endigung des *Lemn. principalis* nur noch im *Nuc. vent. ant.*

Fig. 18 (XVI. 15 II b. 1 R. 2 S) und **Fig. 19** (XVI. 16 II n. 3 S) zeigen die Endigung des *Brach. conjunctivum*. Seine Fasern gehen im Gegensatz zu den Fasern des *Lemniscus* fast ausschließlich durch die *Lamella interna* und endigen im vorderen Teil vom *Nuc. med. b*, aber insbesondere im *Nuc. lat. b*. Die Aufsplitterung setzt nicht scharf ab gegen den *Nuc. vent. a* und geht noch hinüber in den *Nuc. vent. b*.

Serie IV (XXXII), Katze. Taf. VII, Fig. 20—24, Vergr. 11.

Es handelt sich um eine Halbseitenverletzung der *Medulla spin.* im dritten Cervikalsegment. Die Verletzung selbst ist nicht wiedergegeben, weil sie schief geführt wurde und so eine Reihe von Querschnitten zu ihrer vollständigen Wiedergabe nötig gemacht hätte. *Fun. ant. et lateral.* sowie graue Substanz waren völlig durchtrennt. Von dem *Fun. poster.* war nur der laterale Anteil betroffen.

Diese Serie ist nicht retouchiert, sondern unmittelbar nach der Photographie vervielfältigt.

Fig. 20 (XXXII. 32. 1. Cervikalsegment). Im *Fun. post.* finden wir nur mehr ein mittleres Gebiet kompakt degeneriert (dort wo, der Buchstabe *B* steht). Lockere Degeneration findet sich auch noch nach der Medianlinie zu, wie auch lateralwärts. Das mediale Gebiet war, wie erwähnt, von der Verletzung nicht betroffen, während die laterale fast degenerationsfreie Zone dadurch entstanden ist, daß die Wurzeln aus den obersten Segmenten sich hier lateral angelegt haben.

Im *Fun. lateralis* der linken Seite finden wir eine mächtige Degeneration, deren beide Maxima [bei *R¹ Tract. (spinocerebellaris dorsalis) Flechsigi* und *Tract. (spinocerebellaris ventralis) Gowersi* nur durch eine schmale Brücke degenerierter Randfasern miteinander verbunden sind. Von *R¹* sehen wir Fasern in den neben dem Hinterhorn gelegenen Teil des *Nuc. fun. lat.*, den *Nuc. fun. lateralis accessorius (lc)* einstrahlen. Die Degeneration des *Tract. Gowersi* ventralwärts kann man sich begrenzt denken durch eine Linie in der Verlängerung der inneren Begrenzung des gegenüberliegenden *Cornu posterius*. Es finden sich jedoch auch im *Fun. ant. et lateral.* noch einzelne schwarze Schollen (zum allergrößten Teile retrograde Degenerationen) und andererseits wird man erkennen, daß aus dem *Cornu anterius* sich eine verhältnismäßig degenerationsfreie Zone in den *Tract. Gowersi* dorsalwärts hineinerstreckt (die Stelle des *Tract. Deitersi principalis*).

Auf der rechten Seite findet sich bei *Dcr* eine kleine Menge degenerierter Fasern (gekreuzte Fasern des *Tract. Gowersi*).

Fig. 21 (XXXII. 27. 1 R. 2 S) zeigt die Masse des *Tractus Flechsigi* und des *Tract. Gowersi* vereinigt, um die *Pars ventr. nuc. fun. lat. (la)* herum, der hier kurz vor dem Auftauchen der *Oliva inferior* sich übrigens ziemlich weit dorsal erstreckt. Dorsal grenzen die *Tract. spinocerebellares* unmittelbar an die *Rad. spinalis trigemini*. Ventromedial ist die Grenze des *Tract. Gowersi* nicht scharf, abgesehen auch von den wiederum im *Fun. ant. et lateral.* sich zeigenden vereinzelt (retrograden?) Degenerationsschollen. Die ganze abgebildete Partie des *Nuc. fun. lateralis* ist erfüllt von Aufsplitterungen der Kleinhirnbahnen, die bei dieser Vergrößerung nicht zu erkennen sind. Dasselbe gilt für die Aufsplitterungen des *Fun. Burdachi* in dem zugehörigen Kern.

In **Fig. 22** (XXXII. 22. 1 R. 6 S) sehen wir den *Tract. Gowersi (G)* von dem *Corpus restiforme (R)* eben geschieden. Man bemerkt jedoch, daß während früher der *Tract. Gowersi* der stärkere war, jetzt das *Corpus restiforme* weit mehr degenerierte Fasern enthält, so daß also das *Corpus restiforme* auch Fasern aus dem *Tract. Gowersi* aufgenommen haben muß. Der *Tract. Gowersi* selbst erscheint am dichtesten ventral, dicht lateral vom Areal des *Lemniscus principalis*. Einzelne seiner Fasern liegen jedoch auch dorsal davon, ventral von der *Rad. spinalis trigemini* (in dem Hauptgebiet des *Tract. Monakowi*). Auf der rechten Seite sind die Fasern *Ger* aus **Fig. 20** fast sämtlich in das Gebiet des *Corpus restiforme* gerückt (bei *R*).

Im *Fun. ant. et lat.* sind Degenerationen nicht mehr mit Sicherheit erkennbar, auch bei stärkerer Vergrößerung nur noch vereinzelt wahrzunehmen.

Fig. 23 (XXXII. 6. 1 R. 3 S) soll nur die Bahn des aufsteigenden *Tract. Gowersi (G)* im *Pons* zeigen. Er setzt sich ventral gegen den *Lemn. lateralis (Ll)* haarscharf ab und umkreist das *Brach. conjunctivum* von außen und oben, von ihm jedoch durch eine Zone grauer Substanz (*Griseum brachii conjunctivi*) getrennt.

Fig. 24 (XXXII. 11. 2 R. 3 S) zeigt einen kaudaleren Schnitt. Der *Tract. Gowersi (G)* hat sich wieder rückwärts gewandt und liegt hier schon medial vom *Brach. conjunctivum (Br)* und dem *Corpus dentatum (de)*, in den Wurm einstrahlend und zum Teil zur Gegenseite kreuzend. Natürlich findet man den *Tract. Gowersi* auch noch einmal in der *Medulla* dicht lateral von der *Oliva superior* zwischen den Fasern des *Corpus trapezoides*.

Lateral vom *Brachium conjunctivum (Br)* steigt das *Corpus restiforme* auf, in welchem die degenerierten Fasern der *Tract. spinocerebellares* als schwarze Körner erscheinen, ohne sich aber hier schon aufzusplitteln.

Serie V (XXI), Hund. Taf. VIII, Fig. 25, 28, Taf. IX, Fig. 27, 26, Vergr. 11.

Fig. 25 (XXI. 38. 4 S).

Die Verletzung im *Cerebellum* überschreitet nur wenig die Mittellinie nach links. *Corpus dentatum* und die zentrale Markmasse sind in weitem Umfange zerstört. In der inneren Abteilung des *Corp. restiforme* rechts sehen wir überall Degenerationen, die jedoch zu nahe der Verletzung, welche sich auf kaudaleren Schnitten noch weiter ventral erstreckt, gelegen sind, um sie genauer differenzieren zu können. Auch der *Nuc. Deitersi (d)* ist noch in Mitleidenschaft gezogen, wie die aus ihm hervorgehenden und teils ventrolateral, teils medial zum *Tract. longit. post. (P)* sich wendenden degenerierten Fasern beweisen. Degenerierte Fasern ziehen sich auch zur linken Kleinhirnhälfte, bis zum *Flocculus (Fl)*.

Dicht dorsal vom *Vermis inferior* liegt auf der unverletzten Seite in der Markmasse des *Cerebellum* ein mächtiges degeneriertes Bündel *Brc (Tract. uncinatus)*.

Einige feine Körner finden sich auch in der *Pars interna corp. restiformis (Ri)* der linken Seite, Fasern zum *Nuc. Deitersi*. Aus dem *Tract. uncinatus* stammt, wie sich bei Verfolgung der Serie zeigen wird, die Degeneration *Cv (Fasc. cerebellovestibulares)* an der medialen Seite des *Corpus restiforme (R)*, zum Teil zwischen den Bündeln der *Radix medialis acustici (VIII v Bez. rechts)* gelegen. Aus diesem Bündel biegen einige Fasern hier ziemlich scharf um, um sich bis zum Rande des 4. Ventrikels hin bei *VIII c¹* (oralster Abschnitt des *Nuc. dorsalis acustici*) aufzusplintern. Die gleiche Degeneration findet sich, wenn auch schwächer, rechts.

Brd ist der *Ramus brach. conjunctivi descendens*, der hier, durchaus im Gebiet des *Lemniscus principalis* gelegen, sich in die *Formatio reticularis* aufsplittert.

Aus den frontalen Abschnitten der Verletzung stammen die ungekreuzten Degenerationen bei *M (Tract. Monakowi)* zwischen *Olivula superior (s)* und absteigendem Facialisschenkel, ferner *Ha* (zentrale Haubenbahn = *Tm* in Fig. 27 = *Tract. tectoolivaris*) und *P₂* (*Fasc. pontis descendens* Brückenvorderstrangbahn PROBSTS), und auf der linken Seite zerstreute Degenerationen zwischen *Abducens* und *Facialis*.

Fig. 26 (XXI. 12. 2 R. 4 S). zeigt zunächst das kaudale Ende der *Fasc. cerebellovestibulares (Cv²)*, die bis dahin die ventrolaterale Ecke des *Campus fasciculorum Rollerii* eingenommen und sich im Grau hier größtenteils aufgesplittert hatten. Die letzten Fasern wenden sich hier zum Teil medialwärts und enden dicht dorsal vom *Fasc. solitarius vagi (Xs)* medial vom *Nucl. dorsalis vagi (Xd)*. Der *Nuc. Burdachi (b)* ist frei. Ganz wenige Schollen finden wir links bei *M²* (*Pars pontina tract. Monakowi* = Brückenseitenstrangbahn), bei *Der* dorsal vom und zum Teil im *Hilus olivae inferioris (Fibrae Deitersi cruciatae)*.

Im *Tract. longitudinalis post.* der Verletzungsseite, ganz vereinzelt auch der Gegenseite, finden wir vereinzelt Degenerationen (*D²*) aus dem *Nuc. Deitersi* und wieder die Fasergruppe *P²*, die hier erheblich ventraler liegt als in Fig. 25.

Fig. 27 (XXI. 50. S4).

Wir verfolgen jetzt die Serie oralwärts. Von der Verletzung selbst ist hier nichts zu sehen, weil sie sich auf das nicht mitabgebildete *Cerebellum* beschränkt, wir werden sie auf der nächsten Figur wiederfinden. Das, was vom *Brach. conjunctivum* rechts noch zu sehen ist, ist kompakt degeneriert. Degeneration zeigt auch die *Rad. mesenceph. trigemini*. Vor der Gegend des *Nuc. motorius trigemini (Vm)* sehen wir ziemlich dichte Stränge (*Stp* = *Striae pontis*) von der Mittellinie zum *Tract. longit. post.* ziehen. Diese Fasern biegen hier sagittal und kaudal um, bilden (als *P²*) den lateralen Teil des *Tractus longitudinalis posterior*. Andere Fasern haben die Mittellinie überschritten und gelangen zum Teil an dem motorischen Trigeminskern der rechten Seite vorbei, in der *Formatio reticularis* absteigend, später in das Feld *M²* der Fig. 26. *Brd* wie Fig. 25 und 28. *Tm* = *Ha* der Fig. 25. Auf dem linken *Brach. conjunct.* wie eine Kappe aufsitzend haben wir nun ein ausgedehntes Degenerationsfeld, das in seiner Gesamtheit die Fortsetzung von *Brc (Tractus uncinatus* der Fig. 25) ist. Wir unterscheiden, wenn auch noch nicht ganz scharf, in diesem Feld ein ziemlich mächtiges Bündel (*Fasc. retropeduncularis*) das sich gewissermaßen in die Masse des *Brach. conjunctivum* eindrückt, und dessen Fasern hier quer getroffen sind, während andere Fasern, die, mehr längsgetroffen, hier auf dem Querschnitt das *Brach. conjunct.* umziehen (*Cv*), in die *Fasc. cerebellovestibulares* der Figg. 25 und 26 übergehen. (Der *Fasc. retropeduncularis* ist versehentlich hier nicht bezeichnet, er entspricht dem Felde *Brp* der Fig. 28.)

Fig. 28 (XXI. 64. 1 R. 2 S).

Die Verletzung ist durch das *Cerebellum* hindurchgedrungen und hat in der Haube das *Brach. conjunctivum* zum Teil, und ferner den *Lemn. lateralis* mit seinem Kern und das *Quadrigenum posterius* zerstört. Das *Brach. conjunctivum* ist, soweit es nicht vernichtet ist, infolge der Zerstörung des *Corpus dentatum* de-

generiert. Aus der Verletzung des *Lemniscus lateralis* sehen wir die Fasern *Pr* (*Commissura* [*Lemnisci lateralis*] *Probsti*) hervorgehen. Wir verlieren sie jedoch bald wieder aus dem Gesicht, da sie sich etwas frontalwärts wenden (die Mittellinie dann kreuzen, vergl. *Pr* in Fig. 13), und sehen die gleichen Fasern *Pr* auf der linken Seite wieder degeneriert, in den *Nuc. lemnisci lateralis* (*Ll*) ausstrahlen. Diese Degeneration in den Fasern *Pr* der linken Seite scheint aus dem Felde *Brp*, dessen Fasern sich dorsolateral vom *Brach. conjunctivum* in der Tat dort zwischen die Fasern *Pr* hineindrängen, hervorzugehen, hat jedoch, wie andere Serien lehren, nichts damit zu tun. Das Feld *Brp* ist die Fortsetzung desselben Feldes aus Fig. 27, also des *Fasc. retro-peduncularis*, der hier in dem grauen Felde zwischen *Brach. conj.* und *Lemu. lat.*, das man zweckmäßig *Griseum brachii conjunctivi* nennen würde, endigt. Durch den *Nuc. centralis superior medianus* ziehen degenerierte Querfasern. Im lateralen Teil des *Tract longitudinalis posterior* rechts, nur vereinzelt links, sehen wir Degenerationen, die aus dem *Nuc. Deitersi* (*d* Fig. 25) stammen.

Die Degeneration *M* (*Tract. Monakowi*) stammt aus oralen Teilen der Verletzung, die ich nicht darstelle.

In ihrer Umgebung sehen wir zerstreutere Degenerationen, die, wenn auch zum Teil noch durch die nahe Verletzung selbst bedingt, doch insbesondere bei *Tp* gut abgegrenzt sind. Es handelt sich um Fasern, die, aus dem Gebiet des *Lemniscus lateralis* herkommend, den *Lemniscus principalis* noch zum Teil durchsetzen, um in das seitliche Feld des *Griseum pontis* (*po*) einzustrahlen (*Fibrae tectopontinae Münzer*).

Feine Schollen zeigt das *Brach. pontis* der rechten Seite. Einige wenige durchsetzen die Querbündel des *Pons*, um zum *Nucl. cent. sup. internus* aufzusteigen.

Das Feld *Brd* links stammt aus dem *Brach. conjunctivum* der rechten Seite und splittert sich hier zum großen Teil im *Nuc. reticularis tegmenti* (*rt*) auf.

Serie VI (XXXV), Katze. Taf. IX, Fig. 29, 34, Taf. X, Fig. 30—33, Vergr. 11.

Die Verletzung ist durch den *Cort. cerebri* in den *Thalamus* und von hier kaudalwärts geführt worden. Oral von Fig. 29 hat sie die ganze Kuppe des *Quadrigenum ant. sin.* und einen Teil des *Tegmentum*, insbesondere auch den *Lemniscus principalis* zerstört. Betroffen war auch der *Nuc. Darkschewitschi*, der *Nuc. ruber* ist verschont geblieben, eine kleine Verletzung findet sich auch im *Quadrig. anterius dext.*

Fig. 29 (XXXV. 30. 2 R. 3 S) zeigt die Verletzung schon mehr kaudalwärts, sie beginnt dorsal an der *Commissura quadrigemini posterioris* (*Cgp*), die degenerierte Fasern zur rechten Seite zeigt. Die Verletzung hat dann den medialen Teil des *Quadrig. post.* und das *Griseum centrale* getroffen, dabei insbesondere die *Rad. mesencephalica trigemini* vernichtend. Im *Tegmentum* ist das Gebiet der *Fasciculi Foreli* (*F*) noch geschädigt, der dorsalste Teil des *Lemniscus principalis*, (*L*) sowie die oralsten Fasern des *Lemniscus lateralis* die hier in das *Quadrig. post.* einstrahlen, durchschnitten. Die *Substantia nigra* (*ni*) und der *Pes pedunculi* sind zum Teil zerstört. Die degenerierten Fasern in dem durch die Verletzung hier nicht betroffenen ventralen Teil des *Pedunculus* stammen aus einer oralen Ebene der Verletzung.

Die degenerierten Fasern im medialen Teil des *Tractus longitudinalis posterior* (*P*) stammen aus dem *Nuc. Darkschewitschi*. Lateral davon liegt in der *Pars dorsomedialis retis tegmenti* (C. und O. VOGTS) der *Fasc. tegmenti mammillaris* (*Ma*); [das Bündel ist in seinem Verlauf durchschnitten, das *Corp. mammillare* selbst unverletzt].

Ventral vom *Tract. longitudinalis posterior* sehen wir die *Decussatio tegmenti Meynerti* (*Me*) in ihrem kaudalsten Abschnitt. Der größte Teil der Fasern ist bereits gekreuzt, den *Fasciculus tectospinalis* (*Q*) bildend. Auch durch die *Decussatio tegmenti Foreli* (*DF*) ziehen ganz vereinzelt degenerierte Fasern (durch

die Verletzung betroffene Fasern des *Tract. Monakowi*). Im *Lemniscus principalis* finden sich links einzelne schwarze Schollen.

Eine lockere Degeneration feiner Fasern sehen wir dorsal und medial vom *Lemniscus principalis* durch das *Rete tegmenti* in medio-ventraler Richtung hindurchziehen (*Ha* = *Fibrae tectoolivares*).

Fig. 30 (XXXV. 24. 2 R. 1 S).

Die Degeneration aus dem *Nuc. Darkschewitschi* im medialen Teil des *Tractus longitudinalis posterior* (*P³*) wie Fig. 29. In den *Fasciculi Foreli* (*F*) nur noch ganz feine Schollen (eben kaudal von ihrer Verletzung). Der *Fac. tegmenti mammillaris* (*Ma*) hat sich medioventral an dem *Gangl. tegmenti profundum Gudden* (*gu*) vorbei, und dasselbe zum Teil durchsetzend, zur *Raphe* gewandt.

Die *Radix mesencephalica trigemini* (*Vc*) ist kompakt degeneriert.

Die Degeneration *Ha* (*Fibrae tectoolivares*) finden wir dorsal vom *Lemniscus principalis* schon mehr quergetroffen wieder. Durch den letzteren gelangen Fasern *Tp* (*Fibrae tectopontinae Münzer*) in das seitliche Feld des *Griseum pontis*, sich dort aufsplitternd.

Im *Griseum pontis* endigen ferner eine große Menge von Fasern aus dem *Pedunculus cerebri*. Einige wenige Aufsplitterungen finden sich auch noch jenseits der Mittellinie.

Fig. 31. (XXXV. 14. 2 R. 2 S). Es finden sich von jetzt ab Degenerationen in beiden *Radices spinales trigemini*, die nur auf eine extracerebrale Schädigung (Blutung?) bezogen werden können, jedenfalls aus der Verletzung des *Truncus cerebri* nicht abzuleiten sind.

Die Degeneration *P³* im *Tractus longitudinalis posterior* ist, sich etwas lockernd, mehr ventral gerückt. Der *Fasc. tecto-spinalis* (*Q*) entsendet feine Aestchen in die *Formatio reticularis*, hauptsächlich rechts. Die ganz vereinzelt Degenerationen im Gebiet beider *Tract. Monakowi* unverändert.

Die Degeneration *Pro* (*Tractus Probsti*) lateral vom austretenden Fascialisschenkel stammt aus dem Gebiet der *Rad. trigemini mesencephalica*. Die Wurzelfasern des *Trigeminus* haben jedoch mit der motorischen Wurzel den *Truncus cerebri* bereits verlassen.

Die Degeneration *Ha*, deren Fasern fast quergetroffen sind, liegt dicht medial von der *Oliva superior* (*s*).

Ventral davon sehen wir zwischen den Fasern des *Corp. trapezoideum* verzeinzelt Schollen der (retrograden) Degeneration des *Lemniscus principalis*.

Die *Pyramide* (*Py*) ist kompakt degeneriert.

Fig. 32 (XXXV. 12. 2 R. 1 S).

P³ wie Fig. 3. Der *Fascic. tectospinalis* (*Q*) entsendet sehr reichliche feine Aestchen in der Richtung auf die *Nuclei facialis* beiderseits, ohne daß sich jedoch Einstrahlungen in die Kerne selbst feststellen ließen.

Der *Tractus Probsti* (*Pro*) liegt ventral vom *Nuc. dorsalis acustici* (*VIIIc*).

Die Degeneration *Ha* hat ihre Lage nicht geändert, ihre Fasern sind von der spärlichen (retrograden) Degeneration im Gebiete des *Lemniscus principalis* nicht streng zu trennen. Die *Pyramide* (*Py*) entsendet ein Bündel (*Py²*) in der Richtung auf den gegenüberliegenden *Nucl. facialis* (*VII*). Bei *Py³* finden sich rechts medial von der *Substantia gelatinosa* der *Radix spinalis trigemini* in der *Form. reticularis* einige feine Bündelchen (*Fasc. Picki* aus der *Dec. pyramidum*).

Fig. 33 (XXXV. 10. 4 R. 6 S). *Q*, *P³*, *M* unverändert.

Der *Tractus Probsti* (*Pro*) liegt dicht ventral von dem eben auftretenden *Nuc. dorsalis vagi* (*Xd*), um sich hier ventral vom *Nuc. dorsalis vagi* allmählich aufzusplittern.

Die Degeneration *Ha* (*Fibrae tectoolivares*) liegt, bereits gelichtet, lateral und dorsal von der *Oliva inferior*. Im Gebiete des *Lemniscus principalis*, auch im *Hilus olivae inferioris* feine vereinzelte schwarze Körnchen.

Aus der *Pyramide* sieht man feine Fasern durch die *Oliva inferior* der Gegenseite ziehen. Die Bündel *Py³* Fig. 3 ungefähr an derselben Stelle wie Fig. 32.

Fig. 34 (XXXV. 6. 2 R. 3 S.)

Der *Fasc. tectospinalis* (*Q*) hat sich jetzt dorsal von dem kaudalen Rest der *Oliva inferior* (*i*) etwas gelockert. Zugleich haben sich seine Fasern mehr nebeneinander geschoben und sich so im *Fun. anterior* verteilt. Sie entsenden Aestchen zur *Formatio reticularis*, die hier in das *Cornu anterius* übergeht. Auch die Fasern des *Fasciculus nuclei Darkschewitschi* (*P³*) haben sich ein wenig verteilt, liegen aber noch medialer als der *Tract. tectospinalis*.

Im *Lemniscus principalis* bez. der *Dec. suprapyramidalis* (*L*) vereinzelte schwarze Körnchen die sich zum *Nuc. Burdachi* (*b¹* u. *b²*) verfolgen lassen. Die Bündelchen des *Fasc. Picki* (*Py³*) liegen dicht medial von der *Subst. gelatinosa rad. spinalis trigemini*.

Serie VII (XXXVI), Katze. Taf. XI u. XII, Fig. 35—41.

Fig. 35 (XXXVI. 24. 1 R. 2 S). Diese Figur orientiert über die Ausdehnung der Verletzung, die, nachdem sie durch das *Cerebellum* hindurchgeführt worden war, die *Medulla oblongata* und den *Pons* in ihrer ganzen dorsoventralen Ausdehnung getroffen hat. In diesem Schnitt ist die linke *Pyramide* vollständig zerstört. Auch der mediale Teil der rechten *Pyramide* ist in die Verletzung einbezogen. Links erstreckt sich die Verletzung lateral bis zu dem hier durch das *Brachium cerebelli medium* (*Bm*) einstrahlenden *Trigeminus* (*V*). (Der Schnitt ist schief, so daß rechts eine kaudalere Frontalebene abgebildet ist als links.) Die medialsten Fasern des *Trigeminus* werden von der *Radix motoria* gebildet, die infolge der Zerstörung des *Nuc. motorius trigemini* kompakt degeneriert ist. In den äußeren sensiblen Fasern des *Trigeminus* finden sich nur lockere Schollen. Die Degenerationen im *Brachium medium* leiten sich ab von einer Verletzung des *Griseum pontis* (in einer oral gelegenen Ebene). Ueber dem *Brachium conjunctivum* sehen wir die degenerierte (von einem kaudaleren Teil der Verletzung stammende) Faser-masse das *Tract. Gowersi* und lateral davon den gleichfalls zum Teil degenerierten Rest des *Corpus restiforme*. Dicht ventral vom *Brach. conj.* (*Br*) sieht man noch von der Verletzung einen Zug von Fasern aus dem zerstörten (auf der rechten Seite mit *VIII_e* bezeichneten) *Nuc. supremus acustici* eine kurze Strecke lateroventral ziehen (retrograde Degeneration des *N. vestibularis*).

Die Verletzung hat ferner das *Corp. trapezoides* (*Tr*) und die *Oliva superior* (*s*) vollständig vernichtet. Der absteigende Schenkel des *Facialis* ist ihr zum Opfer gefallen. Der laterale Teil der *Formatio reticularis* ist vernichtet, zugleich mit den oralsten Zellen des *Nuc. Dciteri* (*d*). Intakt dagegen ist der *Tractus longitudinal. posterior* und die Masse des *Tract. praedorsalis*, wenngleich sich im letzteren einige mittelbar durch die Verletzung geschädigte Fasern finden.

Die Degeneration des *Corpus trapezoides* (*Tr*) fällt sofort auf. Es gibt eine große Anzahl von Fasern in den *Nuc. trapezoides* (*nTr*) und die *Oliva superior* ab. Dorsal von der Masse des *Corp. trapezoides* sehen wir in ventrolateralem Verlauf die *Striae acusticae Monakowi* (*Mo*) zum dorsalen Mark der *Oliva superior* ziehen, nachdem sie in der *Raphe* selbst eine zum Teil rein ventrale Richtung eingehalten haben.

In dem linken *Tractus longitudinalis posterior* sehen wir zwei Gruppen von Degenerationen, die eine ventralere stammt aus dem *Tegmentum pontis* und hat den *Tract. longitud. post.* durch die *Striae pontis* erreicht

(*Tract. pontis descendens*; vergl. auch Fig. 22), die andere dorsalere stammt aus dem *Nuc. Deitersi*. Es durchbrechen ferner den *Tractus longitud. post.* noch Fasern, die zur gekreuzten Seite ziehen. Eine Anzahl findet sich bereits bei *Der*² in die sagittale Richtung umgebogen. Neben diesen findet sich die Gruppe *M*² (*Pars pont. tract. Monakowi*). Auch im Gebiet des *Tract. Monakowi* lateral von der *Oliva superior* finden sich einige Degenerationen. Ganz dorsal vom *Tractus longitud. post.* überschreitet ein degenerierter feiner Faserzug die *Raphe*, schmiegt sich dicht ventral an das *Genu facialis* an, um dann dessen absteigenden Schenkel zu überschreiten (was allerdings auf diesem Schnitt nicht deutlich ist). Dabei weichen die Fasern etwas auseinander, sammeln sich aber dorsal von der *Radix spinalis trigemini* wieder und steigen dann zwischen ihr und dem *Ganglion ventrale acustici* ventralwärts, indem sie so dem Wege des *N. vestibularis* folgen. (Ich halte diesen Faserzug *Vx* für einen retrograd degenerierten gekreuzten Anteil des *N. vestibularis*). Dorsal von ihm, wo die Zellen des *Nuc. Deitersi* (*d*) nicht scharf zu trennen sind von denen des *Nuc. Bechterewi* (*VIIIc*), sehen wir schwarze Körner, die ich zum Teil auf eine retrograde Degeneration der vom *Nuc. Deitersi* gekreuzt verlaufenden Fasern, zum Teil vielleicht auch auf Aufsplitterungen aus dem Zuge *Vx* in den *Nuc. Bechterewi* beziehe.

Fig. 36 (XXXVI. 15. 2 R. 3 S).

Als Fortsetzung der Degeneration des *Corp. trapezoides* und der *Striae acusticae Monakowi* sehen wir zunächst rechts die Degeneration des *Lemniscus lateralis* (*Ll*). Diese Degeneration zeigt zwei Intensitätsmaxima, ein ventrolaterales und ein dorsomediales. Das letztere bildet im wesentlichen die Fortsetzung der *Striae acusticae*, das erste die des *Corp. trapezoides*. Im Kern des *Lemniscus lateralis* finden wir Aufsplitterungen. Links ist die Degeneration des *Lemniscus lateralis* eine fast totale, da hier sowohl die gekreuzten, als auch die ungekreuzten Fasern unterbrochen sind.

Wir finden ferner eine totale Degeneration des *Lemniscus principalis* links, deren Fasern im *Corpus trapezoides* zerstört wurden. Die lateralsten Fasern beginnen sich eben neben dem *Lemniscus lateralis* dorsalwärts zu wenden und sind hier von dessen Fasern gar nicht scharf abzugrenzen. In dem mittleren Gebiet ist die Begrenzung des *Lemniscus principalis* gegen den *Pedunculus* hin unscharf. Der *Lemniscus medianus* (*Lm*) ist auch rechts degeneriert (infolge des Uebergreifens der Verletzung auf die rechte Seite. Einige Fasern stammen jedoch auch von der linken Seite und haben den *Lemniscus* erst nach der Kreuzung in der *Raphe* erreicht).

Dorsal von dem *Lemniscus medianus* ziehen mitten durch den *Nuc. centr. sup. int.* leicht dorsal aufsteigend kreuzende Fasern *OP* (*Tractus pontis ascendens*), um dorsal vom Gebiet des *Lemniscus* in die sagittale Richtung umzubiegen. Hierbei sind allerdings die Fasern dieses Bündels weder ventralwärts von den Fasern des *Lemniscus*, noch dorsalwärts von denen des *Fasc. tectospinalis* scharf abzugrenzen, und sie liegen mitten in dem Feld, das in der entgegengesetzten Richtung die Fasern des *Ramus brach. conjunctivi descendens* durchziehen (vergl. Fig. 13).

Von den Fasern dieser Kreuzung sind scharf zu trennen die Fasern dickeren Kalibers (*M*), die links dorsal vom *Lemniscus principalis* gelegen sind. Es sind das die retrograd degenerierten Fasern des *Tract. Monakowi*, die allmählich medianwärts zur *Decussatio Foreli* umbiegen. In diesem Gebiet liegen auch quergetroffene Fasern des *Tract. decussationis Ganseri*.

Dorsal hiervon liegt, aus feineren Fasern bestehend, die lockere Degeneration des *Tract. fasciculorum Foreli* (*F*), deren Fasern sich zum Teil zwischen die sich zur Kreuzung anschickenden Fasern des *Brachium conjunctivum* hindurchschieben.

Der *Tract. longitudinalis posterior* (*P*) links und die lateral von ihm gelegenen Fascikel zeigen eine ziemlich kompakte Degeneration größerer Fasern, die jedoch die medialste Partie vollständig frei läßt (Degeneration aus dem *Nuc. Deitersi*).

Fig. 37 (XXXVI. 13. 2 R. 3 S) soll im wesentlichen die Lage des Feldes *OP* lateral von der *Decussatio Foreli* (*DF*) zeigen. Man sieht auch die Einstrahlung des *Lemniscus lateralis* in das *Quadrigeminum posterius* (*qp*). Alles andere unverändert.

Fig. 38 (XXXVI. 13a. 3 R. 6 S).

Man sieht hier vor allem, wie die Fasern des Bündels *OP* sich plötzlich dorsomedialwärts wenden, um geradeswegs, den *Tractus longitudinalis posterior* durchbrechend, in den *Nuc. oculomotorii* (*III*) einzustrahlen.

Links strahlen in diesen Kern die Fasern des *Tractus longitudinalis post.* selbst (aus dem *Nuc. Deitersi*) ein. Lateral und lateroventral davon liegen im *Rete tegmenti* die Fasern der *Fasciculi Foreli*.

Die Fasern des *Tract. Monakowi* durchziehen die *Decussatio Foreli* (*DF*). Die Degeneration des *Lemniscus principalis* ist in unveränderter Stärke deutlich.

Fig. 39 (XXXVI. 31. 2 R. 2 S).

Wir verfolgen nunmehr die Degenerationen aus der Verletzung kaudalwärts. Im linken *Corpus restiforme* (*R*) bestehen noch Spuren der Verletzung.

Wir haben zunächst die kompakte Degeneration der *Rad. spinalis trigemini* (*V*), die sich in die *Subst. gelatinosa* aufsplittert. Ferner die kompakte Degeneration der *Fasciculi Rolleri*, die sich aus der Degeneration der Wurzelfasern des *Acusticus* und der *Fibrae cerebellovestibulares* zusammensetzt und sich im *Griseum fasciculorum Rolleri* und dem medial angrenzenden *Nuc. dorsalis acustici* (*VIIIc*) aufsplittert. Die *Rad. lateralis acustici* (*VIIIb*) zeigt einige (retrograde) Degenerationen zum *Gangl. ventrale* und zum *Tub. acusticum*.

Der *Tractus Probsti* ist degeneriert wie in Serie VI, ebenso die *Pyramiden* mit der Kreuzung *Py*². Auch das Gebiet des *Tractus tectoolivaris* (*Ha*), dorsal von dem *Lemniscus principalis* (*L*), zeigt wieder reichlich feine Schollen. Auch das Gebiet des *Lemniscus* selbst ist nicht von Schollen frei.

Aufmerksam zu machen ist auf das doppelseitig degenerierte Bündel *Tr*² lateral vom *Lemniscus principalis*. Es stammt aus dem *Corp. trapezoides*.

Ferner sind degeneriert eine Reihe von großkalibrigen Systemen in der *Formatio reticularis*, in erster Linie der *Tract. Monakowi* (*M*) der linken Seite, dessen Fasern teilweise den *Nuc. facialis* (*VII*) durchziehen, ohne sich jedoch in ihm aufzusplitteln. Auch rechts sind Fasern dieses Bündels degeneriert, und wir bemerken insbesondere hier wieder die weit vorgeschobene Gruppe *M*² (gekreuzte Fasern aus dem *Tegm. pont.*).

Links ist ferner die Gruppe *P*² (*Tract. pontis descendens*) aus dem *Tractus longitud. post.* in das Gebiet des *Tractus praedorsalis* hinabgestiegen.

*D*¹, *D*², *D*³, *D*⁴ bezeichnen vier unscharf abgegrenzte Fasergruppen aus dem *Nuc. Deitersi*, die übrigens durchaus nicht vollständig degeneriert sind. *Der*² ist eine gekreuzte Fasergruppe aus demselben Kern.

Fig. 40 (XXXVI. 34. 2 R. 3 S).

Die Figur zeigt die gleichen Bezeichnungen wie die vorhergehende und ist wohl ohne weiteres verständlich.

Zu bemerken ist die Aufsplitterung eines Teiles des *Tract. Monakowi* links im *Nuc. fun. lateralis* (bei *LM*).

Die einzelnen Gruppen des *Tractus Deitersi* haben sich etwas mehr differenziert. Vor allem hat sich die Gruppe *D*¹ (*Tract. Deitersi principalis*) abgetrennt und liegt dorsomedial von der *Oliva inferior* (*i*).

Die Gruppe *P*² hat sich noch weiter ventralwärts geschoben und entsendet Aufsplitterungen in das Feld *a*² (*Pars ventr. nuc. fun. ant.*).

Fig. 41 (XXXVI. 37. 1 R. 2 S).

Die Figur zeigt nur noch die degenerierten Fasern der *Pyramiden*, die noch in der Kreuzung begriffen, aber zum Teil auch schon quer getroffen sind und insbesondere die Fasern des *Proc. reticularis* bilden,

aber lateralwärts mit den Fasern des *Tract. Monakowi* sich mischen. Die Gruppe P^2 liegt ventral im *Fun. anterior*. Die Gruppen der *Tractus Deitersi* sind mit Ausnahme von D^1 nur unscharf voneinander abzugrenzen.

Fig. 43 ist eine unretouchierte Photographie (28-fache Vergrößerung) der *Med. cervicalis* einer Serie, die ungefähr die gleichen Degenerationen, nur ausgesprochenere zeigt als die vorige.

Rechts ist der *Tract. Monakowi* (M) kompakt degeneriert, ebenso der *Tract. Deitersi princ.* (D^1). Die Degeneration des *Fun. ant.* enthält gekreuzte und ungekreuzte Fasern aus dem *Nuc. Deitersi* und des *Tract. pontis descend.* Rechts ist der *Fasc. pyram. lat.* (Py) kompakt degeneriert, seine Fasern liegen zum Teil mitten im *Nuc. fun. lat. access.* (lc) und bilden weiter die Maschen des *Proc. reticul.* Ventral von ihm, und nicht ganz scharf abzugrenzen, liegen Fasern aus der *Pars pontina tract. Monakowi* (M^2).

Fig. 44 (XXVII. 53 S. 3), Vergr. 8. Katze.

Die Abbildung zeigt einen einzelnen Schnitt aus einer Serie, in der die eine Hälfte des *Thalamus* in der Ebene des *Ganglion habenulac* (ha) fast vollständig zerstört ist, zur Demonstration der *Dec. Ganseri* und der *Comm. Meynerti*. Man sieht von der Verletzung aus bei DG^1 Fasern der ersteren an der lateralen Wand des Ventrikels ziemlich steil ventral verlaufen, dicht ventral vom Ventrikel wieder auf die andere Seite ziehen, um jedoch hier (DG^2) nicht in derselben Richtung aufzusteigen, sondern in leichtem Bogen dorsal vom *N. opticus* zwischen diesem und dem *Nucl. peduncularis* (np) ins *Stratum supraopticum* VOGTS zur *Capsula interna* aufzusteigen und diese in einzelnen Fasern zu durchbrechen, um in der *Zona reticulata* (Gi) ventral, zum kleinen Teil auch lateral vom *Corp. geniculatum laterale* zu enden. Auf eine Strecke geht der Zusammenhang der Fasern DG^2 auf dieser Figur verloren, weil sie oralwärts ausbiegen.

Während diese Fasern von auffallend grobem Kaliber sind, sind die Fasern, welche die *Comm. Meynerti* (DM) zusammensetzen und welche in der Mittellinie den ventralen Faserbelag des *Tuber cinereum* bilden, sich lateral aber dicht dorsal an den *N. opticus* anlegen, außerordentlich fein und nicht weiter als in das *Strat. supraopticum* zu verfolgen. Im *Opticus* selbst finden sich vereinzelte Degenerationen, welche auf eine kleine Verletzung vor der Kreuzung zurückzuführen sind.

III. Beschreibung einzelner Fasersysteme.

1a. *N. acusticus*. I.

(mit centraler Hörbahn).

Die Uebersicht über das viel umstrittene Gebiet des *Acusticus* wird durch die Untersuchung mit der MARCHISCHEN Methode ganz außerordentlich vereinfacht.

Um den Stand der Frage zunächst nur ganz kurz zu kennzeichnen, sei angeführt, daß nach dem Vorgange v. BECHTEREWS¹⁾, BAGINSKIS²⁾ u. a. allgemein zwei Wurzeln des *N. acusticus* unterschieden werden, die mit dem *N. cochleae* einerseits und dem *N. vestibuli* andererseits identifiziert werden. Die *Rad. lateralis* entspräche dem *N. cochleae*, die *Rad. medialis* dem *N. vestibuli*.

Die *Rad. lateralis* teilt v. BECHTEREW³⁾ wieder in 2 Abteilungen, deren erste in das *Gangl. acustici ventr.* eindringen sollte, während die andere sich um das *Corp. restiforme* zur *Raphe* wende, um jenseits derselben in einem dorsal in der *Form. reticularis* gelegenen Kern zu endigen.

1) Neur. Ctrbl., 1885, p. 145.

2) VIRCHOWS Archiv, CV, p. 28.

3) Neur. Ctrbl. VI, 1887, p. 193.

FOREL¹⁾ hatte die Wurzel des *N. cochleae* teils im *Gangl. acustici ventrale*, teils im *Tuberculum acusticum* endigen lassen. Sein Schüler ONUFROWICZ²⁾ hatte es jedoch unentschieden gelassen, ob die vordere (mediale) Wurzel den ganzen *N. vestibuli* bildet, während v. BECHTEREW eine *Rad. cochlearis* und eine *Radix vestibularis* scharf unterschied. Diese letztere Anschauung ist — wie schon bemerkt — die allgemeine geworden. Vor kurzem ist sie noch von VAN GEUCHTEN³⁾ als bereits indiskutabel bezeichnet worden.

Die Einteilung, die wir demgegenüber vornehmen, stützt sich nicht auf isolierte periphere Zerstörungen der beiden Wurzeln, sondern auf die Zusammengehörigkeit der von uns festgestellten Endgebiete.

Schon nach den erwähnten Arbeiten bestand jedenfalls kein Zweifel mehr darüber, daß mindestens ein Teil der *Radix lateralis* im *Ganglion ventrale* und im *Tuberculum acusticum* endigt, was mit unseren eigenen Ergebnissen übereinstimmt. Streit ist jedoch bis heute darüber, ob mit diesen beiden Massen die Endigungsstellen der *Rad. lateralis* erschöpft seien, Streit vor allem darüber, wohin sich die in diesen Massen entspringenden Nervenfasern wenden.

Betrachten wir zunächst die von den beiden genannten primären Endgebieten entspringenden Bahnen, so ist es FLECHSIG'S Verdienst, schon 1876 darauf hingewiesen zu haben, daß das *Corpus trapezoides* im wesentlichen aus dem *Ganglion ventrale* hervorgeht und eine zentrale Hörbahn darstellt. Diese Tatsache ist von einer großen Reihe von Autoren mit den verschiedensten Methoden bestätigt worden [GUDDENSche Methode: BAGINSKI⁴⁾, BUMM⁵⁾; Markreifung: FREUD⁶⁾, GOLGISCHE Methode: HELD⁷⁾, SALA⁸⁾. Bestritten ist der Zusammenhang des *Ganglion ventrale* mit dem *Corpus trapezoides* nur durch v. MONAKOW⁹⁾]. Die Resultate der MARCHISCHEN Methode haben aufs neue bewiesen, daß v. MONAKOW in diesem Punkte unrecht hatte [v. KIRLIZEW¹⁰⁾, v. GEUCHTEN¹¹⁾ vergl. auch Fig. II dieser Untersuchungen) und zwar ergibt sich, daß die ganz überwiegende Masse des *Corpus trapezoides* aus dem *Gangl. ventrale* stammt (*Fibrae rectae corporis trapezoidis*).

Auf eine zweite Fasergruppe des *Corp. trapezoides* hat zuerst HELD aufmerksam gemacht, auf Fasern, die aus dem *Gangl. ventrale* entspringen sollen, das *Corpus restiforme* umschlingend gegen die *Rad. spinalis trigemini* sich zurückwenden, diese und ihre *Substantia gelatinosa* durchsetzen, und die im *Nuc. facialis* und der *Oliva superior* endigen sollen. Daß eine Bahn des erwähnten Verlaufes besteht, ist schon von KOELLIKER¹²⁾ bestätigt worden, der vorschlägt, sie als „dorsales Trapezbündel“ zu bezeichnen. Ich finde, daß sich jene Fasern nicht auf den dorsalen Teil des *Corp. trapezoides* beschränken und bezeichne sie als HELDSche Acusticusfasern (*Fibrae acusticae Heldi*), indem ich den von HELD geschilderten Verlauf anerkenne. In Bezug auf ihren Ursprung möchte

1) Neur. Ctrbl., IV, p. 101. FOREL u. ONUFROWICZ ebenda p. 193.

2) Arch. f. Psych., XVI, p. 711.

3) Mém. cour. publ. par l'académie royale Belgique 1902. Hier findet man die beste Literaturzusammenstellung über den Acusticus.

4) VIRCHOWS Archiv, CV, p. 28, u. CIX, p. 81.

5) Allg. Zeitschr. f. Psych., XLV, p. 568 und Wiesbaden 1893.

6) Monatsschr. f. Ohrenheilk., 1886.

7) Arch. f. Anat., 1892, p. 33.

8) Arch. f. mikrosk. Anat., XLII, 1893.

9) Arch. f. Psych., XXII, 1891, p. 1.

10) Neur. Ctrbl., 1892, p. 661. v. KIRLIZEW läßt auch Wurzelfasern des *Acusticus* in der *Oliva superior* als einem primären Acusticuszentrum endigen. Auch HELD Arch. f. Anat., 1893, p. 201 behauptet, daß das *Corp. trapezoides* Wurzelfasern führt, was mir unwahrscheinlich ist.

11) Bruxelles 1902.

12) Handb., 6. Aufl., II, 1896, p. 262.

ich jedoch bemerken, daß er, soweit ich sehen kann, mindestens zum größten Teil, entsprechend ihrer kaudalen Lage im System des *Acusticus*, im *Tuberculum acusticum* gelegen ist. Ihre Endigung ist die gleiche, wie die der geraden Trapezkörperfasern, auf die wir gleich eingehen werden. Auf das bestimmteste möchte ich der HELDSchen Angabe, die auch KOELLIKER bezweifelt, widersprechen, daß nämlich Fasern dieser Bahn im *Nuc. facialis* endigen. Mit der MARCHISchen Methode kann man auf das deutlichste nachweisen, daß sie den *Nuc. facialis* nur durchziehen; es ist das einer jener zahlreichen Fälle, in denen die GOLGISChe Methode Faserendigungen an der Stelle abgeschnittener Fasern vortäuscht.

Die *Striae acusticae Monakowi*¹⁾ (vergl. Fig. 35) [nicht zu verwechseln mit den *Striae medullares* des Menschen] schließen sich dem *Corp. trapezoides* erst an der *Oliva superior* der Gegenseite an, deren dorsales Mark sie erreichen, nachdem sie in lockeren Zügen, die *Medulla oblongata* diagonal querend die *Raphe* etwa in der Mitte ihres sagittalen Durchmessers überschritten haben. Dieser Verlauf, den v. MONAKOW angegeben hat, und der Uebergang in den *Lemniscus lateralis* ist von allen Autoren bestätigt worden [v. KIRLIZEW²⁾, TSCHERMAK³⁾, v. GEHUCHTEN⁴⁾, PROBST⁵⁾]. Ich muß jedoch v. MONAKOW gegenüber durchaus bestreiten, daß diese seine *Striae acusticae* Wurzelfasern des *Acusticus* sind oder in solche unmittelbar übergehen. Sie stammen vielmehr aus dem *Tuberculum acusticum* und dem *Ganglion ventrale*. Sie sind demnach nicht zu konfundieren mit dem von mir abgetrennten *Fasc. solitarius acustici*, der in der Tat aus Wurzelfasern des *Acusticus* besteht, welche aber die *Raphe* nicht überschreiten. Unsere Serie II zeigt durchaus deutlich, wie trotz kompakter Degeneration dieses *Fasciculus solitarius* (Fig. 10) die *Striae acusticae Monakowi* fast völlig intakt sein können (Fig. 11).

Mit diesen *Striae acusticae Monakowi* ist die Reihe der von den primären Zentren des *N. cochlearis*, d. h. dem *Ganglion ventrale* und dem *Tuberculum acusticum* entspringenden sekundären Hörbahnen erschöpft. Denn es ist kein Zweifel, daß, wie es schon v. MONAKOW selbst angenommen hatte, seine *Striae acusticae* eine Hörbahn darstellen. Daß sie keine primäre Hörbahn bilden, wurde schon betont. Vor allem aber ist auch daran kein Zweifel, daß sie nicht, wie v. MONAKOW wollte, die einzige zentrale Hörbahn bilden, sondern nur einen und zwar quantitativ geringen Teil derselben ausmachen. Die ganze überwiegende Masse der sekundären *Acusticus*bahnen verläuft im *Corp. trapezoides*, das seinerseits wiederum zum allergrößten Teil aus den klassischen querlaufenden Faserbündeln besteht, zu denen sich die beschriebenen *Fibrae acusticae Heldi* und die *Striae acusticae Monakowi* gesellen.

Diese drei Fasergruppen könnte man wohl als System des *Corpus trapezoides* zusammenfassen.

Wenn wir uns nun der Schilderung des Verlaufes und der Endigung dieser Bahnen zuwenden, so splittern sich Fasern des *Corp. trapezoides* auf in der *Oliva superior* und dem *Nuc. trapezoides* der Ursprungsseite, in den gleichen grauen Massen der gekreuzten Seite (Fig. 11, 35); hier auf der gekreuzten Seite gelangen jedoch auch Fasern des Trapezkörpers noch bis zum *Nuc. lemnisci lateralis* und bis zum *Quadrigenum posterius*.

Daß in der *Raphe* eine Kreuzung des *Corp. trapezoides* statthat derart, daß sich die dorsalen Fasern ventralwärts, die ventralen dorsal wenden, hat schon STIEDA⁶⁾ bemerkt.

1) Arch. f. Psych., XXII, p. 1.

2) Neur. Ctrbl., XI, 1892, p. 669, XIII, 1894, p. 178.

3) Neur. Ctrbl., XVIII, 1899, p. 674 u. 731.

4) Bruxelles 1902.

5) Arch. f. Psych., XXXV, p. 730

6) Studien u. s. w., Leipzig 1870, p. 68.

An der *Oliva superior* nun vollzieht sich der Uebergang des *Corp. trapezoides* in die Fasern des *Lemniscus lateralis*¹⁾, und zwar bilden die Fasern des *Corp. trapezoides* im wesentlichen das laterale Mark der *Oliva superior*, das sich fortsetzt in die lateralen Bündel des *Lemniscus lateralis*, während die *Striae acusticae Monakowi* in das dorsale Mark der *Oliva superior* übergehen und zu den medialsten Fasern des *Lemniscus lateralis* werden, zunächst noch von den Trapezkörperfasern getrennt durch die grobkalibrige Masse des *Tract. Monakowi* (vergl. weiter unten), weiter oralwärts sich aber unmittelbar an jene anlegen. Daß seine *Striae acusticae* in den *Lemniscus lateralis* übergehen, hat ja v. MONAKOW selbst angegeben.

Daß andererseits auch der von v. MONAKOW bestrittene Zusammenhang des *Lemniscus lateralis* mit dem *Corp. trapezoides* bestehe, daran kann nach den Untersuchungen von FLECHSIG, BAGINSKI, HELD und den anderen bereits zitierten Autoren kein Zweifel mehr bestehen. Unsere Untersuchungen bestätigen ihn aufs neue (Fig. 36). Auch mit der Angabe über die Aufsplitterung der Trapezfasern sage ich nichts Neues. Zu betonen ist, daß die Menge der Aufsplitterungen in *Nuc. trapezoides* und *Oliva superior* der Ursprungsseite viel geringer ist, als in den entsprechenden grauen Massen der gekreuzten Seite. VAN. GEHUCHTEN gegenüber muß ich behaupten, daß auch Trapezfasern aus dem *Ganglion ventrale acustici* nicht nur den *Lemniscus lateralis*, sondern auch das *Quadrigenimum posterius* selbst erreichen. Im *Nuc. lemnisci lateralis* und im *Quadr. post.* der Ursprungsseite endigen weder Fasern aus dem *Gangl. ventrale*, noch aus dem *Tub. acusticum*.

Andere Endigungen des *Corp. trapezoides* als die angegebenen kenne ich nicht. Im einzelnen bestreite ich: den mehrfach behaupteten Zusammenhang des *Corpus trapezoides* mit dem *Corpus restiforme* [ONUFROWICZ²⁾, BIEDL³⁾, CRAMER⁴⁾], ebenso die Verbindung mit dem *Nuc. Deitersi* [CRAMER⁴⁾].

Dagegen kann ich ein von PROBST⁵⁾ beschriebenes Bündel von Trapezfasern, welche kaudal von dem der Verletzung gegenüberliegenden *Nuc. trapezoides* sagittal umbiegen, bestätigen. Die feinen Fasern gelangen in die lateralste Ecke des Feldes des *Lemniscus principalis*, ventral vom *Nuc. facialis* (*Tr*² Fig. 39), wo sie mit dem Beginn der *Oliva inferior* verschwinden. Die Zellen, in deren Nähe die Fasern hier endigen, bin ich jedoch geneigt, nur als den kaudalsten Teil des *Nuc. trapezoides* aufzufassen.

Auch das sei hier erklärt, daß ich mich vom Bestehen eines sogenannten Olivenstieles, einer Verbindung der *Oliva superior* mit dem *Nuc. abducentis* [KOELLIKER⁶⁾, HELD⁷⁾] nicht habe überzeugen können.

Diejenigen Fasern, die in der *Oliva superior*, im *Nuc. trapezoides* — auf diesen hat HELD besonders hingewiesen — entspringen, ziehen im *Lemniscus lateralis* zum Kern desselben

1) Kommissurenfasern, welche die beiden *Ganglia ventralia* miteinander verbinden sollen (FERRIER u. TURNER, *Pbil. Transact.* 1898, B. CXC), sind nicht anzunehmen; auch ein Uebergang von Fasern aus dem *Gangl. ventrale* in die *Rad. lateralis* der Gegenseite (PROBST, *Arch. f. Anat.*, 1902, Suppl., p. 180) muß bestritten werden. Es ist jedoch zu bemerken, daß, wenn man die operierten Tiere längere Zeit (vergl. p. 5) leben läßt (z. B. nach Verletzung des *Lemniscus lateralis*), deutliche retrograde Degeneration in das gegenüberliegende *Ganglion ventrale* und auch in das *Tub. acusticum* zu verfolgen ist.

Auch eine Verbindung des *Gangl. ventrale* mit dem *Flocculus* besteht nicht; die diesbezügliche Behauptung CRAMERS (*Beiträge u. s. w.*, 1894, p. 38), der sich auf Untersuchungen mittels der Markreifungsmethode stützt, beruht meines Erachtens unzweifelhaft auf der Beobachtung von Fasern des *Corpus restiforme*, die — mit der MARCHISCHEN Methode sehr schön darstellbar — dicht am *Gangl. ventrale acustici* vorbeiziehen.

2) *Arch. f. Psych.*, XVI, 1885, p. 711.

3) *Neur. Ctrbl.*, XIV, 1895, p. 434.

4) *Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata*, Jena 1894, p. 45, 46.

5) *Arch. f. Anat.*, 1902, Suppl., p. 180.

6) *Handb.*, II, 6. Aufl., 1896, p. 274. Die von KOELLIKER so bezeichneten und abgebildeten Fasern (Fig. 490) halte ich für aufsteigende Wurzelfasern des *N. facialis*, die, aus dem kaudalsten Teil des *Nuc. facialis* stammend, an der *Oliva superior* nur vorbeiziehen.

7) *Arch. f. Anat.*, 1891, p. 274.

und zum *Quadrigenum posterius*. Auch im *Nuc. lemnisci lateralis* entspringen noch Fasern zum *Quadrigenum posterius*. Diese Bahnen verlaufen teils gekreuzt, teils ungekreuzt.

Besonders aufmerksam mache ich auf eine Bahn, die von PROBST zuerst in ihrer Bedeutung erkannt wurde und die ich vorschlage als PROBSTSche Kommissur der lateralen Schleifen, *Commissura (lemnisci lateralis) Probsti*, zu bezeichnen. PROBST¹⁾ „konnte vom dorsalen Teile des lateralen Schleifenkerns und des ventralen Anteiles der hinteren Vierhügelkuppe eine neue Bahn feststellen, welche im dorsalen Teile der Haube, etwa in der Gegend der Bindearmkreuzung (etwas kaudal davon), als Bogenfaserbündel auf die andere Seite zieht und im dorsalen Teile des gegenüberliegenden lateralen Schleifenkerns und im ventralen Teile der gegenüberliegenden hinteren Zweihügelkuppe mit zahlreichen Aufsplitterungen endigt. Dieser Faserzug scheint zur zentralen Hörbahn in Beziehung zu stehen und die ventralen Anteile der hinteren Zweihügel miteinander zu verbinden.“ Aus den Abbildungen geht hervor, daß PROBST Fasern meint die meines Wissens zuerst von HELD²⁾ gezeichnet, später auch von KOELLIKER³⁾ bemerkt worden sind. HELD hat sie als eine Verbindung des *Lemniscus* mit dem *Brach. conjunctivum* aufgefaßt, und es sieht am Markscheidenpräparat in der Tat durchaus so aus, als wenn die Fasern in das *Brach. conjunctivum* übergehen. Auch am MARCHI-Präparat zeigt sich, daß diese Fasern zum Teil mit dem *Brach. conjunctivum* (vergl. Fig. 13 Pr), zum Teil allerdings dorsal von der *Dec. brachii conjunctivi*, zum Teil auch im *Nuc. centralis superior internus* kreuzen. In diesen Punkten ist PROBSTS Darstellung zu ergänzen, bez. zu berichtigen. Auch scheinen mir diese Fasern nur im *Nuc. lemnisci lateralis*, nicht auch im *Quadrigenum post.* zu entspringen, im letzteren sich nur aufzusplitteln. Worauf es aber ankommt, daß wir es hier mit einer Acusticusbahn zu tun haben, die mit anderen Bahnen nur in topographischem Zusammenhange steht, hat PROBST richtig erkannt.

Außer dieser PROBSTSchen Kommissur besteht dann noch, wie bekannt, eine Kommissur zwischen den Kuppen der beiden hinteren Zweihügel (*Commissura quadrigemini posterioris*, Fig. 29 Cpp).

Noch zwei Punkte sind auf das schärfste zu betonen, der erste, daß die Acusticusbahnen nirgends in Fasern des *Lemniscus principalis* übergehen, der zweite, daß die oralste Endigung aller Fasern der Acusticusbahn, soweit sie aus dem *Ganglion ventrale*, dem *Tuberculum acusticum*, dem *Nuc. trapezoides*, der *Oliva superior* oder dem *Nuc. lemnisci lateralis* stammen, im *Quadrigenum post.* gelegen ist. Alle entgegenstehenden Angaben sind zurückzuweisen. HELDS⁴⁾ direkte akustische Rindenbahn hat wohl nirgends Bestätigung gefunden. Aber auch OBERSTEINERS⁵⁾ Angaben über einen Zusammenhang der *Striae acusticae* mit dem *Thalamus*, die FERRIERS und TURNERS⁶⁾ über die Fortsetzung von Acusticusfasern bis zum *Corpus geniculatum internum* sind zurückzuweisen. Auch KOELLIKER⁷⁾ zeichnet den *Lemniscus lateralis* noch neben dem *Corp. geniculatum mediale*, wo er nicht mehr zu finden ist. TSCHERMAK⁸⁾ hat bei seinen Versuchen unzweifelhaft die Fortsetzung des *Lemniscus principalis*, die er bei Quertrennung des *Corpus trapezoides* notwendigerweise verletzen mußte, für die Fortsetzung der Fasern des letzteren genommen.

So endigen also alle Fasern der Gehörleitung, die kaudal vom *Quadrig. posterius* entspringen, mittelbar oder unmittelbar im *Quadrigenum posterius* selbst.

1) Arch. f. Anat., Supplb. 1902, p. 183.

2) Arch. f. Anat., 1891, Taf. XVI.

3) Handb., 2. Aufl., II, p. 394.

4) Arch. f. Anat., 1892, p. 257.

5) Anl., 4. Aufl., 1901, p. 500.

6) Philos. Transact., CXC. B.

7) Handb., 6. Aufl., II, 1896, p. 465, Fig. 611.

8) Neur. Ctrbl., XVIII, 1899, p. 674.

Ueber die weiteren Verbindungen des *Corp. quadrigeminum posterius* können wir uns sehr kurz fassen. Es gibt nur eine: das *Brachium quadrigemini posterius*, dessen Degeneration nach Zerstörung des *Quadrigeminum posterius* mit der MARCHISCHEN Methode mir zum erstenmal nachzuweisen gelungen ist. Das entgegenstehende negative Resultat VAN GEHUCHTENS ist mir unerklärlich. Die Degeneration im *Brach. quadrig. posterius* ist zwar von feinem Kaliber, entsprechend der Faserdicke, aber nichtsdestoweniger mit unzweifelhafter Deutlichkeit bis in das *Corp geniculatum internum* zu verfolgen. Auf eine Abbildung dieser Degeneration habe ich verzichtet, der topographische Befund des *Brachium posterius* ist ja an jedem Faserpräparat klar genug. Auch seine Degeneration hat ja schon v. MONAKOW mit der GUDDENSCHEN Methode erhalten. Wenn v. MONAKOW noch über einen Ursprung des *Brachium quadrigemini posterius* aus dem *Nuc. lemnisci lateralis* zweifelhaft ist, so bin ich in der Lage, den alleinigen Ursprung des *Brachium posterius* im *Quadrig. posterius* und weiter seine alleinige Endigung im gleichseitigen *Corpus geniculatum internum* zu behaupten. Die Folgerungen, die DANTCHAKOFF¹⁾ aus Beobachtungen mittels der NISSLSCHEN Methode gezogen hat, daß nämlich eine direkte, zum Teil gekreuzte Verbindung des hinteren Vierhügels mit der Großhirnrinde bestehe, sind zurückzuweisen. Erst von den Zellen des *Corpus geniculatum internum* entwickelt sich die akustische Rindenbahn zum *Lobus temporalis*.

ib. N. acusticus. II.

Wir gehen nunmehr zur Besprechung derjenigen Wurzelfasern des sogenannten *N. acusticus* über, welche einen Zusammenhang mit den beschriebenen Hörbahnen, welche letzteren wir als System des *Corpus trapezoides* zusammenfaßten, nicht erkennen lassen, sondern — so scheint es — ein zweites, in sich zusammenhängendes System bilden.

Hier trenne ich zunächst von der *Rad. lateralis* einen Faserzug ab, der mit dem System des *Corp. trapezoides*, insbesondere den *Striae acusticae* keinen Zusammenhang besitzt. Diesen Faserzug bezeichne ich als *Fasciculus solitarius acustici*, weil er auf gewissen Querschnitten jeden Zusammenhang mit den Wurzelfasern des *N. acusticus* verloren zu haben scheint (Fig. 10, *As*). Es kommt das daher, daß die *Rad. lateralis*, am Rand des 4. Ventrikels angekommen, ziemlich scharf oral umbiegt, so daß der Zusammenhang auf einer senkrecht zur Längsachse des *Truncus cerebri* geschnittenen Serie fast plötzlich verloren geht. Oralwärts weiter ziehend, splittert sich dann dieser *Fasc. solitarius acustici* ventromedialwärts im *Nuc. dorsalis acustici*, ausschließlich der Ursprungsseite, auf. Es ist ganz sicher, daß wir es hier mit echten Wurzelfasern zu tun haben, während die *Striae acusticae* ja sekundäre Systeme darstellen. Insbesondere lehrt Serie II, auf der der *Fasc. solitarius* kompakt degeneriert, die Gegend der *Striae acusticae* (*Mo*) aber fast völlig frei ist, die Selbständigkeit der beiden Gebilde. Trotzdem scheinen sie mir meist zusammengeworfen zu sein. Jedenfalls finde ich bei keinem Autor den *Fasc. solitarius* weder von den *Striae acusticae*, noch auch von der *Pars interna corporis restiformis* getrennt.

Seine Endigung ist also im *Nuc. dorsalis acustici*. Im *Nuc. Bechterewi*, wie man ihn auch definieren möge, enden keine Fasern der *Rad. lateralis*. Gerade im oralsten Teil des *Nuc. dorsalis acustici*, den wir als *Nuc. Bechterewi* zu identifizieren geneigt sind (vergl. p. 27), enden Fasern der *Rad. medialis*, wie ich gegen PROBST²⁾ hervorhebe; auch im contralateralen *Nuc. Bechterewi* enden [entgegen WYRUBOW³⁾] keine

1) Recherches expérimentales sur les voies acoustiques, Bruxelles 1902.

2) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 181.

3) Neur. Ctrbl., 1901, p. 434.

Jenaische Denkschriften. X.

4 O. Vogt, Neurobiol. Arbeiten. II. Serie, Bd. I, 2.

12 M. Lewandowsky, Leitungsbahnen des Truncus cerebri.

Fasern der *Rad. lateralis*, es besteht auch keine Verbindung der *Rad. lateralis* der einen mit der der anderen Seite [entgegen PROBST¹⁾].

Ein zweiter Teil der *Rad. lateralis*, der gleichfalls nicht zu dem einheitlichen System des *Corp. trapezoides* und der *Striae acusticae* gehört, wird aus Fasern gebildet, welche sich, nachdem die Wurzel sich um das *Corpus restiforme* herumgelegt hat, zuerst ventral in das *Griseum fasc. Rollerii*²⁾ wenden (Fig. 9) und nun hier kaudal in sagittaler Richtung weiterziehen, sich teils in diesem Grau selbst, teilweise aber auch, medial einstrahlend, in den kaudaleren Partien des *Nuc. dorsalis acustici* aufsplintern.

Ich halte es für äußerst wahrscheinlich, daß die beiden eben besprochenen Fasersysteme der *Rad. lateralis* nicht zum *N. cochleae*, sondern zum *N. vestibuli* gehören, und demnach die *Rad. lateralis* nicht, wie es nach dem Vorgange v. BECHTEREWS³⁾ allgemein geschieht, mit dem *N. cochleae* schlechthin identifiziert werden darf. Das wird eben gerade durch die Untersuchung der Endigung der *Rad. medialis*, der klassischen Vestibulariswurzel, wahrscheinlich, zu der wir nunmehr übergehen.

Was zuerst den *Nuc. Deitersi* betrifft, so hat entgegen allen anderen Autoren schon v. MONAKOW⁴⁾, neuerdings auch PROBST⁵⁾ (nach Untersuchungen mit der MARCHISCHEN Methode) die Endigung von Vestibularisfasern im *Nuc. Deitersi* bestritten. Alle anderen Autorten [KOELLIKER⁶⁾, v. BECHTEREW⁷⁾, OBERSTEINER⁸⁾] nehmen das Gegenteil an, indem sie den *Nuc. Deitersi* nach ROLLERS⁹⁾ Vorgang mit dessen spinaler Acusticuswurzel in Zusammenhang bringen.

Für die Entscheidung dieser Frage liegt eine gewisse Schwierigkeit in der schwankenden Definition des *Nuc. Deitersi*. Als *Nuc. Deitersi* bezeichnen wir nur die Gesamtmasse großer polygonaler Zellen, die, in der *Pars interna corp. restiformis* gelegen, sich einerseits weit dorsalwärts ins *Cerebellum* fortsetzt, andererseits ventral nicht ganz scharf von den Zellen der *Formatio reticularis* sich trennen läßt. So ist er auch von v. MONAKOW, der seinen schon von DEITERS selbst behaupteten Zusammenhang mit Fasersystemen des Rückenmarkes nachwies, offenbar verstanden worden. Die Schwierigkeit liegt nun darin, daß medial und ventrolateral zwischen diesen großen Zellen, mit ihnen vermischt, kleinere Zellen liegen, welche einerseits dem *Nuc. Bechterewi*, andererseits schon der *Rad. Rollerii* angehören. An MARCHI-Präparaten kann man daher auch nur das eigentlich mit voller Sicherheit sagen, daß um die weitaus größte Menge der großen Zellen des *Nuc. Deitersi* keine Vestibularisfasern endigen. Aber daraus läßt sich mit sehr großer Wahrscheinlichkeit wohl schließen, daß da, wo die Elemente des *Nuc. Deitersi* mit anderen sich vermischen und wir nach dem mikroskopischen Bilde die Entscheidung mit voller Sicherheit nicht treffen können, die Vestibularisfasern bei jenen anderen Elementen endigen, die zudem noch in Zusammenhang stehen mit den Massen, in denen wir Vestibularisendigungen mit Sicherheit nachweisen können.

Es ist das erstens das *Griseum fasciculorum Rollerii*, in die die Fasern der *Rad. medialis* scharf kaudalwärts umbiegen, um zum Teil von hier noch medial in den *Nuc. dorsalis acustici* auszustrahlen, der von dem *Griseum* der *Fasc. Rollerii* überhaupt nicht scharf zu trennen ist. In die *Fun. posteriores*, wie ROLLER

1) Arch. f. Psych, XXXV, p. 692.

2) Als *Fasciculi Rollerii* bezeichne ich die Fasern des Gebietes der sogenannten ROLLERSCHEN Wurzel, weil es keineswegs ausschließlich Acusticusfasern enthält.

3) Leitungsb., 2. Aufl., 1899, p. 161.

4) Arch. f. Psych., 1883, XIV, p. 1.

5) Dieser Behauptung widerspricht allerdings eine andere desselben Autors: „die Acusticuswurzel kann durch die Kollateralen an den DEITERSSCHEN Kern empfangene Reize der Kleinhirnvorderstrangbahn übergeben (akustische Reflexbahn)“, Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 182.

6) Handb., 6. Aufl., II, p. 253.

7) Leitungsb., 2. Aufl., p. 169.

8) Anleitung, 4. Aufl., 1901, p. 502.

9) Arch. f. mikrosk. Anat., XVIII, 1880, p. 103; Arch. f. Psych., XIV, 1883, p. 458.

selbst behauptete, gehen keine Acusticusfasern über¹⁾. Die kaudalslen enden vielmehr etwa in einer Ebene, in der der Zentralkanal sich zum 4. Ventrikel öffnet, neben und etwas dorsal vom *Fasc. solitarius vagi* (Fig. 42).

Die zweite Endigungsstelle von Vestibularisfasern bildet der *Nuc. vestibularis Bechterewi*, der sogenannte BECHTEREWSche Kern, wengleich sich auch hier bei Betrachtung der Literatur eine gewisse Schwierigkeit herausstellt, diesen Kern zu definieren. Wenn ihn KOELLIKER²⁾ einfach als einen Teil des *Nuc. Deitersi* bezeichnet, so ist das sicher nicht richtig, da ihn v. BECHTEREW³⁾ ausdrücklich aus kleinen Zellen bestehen läßt. PROBST⁴⁾ bezeichnet ihn einfach als den oralsten Teil des *Nuc. dorsalis acustici*. Ist das zutreffend, so kann es sich wohl nur um den Teil des *Nuc. dorsalis acustici* handeln, der etwa in der Gegend des *Genu facialis* und noch etwas weiter oral am Rande des Ventric. IV gelegen ist (*VIIIc*¹ Fig. 25). Dort ungefähr bildet ihn auch OBERSTEINER⁵⁾ ab. In der Tat enden hier Vestibularisfasern, und diese Lokalisation scheint mir auch am besten mit der Angabe v. BECHTEREWS übereinzustimmen, der wie auch die anderen Autoren die Lage des Kernes „am lateralen Winkel des Bodens der Rautengrube“ bestimmt.

Es müßte dann allerdings ein Kern besonders bezeichnet werden, der zuerst dorsolateral von den großen Zellen des *Nuc. Deitersi*, dann weiter oral dicht ventral vom *Brach. conjunctivum* gelegen ist, im ganzen von ovaler Form, nur mit seinem mediodorsalen Ende an die Seite des Ventrikels anstößt, die laterale Wand des Ventrikels aber frei läßt (Fig. 11 *VIIIe*). In diesen Kern wenden sich die Vestibularisfasern zum Teil mit einer kleinen oralwärts gerichteten Knickung, so daß man leicht den Zusammenhang mit der Wurzel verliert, wie er auch auf Fig. 11 nicht mehr sichtbar ist. Man könnte diesen Kern als *Nucl. supremus acustici* bezeichnen.

Ich habe ferner noch zu berichten, daß in der Höhe des absteigenden Facialisschenkels und diesen kreuzend ein feiner Faserzug aus der *Radix medialis* die *Raphe* überschreitet, um zum oralen Anteil des *Nuc. dorsalis acustici* zu gelangen, ein Faserzug, der in Fig. 35 retrograd degeneriert dargestellt ist (*Vx*). Ich glaube wenigstens nicht, daß eine andere Erklärung für diese genau an der gleichen Stelle wiederholt von mir beobachtete Degeneration zulässig ist, als die einer retrograden Degeneration eines Vestibularisastes. Sonst könnte es sich nur um ein bisher unbekanntes, gekreuzt aus der *Medulla oblongata* austretendes Nervenbündel handeln, was doch wohl ausgeschlossen erscheint.

Zu bemerken ist noch, daß ich direkte Vestibularisfasern zum *Cerebellum* im Sinne einer direkten sensorischen Kleinhirnbahn (EDINGER), wie sie auch von PROBST⁴⁾ als zwischen *Nuc. tecti* und *Embolus* aufsteigend, von STSCHERBAK⁶⁾ zum *Flocculus* beschrieben werden, nicht auffinden kann.

Aus dem Zusammenhang des ganzen Endigungsgebietes der unter 1b besprochenen echten Wurzelfasern des *N. acusticus* würden wir schließen, daß wir es hier mit einem zweiten System des *N. acusticus* und zwar höchst wahrscheinlich dem System des *N. vestibularis* zu tun haben, das sich demnach aus Fasern der *Rad. medialis et lateralis* zusammensetzt, während das unter 1a besprochene System des *Corpus trapezoides*, das nur sekundäre Bahnen und zwar höchst wahrscheinlich des *N. cochleae* führt, ausschließlich mit der *Rad. lateralis* in Zusammenhang steht.

1) Ganz unzutreffend sind die Angaben von WYRUBOW (Neur. Ctrbl., 1901, p. 434), der Fasern im *Nuc. Burdachi*, in der *Oliva inferior* und sogar in der Oculomotoriusgegend endigen läßt.

2) Handb., VI. Aufl., II.

3) Leitungsb. 2. Aufl., 1899, p. 169.

4) Arch. f. Anat., 1902, Supplb., p. 181.

5) Anleitung, 4. Aufl., 1901, p. 361, Fig. 160.

6) Neur. Ctrbl., XII, 1893, p. 227.

2. Funiculus posterior.

Der exogene Ursprung von Fasern des *Fun. posterior*, die Tatsache also, daß Fasern der *Radices posteriores*, die aus den *Ganglia spinalia* stammen, in dem *Fun. posterior* aufsteigend, die *Nuc. fun. post.* erreichen, ist durch entsprechende Durchschneidungsversuche leicht zu erweisen und wohl nirgends mehr ernsthaft in Zweifel gezogen¹⁾.

Wenn wir, um das hier einzuschalten, zunächst einmal die Endigung der *Rad. posteriores* kurz betrachten, so sind außer dieser Verbindung mit den *Nuc. fun. post.* Endigungen von Hinterwurzelfasern nur noch festzustellen im *Cornu posterius* und um die *Columna Clarkei* — bez. wenn man den Namen der *Columna Clarkei* für das Dorsalmark reserviert — auch um den *Nuc. Stillingi*, welcher sich einerseits bis zur *Dec. pyramidum*, andererseits bis in die *Medulla sacralis* verfolgen läßt und der *Columna Clarkei* der *Medulla dorsalis* homolog ist²⁾. Daß die Hinterwurzelfasern nicht nur im Niveau ihres Eintrittes in die *Medulla spinalis* endigen, sondern mehr oder weniger weit in ihr teils auf-, teils absteigen, ist bekannt. Dabei findet eine Mischung der aus den verschiedenen Höhen teils auf-, teils absteigenden Fasern statt.

Endigungen der *Radices posteriores* im *Cornu anterius* sind nicht festzustellen.

Ob es endogene Hinterstrangsbahnen gibt, ist eine Frage, die mir bisher durchaus noch nicht in positivem Sinne beantwortet zu sein scheint. Aus meinen Versuchen würde ich nur schließen, daß sie, falls sie bestehen, nicht ausschließlich in besonderen Feldern zusammengedrängt sind, was mit der für den Menschen jüngst von GOLDSTEIN³⁾ geäußerten Anschauung übereinstimmt.

Die Angaben über das Bestehen endogener Fasern überhaupt stützen sich ausschließlich auf Versuche mit Anämisierung oder Embolisierung des Rückenmarkes zum Zwecke der Zerstörung der grauen Substanz. Diese Versuche sind darum nicht beweisend, weil eine primäre Schädigung der weißen Stränge durchaus nicht ausgeschlossen ist, was auch LAMY⁴⁾ betont. Auch die Zellen der *Ganglia spinalia* könnten betroffen sein. Es sind auch durchaus nicht in allen Fällen der bezeichneten Art Degenerationen in den *Fun. posteriores* gefunden worden. Die Autoren halten aber meist gerade die Fälle für beweisend, in denen sie Degenerationen nachweisen konnten. Für eine primäre Schädigung der weißen Substanz spricht auch die Uebereinstimmung des Verlaufes der angeblich endogenen Fasern mit den exogenen, wie sie bei MÜNZER und WIENER⁵⁾ hervortritt. Eine einwandfreie Entscheidung würde sich nur durch eine Rückenmarksdurchschneidung nach Sklerose der *Rad. posteriores* herbeiführen lassen, ein Versuch, der bisher noch nicht gemacht ist.

Daß etwa endogene Bahnen des *Fun. posterior* die *Nuc. fun. post.* erreichen, ist vollends unbewiesen und mir nach einer ungefähren vergleichenden Schätzung der Intensität der Degeneration nach Wurzel-durchschneidungen einerseits, nach Rückenmarksverletzungen andererseits durchaus unwahrscheinlich. Es sind vielmehr bis auf weiteres die in den *Nuclei fun. post.* sich aufsplitternden Hinterstrang-fasern als Wurzelfasern, die in den Spinalganglien ihren Ursprung haben, zu betrachten.

1) Den exakten Beweis, daß die Fasern, die aus den *Fun. post.* in die *Nuc. fun. post.* einstrahlen, aus den hinteren Wurzeln stammen, hat wohl zuerst mit der MARCHISCHEN Methode SINGER erbracht (Sitzber. der Kais. Akad. der Wissensch. Wien, LXXXIII, III, 1881, p. 403).

2) Ueber die Ausdehnung der *Columna Clarkei* vergl. SCHACHERL, OBERSTEINERS Arbeiten, Heft 8, 1902.

3) Die Zusammensetzung der Hinterstränge. Diss. Breslau 1903.

4) Compt. rend. de la Société de Biol., 1896, p. 1083.

5) Arch. f. exp. Pathol., XXXV, 1895, p. 113.

Wenn wir von *Nuclei fun. post.* sprechen, so folgen wir der topographischen Scheidung in einen *Nuc. Gollii* und *Burdachi*. In systematischer Richtung wäre es besser, von einem in mehrere Abteilungen zerfallenden *Nucleus funiculi post.* zu sprechen. In dieser einheitlichen Masse endigen die aus den kaudalsten Abschnitten des Rückenmarkes stammenden Fasern wieder am weitesten kaudalwärts, während die in die oralen Teile des Rückenmarkes eintretenden Wurzelfasern auch ihre Endigung in die oral gelegenen Teile der Hinterstrangkernmasse vorschieben. So kommt es denn, daß in dem *Nuc. Gollii* hauptsächlich die Fasern für die hintere Körperhälfte, im *Nuc. Burdachi* hauptsächlich die für die vordere ihr Ende finden, wie schon DARKSCHEWITSCH und FREUD¹⁾ behauptet haben. Mit dieser Tatsache steht auch das SCHIEFFERDECKER²⁾-KAHLERSche³⁾ Gesetz, das die mediale Lage der kaudal entspringenden Fasern im *Fun. posterior* feststellt, in Einklang.

Den sogenannten *Nuc. Bischoffi*⁴⁾ kann ich nur als einen unscharf abgegrenzten Teil des *Nuc. Gollii* betrachten, und ebenso bin ich außer stande, im *Nuc. Burdachi* eine besondere äußere Abteilung [CLARKE⁵⁾, v. MONAKOW⁶⁾ u. a.⁷⁾] abzutrennen. Geht auch aus den Angaben der Autoren durchaus nicht deutlich und übereinstimmend hervor, was sie als „inneren“, was als „äußeren“ Keilstrangkern bezeichnet wissen wollen, so ist doch so viel sicher, daß auch in dem sogenannten „äußeren“ Kern Hinterstrangfasern und nichts als Hinterstrangfasern sich aufsplintern. Systematisch gehört also der äußere Keilstrangkern durchaus zur großen Hinterstrangkernmasse, topographisch ist er keineswegs scharf zu begrenzen⁸⁾ und wenn ein cytologischer Unterschied insofern bestehen soll, als der äußere Kern im allgemeinen größere Zellen enthalten soll, so würde ja ein solcher Größenunterschied der Zellen durchaus nichts gegen eine systematische Einheit beweisen. Aber es ist noch nicht einmal sicher, ob dieser auf Frontalschnitten hervortretende Größenunterschied sich nicht durch eine abweichende Lagerung der größeren Zellachse erklärt⁹⁾. Von einer Analogie des „Keilstrangkernes“ mit der *Columna Clarkei* (BLUMENAU, TSCHERMAK] kann keine Rede sein.

Diejenigen Fasern des *Fun. post.*, die überhaupt die *Medulla oblongata* erreichen, endigen sämtlich in den *Nuc. fun. post.* In das *Corpus restiforme* gelangen weder direkt, noch auf dem Wege von *Fibrae arcuatae anteriores* oder *posteriores* Hinterstrangfasern, noch auch gehen überhaupt Hinterstrangfasern in *Fibrae arcuatae* über. Der Ansicht, daß die *Crura cerebelli* durchaus keine Hinterstrangfasern enthalten, war schon DEITERS¹⁰⁾, von den mit der MARCHISCHEN Methode arbeitenden Autoren AUERBACH¹¹⁾, SHERRINGTON¹²⁾, MOTT¹³⁾. Wenn auch TSCHERMAK¹⁴⁾ und PROBST¹⁵⁾ mit der MARCHISCHEN Methode einen Uebergang von Hinterstrangfasern in das *Corpus restiforme* behaupten, so muß eben das Tatsächliche der Befunde durchaus bestritten werden, während die WEIGERTSche

1) Neur. Ctrbl., 1886, p. 121.

2) VIRCHOWS Archiv, LXVII, 1876, p. 542.

3) Zeitschr. f. Heilk., 1882, vielfach bestätigt.

4) Jahrb. f. Psych., 1899, p. 371.

5) Philosoph. Transact., CLVIII, p. 264.

6) Neur. Ctrbl., 1885, No. 12; Arch. f. Psych., 1890, XXII, p. 15.

7) Vergl. BLUMENAU, Neur. Ctrbl., 1891, X, p. 226; v. BECHTEREW, Leitungsb., Fig. 82, p. 115; TSCHERMAK, Arch. f. Anat., 1898, p. 354; OBERSTEINER, Anl., 1901, p. 407; PROBST, Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 244.

8) Vergl. die Ausbreitung der Hinterstrangdegeneration in Fig. 4.

9) Wie verschieden gleiche Zellen gefalteter grauer Massen auf einem Frontalschnitt aussehen können, davon kann man sich am besten an der *Olivula superior* überzeugen.

10) Untersuch. über Gehirn und Rückenmark, Braunschweig 1865, p. 207.

11) VIRCHOWS Arch., 1891, CXXIV, p. 149.

12) Journ. of Physiol., 1893, XIV, No. 4 u. 5.

13) Brain, 1895, p. 1. In Bezug auf die weitere Literatur über diesen Punkt verweise ich auf TSCHERMAK, Arch. f. Anat., 1898, p. 291.

14) Arch. f. Anat., 1898.

15) Arch. f. Psych., XXXV, p. 750.

Methode, auch in ihrer Anwendung auf die Markreifung, eben gar nicht ausreicht, die Frage zu entscheiden, und die Autoren, welche sich ihrer bedient haben [EDINGER¹⁾, CRAMER²⁾], durch den gewiß nicht zu bestreitenden Schein des Zusammenflusses der beiden Fasermassen getäuscht worden sind. Sind sowohl *Fun. posteriores* wie *laterales* erheblich degeneriert, so ist auch mit der MARCHISCHEN Methode ein definitiver Entscheid nicht zu geben, und daher können auch die Fälle von SCHAFFER³⁾, HOCHÉ⁴⁾, SÖLDER⁵⁾ nichts gegen die vorgetragene Anschauung beweisen. Ausdrücklich sei aber darauf hingewiesen, wie weit oralwärts sich im Bereiche des von mir als Feld der *Fasc. Rollerii* bezeichneten Gebietes der *Nuc. Burdachi* erstreckt (Fig. 5)⁶⁾, mit Hilfe der MARCHISCHEN Methode aber, um es nochmals zu betonen, gegen alle anderen Gebilde scharf abzugrenzen ist.

3. Lemniscus principalis

(mit zentraler Trigemibusbahn).

Eine Besprechung des *Lemniscus* gliedert sich naturgemäß in drei Teile, die Feststellung seines Ursprunges, seines Verlaufes und seiner Endigung. Von dieser Besprechung nehmen wir jedoch von vornherein aus den sogenannten „*Lemn. lateralis*“, der bei der Acusticusbahn seine Erledigung gefunden hat, und beschränken uns hier auf den eigentlichen *Lemniscus principalis* (Hauptschleife). (Vergl. dazu bes. Ser. I u. III.)

Der *Lemn. principalis* entspringt nicht weiter kaudal, als die *Nuc. fun. post.* sich erstrecken, und aus den *Nuc. fun. post.* entspringt er in deren ganzer kaudo-oraler Ausdehnung. Die Behauptung, um die schon seit lange Streit ist⁷⁾, daß ein Teil des *Lemniscus* aus der *Med. spinalis* im engeren Sinne stamme, ist als eine durchaus irrig zu bezeichnen. Es ist anzunehmen, daß ältere Autoren, die nach der Durchmusterung normaler Faserpräparate zu der entgegengesetzten Ansicht gekommen sind, insbesondere eine Fortsetzung des Vorderstranges und Vorderseitenstranges in die *Area lemnisci* behaupten, die letztere nicht scharf genug von dem dorsal von ihr gelegenen *Tractus praedorsalis* unterschieden haben. Aus dem letzteren gehen allerdings reichlich Fasern in den *Fun. anterior* über. Sie degenerieren jedoch abwärts und sind von sehr viel größerem Kaliber als die Fasern des *Lemniscus*. Die Teilung ENDINGERS aber in einen Rückenmarks- und Hinterstrangkernanteil des *Lemniscus*⁸⁾ ist als eine durchaus willkürliche zu erklären. Muß doch dieser Autor, um bei seiner vorgefaßten Meinung zu bleiben, die negativen Resultate von AUERBACH⁹⁾ mit Unzulänglichkeit der MARCHISCHEN Methode erklären¹⁰⁾. Wenn neuerdings PROBST¹¹⁾ auch mit der MARCHISCHEN Methode Fasern aus der *Med. cervicalis* in den *Lemn. principalis* hat verfolgen können, so ist zwar die Tatsache richtig, aber eine solche Degeneration kommt nur dann zur Beobachtung, wenn durch die Verletzung des Cervikalmarkes noch — auf dem Querschnitte als graue Inseln erscheinende — Teile der sich oft bis in die ersten Cervikalsegmente kaudalwärts er-

1) Neur. Ctrbl. 1885, III, p. 73.

2) Beiträge u. s. w., 1894, p. 90.

3) Arch. f. mikr. Anat., XLIII, 1894, p. 252.

4) Arch. f. Psych., XXVIII, 1896, p. 510.

5) Neur. Ctrbl., 1897, p. 308.

6) Vergl. auch VAN GEHUCHTEN, Névraxe, IV, p. 57.

7) FLECHSIG (Leitungsbahnen, p. 336) hat den Zusammenhang des *Stratum interolivare* mit der *Med. spinalis* immer gelegnet, entgegen fast allen anderen Autoren, von denen ich hier nur SPITZKA, Med. Record, 1884, No. 15—18, HOMÉN, VIRCHOWS Arch. LXXXVIII, BECHTEREW, Leitungsbahnen, 2. Aufl., 1899, p. 237, anführe.

8) Vorlesungen, 1900, Fig. 273, p. 388.

9) VIRCHOWS Arch., CXXI, 1890, Heft 2.

10) Deutsche med. Wochenschr., 1890, p. 421.

11) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., XI, 1900, p. 7.

streckenden *Nuc. Gollii*, bez. *Bischoffi* getroffen wurden¹⁾. Wenn PROBST selbst die Schleifendegeneration aus dem *Cornu posterius* ableitet, so ist dieser Aufstellung bestimmt zu widersprechen. Man sieht in unserer Serie IV (Taf. VII), welche die Degenerationen nach Halbseitendurchschneidung im 3. Cervikalsegment wiedergibt, auch nicht eine einzige Faser des *Lemniscus* degeneriert. *Cornu posterius* und *Nuc. fun. poster.* sind sowohl topographisch als in ihren Faserbeziehungen durchaus unterschieden und in jeder Hinsicht als Bildungen eigener Art aufzufassen.

Wenn wir also annehmen, daß der *Lemn. principalis* aus dem ganzen Bereich der Hinterstrangkernse seinen Ursprung nimmt, so können wir auch hier wieder die Abtrennung eines besonderen äußeren Keilstrangkernes nicht vornehmen. Wo ich auch den *Nuc. Burdachi* zerstört habe, immer habe ich von dieser Verletzung eine Degeneration des *Lemn. principalis* ableiten können und niemals eine andere²⁾.

Eine weitere Frage ist, ob der *Lemn. principalis* in der *Medulla oblongata* noch einen anderen Ursprung hat als die Masse der Hinterstrangkernse. Hier möchte ich einen Zusammenhang des *Vagoglossopharyngeus*, bez. des *Fasciculus solitarius vagi* mit dem *Lemn. princ.*, den REICHERT³⁾ und SPITZKA⁴⁾ behauptet haben, ausschließen.

Eine eingehende Behandlung aber erfordert die Frage nach dem Zusammenhang des *Trigeminus* mit dem *Lemn. princ.*, wobei wir denn auch sogleich auf das Problem der sekundären Trigeminusbahn überhaupt eingehen werden. Es handelt sich zunächst dabei nur um das Bestehen einer sekundären Trigeminusbahn der *Medulla oblongata*. Eine solche ist von WALLENBERG⁵⁾ nach Versuchen am Kaninchen beschrieben und von VAN GEHUCHTEN⁶⁾ bestätigt worden, eine andere für den Menschen von SPITZER⁷⁾ angegeben worden. Nach WALLENBERG und VAN GEHUCHTEN kommen nach Zerstörung der *Substantia gelatinosa trigemini*⁸⁾ Fasern zur Degeneration, die ventral vom *Nuc. hypoglossi* die *Raphe* überschreiten, dann sagittal und oral umbiegen und nach den Abbildungen WALLENBERGS in ein Gebiet gelangen, das unserem später zu beschreibenden *Tractus fasciculorum Foreli* entsprechen würde. Ich kann diese von WALLENBERG am Kaninchen beschriebene Bahn bei Katze und Hund nicht auffinden. Wohl habe ich an der von WALLENBERG bezeichneten Stelle oft genug Degenerationen gesehen, dieselben stammten aber aus der Verletzungsseite, waren nicht gekreuzt und ließen sich auch nicht aus der *Substantia gelatinosa trigemini* ableiten.

SPITZER hat auf Grund eines Falles von Tumor am Boden der Rautengrube die sekundäre Bahn der *Rad. spinalis trigemini* — der *Nuc. sens. trigemini* im *Pons* lag oral von dem SPITZERSchen Herd — dem gekreuzten „ventralen Haubenbündel“ gleichgesetzt, das, zuerst nahe der *Raphe* dorsomedial von der

1) Es ist allerdings auch möglich, daß PROBST die in der vorderen Kommissur kreuzenden Fasern der ersten Cervicalsegmente zum *Tract. Gowersi*, die in der *Medulla oblongata* in das laterale Mark der *Olivula inferior* kommen, für Fasern des *Lemn. principalis* genommen hat.

2) PROBST, der einen besonderen äußeren Keilstrangkern unterscheidet, läßt aus ihm Fasern in sein „Kleinhirnsehnhügelbündel“ übergehen. Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 244.

3) Bau des menschlichen Gehirns, 1861, II, p. 126.

4) Medic. Record, 1884, No. 15—18.

5) Anat. Anz., XII, 1896, p. 474.

6) Névraze, IV, 1902, p. 1.

7) OBERSTEINERS Arbeiten, VI, 1899, p. 1.

8) WALLENBERG nimmt als Ursprung der sekundären Trigeminusbahn einen besonderen, der *Substantia gelatinosa* medial anliegenden Kern an, den ich nicht finden kann. Ich muß behaupten, daß bei Degenerationen der spinalen Trigeminuswurzel degenerierte Fasern sich nirgends anders aufsplitteln als in dem Gebiet, das allgemein als *Substantia gelatinosa rad. spinalis trigemini* bezeichnet wird. Auch VAN GEHUCHTEN bildet die WALLENBERGSche Bahn ab, in den Bildern der Verletzung Fig. 33 u. 34 (Névraze, IV, 1902, p. 42) fehlt eine solche Degeneration, trotzdem die Bahn am *Nuc. vagi* und *hypoglossi* zerstört sein müßte, wenn sie nach WALLENBERGS Beschreibung verlief; PROBST ist meiner Meinung nach im Irrtum, wenn er seine Bahn wenigstens teilweise mit der WALLENBERGSchen identifizieren will (Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 236).

eigentlichen Schleifenschicht gelegen, sich später mit der Schleife vereinigt. Damit würde eine Angabe von PROBST¹⁾ für die Katze einigermaßen in Einklang zu bringen sein²⁾. Weder SPITZER noch PROBST geben jedoch an, warum sie ihre Degeneration aus der *Rad. spinalis trigemini* und nicht aus dem *Nuc. Burdachi* ableiten, der in seinem oralen Teil in dem SPITZERSCHEN Falle sicher mitgetroffen war. Wer die Lage des *Nuc. Burdachi* auf der von uns abgebildeten Serie I betrachtet, wird einsehen, daß man nur durch einen besonders glücklichen Zufall einmal eine Verletzung erhalten könnte, welche die *Rad. spinalis trigemini* zerstört, ohne zu gleicher Zeit den *Nuc. Burdachi* oder die von ihm entspringenden *Fibrae arciformes* zu schädigen. Einmal ist mir eine solche Verletzung fast rein gelungen dadurch, daß ich weit oralwärts durch das Kleinhirn etwa in die Höhe des austretenden Facialisschenkels die Zerstörung vornahm. Ich habe mich in diesem Fall überhaupt von einer sekundären langen Bahn, die in der *Substantia gelatinosa rad. spinalis trigemini* ihren Ursprung nehmen sollte, nicht überzeugen können, und wenn auch auf diesen einen Fall entscheidender Wert nicht gelegt werden darf, halte ich es doch auch nach den Angaben der Autoren noch keineswegs für erwiesen, daß die *Rad. spinalis trigemini* überhaupt einer langen aufsteigenden Bahn den Ursprung gibt.

Was nun zunächst wieder den Verlauf des aus den *Nuc. fun. post.* stammenden Anteils des *Lemniscus* betrifft, so scheinen die betreffenden Fasern eine totale Kreuzung einzugehen. Aus der beschriebenen Serie I läßt sich wegen der Doppelseitigkeit der Verletzung dafür ein Anhalt nicht gewinnen. Bei einseitiger Verletzung habe ich jedoch immer nur gekreuzte Schleifenfasern gesehen. Das stimmt überein mit der Angabe von TSCHERMAK³⁾ und widerspricht der Behauptung von BECHTEREW-LAZURSKI⁴⁾ und der von OBERSTEINER und SCHLESINGER⁵⁾, welche letzteren den ungekreuzten Schleifenfasern sogar ein besonderes Areal im *Lemniscus*, das SPITZKASCHES Bündel, einräumen möchten.

Ueber die Wege der Kreuzung ist wohl kein Streit mehr. Es kreuzen die kaudalsten Fasern des *Lemn. principalis* in der *Decussatio lemnisci suprapyramidalis*. [Die Bezeichnung: obere Pyramidenkreuzung ist unannehmbar, weil sie auf die erst von FLECHSIG mit Entschiedenheit bekämpfte Ansicht von der Beteiligung der Hinterstränge am Aufbau der *Pyramiden* (MEYNERT, HENLE, ROLLER) zurückgeht.] Alle oraler entspringenden Fasern kreuzen als *Fibrae arcuatae internae* die *Raphe* um dann sagittal in die *Area lemnisci* umzubiegen, und zwar ist der Zusammenhang der *Fibrae arcuatae internae* mit den *Nuc. fun. post.* (Ganglia postpyramidalia CLARKES) und der später sogenannten Schleifenschicht (*Area lemnisci*) wohl zuerst von DEITERS⁶⁾ scharf erkannt worden. Die *Area lemnisci*, d. h. das Feld der auf Querschnitten nunmehr senkrecht getroffenen Fasern des *Lemn. principalis* beschränkt sich keineswegs auf das *Stratum interolivare* FLECHSIGS, sondern sie bilden auch in der Hauptsache die im *Hilus olivae inferioris* quergetroffenen Fasern und sogar noch zum Teil das laterale Mark der *Olive* (Fig. 4)⁷⁾. Dabei werden die aus den kaudalen Abschnitten der *Nuc. fun. post.* stammenden Fasern nach der Kreuzung im allgemeinen allmählich in den lateralsten Abschnitt der *Area lemnisci* gedrängt, während die oral ent-

1) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 236.

2) RAMÓN Y CAJAL sieht Fasern aus der *Rad. spinalis trigemini* zum *Lemniscus* ziehen (GOLGISCHE Methode), was auch zu diesen Angaben etwa stimmen würde, während WALLENBERG den Zusammenhang der *Rad. trigemini* mit dem *Lemniscus* leugnet. (Anat. Anz. 1896, XII, p. 474).

3) Arch. f. Anat., 1898, p. 291.

4) BECHTEREW, Leitungsb., 2. Aufl., 1899, p. 232.

5) OBERSTEINERS Arbeiten, IV, p. 63.

6) Unters. u. s. w., 1865, p. 215.

7) Demnach ist die Angabe von EDINGER (Neur. Ctrbl., IV, 1885, Fig. p. 75) zu berichtigen, „es bliebe keine Hinterstrangfaser in der Olive, alle treten in die Olivenzwischenschicht“. Aus dieser tatsächlich unrichtigen Beobachtung hat EDINGER den tatsächlich richtigen Schluß gezogen, daß der *Lemniscus* mit der *Olive inferior* nichts zu tun habe. FLECHSIG dagegen (Neur. Ctrbl., IV, 1885, p. 98) spricht zutreffend von „innerhalb der großen Olive verlaufenden Fasern, welche hier aber nicht enden“.

springenden medial und auch etwas dorsal zu liegen kommen. Diese letztere Situation würde etwa der Lage des von SPITZER für die sekundäre medulläre Trigeminusbahn in Anspruch genommenen „ventralen Haubenfeldes“ beim Menschen entsprechen. Da der *Nuc. Gollii* am weitesten kaudal, der *Nuc. Burdachi* am weitesten oral reicht, so entspricht der lateralste Anteil der Schleifenschicht im oralsten Teil der Medulla oblongata dem *Nuc. Gollii*, der medialste dem *Nuc. Burdachi*, wie auch WALLENBERG angibt. Es entspricht diese Tatsache nicht den Angaben v. BECHTEREWS¹⁾ der auf Grund von Markreifungsbildern urteilt, und auch nicht einer Angabe TSCHERMAKS²⁾.

Weiter oral durchzieht die Hauptmasse des *Lemniscus princ.* das *Corpus trapezoides* (Fig. 5), wenn auch ein Teil seiner Fasern noch dorsal von jenem zwischen *Abducens* und *Facialis* zu liegen kommt (Fig. 6). Es verliert hier der *Lemniscus* seine bandartige Form dadurch, daß seine Fasern durch die Querfasern des *Corpus trapezoides* auseinandergedrängt werden. Diese Veränderung der *Area lemnisci* hat wohl DÖLLKEN³⁾ zu der Annahme gebracht, daß der *Lemniscus* die Hauptmasse seiner Fasern in der Höhe des *Corp. trapezoides* abgebe, was durch die Ergebnisse der Degenerationsmethode als unzutreffend nachgewiesen wird⁴⁾.

Wo das *Griseum pontis* und der *Nuc. reticularis tegmenti* auftritt, schließen sich die Fasern des *Lemn. principalis* wieder aneinander. Wieder erscheint ihr Areal bandförmig, ihre Fasern ziehen sich dabei lateralwärts, wobei die Fasern, die in der Gegend des *Corpus trapezoides* am weitesten medial und dorsal liegen, den größten Bogen beschreiben müssen, so daß es bei oberflächlicher Betrachtung des Präparates in der Höhe des *Nuc. reticularis tegmenti* so aussehen kann, als wenn hier und im *Griseum suprallemniscatum* Einstrahlungen sich finden, wo es sich jedoch nur um Bruchstücke schräg getroffener Fasern handelt.

Die Abtrennung eines besonderen *Lemn. medianus* (Fig. 7) von dem Areal des *Lemn. princ.* hat also auch für uns Wert, insofern in diesem medialen Teil des *Lemniscus principalis* eben vorzüglich diejenigen Fasern verlaufen, welche aus den oralsten Abschnitten des *Nuc. Burdachi* stammen. In unserer Serie I ist der *Lemniscus medianus* daher auch von Degenerationen fast frei. Ferner schließen sich dem *Lemniscus medianus* noch Fasern des *Pedunculus corporis mammillaris* an (über deren Ursprung jedoch vergl. p. 36).

Hier im *Pons* jedoch erhält nun der *Lemn. principalis* einen neuen Zuwachs durch Fasern, welche aus dem *Nuc. sensorius trigemini* stammen, oral von ihm, dorsal von der *Area lemnisci* zur *Raphe* ziehen, diese mit einer charakteristisch ventral konvexen Ausbuchtung dorsal von den Querfasern und dem Grau des *Pons* überschreiten (Fig. 13 *DLp*) und sich nun zunächst dorsal und medial dem klassischen Schleifenfeld anlegen, sich jedoch bald dorsal auf das Band des *Lemniscus* hinauflagern, von dem sie nur noch eine kurze Strecke durch einen schmalen Streifen grauer Substanz getrennt sind.

Der weitere Verlauf dieser Fasern zeigt eben ihr Zugehörigkeit zum *Lemn. principalis*, und wir nehmen daher keinen Anstand, diese Brückenschleife (*Lemniscus principalis pontis*, *Lp*) als *Lemn. trigemini* zu identifizieren. Während wir uns also von einer sekundären Bahn der *Rad. spinalis trigemini* nicht mit Sicherheit zu überzeugen vermochten, halten wir diese Bahn vom *Nuc. sensorius trigemini* im *Pons* für sichergestellt.

Eine solche sekundäre Bahn vom *Nuc. sens. trigemini* ist schon von HÖSEL⁵⁾ vermutet worden, weil er in einem Fall von Thalamusherde eine Atrophie des *Nuc. sens. trigemini* wahrnahm. Als Weg dieser

1) Leitungsb., 1899, p. 236.

2) Arch. f. Anat., 1898, p. 356.

3) Neur. Ctrbl., XVIII, 1899, p. 50.

4) Auch ROLLER (Arch. f. mikrosk. Anat., XIX, 1881, p. 240) gibt an, daß beim Menschen durch Fasern des *Brach. pontis*, die dem *Corpus trapezoides* der Tiere entsprechen, der *Lemn. princip.* mit dem *Cerebellum* in Verbindung trete, was nicht der Fall ist.

5) Arch. f. Psych., XXV, 1893, p. 1.

Jenaische Denkschriften. X.

5

O. Vogt, Neurobiol. Arbeiten. II. Serie, Bd. I, 2.

13

M. Lewandowsky, Leitungsbahnen des Truncus cerebri.

Bahn nimmt er jedoch die *Fasciculi Foreli* in Anspruch, die ja auch WALLENBERG für die spinale Bahn verwertet, und die Kreuzung gelang es ihm überhaupt nicht aufzufinden.

Im übrigen sei bemerkt, daß eine lineare Grenze zwischen dem *Lemn. princ.* aus der *Medulla oblongata* und dem aus dem *Pons* nicht zu machen ist, es gelangen erstens Fasern der *Nuc. fun. post.* in das *Stratum dorsomedianum lemnisci*, wie man topographisch für eine kurze Strecke dieses Bündel nennen kann, das vielleicht identisch mit dem ventralen Haubenfelde SPITZERS beim Menschen ist¹⁾, und zweitens gelangen Fasern aus dem *Pons* in den eigentlichen *Lemn. medianus*, ganz abgesehen davon, daß sich weiter oral die Fasern der beiden Gebilde dicht nebeneinander legen.

Aus dieser Feststellung, daß nämlich der *Nuc. sens. trigemini* Fasern zum *Lemn. princ.* entsendet, und aus der uns wahrscheinlichen Annahme, daß die *Rad. spinalis trigemini*, bez. ihre *Substantia gelatinosa*, solche Bahnen überhaupt nicht abgibt, würde sich eine bemerkenswerte Analogie dieser beiden Gebilde mit den *Nuc. fun. post.* einerseits, der grauen Substanz des *Cornu posterius* andererseits ergeben, von welcher letzteren wir ja auch keine Bahnen zum *Lemn. princ.* feststellen konnten.

In der Ebene des *Quadrig. ant.* tritt nun der gesamte *Lemn. princ.* bekanntlich dorsalwärts (Fig. 8 u. 14) und kommt dann medial von dem *Brach. quadrig. posterius*, bez. von dem *Corpus geniculatum internum* zu liegen. Hier beginnen sich seine Fasern aufzusplitteln, was auch TSCHERMAK und PROBST²⁾ wahrscheinlich, mir sicher erscheint. Den Kern neben dem *Brach. quadrig. posterius* und dem *Corpus geniculatum internum* nenne ich *Nuc. parageniculatus*³⁾. Zur Kuppe des *Quadrig. ant.* steigen keine Fasern des *Lemn. princ.* auf⁴⁾.

Bis zu diesem *Nuc. parageniculatus* haben wir Aufsplitterungen des *Lemn. princ.* überhaupt nicht nachweisen können, noch auch haben wir bis hierher gesehen, daß Fasern den beschriebenen Weg verlassen und sich anderen Hirnteilen zugewandt hätten.

Ehe wir in der Beschreibung des *Lemn. principalis* weitergehen, müssen wir einige der dieser Behauptung entgegenstehenden Angaben aus der Literatur anführen. Es ist zunächst die allgemeine Ansicht, daß die *Nuc. fun. post.* mit dem *Cerebellum* eine Faserverbindung eingehen, und zwar soll diese Verbindung nach einigen eine einseitige, nach anderen eine doppelseitige sein.

FLECHSIG⁵⁾ hat angegeben, daß ein System aus dem *Nuc. Gollii* die *Pyramide* durchbricht und in *Fibrae arcuatae externae* übergeht, was TSCHERMAK⁶⁾ an MARCHI-Präparaten bestätigt.

Außer diesem gekreuzten Hinterstrangkern-Kleinhirnsystem nimmt TSCHERMAK noch ein ungekreuztes an, das teils auf dem Wege der *Fibrae arcuat. externae posteriores* das *Corpus restiforme* erreichen, teils unmittelbar sich aus dem *Nuc. Burdachi* in dieses hineinschieben soll. Solche gleichseitige Verbindung nehmen auch FERRIER und TURNER⁷⁾ an. Auch VAN GEHUCHTEN⁸⁾ hat entsprechende Degenerationen beobachtet, will sie aber nicht mit Sicherheit deuten.

Ich kann mit Entschiedenheit dafür eintreten, daß die *Nuc. fun. post.* weder eine gekreuzte, noch eine ungekreuzte Verbindung mit dem *Cerebellum* eingehen. Als ein beweisendes Beispiel kann unsere Serie I dienen, in welcher trotz ausgiebiger doppelseitiger Zerstörung der *Nuc. fun. post.*

1) Das ist natürlich noch kein Beweis dafür, daß dieses Bündel nun auch, wie SPITZER annimmt, medulläre Trigeminusbahnen einschließen sollte (vergl. p. 32).

2) Arch. f. Psych., XXXIII.

3) Sein kaudalster Abschnitt dürfte einem von KOELLIKER, Handb., 6. Aufl., II, p. 412, Fig. 572 mit *N* bezeichneten Kern entsprechen.

4) Wenn auf Fig. 14 einzelne Fasern in die Schichten des *Quadr. ant.* übergeben, so stammen diese, wie reine Verletzungen der *Nuc. fun. post.* lehren, aus dem *Pons* (retrograde Degeneration der *Fibrae tectopontinae*?), nicht aus dem *Lemn. princ.*

5) Neur. Ctrbl., IV, 1885, p. 97.

6) Arch. f. Anat., 1898, p. 355.

7) Philosoph. Transact., CLXXXV, 1895.

8) Névraxe, IV, 1902, p. 39.

und ihrer *Fibrae arcuatae* und trotz erheblicher Degeneration des *Lemn. princ.* auf beiden Seiten das eine *Corpus restiforme* ganz frei von Degenerationen war, das andere vereinzelt Schollen zeigte, die wir jedoch mit Sicherheit aus der *Oliva inferior* durch den *Nuc. fun. lat.* verfolgen können, und die sich durch ihr stärkeres Kaliber im Präparat überdies ganz scharf von den feineren Degenerationen der *Fun. post.* und den Fasern des *Lemn. princ.* unterscheiden lassen.

TSCHERMAK, der in der Angabe von „Kollateralen“ des *Lemn. princ.* sich gar nicht genug tun kann, findet solche noch zum *Nuc. hypoglossi* (im Anschluß an HELDS GOLGI-Bilder), zur *Formatio reticularis* [im Anschluß an FLECHSIG¹⁾], zum *Nuc. Deitersi* (RAMON Y CAJAL), zu der *Oliva inf.* (KOELLIKER, HELD), zum medialen Schleifenkern (BECHTEREW), zum *Griseum pontis*, zur *Substantia nigra*, zum *Quadrig. post.* Dieser letzten Angabe hat bereits VAN GEHUCHTEN²⁾ widersprochen. Ich muß auch allen anderen Angaben TSCHERMAKS, die er zum großen Teil durch seinen Schüler KELLER³⁾ hat wiederholen lassen, entgegenreten und kann auch VAN GEHUCHTEN nicht zugeben, daß die MARCHISCHE Methode ungeeignet sei, um diese Dinge festzustellen⁴⁾.

Besonders hervorzuheben ist, weil sich dieser Angabe TSCHERMAKS, die ja eine alte Streitfrage berührt⁵⁾, neuerdings auch KOHNSTAMM⁶⁾ angeschlossen hat, das Fehlen von Endigungen des *Lemn. princ.* in der *Oliva inferior*. Ein sicheres Urteil kann man allerdings nur in den Fällen erlangen, in denen mit den *Nuc. fun. post.* nicht auch zugleich *Fibrae olivocerebellares* verletzt sind, weil die (retrograde) Degeneration der letzteren in die *Oliven* zu Täuschungen Veranlassung geben kann.

Von Wichtigkeit ist es ferner, festzustellen, daß der *Lemn. principalis* nirgends Fasern an den *Lemn. lateralis*, oder dessen Endigungsgebiet bis zum *Quadrig. post.* abgibt, so nahe er dem letzteren auch kommt. Eine Angabe OBERSTEINERS⁷⁾ ist nur topographisch zu verstehen und zurückzuweisen ist die Anschauung ROLLERS⁸⁾, der den *Lemn. lateralis* nur als den lateralen Teil der Hauptschleife betrachtete, was noch neuerdings von WIENER und MÜNZER⁹⁾ als möglich bezeichnet wird.

Endlich aber enden auch im Dach des *Quadrig. ant.* keine Fasern des *Lemn. princ.*, sondern unser *Nuc. parageniculatus* ist nur die kaudale Fortsetzung des ventralen Thalamuskernes, stellt demnach nur eine Station der Bahn zum *Cortex cerebri* dar (vergl. weiter unten).

Hier also nehmen wir die Beschreibung des Verlaufes des *Lemn. princ.* wieder auf.

Während zunächst die lateralen Fasern sich im *Nuc. parageniculatus* (Fig. 14) aufsplittern, hat sich nunmehr der ganze *Lemn. principalis* dorsalwärts gezogen und liegt in der Höhe des *Nuc. ruber* unmittelbar neben der *Radiatio brach. conjunctivi*, so noch die *Capsula lateralis* des *Nuc. ruber* bilden helfend. Diese medialsten Fasern des *Lemn. principalis* werden nun gebildet von unserem *Lemn. princ. pontis (trigemi)*. Das zeigt am deutlichsten unsere Serie III (Fig. 14), wo rechts nur der *Lemn. pontis* degeneriert ist (*Lp*), links aber fast ausschließlich die lateralen Fasern des *Lemniscus*, der hier nach der Kreuzung getroffen wurde, degeneriert sind. Dementsprechend ist das Areal *Lp* rechts von dem gleichfalls degenerierten *Brach. conjunctivum* gar nicht abzugrenzen, die lateralen Schichten des *Lemniscus* aber fast frei von Degenerationen, während links gerade das Umgekehrte der Fall ist, sich insbesondere in den dem *Nuc. ruber*

1) Neur. Ctrbl., IV, 1885, p. 97.

2) Névraxe, IV, 1902, p. 1.

3) Arch. f. Anat., 1901, p. 177.

4) „La méthode de MARCHI ne permet pas d'établir, d'une façon précise, toutes les connexions, que ces fibres ascendantes peuvent contracter avec les masses grises du bulbe, du pont de VAROLE et du mesencéphale“. Névraxe, IV, p. 31.

5) FLECHSIG hat den Zusammenhang von *Lemniscus* und *Oliva inf.* immer bestritten. Neur. Ctrbl., IV, 1885, p. 97.

6) Deutsche med. Wochenschr., 1903, No. 16.

7) Anleitung, 4. Aufl., 1901, p. 411.

8) Arch. f. mikrosk. Anat., XIX, 1881, p. 240.

9) Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., XII, 1902, p. 272.

lateral angelagerten Bündeln des *Lemn. princ.* nur wenig Degenerationen finden. Ganz scharfe Grenzen gibt es allerdings nirgends.

Im *Thalamus* selbst geht die Hauptmasse der Schleifenfasern in die *Lamella externa (Le)* über, (Fig. 16), um von dort aus insbesondere in den *Nuc. vent. c* und *vent. a* v. MONAKOWS auszustrahlen¹⁾. Einige Fasern des *Lemn. princ.* durchziehen jedoch noch ventral von der *Lamella externa* und lateral von FORELS Feld *H* die *Zona incerta*, liegen dabei zum Teil noch in der *Pars caudoventralis campi Foreli C.* und O. VOGTS. Schließlich jedoch gehen auch diese Fasern durch die *Lamella externa*, insbesondere zum *Nuc. vent. anterior*, wo sich die oralsten Aufsplitterungen des *Lemn. princ.* finden (Fig. 17).

Eine Anzahl Fasern des *Lemn. princ.* gehen auch durch die *Lamella interna* und splittern sich insbesondere im kaudalen Teil des *Nuc. medialis b (mb)* Fig. 15) auf. Diesen letzteren Weg und die Endigung im *Nuc. med. b* finden insbesondere die Fasern des *Lemniscus princ. pont.*, die den *Nuc. vent. c* und den *Nuc. vent. a* wieder ziemlich frei lassen, wenn eine scharfe Grenze auch hier wiederum nicht zu ziehen ist.

PROBST, der bereits die Endigung des *Lemn. princ.* im *Thalamus* genauer lokalisiert hat, gibt als Endigungsstätten an: *N. vent. a, vent. c, vent. b, med. b, med. c* ²⁾. Ich befinde mich also mit ihm fast in Uebereinstimmung. Auch TSCHERMAK ³⁾ gibt den *Nuc. vent. a* und *Nuc. vent. c* an.

Ihre Bedeutung werden diese Befunde, insbesondere auch die exakte Darstellung auf den Tafeln V und VI erst erhalten, wenn die Beziehungen der Endigungsstätten des *Lemniscus principalis* zu den einzelnen Territorien der Hirnrinde genauer, als das bisher von v. MONAKOW, dessen Feststellungen ja grundlegend bleiben werden, und auch von PROBST geschehen ist, erkannt sein werden.

Gegen TSCHERMAK ³⁾ und PROBST ⁴⁾ muß ich bestreiten, daß Fasern des *Lemn. princ.* durch die *Commissura posterior* gehen.

Die von ihm früher geäußerte Ansicht, daß echte Schleifenfasern — nicht nur im Schleifenareal verlaufende Fasern — in die *Commissura Meynerti (subthalamica)* übergehen⁵⁾, scheint PROBST selbst wieder aufgegeben zu haben. In Uebereinstimmung mit PROBST ⁶⁾ muß ich gegen WALLENBERG ⁷⁾ Beziehungen des *Nuc. fun. post.* zum *Pedunculus corporis mammillaris* durchaus in Abrede stellen.

Auch mit dem *Corpus Luysi* und dem *Nuc. lentiformis* hat der *Lemn. princ.* durchaus keine Verbindung, wie das u. a. BECHTEREW ⁸⁾ behauptet, eine Angabe, die bereits von PROBST bestritten ist.

Die Frage, ob es eine Rindenschleife im Sinne von FLECHSIG und HÖSEL ⁹⁾ gibt, ob also Fasern von den *Nuc. fun. post.* ohne Unterbrechung zur Rinde gehen, ist wohl längst in negativem Sinne entschieden [MAHAIM ¹⁰⁾ u. a.], sodaß ich darauf wohl nicht weiter einzugehen brauche.

Von allen Autoren, die sich der MARCHISCHEN Methode bedient haben, ist einzig und allein TSCHERMAK zu FLECHSIG und HÖSEL bestätigenden Ergebnissen gekommen, während MOTT, PROBST, VAN GEHUCHTEN u. a. die letzte Endigung des *Lemn. principalis* im *Thalamus* gefunden haben. Daran, daß die

1) Ich bediene mich für die Bezeichnung der Thalamuskern überall der von C. und O. VOGT revidierten Nomenklatur v. MONAKOWS (vergl. Neurobiol. Arbeiten, I, Ser., Bd. I, Heft 1).

2) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 184.

3) Arch. f. Anat., 1898, p. 359.

4) Arch. f. Psych., XXXIII, 1900, p. 1.

5) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 184.

6) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 185.

7) Anat. Anz., XVI, 1899, p. 156, u. XVII, 1900, p. 81.

8) Leitungsbahnen, 2. Aufl., 1899, p. 240.

9) Neur. Ctrbl., IX, 1890, p. 417.

10) Arch. f. Psych., XXV, 1893, p. 343 u. Neur. Ctrbl., XII, 1893, p. 683.

letztgenannten Autoren, von denen PROBST wohl am meisten zur definitiven Klarstellung getan hat, durchaus im Rechte sind, kann nach meinen Befunden an einer sehr großen Anzahl von Schleifendegenerationen auch nicht der leiseste Zweifel sein. TSCHERMAK kann sich auch nicht dadurch retten, daß er durch seinen Schüler KELLER erklären läßt, seine „bedeutungsvollen“ Befunde wären nur unter der Voraussetzung richtig, daß die MARCHISCHE Methode nicht die Grenzen des Neurons überschreite. Es handelt sich nicht darum, unter welchen Bedingungen die Befunde TSCHERMAKS bedeutungsvoll sind, sondern darum, daß sie unter allen Umständen unrichtig sind, nur auf fehlerhafter Technik beruhen können.

Auf einige Systeme, welche in der *Area lemnisci* in absteigender Richtung degenerieren, werde ich in späteren Kapiteln zurückkommen. Hier möchte ich nur die bisher nicht bekannte Tatsache noch erwähnen, daß auch eine retrograde Degeneration der Schleife nach der MARCHISCHEN Methode festzustellen ist¹⁾. Diese retrograde Degeneration ist am stärksten, wenn die Fasern des *Lemn. princ.* nahe an den Kernen, z. B. in oder an der *Oliva inferior* durchschnitten werden. Nahezu alle *Fibrae arcuatae internae* sind dann schon nach 2 Wochen dicht mit ziemlich groben Schollen erfüllt. Diesen Befund hat sicherlich auch PROBST, der im übrigen die retrograde Degeneration des *Lemn. princ.* geradezu leugnet, vor sich gehabt, wenn er von Fasern aus der *Oliva inf.* zu den *Nuc. fun. post.* spricht. Solche Fasern sind meiner Auffassung nach nicht anzunehmen, ebensowenig wie Fasern von den *Nuc. fun. post.* zur *Oliva inf.* Es handelt sich — soweit ich sehen kann — ausschließlich um Bruchstücke retrograd degenerierter Fasern des *Lemn. princ.* Sehr viel weniger intensiv ist die retrograde Degeneration des *Lemn. princ.* auch noch nach 3 Wochen, wenn die Verletzung weiter entfernt von den *Nuc. fun. post.*, etwa in der Region der *Quadrigenina* gesetzt wurde, dann sieht man in der *Area lemnisci* und den Fasern der *Decussatio lemnisci* nur feinere und nicht so dicht gedrängte Körnchen. Insbesondere sieht man diese auch in den *Nuc. fun. post.* nur der gekreuzten Seite, wo sie jedoch noch immer sehr viel gröber, wenn auch weniger dicht sind als die Aufsplitterungen der *Fun. post.* in denselben Kernen.

So erscheint mir denn die Anatomie des *Lemniscus principalis* als eine überraschend einfache: Er entspringt zum Teil in den *Nuc. fun. post.*, zum Teil im *Nuc. sens. trigemini*. Er kreuzt vollständig, der erste Anteil in der Kreuzung der *Medulla oblongata*, der zweite in der von mir gefundenen Kreuzung des *Pons*. Er endigt ausschließlich im *Thalamus*, ohne irgendwo auf dem Wege zum *Thalamus* Fasern abzugeben.

4. Tractus fasciculorum Foreli.

FOREL²⁾ beschrieb 1877 eine Gruppe von Bündeln, die sich in den untersten Querschnittebenen des *Quadr. ant.* von der *Formatio reticularis* differenzieren, und die er als Haubenfascikel (*Fasciculi tegmenti*) bezeichnete. Er konnte sie in den *Thalamus* verfolgen, ihre genauere Endigung, insbesondere eine Aenderung in ihrer Verlaufsrichtung nicht erweisen. Wenn ich WALLENBERG³⁾ recht verstehe, läßt dann dieser Autor seine — gekreuzte — zentrale Trigeminiusbahn beim Kaninchen durch diese Bündel passieren, ohne übrigens FOREL zu erwähnen. Zuletzt hat dann HATSCHKEK⁴⁾ die Topographie dieser Bündel bei einer Reihe von Tieren abgebildet, ich bin wenigstens der Meinung, daß es sich in den Abbildungen von HATSCHKEK um nichts anders handeln kann als um die *Fasciculi Foreli*, die er allerdings weiter kaudalwärts

1) Daß bei alten Herden eine absteigende Atrophie des *Lemniscus* eintritt, ist ja lange bekannt (P. MEYER, Arch. f. Psych., XIII., 1882, p. 63).

2) Arch. f. Psych., VII, p. 416.

3) Anat. Anz., XII, 1896, p. 95 u. 474.

4) OBERSTEINERS Arbeiten, IX, 1902, p. 279.

verfolgen konnte. HATSCHKE selbst scheint allerdings die FORELSCHEN Haubenfascikel für nicht identisch mit seinen Bündeln, die er — ohne Beweise — als zentrale Quintusbahn ansieht, zu halten.

Mit der zentralen Quintusbahn hat nun die Bahn der *Fasciculi Foreli* sicherlich nichts zu tun¹⁾. Ich verfüge über sehr ausgedehnte Zerstörungen der *Rad. spinalis trigemini* ohne eine Spur von Degeneration in den gekreuzten Haubenfascikeln.

Es ist ferner die Bahn der *Fasciculi Foreli* bei Katze und Hund eine ausschließlich ungekreuzte Bahn. Daß einige wenige Fasern beim Kaninchen erst die *Raphe* kreuzen, ehe sie sich den Längsfasern der Haubenfascikel anschließen, will ich nicht mit Bestimmtheit in Abrede stellen.

Das Ursprungsgebiet der Bahn der *Fasciculi Foreli* ist ein sehr ausgedehntes. Es erstreckt sich kaudal bis in die Gegend der *Olivä inferior*; diese kaudal entspringenden Fasern verlaufen ganz zerstreut in der *Formatio reticularis lateral* vom *Tract. longitudinalis posterior*, gelangen dann an die ventrale Fläche des *Nuc. dorsalis acustici* (Fig. 5). Hier liegen sie auch noch zwischen *N. abducens* und *Facialis descendens*, ventral vom *Genu facialis* (Fig. 6). Auf dem Wege hierher erhält die Bahn neuen Zuwachs. Ich habe jedoch den Eindruck, als wenn sie den Hauptteil ihrer Fasern erst hier und etwas weiter oral im *Pons* aufnimmt. Denn in der Gegend des *Quadrigenimum posterius* bilden die Fasern der *Fasc. Foreli* ein mächtiges Areal, im dorsalen Anteil der *Formatio reticularis* dicht dorsal von dem sich zur Kreuzung anschickenden *Brach. conjunctivum* und bis ans *Griseum centrale* heran (Fig. 13). In der Ebene des *Quadrigenimum ant.* haben wir dann das von FOREL beschriebene Bild (Fig. 14). Etwas weiter oral, entsprechend der MEYNERTSCHEN Ebene des *Corpus mammillare* durchbrechen auch dorsal aufsteigende Fasern des *Lemn. principalis* die Reihen der lateralen *Fasciculi Foreli*, wie auch FOREL selbst beschreibt. Kurz nachher wenden sich dann die Fasern in charakteristischer Weise ventrolateralwärts und enden (Fig. 15) divergierend in einem Feld, das auf dem WEIGERT-, wie auch dem MARCHI-Präparat immer durch seine Helligkeit auffällt, medial vom *Nuc. vent. c.*, ventral von *med. b.*, dorsal vom Feld *H.* Dieses Feld entspricht einem Teil des *Campus suprareticularis* C. u. O. VOGTS. Sein Grau, in dem wir also die Endigung der Bahn der FORELSCHEN Fascikel festgestellt haben, werden wir als Grau der FORELSCHEN Fascikel (*Griseum fasciculorum Foreli*, nF Fig. 15) bezeichnen.

Der Ursprung der Bahn ist leider weniger genau zu eruieren. Wir wissen nicht, aus welchen Zellen der *Formatio reticularis* der *Medulla oblongata* und des *Pons* sie herzuleiten ist, die Angabe von PROBST²⁾, daß sie zum Teil aus dem *Cerebellum* stamme, wird noch an entsprechender Stelle bestritten werden.

5. Die zum Cerebellum (aufsteigend) degenerierenden Bahnen.

5a. Tractus spinocerebellares (dorsalis = Flechsigi, ventralis = Gowersi).

(Vergl. bes. Ser. IV.)

Es ist vielleicht zweckmäßig, die Beschreibung des *Tract. spinocerebellaris dorsalis* (*Flechsigi*, FLECHSIG'S Kleinhirnseitenstrangbahn) und des sogenannten *Tract. spinocerebellaris ventralis* (*Gowersi*) mit der Feststellung ihrer Endigung zu beginnen, indem wir von vornherein erklären, daß die oralste Endigung beider Bahnen sich im *Cerebellum* befindet.

Ueber die Endigung des *Tract. (spinocerebellaris dorsalis) Flechsigi* war ja wohl nie ein Zweifel. Aber dem *Tract. Gowersi* hat man vielfach oralere Endigungen zugeschrieben. Man hat ihn in Beziehung

1) Vgl. auch p. 91 [31].

2) Arch. f. Psych., XXXIII, p. 23.

gebracht zum *Lemniscus lateralis* und zum *Quadrigenum posterius* [STEWART¹⁾, THIELE-HORSLEY²⁾, ROSSOLIMO³⁾, VAN GEUCHTEN⁴⁾], zum *Quadrigenum ant.* und zum *Corp. geniculat. med.* (v. SÖLDER⁵⁾, sogar zum *Thalamus* [QUENZEL⁶⁾, THIELE-HORSLEY²⁾ KOHNSTAMM⁷⁾]; die Endigung im *Cerebellum* hat allerdings wohl nur ROSSOLIMO geleugnet. Allen diesen Angaben gegenüber ist mit Entschiedenheit zu betonen, daß an experimentell gewonnenem Material, nach Durchschneidung des *Tract. Gowersi* in der *Medulla spinalis*, in der *Medulla oblongata* oder im *Pons* die oralste Endigung seiner Fasern im *Cerebellum* festgestellt werden kann. Nur eine Fehlerquelle ist zu nennen: die retrograde Degeneration des *Tract. Monakowi*, deren Fasern ja in unmittelbarer Nähe des *Tract. Gowersi*, zum Teil mit dessen Fasern vermischt, verlaufen. Diese retrograde Degeneration (vergl. weiter unten und Fig. 14) ist bei Verletzungen der *Medulla oblongata* schon nach 14 Tagen deutlich, nach 3 Wochen recht ausgesprochen. Aber auch nach Rückenmarkverletzungen haben wir in den Fasern des *Tract. Monakowi*, wie auch in den anderen großkaliberigen Systemen der *Formatio reticularis* schon nach 14 Tagen feine Körnchen. Aber diese Degeneration ist durch die *Decussatio Foreli* nur bis zum *Nuc. ruber* der anderen Seite zu verfolgen. Für die Angabe einer Fortsetzung des *Tract. Gowersi* bis zum *Thalamus* fehlt mir jede Erklärung.

Wenn also der *Tract. Gowersi* nichts anderes ist als eine Kleinhirnseitenstrangbahn, so ist er auch von der klassischen Kleinhirnseitenstrangbahn FOVILLES⁸⁾ und FLECHSIG⁹⁾ weder nach seinem Ursprung, noch nach seinem Verlauf bis zur *Medulla oblongata* scharf zu trennen.

Dass der *Tract. Flechsigi* aus den Zellen der *Colmuna Clarkei* stammt, was FLECHSIG zuerst ausgesprochen hat, unterliegt ja keinem Zweifel mehr. Trotzdem haben AUERBACH¹⁰⁾, BARBACCI¹¹⁾, FLATAU¹²⁾ festgestellt, daß Fasern des *Tract. Flechsigi* bis zum *Conus terminalis* hinab entspringen, obwohl hier die Formation der *Colmuna Clarkei* ja verwaschen ist, nur einzeln liegende Zellen ihre Stelle eingenommen haben. Ich kann die Tatsache bestätigen, möchte jedoch betonen, daß aus dem *Conus terminalis* und der *Med. lumbalis* zwar eine beträchtliche Anzahl von Fasern in das Gebiet der sogenannten *Tractus spinocerebellares* gelangt, von denen jedoch nur recht wenige in das *Corpus restiforme* ziehen, die Mehrzahl vielmehr vorher endigt. Dagegen entsenden auch der *Conus terminalis* und die *Medulla lumbalis* eine verhältnismäßig größere Menge von Fasern durch den *Tract. Gowersi* zum *Cerebellum*; genauer ausgedrückt, wird die Mehrzahl der aus den kaudaleren Abschnitten des Rückenmarkes stammenden Fasern durch die aus den oralen Abschnitten nachrückenden allmählich in das Areal des *Tract. Gowersi* gedrängt, die ganze Masse der Sacrolumbalfasern also in zwei Bündel zerrissen. Die Gesamtmasse der *Tractus spinocerebellares* wie sie sich also nach hohen Cervikalmarkdurchschneidungen darstellt, ist eine einheitliche, die auf dem Querschnitt allerdings eine dorsale und ventrale Anschwellung sehr deutlich erkennen läßt (Fig. 20 u. 21)¹³⁾. Erst da, wo das *Corpus restiforme* sich dorsalwärts wendet (Fig. 22), tritt die vollständige Spaltung ein; der Weg des *Tract. Gowersi* von hier aus (vergl. Fig. 23, 24) ist ja bekanntlich von LOEWENTHAL zuerst beschrieben, während GOWERS ihn nur bis ins Cervicalmark verfolgt hatte.

1) Brain, XXV, 1901, p. 222.

2) Brain, XXV, 1901, p. 519.

3) Neur. Ctrbl., XVII, 1898, p. 935.

4) Névraze, III, 1901/02, p. 171.

5) Neur. Ctrbl., 1897, p. 308.

6) Neur. Ctrbl., XVII, 1898, p. 482.

7) Neur. Ctrbl., XIX, 1900, p. 242.

8) Traité d'anat. et de physiol. du système nerveux cérébro-spinal, Paris 1844.

9) Leitungsbahnen, 1876.

10) VIRCHOWS Archiv, CXXIV, 1891, p. 149.

11) Ctrbl. f. allg. Path. u. pathol. Anat., 1891, No. 9.

12) Zeitschr. f. klin. Mediz., XXXIII, 1897, p. 55.

13) Die Fasern aus den ersten Cervikalsegmenten liegen am weitesten ventral, in der Höhe der *Olive inferior* liegen sie noch im lateralen Mark der *Olive*, dicht neben den Fasern des *Lemniscus principalis*, und sind hier von PROBST vielleicht auch für Lemniscusfasern genommen worden.

AUERBACH, BERDEZ ¹⁾, MOTT ²⁾, KOHNSTAMM ³⁾ haben in den *Tract. Gowersi* Fasern aus der gekreuzten Seite verfolgt, nachdem EDINGER ⁴⁾ schon eine Kreuzung sensibler Bahnen durch die *Commissura anterior* zu den *Fun. anteriores* und *laterales* angenommen hatte. Auch AUERBACH, KOHNSTAMM und LUBOUSCHINE ⁵⁾ geben als Weg der Kreuzung übereinstimmend die *Commissura anterior* an, worin ich ihnen beistimme, ich möchte jedoch betonen, daß diese Fasern, die zunächst im Areal des *Tract. Gowersi* liegen, zum Teil auch in das Gebiet des *Tractus Flechsigi* und dann in das *Corpus restiforme* kommen (Fig. 22), so daß die beiden Kleinhirnbahnen gekreuzte und ungekreuzte Fasern führen würden.

Während nun über den Ursprung des FLECHSIGSchen *Tractus spinocerebellaris dorsalis* kein Zweifel mehr ist, herrscht über den Ursprung des *Tract. Gowersi* noch keine Klarheit. VAN GEUCHTEN und LUBOUSCHINE nehmen mit Wahrscheinlichkeit einen Ursprung in dem *Cornu posterius*, MOTT einen Ursprung aus dem *Cornu anterius* an. Ich glaube auf Grund der Bilder, die man an MARCHI-Präparaten dicht oberhalb der Verletzung erhält, da, wo die Zellen durch Cirkulationsstörung zu Grunde gegangen sind, den Ursprung auch des *Tract. Gowersi*, insbesondere seines gekreuzten Anteiles aus der *Columna Clarkei* mit Wahrscheinlichkeit annehmen zu können.

Nicht alle Fasern der *Tractus spinocerebellares Flechsigi et Gowersi* erreichen das *Cerebellum*, sondern beide Bahnen geben vorher einen Teil ihrer Fasern ab, aber nicht, wie einige Autoren sagen, im Hals- und Brustmark, sondern nur an einer einzigen Stelle, im *Nuc. fun. lateralis*. Der *Nuc. fun. lateralis* reicht allerdings beim Hund und bei der Katze bis in die *Medulla cervicalis* herab, oder vielmehr wird es durch die Ergebnisse der Degenerationsmethode klar, daß ein Kern, der im Cervikalmark lateral vom *Cornu posterius* und dem *Processus reticularis* liegt und mit dem letzteren zusammenfließt, nichts anderes ist als ein kaudaler Teil des *Nuc. fun. lateralis* (*Nuc. fun. lateralis accessorius*, *lc* Fig. 20). Denn in diesem Kern enden insbesondere die Fasern des sogenannten *Tract. spinocerebellares sacrolumbalis*, während die aus den oralen Abschnitten der *Medulla spinalis* zumeist in dem klassischen *Nuc. fun. lateralis* und zwar seinem ventralen Teil (*la* Fig. 21) sich aufsplintern, sich allerdings auch noch auf das dorsale Gebiet des sehr zusammengesetzten Kernes ausdehnen. So rechne ich zu der Zone der *Tract. spinocerebellares* auch den kleinen, auf Fig. 39 mit *lx* bezeichneten Kern dicht ventral von der *Radix spinalis trigemini*. Da allgemein als die kaudale Grenze des *Nuc. fun. lateralis* der Beginn der *Oliva inferior* [DEITERS ⁶⁾] oder die Höhe der *Decussatio pyramidum* [STIEDA ⁷⁾, KOELLIKER ⁸⁾] bezeichnet wird, so ist jener *Nuc. funiculi lateralis accessorius* vielleicht identisch mit einem Kern, den v. MONAKOW ⁹⁾ als Endigung des Pyramidenseitenstranges in Anspruch genommen hat, eine Aufstellung, der ich schon an anderer Stelle entgegengetreten bin ¹⁰⁾. Darüber, daß der *Nuc. fun. lateralis* überhaupt Aufsplitterungen der *Tract. spinocerebellares* aufnimmt, kann nach guten MARCHI-Präparaten nicht der geringste Zweifel sein. Es wäre vielleicht möglich, daß der „ventral collateral plexus“ von THIELE-HORSLEY ¹¹⁾ zum *Nuc. fun. lateralis* zu rechnen ist. Sonst finde ich eine bestimmte Angabe

1) Revue méd. de la Suisse romande, 1892, cit. nach THOMAS, Cervelet.

2) Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., I, 1897, p. 416.

3) Neur. Ctrlbl., XIX, 1900, p. 242.

4) Anat. Anzeiger, IV, 1889, p. 121.

5) Névraxe, III, 1901/02, p. 121.

6) Untersuch. u. s. w., Braunschweig 1865, p. 203.

7) Studien über das zentrale Nervensystem u. s. w., Leipzig 1870, p. 60.

8) Handb., 6. Aufl., II, p. 209.

9) Korrespondenzbl. f. Schweizer Aerzte, 1883.

10) Arch. f. Physiol., 1903, Supplbd., p. 501.

11) Brain, 1901, p. 519.

in diesem Sinne noch bei WALLENBERG¹⁾, eine Angabe, deren Wert, abgesehen von dem Mangel irgend einer genaueren Lokalisation, dadurch allerdings erheblich gemindert wird, daß WALLENBERG auch in der *Oliva inferior* und im *Nuc. facialis* Aufsplitterungen sieht, wovon gar keine Rede sein kann. Ebenso wenig kann ich einen „dorsal collateral plexus“ in der Nähe des *Fasc. solitarius* (THIELE-HORSLEY) finden. Eine Endigung von Fasern des *Traect. Gowersi* im *Nuc. fun. lateralis* ist auch THOMAS²⁾ wahrscheinlich.

Daß die Fasern der *Traectus spinocerebellares* nicht über das *Cerebellum* hinausgehen — soweit sie nicht schon im *Nuc. fun. lateralis* endigen — war bereits hervorgehoben. Im *Cerebellum* enden die Fasern fast sämtlich im *Vermis* [LOEWENTHAL, AUERBACH, PATRICK³⁾, PELLIZZI⁴⁾], und zwar zum größten Teile ungekreuzt (Fig. 24), zum kleineren gekreuzt, in welcher letzteren Angabe ich mit AUERBACH und VAN GEHUCHTEN⁵⁾ übereinstimme. Was die genauere Topographie der Endigung hier anlangt, finde ich entgegen den Angaben der Autoren [z. B. auch PROBSTS⁶⁾ und v. GEHUCHTENS], daß der *Traect. Gowersi* sich im *Vermis posterior* aufsplittert, das *Corpus restiforme* im *Vermis anterior*. Man sieht auf Fig. 24 deutlich, daß der *Traect. Gowersi* auf seinem Rückweg kaudalwärts medial an dem aufsteigenden *Corpus restiforme* vorbeizieht.

In der zentralen grauen Masse des *Cerebellum* habe ich keine Aufsplitterungen der *Traect. spinocerebellares* wahrnehmen können, sondern nur in der Rinde [entgegen MOTT⁷⁾].

Wenn also ein Teil der *Traect. spinocerebellares* im *Nuc. fun. lateralis* endigt, so habe ich doch vom *Nuc. fun. lateralis* keine andere Bahn finden können als wiederum zum *Cerebellum*. Zwar ist es nach Verletzungen des *Nuc. fun. lat.* selbst sehr schwer, wegen der Vermischung der betreffenden Fasern mit denen der *Oliva inferior* und des *Fun. lateralis*, über ihren Verlauf im *Corpus restiforme* etwas auszusagen. Aber THOMAS⁸⁾ hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß nach Kleinhirnverletzungen Fasern des *Corpus restiforme* zum *Nuc. fun. lateralis* degenerieren. Ich finde an diesen Fasern alle Zeichen der retrograden Degeneration und kann sie durchaus nicht, wie THOMAS will, anders beurteilen als die Degeneration in die *Oliva inferior*, worauf später einzugehen sein wird. Danach wäre also der *Nuc. fun. lateralis*, soweit überhaupt in ihm Fasern der *Medulla spinalis* endigen, nur eine Unterbrechung dieser Fasern auf dem Wege zum *Cerebellum*. Er ist daher auch durchaus möglich, daß durch Vermittelung des *Nuc. fun. lat.* die Körperperipherie eine ausgedehntere Vertretung auf der Rinde des *Cerebellum* erhält, als sich das durch die Verfolgung der direkten Bahnen zum *Vermis cerebelli* feststellen läßt.

5b. Bahnen von der *Oliva inferior* und dem *Griseum pontis* zum *Cerebellum*.

Ueber die Bahnen von der *Oliva inferior* und dem *Griseum pontis* zum *Cerebellum* kann ich mich sehr kurz fassen, da nur wenige Punkte hier strittig sind.

Den Zusammenhang der *Oliva inferior* mit der gekreuzten Kleinhirnhälfte hat bekanntlich zuerst MEYNERT durch die Beobachtung der gekreuzten Atrophie der *Olive* sichergestellt; durch diese Tatsache war es zugleich sehr wahrscheinlich gemacht, daß die *Fibrae olivocerebellares* ihren Ursprung in

1) Neur. Ctrbl., 1899, p. 829.

2) Cervelet, Paris 1897, p. 64.

3) Journ. of nerv. and mental diseases., XXI, 1896, p. 85.

4) Arch. ital. de biol., XXII, 1895, p. 89.

5) Névraxe, III, 1901/02, p. 159.

6) Arch. f. Psych., XXXV, p. 747.

7) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., 1897, I, p. 104.

8) Cervelet, p. 86.

der *Olive*, nicht im *Cerebellum* nehmen. Soweit ich sehe, hat nur KOELLIKER¹⁾ auf Grund von GOLGI-Bildern den entgegengesetzten Standpunkt vertreten. Auch THOMAS²⁾ hat jedoch die Möglichkeit offen gelassen, daß wenigstens einzelne Fasern im *Cerebellum* entspringen.

Ich selbst³⁾ habe dann vor kurzem die Behauptung vertreten, daß die Degenerationsschollen, die wir nach Halbseitenläsionen des *Cerebellum* in der *Oliva inferior* zu sehen bekommen, nur der Ausdruck einer retrograden Degeneration sind; in der Tat sind die Schollen, die man noch 3 Wochen nach einer solchen Operation im *Corpus restiforme* und in den *Fibrae arciformes internae* und *externae* sieht (Fig. 42), ganz außerordentlich fein und spärlich. Nur in den *Oliven* selbst finden wir reichlichere schwarze Schollen, eine Tatsache, die uns in der Meinung bestärkt (vergl. p. 5), daß wir es mit retrograder Degeneration zu tun haben, und daß die ganze Masse der *Fibrae olivocerebellares* ihren Ursprung in den Zellen der *Olive* nimmt. Unter dieser Voraussetzung würde aus dem Mengenverhältnis der schwarzen Körner in den *Oliven* folgen, daß zwar die Hauptmasse der Fasern in der *Olive* der gekreuzten, ein immerhin nicht unbeträchtlicher Teil jedoch auch in der *Olive* der gleichen Seite entspringt, was mit den von KELLER⁴⁾ nach Verletzung der *Oliva inferior* selbst mit der MARCHISCHEN Methode gewonnenen Resultaten übereinstimmen würde.

Ueber die Endigung der *Fibrae olivocerebellares* im *Cerebellum* kann ich nur das sagen, daß ein Teil derselben jedenfalls in der *Hemisphäre* und dem *Flocculus* endigt. Ob Olivenfasern auch im *Wurm* endigen, kann ich deshalb nicht mit Sicherheit sagen, weil ich ihre Degeneration immer nur zusammen mit der der *Fibrae spinocerebellares* gesehen habe, die ja auch im *Vermis* endigen, halte es jedoch nach einer Schätzung der Intensität der Degeneration für wahrscheinlich.

Daß die nach Verletzungen des *Cerebellum* im *Brachium* et *Griseum pontis* sichtbaren MARCHI-Schollen der Ausdruck retrograder Degeneration sind, hat VAN GEUCHTEN⁵⁾ gleichzeitig mit mir⁶⁾ als wahrscheinlich ausgesprochen. Auch THOMAS scheint sich dieser Meinung zuzuneigen. Die Degeneration hat dieselben Charaktere, wie die des *Corpus restiforme* zur *Olive*. Wenn VAN GEUCHTEN die Besonderheit des histologischen Bildes auch hier nicht erwähnt, so liegt das sicher daran, daß er seine Tiere zum Teil längere Zeit nach der Operation hat leben lassen (30, 40, 45 Tage). Es ist aber unrichtig, daß nach 15 Tagen noch gar nichts von der retrograden Degeneration nachzuweisen wäre, und es ist auch hervorzuheben, daß noch nach 45 Tagen die retrograde Degeneration im *Brachium pontis* ganz anders aussieht, als die ungleich intensivere, massigere nach Zerstörung des *Griseum pontis*. Diese letztere hat VAN GEUCHTEN allerdings wohl nie gesehen. Wenn demnach jedenfalls die Fasern, die uns beschäftigen, sämtlich ihren Ursprung im *Griseum pontis* nehmen, so verlaufen sie zum größten Teil gekreuzt, zum sehr viel kleineren ungekreuzt, was mit den Angaben von THOMAS⁷⁾ übereinstimmt. Für ihre Endigung gilt das für die *Fibrae olivocerebellares* Gesagte.

Damit wäre die Schilderung der zum *Cerebellum* degenerierenden Systeme beendet, als welche wir noch einmal nennen: die *Tractus spinocerebellares ventralis et dorsalis*

1) Handbuch, 6. Aufl., II, 1896, p. 315.

2) Cervelet, Paris 1897, p. 124.

3) Journal f. Psych. u. Neurol., 1903, Heft 1.

4) Arch. f. Anat., 1901, p. 177.

5) Névraze, V, 1903.

6) Journal f. Psych. u. Neurol., 1903, Heft 1. PROBST, Arch. f. Psych., XXXV, S. 692, unterscheidet 2 Arten von Fasern, solche zum und vom Brückengrau.

7) Cervelet, p. 100.

(*Gowersi et Flechsigi*) mit ihrer Zwischenstation im *Nuc. fun. lateralis*, die Fasern der *Oliva inferior* und die des *Griseum pontis*.

6. Vom Cerebellum (absteigend) degenerierende Bahnen.

6a. Bahnen zur Raphe.

Ich erwähne hier zunächst zwei Gruppen von Fasern, die mir analog zu sein scheinen, und von denen die eine im *Corpus restiforme*, die andere im *Brach. pontis* verläuft. Die ersten verlaufen als *Fibrae arciformes externae*, zum Teil um die *Pyramiden* herum, zum Teil die *Pyramiden* durchbrechend, zwischen den *Oliven* dorsalwärts und splittern sich im *Nuc. raphes* auf (Fig. 42). Nach der Art ihrer Degeneration kann ich sie nicht, wie die *Fibr. cerebelloolivares* als retrograd degeneriert ansehen, sondern nehme für sie einen Ursprung im *Cerebellum*, die Endigung im *Nuc. raphes* an¹⁾.

Einen ganz ähnlichen Verlauf haben Fasern, die im *Brachium pontis*, und zwar in seinem medialen bez. dorsalen Anteil vom *Cerebellum* zur *Raphe* aufsteigen (CR Fig. 12). Sie enden in dem Kern der *Raphe*, den v. BECHTEREW als *Nuc. centralis superior internus*²⁾ bezeichnet hat. Auch diese Fasern scheinen mir im *Cerebellum* ihren Ursprung zu haben und so die einzigen im *Brach. pontis* absteigend degenerierenden Fasern zu sein.

Ein zur *Medulla spinalis* absteigendes System ist im *Brach. pontis* nicht anzunehmen. Darin stimmen gegen MARCHI³⁾ wohl alle Autoren überein.

6b. Bahnen zum Nuc. Deitersi.

Durch die *Pars interna corporis restiformis* (Ri Fig. 25) ziehen Fasern aus dem *Cerebellum* zum *Nuc. Deitersi* und splittern sich hier auf. Nur wenige Fasern gehen zur gekreuzten Seite, die ganz überwiegende Masse endet auf der Seite der Verletzung. Zur *Med. spinalis* ziehen auch durch das *Corpus restiforme* keine Fasern [FERRIER-TURNER⁴⁾, MÜNZER-WIENER⁵⁾, R. RUSSELL⁶⁾, PROBST u. a.]. Wenn einige Autoren, insbesondere THOMAS, anderer Meinung gewesen sind, so mag das zum Teil auf ihre Definition des *Nuc. Deitersi* zurückzuführen sein, dessen dorsomedialer Anteil, worauf insbesondere KOHNSTAMM⁷⁾ hingewiesen hat, in den Maschen der *Pars interna corp. restiformis* gelegen, von den grauen Kernen des *Cerebellum* kaum scharf zu trennen ist. KOHNSTAMM konnte jedoch mit Hilfe der NISSL-Methode die Unabhängigkeit dieser grauen Kleinhirnerne vom Rückenmark nachweisen, während der *Nuc. Deitersi* nach Hemisection des Rückenmarkes intensive Degeneration zeigte. Damit, sowie mit den Resultaten der genannten Autoren würden also auch unsere Ergebnisse übereinstimmen.

6c. Tractus uncinatus.

Als *Tractus uncinatus* bezeichne ich eine nicht unbeträchtliche Masse von Fasern, die nach vollständiger Halbseitenläsion des *Cerebellum* doppelseitig degeneriert, weil sie innerhalb der Markmasse des

1) Es verlaufen in den *Fibr. arciformes externae* jedoch auch Fasern von der *Oliva inferior* zum *Cerebellum*.

2) Leitungsbahnen, 2. Aufl., 1899, p. 129.

3) Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari Publ. d. Real. Inst. di studi sup. Firenze, 1891.

4) Philosoph. Transactions, Vol. 185.

5) Prager med. Wochenschr., 1895.

6) Brain, 1897.

7) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VIII, 1900, p. 261.

Vermis cerebelli kreuzt. (Bre Fig. 25). Sie ist von RUSSEL¹⁾ entdeckt und von THOMAS als faisceau de crochet bezeichnet worden, wegen der hakenförmigen Krümmung, die sie um das *Brach. conjunctivum* beschreibt. THOMAS hat außer diesem faisceau de crochet noch einen gleichfalls gekreuzten *Fasc. retropeduncularis* unterschieden. Es ist jedoch gegen THOMAS zu bemerken, daß diese beiden von ihm zutreffend unterschiedenen Bündel bei ihrem Austritt aus dem *Cerebellum* nicht durch eine helle Zone grauer Substanz geschieden, sondern untrennbar verbunden sind (Fig. 27). Ich bezeichne sie daher gemeinsam als *Tract. uncinatus* und lasse aus diesem erst die *Fibrae cerebellovestibulares* und den *Fasc. retropeduncularis* hervorgehen. Der Weg, den diese gekreuzte Fasermasse im *Cerebellum* zurücklegt, ist ungefähr der des *Tract. Gowersi*. Sie entspringt jedoch nicht in der Rinde, sondern, worin ich PROBST²⁾ zustimme; im *Nuc. tecti*. Nach der Kreuzung zieht sie zunächst oralwärts und tritt, dem *Brach. conjunctivum* unmittelbar aufliegend, in das *Tegmentum* (Fig. 27).

Hier liegt der *Tract. uncinatus* dem *Brach. conjunctivum* wie eine Kappe auf. Am dorsolateralen Rande des Bindearmes fängt ein rundes Bündel schon an sich gleichsam in das *Brach. conjunctivum* hineinzudrücken. Es ist dies der Beginn des *Fasc. retropeduncularis*³⁾, der, immer in gleicher Lage zum *Brach. conjunctivum*, mit diesem oralwärts zieht, um sich in dem Grau zwischen dem *Brach. conjunctivum* und *Lemn. lateralis* (*Griseum brach. conjunctivi*), zum Teil noch zwischen den Fasern der *Comm. (lemn. lateralis) Probsti* aufzulösen (Brp Fig. 28). Die Angabe, die ich selbst gemacht habe⁴⁾, daß Fasern des *Fasc. retropeduncularis* in den *Nuc. lemn. lateralis* einträten, beruht auf einem Irrtum, den man verstehen wird, wenn man die Fig. 28 ansieht, wo die Fasern der *Comm. Probsti* ohne allen anderen Zusammenhang aus denen des *Fasc. retropeduncularis* hervorzugehen scheinen. Es liegt das daran, daß die PROBSTSchen Fasern sich ziemlich scharf oralwärts wenden, um erst jenseits der Mittellinie wieder die umgekehrte Biegung zu machen.

Unerklärlich ist mir die Angabe von PROBST⁵⁾ wonach diese Fasern die Hauptmasse der *Fasciculi Foreli* bilden sollten. Keine einzige geht durch die *Fasciculi Foreli* und die *Radiatio tegmenti* in den *Thalamus*, wie das PROBST angibt. Alle endigen in dem *Gris. brach. conjunctivi*, keine auch kreuzt etwa noch einmal in der *Dec. brach. conjunctivi*.

Während also der *Fasc. retropeduncularis* nach dem Austritt aus dem *Cerebellum* oralwärts weiterzieht, wendet sich der andere Teil des *Tract. uncinatus*⁶⁾, die *Fibrae cerebellovestibulares*, kaudal- und ventralwärts, indem er mit den medialsten Fasern des *Corpus restiforme*, lateral von der *Pars interna corp. restiformis* herabsteigt. Dort wo die Vestibularisfasern einstrahlen, wendet sich ein Teil seiner Fasern medialwärts, während die anderen zwischen den Fasern des *Rad. medialis acustici* hindurchtreten (Fig. 25). Die ersteren erreichen in losen Zügen den oralsten Abschnitt der *Nuc. dorsalis acustici*, der auch als *Nuc. Bechterewi* bezeichnet wird (VIIIc¹ Fig. 25). Dabei müssen seine Fasern zwischen den großen Zellen des *Nuc. Deitersi* hindurchziehen, ohne jedoch anscheinend hier zu endigen. THOMAS läßt

1) British med. Journ., 1894, 22. Sept.

2) Arch. f. Psych., XXXV, p. 692. THOMAS nimmt den *Nuc. dentatus* als Ursprung an, denkt aber auch an den *Nuc. tecti*. Auch PROBST gibt an, daß nach Zerstörung des *Nuc. dentatus* die Degeneration eine intensivere sei, was ich nicht glaube. Um die so wertvolle Arbeit von THOMAS kümmert sich PROBST überhaupt nicht.

3) Es ist nicht einzusehen, warum PROBST für dieses längst bekannte Bündel einen neuen Namen „accessorisches Bindearmbündel“ einführen will.

4) Journ. f. Psych. u. Neurol., 1903, Heft I.

5) Arch. f. Psych., XXXV, p. 711.

6) Auch für den *Tract. uncinatus* bez. die aus ihm hervorgehenden *Fibrae cerebellovestibulares* hat PROBST einen neuen Namen eingeführt: „inneres Strickkörperbündel“, der jedoch unzweckmäßig erscheint, weil er zu Verwechslungen mit der *Pars interna corporis restiformis* führen kann.

diese Fasern im *Nuc. Deitersi* und im *Nuc. Bechterewi* endigen, er scheint mir jedoch den *Tract. uncinatus* von der *Pars interna corp. restiformis* nicht scharf zu trennen, was durchaus notwendig ist.

Der zweite, absteigende Anteil des *Tract. uncinatus* bez. der *Fibrae cerebellovestibulares* kommt ganz in das Gebiet des *Fasciculi Rolleri* zu liegen. In diesem Gebiet nehmen sie die ventrolaterale Ecke, dicht neben dem *Corpus restiforme* ein. Ebenso wie die echte *Rad. Rolleri acustici* splittern sich diese Fasern hier allmählich auf; der Rest wendet sich schließlich medialwärts und endet dicht dorsal vom *Fasc. solitarius N. vagi* (Fig. 26). Der *Tract. uncinatus* verbindet so durch einen Teil seiner Fasern das *Cerebellum* mit den Endstätten des *N. acusticus*, und zwar des *N. vestibularis* (*Fibrae cerebellovestibulares*).

Ich muß PROBST¹⁾ durchaus widersprechen, der dieses System zum *Nuc. Burdachi*, der *Form. reticularis* und sogar zur *Oliva inferior* Fasern entsenden läßt.

6d. Brachium conjunctivum.

Es bleibt die Besprechung des *Brachium conjunctivum* übrig, die wir mit der Feststellung beginnen, daß seine sämtlichen Fasern in Zellen des *Cerebellum* ihren Ursprung haben. Nach Kleinhirnverletzungen finden wir eine kompakte Degeneration des *Brach. conjunctivum*, und wenn dagegen noch der Einwand erhoben werden könnte, daß vereinzelt Fasern doch noch zum *Cerebellum* degenerieren könnten, so ist mir der Versuch gelungen, indem ich durch das *Quadrig. anterius* einging, das *Brach. conjunctivum* im *Tegm. pont.* total zu zerstören, ohne das *Cerebellum* zu verletzen. Keine degenerierte Faser war im *Brach. conjunctivum* nachweisbar. Die dieser entgegenstehenden Angaben beruhen auf Untersuchungen der Zellen des *Nuc. ruber* nach Kleinhirnverletzungen oder Bindearmdurchneidungen [FOREL²⁾, GUDDEN³⁾, VEJAS⁴⁾, MINGAZZINI⁵⁾, MAHAIM⁶⁾]. Dieser Widerspruch könnte sich dadurch erklären, daß die Operationen einzelner Autoren nicht auf das *Cerebellum* beschränkt geblieben sind, sondern im *Pons* oder in der *Medulla oblongata* den aus dem *Nuc. ruber* stammenden *Tract. Monakowi* mitgetroffen haben. Vielleicht aber erleiden auch die Zellen des *Nuc. ruber* Veränderungen, wenn ihre zuführenden Bahnen durchschnitten sind, ein Problem, das verdiente, mit der NISSLSchen Methode untersucht zu werden. Wie dem aber auch sei, die MARCHISCHE Methode beweist, daß keine Faser vom *Nuc. ruber* entspringt, um im *Cerebellum* zu endigen.

Es ist die allgemeine Annahme, daß das *Brach. conjunctivum* im *Corpus dentatum* entspringt. Das ist zweifellos richtig, und es ist mir nach meinen Befunden auch äußerst unwahrscheinlich, daß es noch einen anderen Ursprung, etwa in der Rinde besitzt, wie RAMON Y CAJAL⁷⁾ behauptet.

Die Kreuzung der *Brachia conjunctiva* im *Tegmentum* ist eine totale, worin ich THOMAS⁸⁾ gegen MARCHI⁹⁾ zustimme. Er kreuzen zuerst die dorsalen, dann weiter oralwärts die ventralen Fasern. Nach der Kreuzung zerfällt das *Brach. conjunctivum*, was THOMAS zuerst angegeben hat, in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast.

Der letztere (*Ram. brach. conjunctivi descendens*, Fig. 13, 25, 27, 28 *Brd*) endigt in der *Formatio reticularis pontis*, zum größten Teil in dem als *Nuc. reticularis tegmenti* von v. BECHTEREW bezeichneten Kern (*rt* Fig. 28),

1) Arch. f. Psych., XXXV, p. 696 u. 706.

2) Tagebl. d. Naturforschervers., Salzburg 1881.

3) Gesamm. Arb., Wiesbaden 1889, XXV, p. 185.

4) Arch. f. Psych., XII, 1885.

5) Zit. nach KOELLIKER, Handb., 6. Aufl., II, p. 451.

6) Bruxelles, 1894.

7) Anal. de la Societa espaniola de Historia natural, 1894, zit. nach KOELLIKER, Handb., p. 453.

8) Cervelet, p. 132.

9) Publ. d. R. Ist. di sudi sup. Firenze, 1891.

dorsal vom *Lemniscus medianus*, dicht lateral von der *Raphe*. Auch das hat THOMAS zutreffend beschrieben. Der *Nuc. reticularis tegmenti* ist jedoch keineswegs scharf abzugrenzen, und ich finde, daß eine Anzahl der absteigenden Bindearmfasern sehr viel weiter kaudalwärts ziehen und bis fast zum Beginn der *Oliva inferior* zu verfolgen sind. Sie begeben sich auf dem Wege dahin allmählich ganz in den medialen Teil des Gebietes des *Lemn. principalis* (Brd Fig. 27) und erschöpfen sich endlich durch Abgabe von Fasern an die benachbarte *Formatio reticularis*.

Es ist hier der Ort, auch das „ventrale Kleinhirnthalamusbündel“ von PROBST zu besprechen. PROBST nämlich kennt den *Ram. brach. conjunctivi descendens* überhaupt nicht, trotzdem doch die Arbeit von THOMAS älter ist als die seinen. Er beschreibt aber ein Bündel, das sicherlich mindestens zum Teil identisch mit dem von THOMAS entdeckten ist, als einen oralwärts verlaufenden Faserzug. Es kann nicht fehlen, daß, da ein solches Bündel eine Fiktion ist, die vielfachen Angaben von PROBST darüber recht ungenau sind und sich teilweise widersprechen. Zuerst sollte es sich um Fasern handeln, die aus dem *Brach. conjunctivum*, bald nach seinem Austritt aus dem *Cerebellum* ventralwärts ziehen und die *Raphe* überschreiten¹⁾. Solche Fasern existieren nicht, die ventralen Fasern des *Brach. conjunctivum* kreuzen vielmehr am weitesten oral. Dann sollte es durch Fasern aus der spinalen Trigeminuswurzel verstärkt werden, die PROBST mit der WALLENBERGSchen zentralen Quintusbahn identifiziert. Diese Identifizierung ist jedenfalls ein Irrtum (vergl. p. 31). Dadurch aber, daß PROBST die topographische Lage dieser letzteren Fasern, von denen wir bezweifelt haben, daß sie überhaupt aus der spinalen Trigeminuswurzel stammen, als identisch mit dem innersten Teil der medialen Schleife bezeichnet²⁾, bestimmt er genau die Lage des *Ram. descendens brach. conjunctivi*. Neuerdings hat dann PROBST diesem ventralen Kleinhirnthalamusbündel noch einen Zuwachs aus inneren Bogenfasern des *Nuc. Deitersi* gegeben, deren Existenz wir entschieden bestreiten. Wir müssen annehmen, daß es sich bei dem ventralen Kleinhirnthalamusbündel von PROBST um einen Irrtum handelt, dadurch bedingt, daß er die Richtung einer kaudalwärts verlaufenden Bahn, nämlich des *Ram. descendens brach. conjunctivi* von THOMAS umkehrte, einen Irrtum, der durch Berücksichtigung der Literatur — soweit wir sehen — leicht hätte vermieden werden können.

In der Tat bildet der in der Richtung zum *Thalamus* aufsteigende Ast des *Brach. conjunctivum* nach der Kreuzung ein einheitliches Bündel, an dem sich ein dorsaler und ein ventraler Anteil schlechterdings nicht unterscheiden läßt. Sein Verlauf zum *Nuc. ruber* ist ja bekannt. Auf dem MARCHI-Präparat sehen wir den ganzen *Nuc. ruber* dicht von den Aufsplitterungen des *Brach. conjunctivum* erfüllt (Fig. 14), eine Differenz zwischen einem hinteren und vorderen Abschnitt, wie ihn einige Autoren annehmen, ist durchaus nicht zu erkennen. Lateral vom *Nuc. ruber* bildet das *Brach. conjunctivum* noch einen Teil von dessen *Caps. lat.*, ist aber von den medialen Fasern des *Lemn. principalis* hier nirgends scharf abzugrenzen (Fig. 14).

Oral vom *Nuc. ruber* bildet das *Brach. conjunctivum* einen Hauptteil des von FOREL⁴⁾ sogenannten Feldes *H* (Fig. 15)⁵⁾. (An der Bildung dieses Feldes, bzw. derjenigen seiner *Pars caudoventralis* C. und O. VOGTS nehmen außerdem die Fasern des *Lemniscus principalis* und der *Decussatio Ganseri* teil; vergl. darüber die betreffenden Abschnitte.) Daß aus dem *Nuc. ruber* selbst noch Fasern sich den

1) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., X, p. 306, und Arch. f. Psych., XXXIII, p. 26.

2) Arch. f. Psych., XXXIII, p. 26.

3) Arch. f. Psych., XXXV, p. 695.

4) Arch. f. Psych., VII.

5) Hier liegen die Fasern eine Strecke dicht lateral von dem *Tract. Meynerti*. Einige gelangen aber auch an dessen mediale Seite, andere in den *Tract. Meynerti* selbst, um sich jedoch, da wo der *Tract. Meynerti* dorsalwärts zum *Ganglion habenulae* aufsteigt, wieder von ihm zu trennen.

Bindearmfasern beimischen, ist äußerst unwahrscheinlich. Vielmehr läßt sich mit der MARCHI-Methode nur feststellen, daß der Bindearm im *Nuc. ruber* einen sehr erheblichen Teil seiner Fasern abgibt (Fig. 14). Die Aufsplitterung der Bindearmfasern im *Thalamus* ist in den Fig. 18 und 19 dargestellt. Der Weg der Bindearmfasern ist vornehmlich die *Lamella interna thalami*, während die *Lamella externa* vornehmlich aus Fasern des *Lemn. principalis* gebildet wird. Eine Verbindung des *Brach. conjunctivum* mit dem *Corpus Luysi* oder dem *Nuc. lentiformis* besteht nicht. Auch THOMAS und PROBST betonen, daß die ganze Masse der Fasern des *Brach. conjunctivum* im *Nuc. ruber* und im *Thalamus* endigt, daß insbesondere keine Fasern etwa auf dem Wege der *Caps. interna* den *Cortex cerebri* erreichen.

Die Endigung des *Brach. conjunct.* im *Thalamus* liegt im ganzen medial und oral von der Endigung des *Lemn. principalis*. Sie findet sich im medialen Teile des *Nuc. vent. a*, dem oralen Teil des *Nuc. med. b*, und am weitesten oral in der *Pars b. nuc. lat. ant.* Die Gebiete der Schleifen- und der Bindearmendigung grenzen zwar dicht aneinander und sind auch topographisch gegeneinander nur unscharf abzugrenzen, sicherlich aber handelt es sich doch um ganz differente Kerngebiete.

PROBST¹⁾ läßt das *Brach. conjunctivum* nur im *Nuc. med. b*, *med. c* und *vent. a* endigen, vergißt dabei aber den *Nuc. lat. ant. b*. PROBST²⁾ gegenüber habe ich auch noch den Uebergang von Fasern des *Brach. conjunctivum* in die *Commissura posterior* zu bestreiten. THOMAS ist in der Bestimmung der Bindearmendigung nicht exakt, auch sind seine Bilder durch die Beteiligung einer offenbar aus dem *Lemn. principalis* stammenden Degeneration getrübt. Wengleich auch auf unseren Figuren auf der Seite der Degeneration des *Brach. conjunctivum* auch der *Lemn. princ. pontis* degeneriert ist, so stört das doch, wenigstens in den oralen Schnitten, das Bild nur wenig, da der *Lemn. pontis* hauptsächlich im kaudalen Teile des *Nuc. med. b* endigt. Der Wert der genaueren Lokalisation wird sich hier wie bei der Schleifenendigung erst bei der lokalisationistischen Bestimmung der Beziehungen des *Cortex cerebri* zum *Thalamus* zu erweisen haben.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß ich eine echte WALLER'sche Degeneration von Fasern der *Radiatio tegmenti* vom *Thalamus* zum *Nuc. ruber* entgegen PROBST nicht anerkennen kann. Man findet nach Verletzungen der *Rad. tegmenti* im *Thalamus* wohl einige wenige feine Körnchen im Felde *H*, die wohl sicherlich als retrograde Degeneration aufzufassen sind. Von Aufsplitterungen im *Nuc. ruber*, die PROBST behauptet, kann ich nichts entdecken, ebenso wie ich die weitere Behauptung, daß Fasern aus der *Rad. tegmenti* durch die *Commissura posterior* zum *Nuc. ruber* der Gegenseite ziehen, durchaus bestreiten muß.

7. Tractus Monakowi mit der Pars pontina.

Ich bezeichne mit dem Namen *Tract. Monakowi* nach PROBST³⁾ die vom *Nuc. ruber* zur *Medulla spinalis* absteigende Bahn, ohne in eine Diskussion darüber einzutreten, inwieweit dieser Name berechtigt ist oder nicht. Er hat sich nun einmal eingebürgert. Sachlich richtig kann auch der Name *Tract. tegmentospinalis* für den *Tract. Monakowi* gebraucht werden.

Für die Literatur dieses neuerdings vielgenannten Bündels verweise ich auf die Arbeiten von PROBST und PAVLOW⁴⁾. Eine große Reihe von sich zum Teil ergänzenden, zum Teil widersprechenden Angaben (MEYNERT, LOEWENTHAL, HELD, BOYCE, SINGER und MÜNZER, SINGER und WIENER, TSCHERMAK, REDLICH) sind von PROBST auf Grund seiner Degenerationsversuche an der Katze zu einem Bilde vereinigt worden,

1) Arch. f. Psych., XXXV, p. 708.

2) Arch. f. Psych., XXXV, p. 701.

3) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 291.

4) Névraxe, I, 1900, p. 251.

dem kaum noch etwas hinzuzufügen ist. Später ist das Bündel durch Degenerationsversuche dann auch beim Affen von COLLIER und BUZZARD¹⁾, ROTHMANN²⁾, FRASER³⁾ dargestellt, und auch schließlich beim Menschen gefunden worden.

Es sollen denn auch nur einige Einzelheiten, die noch strittig sind, hier besprochen werden. Was zunächst den Ursprung des *Tract. Monakowi* betrifft, so muß ich in Uebereinstimmung insbesondere mit PROBST darauf bestehen, daß derselbe mit Ausnahme der *Pars pontina* nur im *Nuc. ruber* zu suchen ist. Auf das bestimmteste muß ich all den Angaben widersprechen, welche zum Rückenmark absteigende Bahnen aus dem Thalamus ableiten wollen (v. BECHTEREW-SAKOWITSCH⁴⁾, WALLENBERG⁵⁾, COLLIER-BUZZARD⁶⁾). Allerdings hat schon PROBST⁷⁾ darauf aufmerksam gemacht, daß die Begrenzung des *Nuc. ruber* oralwärts nicht ganz scharf ist, insofern, als die oralen Ganglienzellen des *Nuc. ruber* etwas zerstreut liegen. An deren Zugehörigkeit zum *Nuc. ruber* ist aber gar kein Zweifel. Der *Tract. Monakowi* nimmt seinen Ursprung ferner aus dem ganzen *Nuc. ruber*, nicht nur aus dessen kaudalsten Teile, wie COLLIER-BUZZARD wollen, und ferner gibt der *Nuc. ruber* auch keinem anderen Fasersystem, weder zum *Thalamus*, noch zur *Medulla spinalis* Ursprung als eben dem *Tract. Monakowi*.

Ueber den Verlauf des *Tract. Monakowi* orientieren die Fig. 39, 40, 41, 43. Das Bündel kreuzt in der *Dec. tegmenti Foreli*. Die Kreuzung ist total. Seine Fasern ziehen dann durch den ventralen Teil der *Formatio reticularis pontis*, biegen dann sagittal um, gelangen in das Gebiet des *Lemn. lateralis*. Hier liegen sie dicht oral von der *Oliva superior*, worauf ich aufmerksam mache, genau zwischen dem lateralen Teile des *Lemn. lateralis* aus dem *Corpus trapezoides* und dem medialen aus den *Striae acusticae Monakowi*. Bald darauf treffen die Fasern des *Tract. Monakowi* die aufsteigenden Fasern der *Tract. Gowersi* und verlaufen nun eine Strecke dicht dorsal vom *Tract. Gowersi*, so jedoch, daß die Fasern der beiden Bahnen sich teilweise miteinander vermischen (vergl. miteinander Fig. 39 u. 22). Dabei ist die Masse des *Tract. Monakowi* der des *Tract. Gowersi* erheblich überlegen, so daß das erstere auch nach der Medianlinie zu einen größeren Raum beansprucht. Das Bündel durchzieht den lateralen Teil des *Corp. trapezoides*, zieht dann zwischen *Nuc. facialis* und *Rad. spinalis trigemini* abwärts und behält nun die Lage ventral von der *Rad. spinalis trigemini* bei, um in den Hinterseitenstrang der *Med. spinalis* zu gelangen, sich dabei allmählich von dem ventral bleibenden *Tract. Gowersi* wieder entfernend⁸⁾.

In der *Medulla spinalis* liegt der *Tract. Monakowi* nach außen von dem *Tract. Flechsigi* begrenzt, nach innen in das Gebiet des *Fasc. pyramid. lateral.* vordringend, das er ventralwärts noch überschreitet (Fig. 43).

Von Wichtigkeit ist nun die Frage nach dem Ort der Aufsplitterung des *Tract. Monakowi* in der *Med. spinalis*, als welchen REDLICH⁹⁾ PROBST¹⁰⁾ u. a. das *Cornu anterius* angeben. Ich kann mich von der Richtigkeit dieser Aufstellung nicht überzeugen, sondern kann Aufsplitterungen nur zwischen *Cornu anterius* und *posterius* finden, und ich möchte nach PROBSTS Abbildungen beinahe glauben, daß er unter „seitlichem Vorderhorn“ vielleicht zum Teil die *Zona intermedia grisea* versteht, in der ich die Endigung des *Tract. Monakowi* suchen muß.

1) Brain, XXIV, 1901, p. 177.

2) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., X, p. 363.

3) Journ. of Physiol., XXVII, 1901.

4) Neurol. Centralbl., XVI, 1897, p. 1074.

5) Neurol. Centralbl., XX, 1901, p. 50.

6) Brain, 1901, p. 217.

7) Arch. f. Anat., 1901, p. 368.

8) In das *Corpus restiforme* wurden keine Fasern abgegeben (gegen COLLIER-BUZZARD).

9) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., V, 1899.

10) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 197.

In Analogie mit dem Fehlen von Endigungen im *Cornu anterius* steht auch die Tatsache, daß sich im *Nuc. facialis* trotz seiner engen räumlichen Beziehung zum *Tract. Monakowi* keine Endigungen dieses Bündels nachweisen lassen, worin ich mit PROBST übereinstimme.

PROBST¹⁾ hat dagegen einen anderen Ort der Endigung in der *Medulla oblongata* entdeckt, den *Nuc. fun. lateralis*. Wenn PROBST die Aufspaltung im vordersten Teile des *Nuc. fun. lateralis* behauptet, so ist das richtig, wenn PROBST hier mit dem zweideutigen „vordersten“ den oralen Teil des *Nuc. fun. lat.* gemeint hat. Dieser orale Teil liegt jedoch zugleich dorsal und medial. Wir finden in der Tat bei ausgesprochener Degeneration des *Tract. Monakowi* immer diesen Teil des *Nuc. fun. lateralis*, der eben ventral von der *Rad. spinalis trigemini* gelegen ist, dicht von feinsten schwarzen Körnchen angefüllt (*LM* in Fig. 40).

Das Endgebiet des *Tract. Monakowi* grenzt eng an das der *Tractus spinocerebellares*, das mehr kaudal und ventral im *Nuc. fun. lat.* gelegen ist.

Man darf daher diesen Teil des *Nuc. fun. lateralis* wohl mit demjenigen Anteil der *Zona intermedia medullae spinalis* analogisieren, in dem sich der *Tract. Monakowi* hier aufspaltet. Es würde sich das Grau des *Nuc. fun. lateralis* zu den Nervenkerne der *Medulla oblongata* verhalten, wie das Grau der *Zona intermedia* zu den Wurzelzellen des *Cornu anterius*.

Nur in einem Punkte muß ich PROBST durchaus widersprechen, und das ist die Behauptung, daß der *Tract. Monakowi* nicht nur ab-, sondern auch aufsteigende Fasern führe. Diese zum *Nuc. ruber* aufsteigenden Bahnen von PROBST sind vielmehr, worin ich mit VAN GEHUCHTEN²⁾ übereinstimme, als der Ausdruck einer retrograden Degeneration zu betrachten³⁾. Wenn VAN GEHUCHTEN sich zur Begründung seiner Ansicht auf das zeitlich spätere Auftreten der aufsteigenden Degeneration beruft, so ist diese Differenz gegenüber der absteigenden Degeneration allerdings nur überzeugend, wenn der *Tract. Monakowi* in der *Medulla spinalis* verletzt wird. Liegt die Unterbrechung näher dem *Nuc. ruber*, so kann auch die Degeneration zu diesem recht schnell eintreten. Maßgebend ist jedoch das Fehlen von Aufspaltungen im *Nuc. ruber*, in dem vielmehr die Fasern blind endigen. Von einer Reihe anderer retrograder Degenerationen, wie z. B. der der *Fibrae olivocerebellares*, unterscheidet sich die retrograde Degeneration des *Tract. Monakowi* dadurch, daß sie nicht oder nur ganz vorübergehend in der feinkörnigen Form in Erscheinung tritt, sondern auf dem Querschnitte von der cellulifugalen Degeneration in der Tat nicht zu unterscheiden ist (Fig. 14).

Ein kreuzendes Fasersystem aus der *Formatio reticularis pontis* zum *Fun. lateralis* ist wohl zuerst von TSCHERMAK⁴⁾ zutreffend beschrieben worden. PROBST⁵⁾ ist jedenfalls im Irrtum, wenn er sich die Entdeckung der „Brückenseitenstrangbahn“ zuschreibt. Der Weg, den diese Bahn nimmt, ist der Weg des *Tract. Monakowi*, wie das auch aus der Beschreibung von TSCHERMAK hervorgeht, und PROBST sowie COLLIER-BUZZARD⁶⁾ ausdrücklich angeben. Die Fasern gelangen zu ihm, indem sie, aus dem ventralen Gebiet der *Formatio reticularis*, wie mir scheint, insbesondere dem *Nuc. reticularis tegmenti*, im Bogen aufsteigend, den *Tract. longitudinalis posterior* durchziehen, die *Raphe* kreuzen, und nun, im Bogen wieder ventralwärts und kaudalwärts ziehend, teils noch am *Nuc. motorius trigemini* vorbei, teils auch nach innen von der absteigenden *Facialiswurzel* in die sagittale Richtung umbiegen. Dabei bilden die Fasern, fast bündelartig zusammengedrängt, insbesondere den medialsten Anteil des *Tract. Monakowi* (*M*² in Fig. 35, 39, 40), in dem sie dann

1) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 178.

2) Névraxe, V, 1903, p. 1.

3) PROBST leugnet, aber ohne Gründe anzugeben, die retrograde Degeneration im *Tract. Monakowi*, Arch. f. Psych. XXXV, p. 727.

4) Arch. f. Anat., 1898, p. 370.

5) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 209.

6) Brain, 1901, p. 179.

Jenaische Denkschriften. X.

7

O. Vogt, Neurobiol. Arbeiten. II. Serie, Bd. I, 2.

15

M. Lewandowsky, Leitungsbahnen des Truncus cerebri

auch weiter zur *Med. spinalis* gelangen. Eine Anzahl gelangt jedoch auch in die äußeren Fasern des *Tract. Monakowi*. Es handelt sich also in dieser Bahn um eine *Pars pontina tract. Monakowi*. TSCHERMAK läßt diese Bahn denn auch in der Centralzone der grauen Substanz endigen, also da, wo wir die Endigung des Hauptanteils des *Tract. Monakowi* vom *Nuc. ruber* suchen zu müssen glaubten. Interessant ist es auch, daß so der *Tract. Monakowi* seinen Ursprung nimmt aus den beiden grauen Herden des *Trunc. cerebri*, in denen auch Fasern des *Brach. conjunctivum* endigen. Endigt doch der ganze *Ramus brach. conjunctivi descendens* im *Tegmentum pontis*. Der Nachweis freilich, daß die *Pars pontina tract. Monakowi* nur aus solchen Zellen entspringt, welche ihrerseits mit dem *Brach. conjunctivum* in Beziehung treten, ist mit der MARCHI-Methode exakt natürlich nicht zu erbringen.

Die Fasern des *Tract. Monakowi*, sowohl die aus dem *Nuc. ruber*, wie die aus dem *Tegmentum pontis* stammenden, sind von gleichmäßig dickem Kaliber. Eine von PROBST beschriebene besondere Bahn, die, aus der Brücke stammend, gleichfalls im Gebiet des *Tract. Monakowi* gekreuzt zum Rückenmark verlaufen, aber nur Fasern feinen Kalibers führen soll, kann ich nicht finden.

8. Tractus Deitersi (descendentes).

Wir kommen nunmehr zu den aus dem *Nuc. Deitersi* absteigenden Bahnen, die wohl im wesentlichen gleich dem *Tract. Monakowi* sekundäre Kleinhirnbahnen darstellen. Denn wie der *Nuc. ruber* mit dem *Brach. conjunctivum*, steht der *Nuc. Deitersi* durch die *Pars interna corporis restiformis* mit dem *Cerebellum* in Verbindung. Daß jedoch aus dem *Cerebellum* selbst keine Fasern in die *Medulla spinalis* gelangen, daß ich vielmehr in Uebereinstimmung mit FERRIER und TURNER u. a. die zu beschreibenden Bahnen nur aus dem *Nuc. Deitersi* hervorgehen sehe, war bereits erwähnt (p. 43), und ich komme darauf, sowie auf die Topographie des *Nuc. Deitersi* (vergl. p. 26) nicht wieder zurück.

Ich halte es für zweckmäßig, die aus dem *Nuc. Deitersi* absteigenden Bahnen als *Tractus Deitersi descendentes* zu bezeichnen. Die oft gebrauchte Bezeichnung *Tractus vestibulospinales* ist jedenfalls nicht bewiesen, wenn wir die Aufsplitterung des *N. vestibularis* im *Nuc. Deitersi* nicht anerkennen (vergl. p. 26). Auch die von PROBST gebrauchte Benennung „Kleinhirnvorder- und -seitenstrangbahn“ ist inkorrekt, weil die Bahnen ja nicht unmittelbar aus dem *Cerebellum* stammen, PROBST¹⁾ selbst allerdings früher einen partiellen direkten Kleinhirnsprung noch annahm. Andererseits ist die Bezeichnung *Tractus Deitersi* um so gerechtfertigter, als DEITERS²⁾ selbst den Zusammenhang seines Kernes mit der *Med. spinalis* sehr wohl erkannt hat, einen Zusammenhang, der dann durch die Arbeiten von v. MONAKOW³⁾, VEJAS⁴⁾, BRUCE⁵⁾, HELD⁶⁾ weiter klargelegt worden ist. Mit der MARCHISCHEN Methode hat insbesondere THOMAS⁷⁾ feinere und genauere Resultate erzielt, die später von PROBST⁸⁾ bestätigt wurden. Nach der NISLSCHEN Methode haben LLOYD⁹⁾ und KOHNSTAMM die Beziehungen des Rückenmarkes zum *Nuc. Deitersi* ermittelt.

Die Gesamtmasse der *Tractus Deitersi* ist eine sehr mächtige. Die Masse der vom *Nuc. Deitersi* entspringenden Fasern übertrifft wohl noch die des *Tract. Monakowi*. Nur verteilen sich die ersteren auf

1) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, p. 212.

2) Untersuchungen, 1865, p. 205.

3) Arch. f. Psych., XIV, 1883, p. 1; v. MONAKOW nahm irrtümlich einen Zusammenhang des *Nuc. Deitersi* mit den *Funiculi posteriores* an.

4) Arch. f. Psych., XVI, p. 200.

5) Proc. of the Royal Society of Edinburgh, XVII, 1888/89, zit. nach KOELLIKER, Handb., 6. Aufl., II, p. 271.

6) Abhandl. d. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig, XVIII, 1892, No. 6.

7) Cervelet, Paris, 1897.

8) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 212; PROBST nimmt hier noch Rücksicht auf die Arbeit von THOMAS, die er später anscheinend vergessen hat.

9) Journ. of Physiology, XXV, 1900, p. 191.

ein viel größeres Areal des Querschnittes als die letzteren. Einen Ueberblick über die Topographie gibt die Serie VII (Fig. 39, 40, 41), wengleich die Dichtigkeit der Degeneration bei größeren Zerstörungen noch größer ist (vergl. Fig. 43). Der *Nuc. Deitersi* entsendet seine Fasern teils medialwärts, teils medioventral und ventral. Am besten übersieht man das Gebiet der *Tractus Deitersi* auf einem Querschnitt kurz vor dem oralen Beginn der *Oliva inferior* (Fig. 39). Hier liegen die schon sagittal verlaufenden Fasern zum Teil (D^2) im *Tractus longitudinalis posterior*, der sich vom *Tractus praedorsalis* nicht scharf abgrenzen läßt, vor allem aber auch lateral vom *Tractus longitudinalis posterior*, ventral vom *Nuc. dorsalis acustici* in einem Gebiete, dessen grobe Faserzüge ich als *Fasciculi paradorsales* (bei D^3) bezeichne, und von hier schräg lateroventral bis etwa zur lateralen Grenze des *Lemniscus principalis* hin. Mit der Entwicklung der *Oliva inferior* bildet sich nun aus ventralwärts sich zusammenschiebenden Fasern ein kompaktes Bündel, das dicht dorsolateral an der *Oliva inferior* zur *Med. spinalis* ($D^1 = \text{Tract. Deitersi principalis}$)¹⁾ herabsteigt. Mit dem Verschwinden der *Oliva inferior* gelangt es dann dicht ventral an den *Nuc. fun. lateralis* und mischt seine Fasern mit denen des *Tract. Gowersi*, der, weiter aufsteigend, später mit dem *Tract. Monakowi* zusammentrifft. In den oralsten Segmenten des Rückenmarkes bleibt dann dieser *Tractus Deitersi principalis* im ventralen Teil des *Funic. lateralis*, im Areal des *Tract. Gowersi*. Erst weiter kaudalwärts tritt der *Tract. Deitersi principalis* etwas mehr medial und ventral, wie auch THOMAS beschreibt. In der *Med. spinalis* splittert er sich in den ventralen Abschnitten der grauen Substanz auf. In der *Medulla oblongata* gibt er Aestchen zu einem kleinen Teil des *Nuc. fun. lateralis* dorsolateral von der *Oliva inferior* ab [entsprechend etwa dem von WARNOCKE²⁾ mit l^5 bezeichneten Anteil des *Nuc. fun. lateralis*].

THOMAS hat dieser ventralen Bahn eine dorsale etwa im Gebiet unserer *Fasciculi paradorsales* gegenübergestellt. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Abgrenzung keine scharfe ist, sondern daß auch zwischen den *Fasciculi paradorsales* bez. dem *Tractus longitudinalis posterior* und dem *Tractus Deitersi principalis* noch eine Anzahl von Fasern aus dem *Nuc. Deitersi* zu finden sind (D^4), und in dieser Lage auch zur *Med. spinalis* absteigen, so daß sich das Gebiet der Degeneration aus dem *Nuc. Deitersi* im Rückenmark fast von der *Commissura anterior* im *Fun. anterior* ventralwärts um das *Cornu anterius* herum und als *Tractus Deitersi principalis* wieder im *Fun. lateralis* dorsalwärts erstreckt.

Dazu kommt noch, daß der *Nuc. Deitersi* in dieses ganze Gebiet auch gekreuzte Fasern, wenn auch in wesentlich geringerer Anzahl, entsendet (*Der*² Ser. VII; in dieser Serie sind jedoch nur sehr wenige kreuzende Fasern durch die Verletzung betroffen worden).

PROBST³⁾ hat nun auch zum *Nuc. Deitersi* aufsteigende Bahnen beschrieben. Daß zum *Nuc. Deitersi* Fasern aufsteigend degenerieren, ist zweifellos, ebenso zweifellos aber nach dem Typus der Endigung im *Nuc. Deitersi*, daß es sich um retrograde Degeneration handelt, eine Anschauung, der schon VAN GEHUCHTEN Ausdruck gegeben hat.

9. Fasciculus tectospinalis.

Mit der Beschreibung des *Tract. Deitersi* sind wir bereits in das Gebiet des *Fun. anterior* gekommen, und wir haben nunmehr die weiteren im *Fun. ant. medullae spinalis* verlaufenden Bahnen zu betrachten.

Was zunächst den *Fasc. tectospinalis* (Vierhügelvorderstrangbahn) betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, daß in der Tat aus dem *Tectum*, und zwar dem *Quadrig. ant.* eine gekreuzte Bahn beträchtlicher Mächtigkeit

1) PROBST beschreibt an dieser Stelle ein neues Bündel aus der *Substantia reticularis pontis*, das ich nicht finden kam, Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 222.

2) Journ. f. Psych. u. Neurol., II, 1904, Taf. XVIII.

3) Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., XI, 1902, p. 10.

keit, aus Markfasern dicksten Kalibers bestehend, bis in die *Med. spinalis* gelangt und dieselbe, allmählich schwächer werdend, durchzieht. Diese Bahn kreuzt in der „fontäneartigen Haubenkreuzung“, der *Dec. (tegmenti) Meynerti* (Fig. 29). Daß diese Kreuzung eine kaudal verlaufende Bahn darstellt, hat wohl zuerst BECHTEREW¹⁾, dann genauer HELD²⁾ beschrieben. Degenerativ ist die Bahn zuerst von BOYCE³⁾ dargestellt worden, der allerdings über ihren Ursprung keine klare Vorstellung hatte. Genauer ist sie von MÜNZER und WIENER⁴⁾ bei der Taube, beim Säugetier von TSCHERMAK⁵⁾, REDLICH⁶⁾, PROBST⁷⁾, THOMAS⁸⁾, COLLIER-BUZZARD⁹⁾ u. a. bestimmt worden.

Trotzdem sind noch einige Punkte über die Natur dieser Bahn strittig. Was zunächst ihren Ursprung anlangt, so liegen über die Schicht des *Quadrigenum anterius*, welche der Bahn den Ursprung gibt, nur wenige unbestimmte Angaben vor. Ich glaube, aus MARCHI-Präparaten, in denen einige Fasern aus nicht direkt zerstörten, sondern durch Ernährungsstörungen mittelbar zu Grunde gegangenen Zellen degeneriert sind, schließen zu dürfen, daß sie aus großen Zellen des *Griseoalbum medium* [C. u. O. VOGT¹⁰⁾] hervorgehen. Daß der *Fasc. tectospinalis* zu einem, wenn auch nur sehr kleinen Teil aus der *Regio subthalamica et opisththalmica* hervorgeht, wie PROBST¹¹⁾ angibt, bestreite ich. Alle Fasern ziehen aus dem *Quadrigenum anterius* in radialem Verlauf zum tiefen Mark, in das sie fast rechtwinklig umbiegen. Die Kreuzung in der *Decussatio Meynerti* ist eine vollständige, ein Punkt, in dem die Mehrzahl der Autoren übereinstimmt. Anscheinend ungekreuzte Fasern (wie in Ser. VII) habe ich immer auf eine Beteiligung des anderen *Quadrigenum ant.* zurückführen können. Auf ein anderes ungekreuztes, aber nicht bis zum Rückenmark absteigendes System vom *Tectum* wird an anderer Stelle zurückzukommen sein.

Nach der Kreuzung bildet der *Fasc. tectospinalis* den Hauptbestandteil des *Tractus praedorsalis* TSCHERMAKS, jener Fasermasse, die ventral vom *Tract. longitudinalis post.* sich bis zum *Nuc. reticularis* erstreckt und den medialsten Teil der *Formatio reticularis pontis* ausmacht. In den *Tractus praedorsalis* kommen allerdings noch andere Bahnen zu liegen, insbesondere die Fasern des *Ram. brach. conjunctivi descendens*, die sich allerdings durch ihr geringeres Kaliber von den Fasern aus dem *Quadrigenum* unterscheiden.

Schon nach kurzer Zeit, schon im distalen Teil des *Pons* verliert der *Tractus praedorsalis* auch seine topographische Individualität. Mit dem Verschwinden des *Ganglion tegmenti profundum* GUDDENS (Fig. 30 *gu*) rückt er dicht an den *Tract. longitudinalis posterior* heran und verschmilzt mit ihm.

In der *Medulla oblongata* gibt der *Fasc. tectospinalis* eine große Menge feiner Aestchen ab, die insbesondere gegen den *Nuc. facialis* nicht nur der Degenerationsseite ziehen, sondern die auch, wie ich mit Bestimmtheit aussagen kann, die *Raphe* kreuzend, in der Richtung auf den *Nuc. facialis* der Gegenseite verlaufen [Fig. 32¹²⁾]. Ich kann jedoch Einstrahlungen in diese Kerne selbst entgegen PROBST nicht wahrnehmen. Man muß sich hüten, kleine schwarze Körner, die man häufig im *Nuc. facialis* findet, als

1) Mikroskop. Anat. des Menschen und der Tiere (russisch) von LAWADOWSKY und OWSJANNIKOW zit. nach PAVLOW, *Névraze*, I, 1900, p. 62.

2) Arch. f. Anat., 1893, p. 435.

3) Neur. Ctrbl., XIII, 1894, p. 466.

4) Monatsschr. f. Psych. und Neur., III, 1898, p. 379.

5) Arch. f. Anat., 1898, p. 364.

6) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., V, 1899.

7) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899.

8) Journ. de Physiol. et de Path. génér., 1899, p. 1.

9) Brain, 1901, p. 180. Hier siehe auch alle synonymen Bezeichnungen.

10) Neurobiol. Arb., Ser. I, Bd. I, Taf. XV, Fig. 1.

11) Jahrb. f. Psych., XXIII, 1903, p. 37.

12) Diese Fäserchen würden also die *Raphe* zweimal gekreuzt haben.

degenerierte Einstrahlungen anzusehen. Gerade auf meinen besten Präparaten habe ich mich eben nicht von solchen Einstrahlungen überzeugen können¹⁾.

Trotz dieses Faserverlustes ist es noch eine stattliche Menge von Fasern, die gegen das distale Ende der *Medulla oblongata* (Fig. 34) etwas auseinanderweichend in etwas aufgelösterer Ordnung den *Fun. ant. med. spinalis* erreicht, um sich hier im *Cornu anterius* aufzuspitzen [REDLICH²⁾]. Wie einzelne Autoren, MÜNZER und WIENER³⁾, PAVLOW, den Uebergang des *Fasc. tectospinalis* in das Rückenmark leugnen können, ist mir unverständlich, wenn man nicht annehmen will, daß zwischen Kaninchen und höheren Säugern hier eine fundamentale Differenz besteht.

Zu einem nicht weniger merkwürdigen Ergebnis hat die NISSLSche Methode KOHNSTAMM⁴⁾ geführt. Nicht nur, daß KOHNSTAMM keine degenerierten Zellen im *Quadrig. ant.* der gekreuzten Seite nach Rückenmarkshemisektion finden kann, beobachtet er Degenerationen in seinem „Nucleus spinalis tecti intratrigeminalis“, Zellen von motorischem Typus zwischen den bläschenförmigen Zellen der *Rad. mesencephalica trigemini*, und nimmt nun an, daß Fasern aus diesen Zellen dorsal den *Aquaeductus Sylvii* umkreisen, um, zum zweiten Mal durch die *Dec. Meynerti* kreuzend, die Ursprungsseite wieder zu erreichen. Nichts von alledem ist richtig, keine einzige Faser nimmt den Weg um den *Aquaeductus* herum, wie auch PROBST⁵⁾ schon gegen KOHNSTAMM⁴⁾ hervorhebt. Zweitens aber müssen Zellen in dem *Quadrig. ant.* der Gegenseite degeneriert gefunden werden, wenn überhaupt die NISSLSche Methode für die Feststellung des centralen Ursprungs einer Bahn brauchbar sein soll, und drittens dürfen in dem *Nuc. intratrigeminalis tecti* keine degenerierten Zellen nach Hemisektion des Rückenmarks gefunden werden; denn die MARCHISCHE Methode stellt fest, daß er keine Fasern zum Rückenmark entsendet (vergl. über den *Tract. Probsti* weiter unten).

10. Tract. nuclei Darkschewitschi, Tractus pontis descendens und Tractus reticulospinales.

Das sogenannte hintere Längsbündel (*Tractus longitudinalis posterior*) ist aus mannigfachen Fasersystemen zusammengesetzt. Wenn wir hier zunächst nur die absteigenden Systeme des *Tract. longitud. post.* berücksichtigen, so haben wir die oralste Ursprungsstätte⁶⁾ solcher Fasern im *Nuc. Darkschewitschi*⁷⁾, der mit dem *Oculomotorius*, mit dem ihn DARKSCHEWITSCH in Verbindung brachte, nichts zu tun hat. Er liegt im *Tegmentum* als eine lockere Masse großer Zellen ventral vom kaudalen Anteil der *Commissura posterior*, ventralwärts den *Nuc. ruber* fast berührend. So kommt es, daß einige Fasern erst mit einer kleinen Biegung dorsomedialwärts den *Tract. longitud. posterior* erreichen, ohne daß es darum notwendig wäre, den absteigenden Fasern des Bündels noch einen anderen Ursprung zu geben, wie es PROBST⁸⁾ will. Den Ursprung dieser Fasern kann man ausgezeichnet durch die Verfolgung der retrograden Degeneration im *Tract. longitudinalis posterior* erkennen, die insbesondere durch die schon mehrfach erwähnte Eigentümlich-

1) Durchaus zurückzuweisen ist die Annahme von MAJANO (Monatsschr. f. Psych. u. Neur., 1904, Heft 2/3), daß nämlich Fasern der oben besprochenen Bahn in die *Oculomotorius*wurzeln übergängen.

2) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., V, 1899, p. 197. TSCHERMAK (1898) hat, soweit ich sehen kann, wohl Einstrahlungen aus dem Vorderstrang gesehen, verfügte aber gar nicht über reine Degenerationen der Vierhügelvorderstrangbahn.

3) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., XII, 1902, p. 265.

4) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VIII, 1900, p. 278 und Neur. Ctrbl., 1903.

5) Jahrb. f. Psych. u. Neur., 1903, XXIII, Heft 3, p. 377.

6) Ueber die entgegenstehenden Angaben vergl. KOELLIKER, Handb., II, 1896, p. 446. Aus dem basalen Riechbündel kann ich entgegen WALLENBERG (Anat. Anz., XIX, 1902, p. 175) keine Fasern in den *Tract. longit. post.* verfolgen.

7) Synonyma dafür sind: Kern der hinteren Commissur (KOELLIKER), oberer Lateralkern (FLECHSIG-HELD), Kern des hinteren Längsbündels (EDINGER, KOHNSTAMM).

8) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., XI, 1902, p. 411.

keit der Endigung sich scharf unterscheiden läßt von den später zu beschreibenden echten aufsteigenden Fasern des *Tract. longitudinalis posterior* [vom *Nuc. Deitersi*]¹⁾ (p. 56).

Aus der *Commissura posterior* gelangen keine Fasern in den *Tract. longitudinalis posterior*.

Das Bündel degeneriert im *Tract. longitud. posterior* ungekreuzt (Fig. 29, 30), wie auch BOYCE²⁾, der es mit der MARCHI-Methode wohl zuerst dargestellt hat, angibt. Die gekreuzten Fasern von PROBST³⁾ kann ich nicht finden.

Im *Pons* bilden die aus dem *Nuc. Darkschewitschi* absteigenden Fasern den medialen Teil des *Tractus longitudinalis posterior*, die aufsteigenden den lateralen, wie auch MAHAIM und PROBST angeben. Ganz scharf läßt sich die Grenze freilich nicht ziehen. Indessen übertrifft das Kaliber der absteigenden das der aufsteigenden Fasern.

Da wo der *Tractus praedorsalis* sich mit dem *Tractus longitudinalis posterior* zu einer einheitlichen Masse verbindet, d. h. in der kaudalen Brückegegend, treten die Fasern des *Tractus nuclei Darkschewitschi* in dieser einheitlichen Masse mehr ventralwärts und sind schon in der Ebene des *Nuc. Deitersi* ganz aus dem eigentlichen *Tractus longitudinalis posterior* verdrängt, den die Fasern aus dem *Nuc. Deitersi* und der *Formatio reticularis* nunmehr ausfüllen⁴⁾. So gelangt das Bündel, immer hart an der *Raphe* bleibend, schließlich in den *Fun. anterior*, wo es sich auflockert und im *Cornu anterius* aufsplittet. Die Fig. 29—34 zeigen den Verlauf des Bündels besser als eine eingehende Beschreibung. Im *Tegm. pont.* und in der *Medulla oblongata* gibt das Bündel nur wenig Fasern ab, und zwar, wie mir scheint, hauptsächlich in der Gegend der *Nuc. trochlearis et abducentis*, ohne daß ich jedoch die Fäserchen weiter als bis in die *Formatio reticularis* verfolgen könnte.

Daß sich Fasern aus dem *Tractus longitudinalis posterior* dem austretenden *N. trochlearis* anlegen (wie PROBST⁵⁾ will), bestreite ich.

Zu den Bahnen des *Fun. anterior* gehört weiter noch die von PROBST⁶⁾ gefundene und benannte „Brückenvorderstrangbahn“ (*Tractus pontis descendens*). Das Bündel stammt aus großen Zellen in der *Formatio reticularis pontis* hauptsächlich in der Umgebung des *Nuc. motor. trigemini*. Es steigt im Bogen zum *Tractus longitudinalis posterior* auf in den Fasern, die MEYNERT als Quintusstränge bezeichnet hat⁷⁾, die besser wohl als Brückenstränge zu bezeichnen sind (*Striae pontis* Fig. 27). Sie bleiben jedoch nur kurze Zeit im *Tract. longitud. post.* und zwar neben den Fasern aus dem *Nuc. Darkschewitschi* liegen, um bald mit den letzteren in das Gebiet des *Tractus praedorsalis* zu gelangen. Auch diese Gruppe von Fasern ist durch retrograde Degeneration zur Anschauung zu bringen (vergl. Fig. 5—7 P²).

In den *Fun. anterior* gelangen dann weiter Fasern aus dem *Nuc. Deitersi*, die schon anderwärts besprochen sind (p. 50) und Fasern aus der *Formatio reticularis med. oblongatae*, die zum Teil zum *Tractus longitudinalis posterior et praedorsalis* aufsteigen, um in spitzem Winkel in diese Längszüge umzubiegen, zum Teil aber insbesondere in den *Fun. anterolateralis* gradewegs übergehen. Die Beziehungen der Zellen der *Formatio reticularis* zu den *Fun. laterales et anteriores* hat zuerst DEITERS⁸⁾ erkannt. Mit

1) KOHNSTAMM hat auch nach Hemisektion des Rückenmarkes NISSL-Degeneration in dem *Nuc. Darkschewitschi* gefunden. Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VIII, 1900, p. 281.

2) Neurol. Centralbl., XIII, 1894, p. 466.

3) Arch. f. Psych., XXXIII, 1900, p. 33.

4) Der *Tract. longit. posterior* bildet also keine systematische Einheit. Wir finden vielmehr eine allmähliche Verlagerung der langen Bahnen aus ihm in die weiter ventral gelegenen Gebiete.

5) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 200.

6) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 207.

7) Vergl. auch v. MONAKOW, Gehirmpathologie, Wien 1897, p. 73, Fig. 43. Dieselben Fasern hat EDINGER als zentrale Trigemiusbahn aufgefaßt (Anat. Anz., II, 1887, S. 145), was schon deswegen unmöglich ist, weil sie absteigende Bahnen darstellen.

8) Untersuch., 1865, p. 191.

Hilfe der GUDDENSCHEN Methode hat zuerst v. MONAKOW¹⁾ dann diese Beziehungen bewiesen und KOHNSTAMM²⁾ hat diesen Beweis durch die Anwendung der NISSLSCHEN Methode noch verfeinert. Ich verweise in Bezug auf die Einteilung der Zellterritorien in der *Formatio reticularis* auf den letztgenannten Autor. Die NISSLSCHEN Methode ist hier natürlich der MARCHISCHEN überlegen.

Zu bemerken ist noch, daß alle die genannten Bahnen schon in der *Formatio reticularis medullae oblongatae* wieder feinste Aufsplitterungen abgeben. Bei größeren Degenerationen ist die *Formatio reticularis* übersät mit feinsten Schollen, während die Hirnnervenkerne verhältnismäßig recht wenig davon aufweisen. So mache ich z. B. auf eine Zellansammlung im ventralen Teil des Vorderstranges aufmerksam (*Pars ventralis nuclei fun. anterioris*, a² Fig. 40), in die hauptsächlich der *Tractus pontis descendens* Fasern entsendet.

Auf die retrograde Degeneration der *Tractus reticulospinales* hat mit Recht VAN GEHUCHTEN³⁾ aufmerksam gemacht. Man kann jedenfalls behaupten, daß die großkalibrigen langen Bahnen sämtlich aus der *Formatio reticularis* ihren Ursprung nehmen.

Dagegen möchte ich doch annehmen, daß Bahnen von kurzem Verlauf und geringerem Faserkaliber sowohl auf- als absteigend verlaufen, so den kurzen Bahnen im *Fun. ant. medullae spinalis* analog. Eine solche Bahn sehe ich so durch den *Tract. longit. post.* des kaudalsten Teiles der *Medulla oblongata* kreuzen, und, sich hier teilend, teils zum *Fun. ant. med. spinalis* absteigen, teils in dem lateralen Teil des *Tractus longitudinalis posterior* aufsteigen, um sich bis zum *Pons* hin durch die Abgabe von feinen Aestchen allmählich zu erschöpfen⁴⁾.

11. Fasciculus Thomasi.

Als *Fasc. Thomasi* bezeichne ich ein wohlcharakterisiertes absteigendes Bündel des *Fun. lateralis*, das zuerst von THOMAS⁵⁾ nach Hemisektion der *Med. cervicalis* gesehen worden ist. Später ist es nach der gleichen Operation von KOHNSTAMM⁶⁾ beobachtet. Es erstreckt sich auf einem Querschnitt der *Med. cervicalis* etwa von der Gegend des Pyramidenseitenstranges parallel dem Rande der grauen Substanz und von ihm durch eine Zone intakter Fasern getrennt nach vorne etwa bis zur Spitze des *Cornu anterius* (*Th* Fig. 3). So ist es auch von THOMAS abgebildet. Ich bemerke, daß es sich durch sein geringes Faserkaliber von den benachbarten Bahnen des *Fun. lateralis* (mit Ausnahme des Pyramidenseitenstranges) unterscheidet.

Neu ist der von uns erbrachte Nachweis (Serie I), daß dieses Bündel aus der *Medulla oblongata* stammt, und zwar läßt sich behaupten, daß es aus der lateralen *Formatio reticularis* des kaudalen Teiles der *Medulla oblongata* entspringt. Beim Uebergang der *Medulla oblongata* in die *Medulla spinalis* liegen diese Fasern lateral vom, zum Teil auch im Innern des *Cornu anterius*, das hier in die *Formatio reticularis* sich umbildet (Fig. 2), rücken in der *Med. cervicalis*, wie schon erwähnt, von der grauen Substanz ab (Fig. 3). In der *Med. spinalis* scheint das Bündel — nach entsprechenden Versuchen zu urteilen — keinen Zuwachs mehr zu erhalten. Vielmehr erschöpft es sich fast vollständig in der *Med. cervicalis*, worin ich THOMAS gegen KOHNSTAMM beistimme. Nur wenige Fasern gelangen noch in die *Med. thoracalis*, und

1) Arch. f. Psych., XIV, 1883, p. 8.

2) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VIII, 1900 p. 261.

3) Névraxe, V, 1903.

4) Es stimmt dieses Bündel in manchen Beziehungen mit der zentralen *Quintusbahn* WALLEBERGS und VAN GEHUCHTENS überein. Ich kann es aber weiter als bis zum *Tegm. pont.* nicht verfolgen, während die genannten Autoren ihre zentrale *Quintusbahn* bis zum *Thalamus* ziehen lassen.

5) Journ. de phys. et path. génér. 1899.

6) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VII, 1900, p. 267.

auch nach Operationen in tieferen Abschnitten des Rückenmarkes bekommen wir die typische Degenerationszone nicht zur Beobachtung. Es handelt sich also in dem *Fasc. Thomasi* um eine eigentümliche Leitungsbahn zwischen *Medulla oblongata* und *Medulla cervicalis*.

12. Zu den Augenmuskelkernen aufsteigende Bahnen.

12a. Tract. Deitersi ascendens.

Ueber die im *Tractus longitudinalis posterior* absteigenden Bahnen ist schon gesprochen worden. Eine genauere Differenzierung der in diesem komplexen System verlaufenden Bahnen ist erst durch die mit der MARCHI-Methode arbeitenden Autoren [THOMAS¹⁾, PROBST²⁾, FRASER³⁾] vorgenommen worden. Bei der Unterscheidung zwischen auf- und absteigenden Systemen ist allerdings die retrograde Degeneration der letzteren in Rücksicht zu ziehen, und es sei hier noch einmal wiederholt, daß insbesondere die zum *Nuc. Darkschewitschi* zu verfolgenden Fasern als retrograd degeneriert anzusehen sind.

Dieses Bedenken trifft nicht zu für die Fasern, welche vom *Nuc. Deitersi* in beiden *Tractus longitudinales posteriores* zu den *Nuclei oculomotorii et trochlearis* aufsteigen. Mit der MARCHI'schen Methode sind diese Fasern schon von THOMAS, dann von PROBST und FRASER dargestellt worden, THOMAS leitete sie jedoch irrtümlich aus dem *Cerebellum* ab, beschrieb sie aber im übrigen richtig, unterschied besonders gekreuzte und ungekreuzte Fasern⁴⁾.

Die im *Tractus longitudinalis posterior*, und zwar in seinem lateralen Teil (vergl. p. 54), aufsteigenden Fasern stammen ausschließlich aus dem *Nuc. Deitersi*. Sie haben ein geringeres Kaliber als die absteigenden. Sie bilden, wie auch die genannten Autoren beschreiben, außerordentlich reichliche Aufsplitterungen in den *Nuc. trochlearis et oculomotorii*, wahrscheinlich auch *abducentis*, wie man sie so in keinem anderen der Hirnnervenkerne zu sehen bekommt. Weiter aber, als bis zum *Nuc. oculomotorii* gelangen keine Fasern des *Tract. longitudinalis posterior*, worin ich PROBST durchaus beistimme, gegenüber MEYNERT, KOELLIKER⁵⁾ und FRASER. Ich muß jedoch durchaus der Angabe desselben Autors⁶⁾ widersprechen, daß nämlich Fasern auch aus den kaudalen Teilen der *Medulla oblongata*, aus der Hypoglossusgendung zum *Nuc. oculomotorii* gelangen, und sich dort aufsplittern. Diese Fasern gelangen nicht zum *Nuc. oculomotorii*, sondern zum *Nuc. Darkschewitschi* und splittern sich nicht auf, sondern endigen blind (p. 54).

Der Nachweis von Aufsplitterungen der echten aufsteigenden Fasern in den Augenmuskelkernen andererseits ist darum wichtig, weil er die vielfach gemachte Annahme eines Ursprungs von Wurzelfasern der Hirnnerven aus dem *Tract. longitudinalis posterior* widerlegt.

Schließlich sei noch bemerkt, daß auch die aufsteigenden Bahnen des *Tract. longit. post.* nach entsprechenden Verletzungen Andeutungen retrograder Degeneration zum *Nuc. Deitersi* zeigen können. Man darf aus dieser retrograden Degeneration nicht etwa die Existenz von Kollateralen der absteigenden Bahnen zum *Nuc. Deitersi* ableiten wollen.

12b. Tract. pontis ascendens.

Außer den vom *Nuc. Deitersi* im *Tractus longitudinalis pontis* aufsteigenden Bahnen habe ich nur noch einen aufsteigenden Faserzug zum *Nuc. oculomotorii* finden können, der — soweit ich sehe —

1) Cervelet, Paris, 1897, p. 142.

2) Arch. f. Psych., XXXIII.

3) Journ. of physiol., XXVII, 1901.

4) In unserer Serie VII sind die gekreuzt aufsteigenden Bahnen nicht getroffen worden, dagegen sieht man sie in Serie III.

5) Handb. d. Gewebelehre, 6. Aufl., II, p. 446.

6) Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 239.

in der Literatur bisher keine Erwähnung gefunden hat. Er nimmt seinen Ursprung in der Nähe des *Nuc. reticularis pontis*, vielleicht in diesem Kern selbst, kreuzt in stumpfem Winkel mit den Fasern der anderen Seite (Fig. 36 *OP*), knapp kaudal von der *Decussatio brachii conjunctivi*, noch etwas oral von der von mir beschriebenen *Dec. lemnisci princ. pontis*. In der *Formatio reticularis* biegen die Fasern dicht lateral von der *Dec. Foreli* in die sagittale Richtung um, hier mit anderen Fasern vermengt und dorsal von dem *Lemniscus medianus* gelegen (Fig. 37). Kurz vor dem *Nuc. ruber* biegen dann die Fasern scharf dorsomedial um, nehmen die Richtung an, die ein wenig weiter oral die austretenden Oculomotoriuswurzeln zeigen, und gelangen zwischen den Fasern der *Form. reticularis* hindurch, den *Tract. longitudinalis posterior* durchbrechend, in den *Nuc. oculomotorii*, wo sie mit reichlichen Aufsplitterungen endigen (Fig. 38). Es handelt sich also um eine gekreuzte aus dem *Pons* zum *Nuc. oculomotorii* aufsteigende Bahn (*Fasc. pontis ascendens*). Auch auf normalen Markscheidenpräparaten ist die Kreuzung dieses Bündels deutlich zu differenzieren, aber auch hier noch nicht beschrieben.

13. Tractus tectopontinus Münzer.

MÜNZER¹⁾ hat zuerst bei der Taube, dann beim Kaninchen einen Faserzug beschrieben, der, vom *Quadrigenum anterius* direkt ventral und kaudal ziehend, das *Griseum pontis* erreicht. PAVLOW²⁾ hat diesen Zug bestätigt. Seine Fasern gelangen, schräg ventral und kaudalwärts ziehend, ventral vom *Quadrig. post.* in das Gebiet des *Lemn. lateralis* und erreichen ventral vom *Lemn. lateralis*, zum Teil den *Lemn. principalis* durchbrechend, zum Teil noch lateral von ihm das seitliche Feld des *Griseum pontis* (*Ip* Fig. 28). Vom *Quadrig. post.* selbst gelangen keine Fasern in dieses Bündel. Eine Gruppe von Fasern zieht zwischen *Rad. mesencephalica trigemini* und *Quadrig. posterius* entlang, um sich zum Teil ventral vom *Quadrig. posterius* erst scharf lateral und dann erst ventralwärts, zum Teil direkter ventralwärts zu wenden. Die Fasern des Bündels degenerieren — wie mir scheint — auch retrograd nach Brückenverletzung zum *Quadrig. ant.* hin (Fig. 13 u. 14).

14. Tractus tectoolivaris (centrale Haubenbahn).

Nur ein Teil der vom *Quadrigenum anterius* entspringenden und kaudalwärts ziehenden Fasern jedoch gelangt zum *Griseum pontis*. Die mehr median ziehenden wenden sich in ganz losen feinen Zügen, die *Formatio reticularis* in leicht ventromedialer Richtung durchbrechend, schließlich dorsal von dem *Lemn. principalis*, lateral vom *Nuc. reticularis tegmenti* in die sagittale Richtung umbiegend, zur *Medulla oblongata*. Ihrem Ursprung nach sind sie von dem *Tractus tectopontinus* nicht zu unterscheiden, sie legen sich den Fasern des letzteren eben medial an. Vom *Pons* kaudalwärts gehen sie allmählich in das Areal des *Lemniscus principalis*. Zunächst liegen sie genau lateral und recht scharf getrennt von dem früher beschriebenen *Ramus descendens brachii conjunctivi*; in der *Medulla oblongata* ziehen sie zuerst medial von der *Oliva superior*, zum größten Teil dorsal vom *Corpus trapezoides*, breiten sich dann aber lateralwärts aus und gelangen in das dorsale und vor allem das laterale Mark der *Oliva inferior*, immer im Schleifengebiet verbleibend. In der *Oliva inferior* splintern sich die ziemlich feinen Fasern auf (vgl. Fig. 29—32, auch Fig. 25 u. 27).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Faserzug die größte Ähnlichkeit hat mit dem *Fasc. tegmenti centralis*, der centralen Haubenbahn von BECHTEREW³⁾. Von der

1) Prager med. Wochenschr., 1895; MÜNZER und WIENER, Monatsschr. f. Psych. u. Neur., XII, 1902, p. 241.

2) Névraze, I, 1900, p. 131.

3) Neurol. Centralbl., 1885, IV, p. 194.

Olive bis zum *Pons* stimmt die Beschreibung BECHTEREWS beim Menschen genau mit der unserigen vom Tier überein. Dann allerdings läßt BECHTEREW seinen *Tract. tegmenti centralis* in einen Faserzug dicht lateral vom *Tract. long. post.* übergehen. Andererseits gibt BECHTEREW¹⁾ an, daß diese Bahn beim Menschen absteigend degeneriere, was wieder mit unseren Ergebnissen am Tier übereinstimmen würde. Genauere Angaben über diese Degeneration beim Menschen hat in einem Falle von Hirnlues PROBST²⁾ gemacht, der geneigt ist, den *Tract. tegmenti centralis* vom *Nuc. ruber* oder der *Regio subthalamica* abzuleiten. Seine Abbildungen können mich davon nicht überzeugen, es erscheint mir sehr wohl möglich, daß der Zug auch beim Menschen aus dem *Quadrigeminum anterius* stammt und am *Nuc. ruber* nur vorbeizieht, vielleicht auch noch etwas weiter kaudalwärts durch die mächtige Bindearmkreuzung des Menschen mehr dorsalwärts gehalten wird, als beim Tier. PROBST hat den *Tract. tectoolivaris* beim Tier nicht nur übersehen, sondern leugnet ausdrücklich das Vorkommen eines Analogons der zentralen Haubenbahn, eine Behauptung, die wohl widerlegt erscheint.

Eine Verbindung der *Medulla oblongata* mit dem *Nuc. lentiformis*, wie sie FLECHSIG in Verfolgung des *Tract. tegmenti centralis* beim Menschen annimmt, besteht nicht.

Ich bemerke, daß ich die ausgesprochensten Aufsplitterungen in der *Oliva inferior* nach Verletzungen des *Pons* gesehen habe. Es ist mir daher sehr wahrscheinlich, daß der *Tract. tectoolivaris* noch einen Zuwachs im *Pons* erhält.

15. Radix mesencephalica trigemini

(und Bemerkungen über die Radix spinalis).

Die *Rad. mesencephalica trigemini*, entspringend aus den bekannten bläschenförmigen Zellen im *Tectum*, schließt sich der motorischen Wurzel an. Sie degeneriert total nach entsprechenden Operationen am Vierhügeldach, wie das schon PROBST³⁾ mit der MARCHI-Methode nachgewiesen hat, nachdem SCHUZO KURE⁴⁾ die motorische Natur der bläschenförmigen Zellen durch die Beobachtung von NISSLScher Degeneration nach peripherer Trigemini-Durchschneidung sichergestellt hat. PROBST beschreibt auch vereinzelt aufsteigende Fasern in der *Radix mesencephalica*, und ich finde, daß die Wurzel fast kompakt degenerieren kann, wenn Verletzungen in der Gegend des *Nuc. motorius trigemini* gesetzt werden, während sie wenigstens 3 Wochen nach peripherer Durchschneidung noch keine Degeneration zeigt. Ob in der *Rad. mesencephalica trigemini* auch echte aufsteigende Bahnen vorkommen, ist nicht zu entscheiden. Ich bin jedoch geneigt, alle aufsteigend degenerierenden Fasern für retrograd degeneriert zu halten. Einerseits ist es ja gewöhnlich so, daß bei intracentraler Durchschneidung der Wurzeln die retrograde Degeneration stärker ist als bei Durchschneidung der Nerven, andererseits hat BREGMANN⁵⁾ längere Zeit auch nach peripherer Trigemini-Durchschneidung retrograde Degeneration in der cerebralen Trigemini-Wurzel festgestellt. Aufsplitterungen von diesen aufsteigend degenerierenden Fasern habe ich nie feststellen können⁶⁾.

Wenn ich im Anschluß hieran noch einige Bemerkungen auch über die *Rad. spinalis trigemini* machen darf, so unterliegt es gar keinem Zweifel, daß diese Wurzel ausschließlich aus im Ganglion Gasseri entspringenden Fasern besteht, die sich bis ins Cervikalmark verfolgen lassen und sich allmählich im ganzen Verlauf der *Substantia gelatinosa* aufsplittern. Andere Endigungen habe ich nicht finden können, ein

1) Neurol. Centralbl., 1901, p. 194.

2) Jahrb. f. Psych., XXIII, 1903, Heft 3.

3) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 206.

4) Jahrb. f. Psych., 1899, XVIII, p. 158.

5) Jahrb. f. Psych., XI, 1892.

6) Die bläschenförmigen Zellen erscheinen mir auf GOLGI-Präparaten auch erwachsener Tiere nicht unipolar.

kleiner grauer Herd in der *Medulla oblongata* dicht ventral von der *Radix spinalis* (Fig. 39*lx*) scheint mir nicht zur *Substantia gelatinosa* zu gehören. Ich muß für das Tier entgegen WALLENBERGS¹⁾ Angabe für den Menschen einen Uebergang von Trigeminafasern in den *Fasc. solitarius vagi* mit Entschiedenheit in Abrede stellen und halte den Nachweis dieses anatomisch äußerst unwahrscheinlichen Zusammenhanges auch für den Menschen durch den WALLENBERGSchen Fall, bei dem es sich um multiple Tumoren des Gehirnes und der Dura handelte, nicht für erbracht.

16. Tractus Probsti.

Aus dem Ursprungsgebiet der *Radix mesencephalica trigemini* geht nun aber noch ein anderer Faserzug hervor, der zuerst von PROBST beschrieben worden ist. Er wird erst deutlich, wenn die Wurzelfasern des *Trigeminus*, mit denen er, solange sie die sagittale Richtung einhalten, zusammen verläuft, lateral abbiegen. Seine Fasern sind viel feiner als die Wurzelfasern des *Trigeminus*. Sein Verlauf, den PROBST²⁾ korrekt beschrieben hat, ist aus Fig. 31–33 ersichtlich. Nach dem Austritt des *Trigeminus* liegen die Fasern lateral vom absteigenden Facialisschenkel im dorsalsten Abschnitt der *Formatio reticularis* medial von der *Substantia gelatinosa trigemini*, ventral vom *Nuc. Deitersi*³⁾. Wo der helle *Nuc. dorsalis vagi* auftritt, liegen die Fasern genau ventral von diesem und bleiben hier, sich an Zahl allmählich vermindernd, auch in kaudaleren Ebenen der *Medulla oblongata* liegen. PROBST beschreibt auch richtig, daß sie etwa bis zum Verschwinden des *Nuc. dorsalis vagi* zu verfolgen sind. Ich muß aber mit aller Entschiedenheit bestreiten, daß sie sich in diesen *Nuc. dorsalis vagi* aufsplintern, welche irrthümliche Annahme PROBST veranlaßte, dem in Rede stehenden Faserzug den Namen der absteigenden Vago-Glossopharyngeuswurzel zu geben. Die Fasern enden vielmehr ventral vom *Nuc. dorsalis vagi*, und ich schlage daher für diesen Faserzug den über die Funktion nichts präjudizierenden Namen *Tractus Probsti* vor. Seinen Ursprung suche ich in den zwischen den bläschenförmigen Zellen des *Trigeminus* gelegenen polygonalen Zellen, die KOHNSTAMM⁴⁾ als *Nuc. spinalis tecti intratrigeminalis* bezeichnet hat, aus denen jedoch keine Fasern zum Rückenmark hervorgehen. Es bleibt für die Fasern des *Tractus Probsti* gar kein anderer Ursprung übrig, da sie aus dem Grau der *Quadrigenina* sicherlich nicht hervorgehen. Aus der Bezeichnung KOHNSTAMMS wäre daher zweckmäßig das Wort *spinalis* wegzulassen und die Zellgruppe in einen *Nuc. intratrigeminalis* schlechthin umzutaufen.

17. Decussatio Ganseri und Commissura Meynerti.

Ueber die Benennung der Kommissuren im *Tuber cinereum* herrscht vollständige Uneinigkeit. Ich schließe mich der von C. u. O. VOGT⁵⁾ angewandten und durch entsprechende Tafeln erläuterten Nomenklatur an, da ich sie nach der Literatur für korrekt halte. Danach bestehen dorsal vom *Tractus opticus*, zwischen diesem und dem Ventrikel, zwei Kommissuren, von denen die ventrale als *Commissura Meynerti*, die dorsale als *Decussatio Ganseri* (*Decussatio subthalamica anterior*) zu bezeichnen ist. Die *Commissura Foreli* [von FOREL⁶⁾ mit *y* bezeichnet], liegt erheblich weiter kaudalwärts. Ueber die sogenannte *Commissura Guddeni* wird noch zu sprechen sein.

1) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XI, 1897, p. 391.

2) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 205.

3) In den *Nuc. Deitersi* werden entgegen der Angabe von PROBST und auch meiner ursprünglichen Annahme keine Kollateralen abgegeben (vgl. über die Deutung dieser scheinbaren Kollateralen p. 56).

4) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., VIII, 1900, p. 277.

5) Neurobiol. Arbeiten, Ser. I, Bd. I, 1902, Taf. XII, p. 31.

6) Arch. f. Psych., VII, 1877, p. 393.

Die *Commissura* oder vielmehr *Decussatio Ganseri*¹⁾ wird von ihrem Entdecker sehr genau beschrieben: sie unterscheidet sich von der *Comm. Meynerti* durch das mächtige Kaliber ihrer Fasern (bis zu $3\ \mu$ Dicke). Ihre Fasern divergieren von der Mittellinie, indem sie teils ganz steil durch die *Zona incerta* lateral und dorsalwärts ziehen, wobei sie die Säule des *Fornix* zwischen sich fassen, teils in ganz leichtem Bogen einfach lateralwärts verlaufen und dadurch in die Nähe des *Tractus opticus* gelangen. An Schnitten, welche in einer etwas nach hinten geneigten Frontalebene angelegt waren, hat sich GANSER aufs deutlichste überzeugt, daß die Fasern zwischen die Querschnitte der *Capsula interna* ziehen. Das ist in der Tat alles, was ohne Degenerationen hier festzustellen ist.

Ueber Degenerationsresultate mit der MARCHI-Methode hat nur PROBST²⁾ berichtet, dessen Ergebnisse ich durchaus bestätigen kann. Danach degenerieren die Fasern der *Decussatio Ganseri* [die PROBST — wie erwähnt — mit der MEYNERTSCHEN und FORELSCHEN zusammenwirft³⁾] nach Verletzungen des *Pons* in der Nähe des *Lemniscus principalis* oralwärts, gelangen lateroventral vom *Nuc. ruber* zum dorsalen Mark der *Regio subthalamica*, dann ventral zum *Tuber cinereum* nach der Kreuzung in die innere Kapsel und von hier wieder dorsalwärts abbiegend, in die *Zona reticulata* ventral vom *Corpus geniculatum laterale*. Ergänzend bemerke ich zu dieser Schilderung, daß die — immer auffallend dicken — Fasern zum Teil auch in dem Felde *H* von FOREL, zum Teil aber lateral von ihm in der *Substantia innominata* medial vom *Pes pedunculi*, ventral von der *Lamella externa thalami* oralwärts ziehen, um sich dann plötzlich ventralwärts zum *Tuber cinereum* zu wenden, und zwar bilden die von GANSER erwähnten steil um die Fornixsäule herum aufsteigenden Fasern (*DG*¹ Fig. 44) den zuführenden Schenkel der Kreuzung, während durch die im leichten Bogen um den *Pedunculus* herum durch das *Stratum supraopticum* zur *Caps. interna* aufsteigenden Fasern (*DG*² Fig. 44) die Verbindung mit dem dorsalsten, dicht ventral und noch lateral vom *Corpus geniculatum laterale* gelegenen Abschnitt der *Zona reticulata* hergestellt wird. Die großkalibrigen Fasern der *Decussatio Ganseri* sind also in der Tat, wie PROBST beschrieben hat, die Bahn eines *Tractus decussationis Ganseri*, der das *Tegm. pont.* mit dem dorsalen Abschnitt der *Zona reticulata thalami* verbindet. Mit dem *Lemniscus principalis* haben diese Fasern nichts zu tun. In den *Nuc. lentiformis* oder das *Corpus Luysi* gehen weder Fasern dieser, noch einer anderen vom *Pons* aufsteigenden Bahn.

Auch die Fasern der *Commissura (subthalamica) Meynerti* habe ich durch Durchschneidung im *Tuber cinereum* zur Degeneration gebracht (Fig. 44). Ihre Fasern bilden jedoch für die Verfolgung mit der MARCHI-Methode infolge ihrer enormen Feinheit ein sehr ungünstiges Objekt. Man kann sie nur bis in das *Stratum supraopticum* C. u. O. VOGTS ventral vom *Pedunculus cerebri*, bez. dem hier entwickelten *Nuc. peduncularis* verfolgen.

Verbindungen zwischen den *Corpora Luysi* oder den *Nuc. lentiformes* lassen sich mit der MARCHI-Methode nicht feststellen⁴⁾.

Eine *Commissura Guddeni* im *Tractus opticus* selbst, die GUDDEN und GANSER nach Degeneration beider *Nn. optici* als intakte Fasern nachgewiesen haben, und die mit dem *Nuc. lentiformis* und dem *Corp.*

1) Morphologisches Jahrbuch, VII, 1882, p. 700. OBERSTEINER nennt die GANSERSCHE Kommissur die MEYNERTSCHEN, die MEYNERTSCHEN die FORELSCHEN (Anleit., 4. Aufl., 1901, p. 377), DARKSCHEWITSCH (GRAEFES Archiv, XXXVII) die GANSERSCHEN FORELSCHEN, die MEYNERTSCHEN dagegen nach unserer Bezeichnung. Rätselhaft ist die Definition von PROBST: „Die MEYNERTSCHEN Kommissur neben dem Chiasma nervi optici besteht nach meinen experimentellen Untersuchungen hauptsächlich aus den Fasern der FORELSCHEN oder GANSERSCHEN *Decussatio hypothalamica*“ (Jahrb. f. Psych., XXIII, 1903, p. 60).

2) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XVII, 1900, p. 154.

3) In seiner neuesten Veröffentlichung (Jahrb. f. Psych., 1904, Taf. VII, Fig. 2) zeichnet PROBST auch noch die Degeneration nicht nur in die GANSERSCHEN, sondern auch die MEYNERTSCHEN Kommissur, was also tatsächlich unrichtig ist.

4) Vergl. auch MAHAIM, Arch. f. Psych. XXV, 1893, gegen BECHTEREW, Leitungsbahnen, 2. Aufl., 1899, p. 242.

geniculatum mediale in Verbindung stehen soll¹⁾, habe ich mit der MARCHISCHEN Methode nach entsprechenden umfangreichen Zerstörungen, auch nach Vernichtung eines *Corpus geniculatum laterale* überhaupt nicht nachweisen können. Ich bin auch nach der Beschreibung und den Abbildungen von GUDDEN²⁾ durchaus nicht sicher, ob er nicht den von uns *Comm. Meynerti* genannten Faserzug mit „meine Kommissur“ bezeichnet hat. Denn er macht ausdrücklich auf die Feinheit der Fasern gegenüber den dorsaler liegenden aufmerksam, welche letztere er als MEYNERTSche Kommissur bezeichnet, die aber wahrscheinlich identisch mit der *Dec. (subthalamica anterior) Ganseri* sind.

18. Commissura posterior.

Die *Commissura posterior* ist von der *Commissura quadrigemini ant.* kaudalwärts nicht abzugrenzen. Sie ist auch — soweit ich sehen kann — im wesentlichen als nichts anderes als eine Kommissur zwischen den oralwärts in den *Thalamus* vorgeschobenen Teilen der *Quadrigenina anteriora* aufzufassen. Ein Teil ihrer Fasern jedoch endet in der Gegend des *Nuc. Darkschewitschi*. An anderen Stellen dieser Arbeit habe ich bereits Gelegenheit gehabt, entgegen PROBST zu bestreiten, daß lange Bahnen aus dem *Lemniscus principalis* oder dem *Brachium conjunctivum* die *Commissura posterior* passieren. Ebenso habe ich den Befund nicht bestätigen können, nach dem Fasern aus der *Commissura posterior* in den *Tract. longitudinalis posterior* oder den *Fasc. tegmentomammillaris* gelangen (vgl. p. 54 u. unten). Ebenso wenig wie irgend welche langen Bahnen kann ich solche Fasern nachweisen, die nach PROBST in das *Corpus geniculatum mediale* eintreten.

19. Systeme des Corpus mammillare.

Der *Fasciculus tegmentomammillaris* GUDDENS zunächst entspringt bekanntlich im *Corpus mammillare*, wendet sich dorsalwärts, gelangt scharf ventral vor die Bündel der *Commissura posterior*, hier dicht am *Gris. centrale* liegend, tritt dann aber in seinem kaudalen Verlauf wieder weiter ventralwärts und kommt lateral vom *Tract. longitud. posterior* zu liegen. Hier ist er mit der Markscheidenmethode bis zum *Ganglion tegmenti profundum* GUDDENS zu verfolgen, wie KOELLIKER angibt. Degenerativ ist der Faserzug schon von PROBST³⁾ mit der MARCHI-Methode dargestellt worden. Er konnte das Bündel noch über das *Ganglion tegmenti profundum* GUDDENS⁴⁾ in die *Formatio reticularis pontis* verfolgen, und auch auf unserer Fig. 30 ist es sehr deutlich, wie es, vom *Ganglion profundum* ventromedial ziehend, in der Nähe der *Raphe* endigt. Einige Fasern ziehen auch durch das *Ganglion* hindurch; ich möchte aber glauben, daß keine seiner Fasern im *Ganglion* selbst endigt. PROBST⁵⁾ nimmt nun noch ein Bündel des gleichen Verlaufes wie den *Fasciculus tegmentomammillaris* an, das er aus der *Commissura posterior* ableitet. Es ist das ein Irrtum. Die Fasern des *Fasc. tegmentomammillaris* bleiben in ihrem Verlauf ventral von der *Commissura posterior*; auf einem Querschnitt der MEYNERTSchen Ebene, auf dem der *Tract. Meynerti* ventral von der *Commissura posterior* gelegen ist, liegen sie gerade zwischen diesen beiden Gebilden. Auch PAVLOW⁶⁾ hat ein Bündel vom Kaninchen nach der MARCHISCHEN Methode dargestellt, das er aus der *Substantia nigra* ableiten möchte, das aber sicherlich nichts anderes ist als der *Fasc. tegmentomammillaris*.

1) Vergl. v. BECHTEREW, Leitungsb., 2. Aufl., 1899, p. 214.

2) Gesamm. Abhandl., Wiesbaden 1889, p. 150, Taf. XIX.

3) Zeitschr. f. Nervenheilk., XVII, p. 155.

4) Daß dieses Ganglion von GUDDEN entdeckt ist, hat PROBST vergessen. Jahrb. f. Psychiatr., XXXIII, 1903, p. 33.

5) Arch. f. Psych., XXXIII, 1900, p. 50, ebenda p. 803.

6) Névraxe, I, 1900, p. 271.

Ueber den *Fasciculus Vicq d'Azyri* bringt die MARCHI-Methode keine neuen Aufschlüsse. Er degeneriert, wie auch PROBST berichtet, zum *Nuc. anterior thalami*, eine Tatsache, die jedoch bereits durch die Ergebnisse der WEIGERTSchen und der GOLGischen Methode gesichert war.

Der *Pedunculus corporis mammillaris* degeneriert hauptsächlich vom *Tegm. pont.* zu dem *Corpus mammillare*. Nur einige wenige Fasern kreuzen im *Tegmentum*. Die Hauptmasse der Fasern verläuft ungekreuzt (Fig. 14). Aus dem *Nuc. fun. post.* empfängt er keine Fasern, worin ich PROBST¹⁾ gegen WALLENBERG beistimme. Ueber seinen genaueren Ursprung im *Tegm. pont.*²⁾ habe ich nichts in Erfahrung bringen können.

20. Pedunculus cerebri und Pyramide.

Die Eigenfasern des *Pedunculus cerebri* stellen ohne Ausnahme cerebrofugal degenerierende Systeme dar, während die *Fibrae perforantes* — von denen hier nicht weiter die Rede sein soll — nach Zerstörung des *Corpus Luysi* durch die *Ansa lentiformis* zum *Nuc. lentiformis* hin degenerieren. Auch nach Zerstörung des ganzen *Pes pedunculi* findet sich sonst keine zum *Cerebrum* zu verfolgende Degeneration, die ganze Masse der Fasern degeneriert kaudalwärts. Auch in der menschlichen Pathologie ist die von CHARCOT aufgestellte Ansicht, daß die absteigende Degeneration im äußeren Anteil des *Pedunculus* niemals ihren Sitz habe, seit den Befunden von BECHTEREW, ROSSOLYMO³⁾ u. a. nicht mehr in Geltung.

Der *Pedunculus cerebri* verliert den Hauptteil seiner Fasern durch Aufsplitterung im *Griseum pontis*, nachdem er auch die *Substantia nigra* (*Soemmeringi*) schon mit Aufsplitterungen erfüllt hat. Diese Beziehung des *Pedunculus* zum *Griseum pontis* und zur *Substantia nigra*⁴⁾ ist ja längst bekannt. Hervorzuheben ist jedoch, daß sicherlich nicht allein der mediale und der laterale Abschnitt des *Pedunculus* zur *Pars basilaris pontis* in enger Beziehung stehen, sondern daß sich an der Versorgung der letzteren auch die aus den *Gyri centrales* des Affen, resp. dem *Gyrus sigmoides* bei Hund und Katze stammenden mittleren *Pedunculuspartien* ausgiebig beteiligen.

Ueber die Frage, ob die *Pyramide* als geschlossenes Bündel präformiert ist, oder ob sich ihre Fasern erst aus einem größeren Areal des *Pedunculus* sammeln, wie überhaupt über den Umfang des Ursprungsgebietes der *Pyramide* habe ich keine genügende Erfahrung. Jedenfalls erhält jedoch die *Pyramide* keine anderen Fasern als solche von der Rinde⁵⁾.

Was die viel erörterten Beziehungen der *Pyramide*, bez. des *Pes pedunculi* zum *Lemniscus* betrifft, so handelt es sich hierbei um zweierlei, nämlich erstens die Frage eines systematischen, zweitens die eines topographischen Zusammenhanges.

Systematisch betrachtet, ist der *Lemniscus principalis* die Bahn zwischen *Nucl. fun. post.*, bez. *Nuc. sens. trigemini* und *Thalamus*. Ich kann in Bezug hierauf auf das Kapitel über den *Lemniscus principalis* verweisen. Nun, mit diesem ganzen Weg von den *Nuc. fun. post.* zum *Thalamus* hat die *Pyramide* bez. das ganze cerebrofugale System nicht das geringste zu tun. Ich muß hier insbesondere der noch ganz neuerdings wieder von PROBST⁶⁾ betonten Angabe widersprechen, als wenn auch nur eine Faser aus der

1) Arch. f. Anat., 1902, Suppl., p. 185.

2) PROBST leitet ihn aus dem lateralen Haubenfelde der Brücke ab. HATSCHKE will ihn zum *Ganglion tegmenti profundum* GUDDENS verfolgen. (Centralbl. f. Physiol., 1903, p. 527.)

3) Neur. Centralbl., V, 1886, p. 147.

4) Die Ansicht EDINGERS, daß in der *Substantia nigra* Fasern aus dem Streifenhügel endigen, ist unbewiesen (vergl. auch KOSAKA, Ueber sekundäre Degenerationen im Mittelhirn u. s. w., Mitteil. d. med. Fakultät in Tokio, V, 1901, p. 145).

5) Die Angabe STARLINGERS (Neurol. Centralbl., XIV, p. 957), daß die Degeneration der Pyramidenbahn stärker ausfalle, wenn sie kaudal vom Trapezkörper durchschnitten wird, ist nicht zutreffend.

6) Jahrb. f. Psychiatr., XXIV, 1904.

Pyramide zu den *Nuc. fun. post.* gelange. Niemals kann man nach Rindenverletzungen, auch nach solchen, welche zur totalen Degeneration der *Pyramide* geführt haben, Fasern in die gegenüberliegenden *Nuc. fun. post.* verfolgen, noch überhaupt schwarze Punkte in denselben nachweisen; das ist nur dann möglich, wenn mit der *Pyramide* auch der *Thalamus*, und in ihm oder sonst auf seinem weiteren Verlaufe auch der *Lemniscus principalis* selbst verletzt wurde, und es handelt sich bei dieser angeblichen Pyramidenendigung um nichts anderes als um die bereits erwähnte retrograde Degeneration des *Lemniscus principalis*. Diese Degeneration hat die vielen retrograden Degenerationen, wie erwähnt, zukommende Eigentümlichkeit, daß die Osmiumreaktion in der Faserbahn verhältnismäßig schwach ist, während die schwarzen Körner in dem Grau des Ursprungskernes recht reichlich und deutlich sind (vergl. p. 37), so daß es in der Tat Schwierigkeiten macht, die Degeneration aus dem *Lemniscus* in die *Nuc. fun. post.* zu verfolgen, um so mehr, da ja die *Dec. lemnisci suprapyramidalis* von der eventuell gleichzeitig degenerierten *Dec. pyramidum* nicht scharf zu trennen ist. Auch sind die schwarzen Schollen in den *Nuc. fun. post.* ersichtlich keine Aufsplitterungen, sondern sie sind größer sowohl als die Aufsplitterungen der *Fun. post.* in ihren Kernen, wie insbesondere als die Aufsplitterungen der *Pyramide* sonst im Zentralnervensystem, und liegen trotz dieser verhältnismäßigen Größe in erheblichen Zwischenräumen voneinander.

Was nun zweitens die Scheidung der Pyramidenbahn von dem topographischen sogenannten Schleifenfeld (*Area lemnisci*) anlangt, so ist die Grenze zwischen dem Areal der aufsteigenden Fasern des *Lemn. princ.* und dem der absteigenden Pyramidenbahnen in der *Medulla oblongata* eine ziemlich scharfe, wenn auch selbstverständlich nach der topographischen Lage von einer mathematischen Abgrenzung keine Rede sein kann, auch, wie später zu erwähnen, Pyramidenfasern dorsalwärts das Schleifenfeld durchbrechen, um in die *Formatio reticularis* zu gelangen.

Nicht so scharf ist die Grenze zwischen dem Feld des *Lemniscus* und den Bündeln des *Pedunculus* in der Gegend des *Pons* und des *Quadrigenum posterius*. Hier gelangen in individuell sehr schwankender Menge Fasern des *Pedunculus* in die ventralsten Schichten des sogenannten Schleifenfeldes (vergl. z. B. Fig. 36), das aber auch hier nicht von dem Felde der cerebrotugalen Fasern getrennt ist¹⁾. Ein großer Teil von diesen Fasern endet im *Griseum supralemniscatum* C. und O. VOGTS (Grau der medialen Schleife BECHTEREWS), also dorsal von dem Feld des *Lemniscus*, das von feinen Aufsplitterungen ebenso erfüllt ist, wie die *Substantia nigra* und das *Griseum pontis*, während wir schon Gelegenheit hatten, die von anderen behauptete Endigung von Fasern des *Lemniscus* in diesem Gebiet zu bestreiten. Nach unserem Befunde erweist sich also das *Griseum supralemniscatum* als ein durch den *Lemniscus* abgesprengter Teil des *Griseum pontis*, und so erklärt sich dann wohl auch die enge räumliche Beziehung zwischen den Bündeln des *Pedunculus* und dem *Lemniscus*.

Mit diesen zeitweilig im *Lemniscus* verlaufenden Fasern des *Pedunculus* stehen diejenigen Fasern nicht im Zusammenhang, die in der *Medulla oblongata*, im Gebiet des *Lemniscus principalis* absteigend verlaufen, und die vom *Ramus descendens brachii conjunctivi* und dem *Tract. tectoolivaris* stammen²⁾.

Im *Lemniscus medianus* (vergl. p. 33) verlaufen keine Fasern des *Pedunculus*, ein Bündel vom Fuß zur Haube kann ich beim Tier überhaupt nicht auffinden. Es kommt aber vor, daß sich vom medialen Teil des *Pedunculus* in der Ebene der *Substantia nigra* ein kleines Bündel ablöst und ventral von dem *Lemniscus medianus* in der Nähe des *Ganglion interpedunculare* kaudalwärts verläuft, um sich im *Griseum pontis* jedoch wieder mit der Masse des *Pedunculus* zu vereinigen.

1) Beim Menschen scheint nach den Abbildungen von HOCHÉ (Arch. f. Psychiatr., XXX, Taf. III) die Mischung centripetaler und centrifugaler Fasern erheblich stärker zu sein als beim Tier.

2) Inwieweit beim Menschen die lateralen pontinen Bündel SCHLESINGERS (OBERSTEINERS Arbeiten, IV, pag. 63) ein einheitliches System bilden, kann ich nicht beurteilen.

Mit dem Fehlen eines SPITZKASchen Bündels erledigt sich natürlich die Frage, ob es Bahnen zu den Hirnnervenkernen führe¹⁾.

Wenn wir uns nun diesen Beziehungen des *Pes pedunculi* und der *Pyramide* zu den Hirnnervenkernen zuwenden, so haben wir die Erklärung voranzuschicken, daß wir niemals Fasern aus diesen Gebilden mit der MARCHISCHEN Methode in einen der Kerne der motorischen Hirnnerven haben verfolgen können, wie das von einer Reihe von Autoren nach Beobachtungen beim Menschen und beim Tier behauptet worden ist [MURATOFF²⁾, WEIDENHAMMER³⁾, ROMANOW⁴⁾, HOCHÉ⁵⁾, PROBST⁶⁾], und wie das andere Autoren [KOELLIKER⁷⁾] schon aus der Betrachtung der normalen Faserung erschlossen haben.

Darüber, daß in der Gegend der Hirnnervkerne Fasern die *Pyramiden* verlassen, ist ja gar kein Zweifel. Diese Fasern sind teilweise ungekreuzt, zum größten Teil aber gekreuzt, die letzteren bilden auf eine erhebliche Strecke der *Medulla oblongata* dicht dorsal von der ventralen Fissur in der Medianlinie eine gar nicht unerhebliche Kreuzung (*Pg*² Fig. 32). Diese Kreuzung ist insbesondere in der Gegend des *Nuc. facialis* entwickelt und hier auch von KOELLIKER erwähnt⁸⁾. Auch zwischen den *Olivae inferiores* ist sie noch vorhanden, und ihre Fasern treten, wie HOCHÉ auch beim Menschen beschreibt, durch die *Olive* zur *Formatio reticularis*. Diese kreuzenden Fasern verlaufen vornehmlich im medialsten Anteil der *Pyramide*, degenerieren nicht, wenn dieser medialste Anteil bei einer Verletzung der *Pyramide* in der *Medulla oblongata* verschont bleibt. Auch ROMANOW⁴⁾ gibt an, daß die Fasern vom Facialiszentrum vorzugsweise im ventro-medialsten Teile der *Pyramide* lokalisiert sind.

Die Ansicht von PROBST⁹⁾, daß die Fasern zu den motorischen Hirnnerven in der Schleifenformation verlaufen, ist irrtümlich.

Es ist weiter sehr wahrscheinlich, daß die in der *Medulla oblongata* die *Pyramiden* verlassenden Fasern die Leitung zu den Kernen der Hirnnerven vermitteln. Was wir bestreiten, und zwar in Uebereinstimmung mit REDLICH¹⁰⁾ und MELLUS¹¹⁾ gegenüber den oben genannten Autoren ist nur dies, daß diese schwarzen Punkte die Kerne selbst erreichen. Solche Einstrahlungen zu konstruieren, liegt ja die Versuchung sehr nahe, besonders wenn — was bei ganz normalen Präparaten vorkommt — die Kerne der Hirnnerven feine schwarze Körner enthalten. Aber gerade auf meinen besten Serien, auch an einer vom Affen, kann ich in die Kerne der Hirnnerven Degenerationen nicht verfolgen und muß daher annehmen, daß die uns beschäftigenden Fasern nicht in den Hirnnervenkernen, sondern in ihrer Umgebung, in der *Formatio reticularis* endigen — soweit das eben mit der MARCHI-Methode nachzuweisen ist.

Darin, daß in diesem Satze nicht nur eine Unvollkommenheit der Methode, sondern ein anatomisches Faktum ausgedrückt ist, bestärkt mich insbesondere das Verhalten

1) SPITZKA, New York med. Journ., 1888, p. 406.

2) Arch. f. Anat., 1893, p. 97; Neur. Centralbl., 1893, p. 259.

3) Neur. Centralbl., 1896, p. 191 (Referat aus dem Russischen).

4) Neur. Centralbl., XVII, 1898, p. 593. Es ist mir allerdings nicht sicher, ob dieser Autor die Degeneration bis in den Kern selbst verfolgt hat.

5) Arch. f. Psych., XXX, p. 103.

6) Jahrb. f. Psychiatr., XXIII, 1903, p. 72.

7) Handb., 6. Aufl., II, 1896, p. 234, 275.

8) Es entsteht die Frage, ob nicht die von DRÄSEKE (Anat. Anz., XXIII, 1903, p. 449) gefundene orale Kreuzung der *Pyramide* bei *Vesperugo* und *Pteropus* dieser Kreuzung bei den höheren Säugern analog ist.

9) Monatsschr. f. Psych. u. Neur., XI, 1902, p. 5.

10) Neur. Centralbl., XVI, 1897, No. 18.

11) Journ. of nervous and mental Diseases, 1899, April.

der vom *Pes. pedunculi* in der Gegend des *Nuc. oculomotorii* abgegebenen Fasern. Denn es ist bisher noch keinem Autor gelungen, Fasern in den *Nuc. oculomotorii* zu verfolgen. Wohl aber liegen eine Reihe von Angaben vor, welche den Uebergang von Fasern aus dem *Pedunculus* zum *Quadrig. ant.* behaupten [MURATOFF, BOYCE¹⁾, PILTZ²⁾]. Diese Fasern entstammen, wie auch PILTZ angibt, dem lateralen Abschnitt des *Pedunculus*, sie verlaufen zum Teil eine Strecke weit mit dem aufsteigenden *Lemn. principalis*, zum Teil auch medial von ihm, die *Formatio reticularis* durchziehend, zum Grau des *Quadrig. ant.* Nur ganz wenige überschreiten die Mittellinie, wie PILTZ angibt. Wenn wir jede physiologische Betrachtung beiseite lassen, so ist also die Tatsache festzuhalten, daß noch niemand Fasern des *Pedunculus* in den *Nuc. oculomotorii* hat einstrahlen sehen, daß aber in der Gegend dieses Kernes Fasern vom *Pedunculus* abgehen, die jedoch nicht einmal, wie etwa die zum *Nuc. facialis* ziehenden Fasern, die Richtung auf diesen Kern nehmen, sondern, dorsolateral an ihm vorbeiziehend, zum *Quadrig. ant.* gelangen.

Ueber die Endigung der *Pyramiden* im Rückenmark habe ich bereits an anderer Stelle berichtet³⁾. Ich habe ausgeführt, daß die Fasern des *Fasc. pyramidalis lateralis* nicht zu den motorischen Zellen des *Cornu anterius* zu verfolgen sind, sondern daß sie sich in der *Zona intermedia grisea* zwischen den *Cornua anterius et posterius* aufsplitteln, das *Cornu laterale* und die *Columna Clarkei* jedoch freilassen. Es hätte mir daran gelegen, gerade die Aufsplitterung des Pyramidenseitenstranges im Rückenmark direkt photographisch zu fixieren. Die Versuche scheiterten daran, daß für die notwendige etwa 100-fache Vergrößerung die Schnitte von 40–50 μ Dicke, auf denen man diese Aufsplitterungen außerordentlich deutlich sieht, zu dick sind, wenigstens die feinen schwarzen Schollen auf dem nicht strukturfreien Untergrund nicht mit genügender Schärfe herauszubringen sind, und daß andererseits Schnitte von 20 μ Dicke zu dünn sind, um das Massenbild der Aufsplitterung deutlich zu machen. Die Literatur ist in der erwähnten Mitteilung ausführlich berücksichtigt⁴⁾. Ausdrücklich möchte ich noch hervorheben, daß die dort wiedergegebenen Befunde nicht nur für den Affen, sondern qualitativ auch für den Hund und die Katze Geltung haben. Ich bin sogar zuerst beim Hund auf die Aufsplitterung des Pyramidenseitenstranges in der Zwischenzone des Rückenmarkes aufmerksam geworden, und habe den Versuch am Affen nur gemacht, weil ich erwartete, bei diesem quantitativ deutlichere Verhältnisse zu finden, was sich denn auch bestätigte.

1) Philosoph. Transact., CLXXXVIII, 1897.

2) Neurol. Centralbl., 1902, XXI, p. 482.

3) Arch. f. Physiologie, 1903, Supplbd., p. 501.

4) Nach mir hat sich noch ROTHMANN über die Frage der Pyramidenendigung im Rückenmark geäußert (Arch. f. Physiologie, 1903, Supplbd., p. 509). ROTHMANN war 1896 der Meinung, daß sich die Endigung der *Pyramide* im Rückenmark mit der MARCHISCHEN Methode nicht nachweisen lasse, und stellte die Hypothese auf, daß möglicherweise die Fasern dieser Bahn beim Eintritt in die graue Substanz marklos würden. 1900 war ROTHMANN der Ansicht, daß die Aufsplitterung der Pyramidenseitenstrangbahn sich mit der MARCHISCHEN Methode nicht genau feststellen, nur die Endigung in den CLARKESCHEN Säulen sich ausschließen lasse. Das Material, das ROTHMANN zu diesem Schluß führte, habe ich in der erwähnten Mitteilung ausführlich gewürdigt. Ich vermag aus der Fassung des durch meine Mitteilung veranlaßten neuen Aufsatzes nicht zu ersehen, ob ROTHMANN 1903 seine Meinung zum zweiten Mal geändert hat zu Gunsten der von mir vertretenen Behauptung, daß sich die Aufsplitterung des Pyramidenseitenstranges mittels der MARCHISCHEN Methode mit Sicherheit feststellen läßt. Sollte ROTHMANN jedoch einen zweiten Meinungswechsel vollzogen haben, so würde das nicht auf Grund eines einwandfreien Materials geschehen sein; denn ROTHMANN berichtet über keinen neuen Fall einer reinen Pyramidendegeneration vom Affen, sondern nur über Fälle, wo nach seiner eigenen Angabe entweder mit einer *Pyramide* im Rückenmark auch der *Tract. Monakovi* verletzt war, oder Fälle, wo die *Pyramide* in der Kreuzung zerstört war, dieselben Fälle, in denen, wie er in einem früheren Vortrag (Arch. f. Physiol., 1902, Supplbd., p. 440) — bei dem er über den mikroskopischen Befund kein Wort sagt — angibt, „die Vorderstränge mehr oder weniger mitverletzt wurden“. Es bleibt ganz unverständlich, wie er bei diesem Material die Endigung der *Pyramide* von der des *Tract. Monakovi* und der Vorderstrangbahnen differenzieren will. Mit Entschiedenheit muß aber dem Versuche ROTHMANN'S entgegengetreten werden, die Sachlage zu verwischen dadurch, daß er plötzlich die Frage aufwirft, was denn die MARCHI-Präparate überhaupt beweisen. Nicht darum handelt es sich, sondern darum, daß tadelfreie MARCHI-Präparate eben Bilder zeigen, wie sie von ROTHMANN nie gesehen, wenigstens nie beschrieben worden sind.

Die Frage der *Decussatio pyramidum* wird allgemein in dem Sinne als erledigt angesehen, daß sich in der Kreuzung von der degenerierten *Pyramide* ein oder mehrere Bündel ablösen, welche die Kreuzung nicht eingehen, sondern auf der Verletzungsseite bleiben, wie das von FRANCK und PITRES¹⁾, MOELI²⁾, LOEWENTHAL³⁾, MURATOFF⁴⁾, MOTT⁵⁾, DEJERINE und THOMAS⁶⁾ u. a. angegeben wird. Wenn MARCHI und ALGHERI⁷⁾ eine Pyramiden-degeneration durch das *Corp. callosum* zur kontralateralen Hemisphäre und von hier durch die *Capsula interna* dieser Seite annehmen, so ist dieser Befund mit Sicherheit auf Herde in der nicht direkt verletzten Seite zurückzuführen. Die von PROBST beschriebenen Fasern, welche oral von der *Dec. pyramidum* zur gegenseitigen *Pyramide* übertreten, um mit dieser die Kreuzung mitzumachen, also zweimal kreuzen, habe ich nie gesehen⁸⁾.

Von den abnormen Pyramidenbündeln ist zunächst das PICKSche Bündel (*Fasc. Picki*) zu erwähnen. PICK⁹⁾ hat bekanntlich ein Bündel beschrieben, das aus der *Pyramide* nach der Kreuzung oral zu verfolgen war, medial von der spinalen Trigeminuswurzel gelegen, und das er schließlich in den Strickkörper verfolgen konnte. HOCHÉ¹⁰⁾ hat zuerst dieses Bündel degenerativ beim Menschen nachweisen können und behauptet die umgekehrte Verlaufsrichtung, da er beobachtete, daß im *Pons* kreuzende Fasern sich zu diesem Bündel zusammenschließen und kaudalwärts verlaufen. Ich selbst habe einen Fall bei der Katze gesehen (*Py*³ Fig. 32, 33, 34), der mir mit aller Sicherheit zeigt, daß die PICKSche Auffassung in dieser Hinsicht die zutreffende ist. Das Bündel zweigt sich aus der *Pyramide* kurz nach der Kreuzung ab und zieht an der bezeichneten Stelle, bald in mehrere kleinere Bündel zerfallend und an Faserzahl abnehmend, bis etwa zur Höhe des *Nuc. motorius trigemini*, wo es verschwindet, ohne daß seine Fasern etwa in diesen Kern zu verfolgen wäre. Mit dem *Corpus restiforme* hat es dagegen sicherlich keinen Zusammenhang.

PROBST¹¹⁾ hat ein Bündel beschrieben, das die *Pyramide* vor der Kreuzung verläßt und gleichfalls oralwärts zieht. In dem Falle von PROBST handelt es sich jedoch nicht um das PICKSche Bündel in seiner typischen Lage medial von der *Radix spinalis trigemini*, sondern um ein Bündel im zentralen Höhlengrau.

PROBST¹²⁾ hat noch eine Reihe anderer abnormer Faserbündel beim Tier gesehen, einen Faserzug durch die *Fibrae arciformes externae* zum *Vermis sup. cerebelli*, Fasern zu beiden *Fun. anterolaterales*, die einige Ähnlichkeit mit den von SPILLER¹³⁾ und STEWART¹⁴⁾ beim Menschen beschriebenen Zügen aufweisen. Ich habe niemals derartiges gesehen, ebensowenig wie ich einen eigentlichen *Fasc. pyramidalis anterior* beobachten konnte. Ein solcher stellt beim Tier sicherlich ein abnormes Bündel dar. Es ist

1) Gaz. méd. de Paris, 1880, p. 152.

2) Arch. f. Psych., XIV, 1883, p. 173.

3) Dissertation, Genf 1883.

4) Arch. f. Anat., 1893, p. 97.

5) Journ. of Physiology., XV, 1893.

6) Arch. f. Physiol. norm. et pathol., VIII, 1896, p. 277.

7) Riv. sperim. di Freniat. e di Medic. leg., 1887, XII, p. 208.

8) Die von ihm aufgestellte Hypothese (Neur. Ctrbl., 1896, p. 494), daß die Degeneration des gleichseitigen Pyramidenstranges durch Kompression seitens der bei der Degeneration quellenden Fasern in der Kreuzung zu stande käme, hat ROTHMANN selbst widerlegt (Arch. f. Psych., XXXIII, p. 292).

9) Arch. f. Psych., XXI, 1890, p. 636, vergl. auch SCHAFFER, Neur. Ctrbl., 1890, No. 15 und HEARD, OBERSTEINERS Arbeiten, 1894, p. 72, sowie neuerdings PICK, Névraze, V.

10) Arch. f. Psych., XXX.

11) Jahrb. f. Psych., XX, p. 181.

12) Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., VI, 1899, p. 91.

13) Brain, 1899, XXII, p. 563; Neur. Ctrbl., 1902, XXI, p. 534.

14) Neur. Ctrbl., XXII, 1902, p. 747.

jedoch zu bemerken, daß Fasern der *Pyramide* beim Tier oft noch recht weit kaudalwärts im Cervikalmark zur Kreuzung gelangen.

Dagegen habe ich einmal beim Hund eine nicht unerhebliche Anzahl degenerierter Pyramidenfasern in dem dorsalen Winkel des *Fun. ant.*, der vorderen Grenzzone von PROBST, jedoch nur gekreuzt verlaufen sehen.

Für noch der Aufklärung bedürftig halte ich die Beziehungen der *Pyramide* zur *Olive inferior*. ROTHMANN¹⁾ und PROBST haben beim Tier Fasern von der *Pyramide* zur gegenüberliegenden *Olive* gehen sehen. Auch HOCHÉ²⁾ hat beim Menschen Fasern zur *Olive* gehen, sie die *Olive* jedoch wieder verlassen sehen. Auch beim Tier ist dieses letztere Verhalten nachzuweisen, wenngleich es unmöglich ist, festzustellen, ob alle diese Fasern die *Olive* wieder verlassen. Ein Befund, der mir jedoch wichtiger erscheint, sind Fasern von der *Pyramide* zur gleichseitigen *Olive*, die ich in viel größerer Anzahl sehe, als solche zu der gegenüberliegenden. Ob sich diese Fasern in der *Olive* aufsplintern, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, möchte es aber nach dem Befunde bei einem Affen für wahrscheinlich halten. Vielleicht, daß sich gelegentlich beim Affen oder beim Menschen weitere Beobachtungen machen lassen. Daß RAMON Y CAJAL³⁾ mit der GOLGISchen Methode Kollateralen aus der *Pyramide* zur *Olive inferior* beschrieb, sei angeführt.

21. Bahnen zwischen Thalamus⁴⁾ und Cortex cerebri.

Nachdem zuerst durch die Untersuchungen GUDDENS die engen Beziehungen zwischen *Cortex cerebri* und *Thalamus* festgestellt worden waren, ist durch v. MONAKOW die topographische Differenzierung dieser Beziehungen so weit durchgeführt worden, daß wir die topographischen Beziehungen zwischen *Cortex* und den einzelnen *Nuclei thalami* einigermaßen übersehen, wenngleich ohne Zweifel die Forschung in dieser Richtung noch nicht abgeschlossen ist.

Von allgemeinerer Bedeutung ist die Frage nach der Richtung dieser Verbindungen: liegen die Ursprungszellen der Thalamusrindenfasern im *Thalamus* oder im *Cortex*? Der zweiten Anschauung neigt sich KOELLIKER zu, der ersten v. MONAKOW. PROBST nimmt nach Untersuchungen mit der MARCHI-Methode einen doppelten Zusammenhang (in beiderlei Richtung) an. Die cerebropetalen Fasern sollen jedoch an Zahl überwiegen. An der enormen Menge der cerebropetalen Fasern kann nun in der Tat auch nach meinen Untersuchungen gar kein Zweifel sein. Wohl aber habe ich Bedenken betreffs der cerebrofugalen Fasern, an denen ich vielmehr die Zeichen der retrograden Degeneration sehe. Diese cerebrofugale Degeneration entwickelt sich sehr viel langsamer, sowohl als die cerebropetale bei Verletzungen des *Thalamus*, wie insbesondere als die Degeneration des *Pedunculus*. Sie zeigt ferner das von mir verschiedentlich schon betonte Mißverhältnis in der Zahl der Schollen im Grau und in der Faser, so daß wir in dem Grau des *Thalamus* nach Rindenverletzungen eine große Masse schwarzer Körnchen sehen, aber die entsprechende Anzahl von Fasern vermissen, deren Aufsplitterungen diese schwarzen Körner darstellen müßten, wenn es sich um echte WALLERSche Degeneration handelte. Freilich finden wir eine kompakte Degeneration in der inneren Kapsel, aber diese kompakte Degeneration geht in den *Pedunculus*, nicht in den *Thalamus*. Die Schnelligkeit und Intensität der Degeneration ist ferner in hohem Maße von der Entfernung der Verletzung vom *Corp. geniculatum externum* verletzt wird. Aber auch hier läßt sich die Abhängigkeit der Degenerationsbilder von der Lebensdauer der Tiere nach der Operation nachweisen.

1) Neur. Ctrbl., XV, 1896, p. 547.

2) Arch. f. Psych., XXX, p. 103.

3) Beiträge zum Studium der Medulla oblongata, Leipzig 1896, p. 40.

4) Unser „*Thalamus*“ umschließt auch den *Metathalamus N. A.*

In allen Fällen ist das Bild der cerebrofugalen ein ganz anderes, gewissermaßen verschwommenes, gegenüber der scharf umrissenen Degeneration nach Thalamusverletzung, obwohl sich lokalisatorische Differenzen in beiden Fällen nicht nachweisen lassen, und Versuche am Affen, am Hund und an der Katze machen es mir wahrscheinlich — mehr kann ich nicht sagen — daß die Ursprungszellen sämtlicher Fasern, die die Verbindung zwischen *Thalamus* und *Cortex cerebri* herstellen, im *Thalamus* gelegen sind, daß die Richtung der echten WALLER'schen Degeneration aller dieser Fasern eine corticopetale ist.

Schließlich möchte ich noch darauf hinweisen, ein Punkt, in dem ich mit den Resultaten von PROBST¹⁾ durchaus übereinstimme, die allerdings der Behauptung DEJERINES²⁾ entgegenstehen, daß im *Pedunculus cerebri* keine direkten Fasern vom *Cortex cerebri* zum *Nuc. ruber* verlaufen.

Ich füge noch einmal hinzu, daß wir auch keine Fasern vom *Thalamus* zum *Nuc. ruber* anerkennen konnten, und ebenso auch das Bestehen einer zentrifugalen Verbindung des *Thalamus* mit der *Medulla spinalis* in Abrede zu stellen hatten (vgl. p. 48).

IV. Zusammenfassende anatomisch-physiologische Darstellung.

Schon die Wortbildung der Leitungsbahn bekundet die Verschmelzung anatomischen und physiologischen Interesses. Trotzdem haben wir in den vorhergehenden Teilen der Arbeit jede physiologische Beziehung vermieden, weil die Anatomie in ihren tatsächlichen Feststellungen durchaus keine Rücksicht nehmen darf auf angebliche physiologische und neuerdings schon psychologische Postulate.

Indem wir aber die anatomischen Befunde, die in dem vorangehenden Abschnitte dieser Arbeit systematisch beschrieben wurden, nunmehr kurz zusammenfassen, dürfen wir zugleich nach ihrer Bedeutung für die Physiologie, die Lehre von den Verrichtungen des zentralen Nervensystems fragen, und sie durch Mitteilung einiger physiologischer Beobachtungen ergänzen, wenngleich wir bisher nur in ganz wenigen Punkten der physiologischen Fragestellung, die die genaue anatomische Durchforschung des zentralen Nervensystems aufgibt, genügen konnten.

Denn ist die Anatomie auch in ihrem Aufbau unabhängig von der Physiologie, so ist doch andererseits dieser anatomische Aufbau Grundlage und Voraussetzung der Physiologie; allerdings nicht mehr. Die Anatomie ist die Form. Wie jede Form erhält sie Sinn und Leben erst durch den Inhalt. Ist die anatomische Form auch dem Auge das Primäre, so ist es doch der physiologische Inhalt, der sich diese Form erst gestaltet hat. Diesen physiologischen Inhalt aus eigenen Mitteln zu beschaffen, ihn mit eigenen Methoden zu untersuchen, ist die Aufgabe der Physiologie, und sie behauptet nur ihr Recht, wenn sie eine physiologische Nachprüfung fordert, so oft die Anatomie aus der Form auch den Inhalt erschließen möchte.

Es erfordert aber die enge Wechselbeziehung zwischen Anatomie und Physiologie die Vereinigung der beiden Wissenschaften in einer Hand. Es ist gar nicht zu leugnen, daß die anatomische Sicherung der Ergebnisse gerade durch die hervorragendsten Physiologen fast vollständig vernachlässigt ist, während die Pathologen und Kliniker hierin zweifellos mehr geleistet haben. So mancher Symptomenkomplex noch ist aber freilich wohl auf einen Herd zurückgeführt worden, dem die genaue anatomische Untersuchung des ganzen

1) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., XV, 1899, p. 198.

2) Compt. rend. de la Société de Biologie, 1895, p. 725.

zentralen Nervensystems noch andere hinzugesellt hätte, wenn wir von dem anatomischen Nutzen, den eine Verfolgung der Degenerationen gewährt, ganz absehen wollen ¹⁾.

Auch für die experimentelle Physiologie ist die Zeit vorbei, wo sie ohne die genaueste anatomische Untersuchung des Materials, und zwar des Einzelfalles, wird etwas Wesentliches leisten können. Sorglos ist ein fast unersetzliches Material schon der anatomischen Untersuchung entzogen, und andererseits sind Hekatomben von Tieren ohne Not geopfert worden.

In der Tat hat kaum einer der experimentell arbeitenden Autoren, welche über die Lokalisation in der Großhirnrinde gearbeitet haben, die Untersuchung der Mühe für wert gehalten, inwieweit überhaupt die beobachteten Ausfälle auf einer Zerstörung der Rinde, inwieweit auf Durchschneidung der unterhalb der Rinde liegenden Projektionsfaserung beruhen, und so müssen eine große Reihe jener Versuche wiederholt und durch die anatomische Untersuchung erst verifiziert werden.

Es ist in der Tat die lückenlose Serie, wie ich sie schon an anderer Stelle bezeichnet habe, heute das gute Gewissen des Physiologen, und dies schon für die Ermittlung der Topographie der gesetzten Verletzung. Die Verfolgung der Degenerationen gibt dann die Richtung, wie das einmal gewonnene Ergebnis weiter zu verfolgen ist.

Wenn wir nun für das von uns behandelte Gebiet den Versuch machen, den physiologischen Zusammenhang der beschriebenen Bahnen zu ermitteln, so haben wir leider noch mit der Unvollkommenheit unserer anatomischen Kenntnisse zu rechnen. Im besonderen stützen wir uns ja ausschließlich auf die Ergebnisse der Degenerationsmethode, wenn auch in ihrer vollkommensten Form, der MARCHISCHEN Osmiummethode. Wie wir in der Einleitung ausführten, gibt uns diese Methode aber nur den Verlauf der langen oder wenigstens längeren Markfaserbahnen. Wenn wir schon den gleichfalls in der Einleitung hervorgehobenen Umstand nicht so schwer empfinden, daß nämlich die Ungunst der anatomischen Verhältnisse es oft nicht gestattet, den genauen Zellursprung einzelner Bahnen festzustellen, eine Lücke, die durch planmäßige Anwendung der NISSLSCHEN Methode voraussichtlich wird ausgefüllt werden können, so fehlt uns doch bisher noch ganz die Kenntnis kürzerer Bahnen, die entweder ganz marklos, oder nur für kurze Strecken mit Mark bekleidet sind. Wir würden vom Regen in die Traufe kommen, wenn wir etwa versuchen wollten, die in der Literatur niedergelegten Angaben, welche über diese kurzen Bahnen mit der GOLGISCHEN Methode erhoben worden sind, zu verwenden. Hat man doch jetzt endlich eingesehen, wie unzuverlässig diese Methode ist, indem sie Verbindungen vortäuscht, wo keine sind, und solche leugnet, wo sie bestehen. Wir werden uns daher begnügen, auf offenbare Lücken hinzuweisen, und Schlüsse nur mit einer durch die mangelhafte Kenntnis der Dinge gebotenen Vorsicht zu ziehen, und wir betonen ausdrücklich, daß der vorliegende Versuch einer Physiologie der Leitungsbahnen daher nicht nur in Einzelheiten, sondern auch als Ganzes einen hypothetischen Charakter hat.

Wir haben ferner zu betonen, daß die MARCHISCHE Methode, welche die Leitungsbahnen nur so lange verfolgt, als sie eine Markscheide besitzen, uns keinen Aufschluß geben kann über das Problem der allgemeinen Anatomie und Physiologie nach dem Zusammenhang von Faser und Zelle, bez. Grau. Aber in der Tat ist die Lösung dieses Problems, insbesondere der Streit um die Neuronenlehre, für unsere

¹⁾ Für die gröbere topographische Untersuchung mag es hinreichen, wenn man je nach der in Betracht kommenden Region jeden 2., 3. oder 5. Schnitt präpariert. Auch für die Untersuchung mit der WEIGERTSCHEN Methode, die, für Degenerationen angewandt, doch nur verhältnismäßig grobe Resultate gibt, mag das auch noch genügen. Um die Vorteile der MARCHISCHEN Methode auszunutzen, braucht man jedoch jeden einzelnen Schnitt. Unter allen Umständen soll der Autor genau angeben, was er gemacht hat, und sich nicht mit einer nichtssagenden Wendung, wie der Versicherung genauer anatomischer Untersuchung, begnügen.

Fragestellung ganz ohne Belang. Wir beharren allerdings gerade auf Grund der MARCHISCHEN Methode gegen NISSL¹⁾ auf dem ausschließlich intracellulären Ursprung des Achsencylinders. NISSL zieht den Schluß auf die Existenz extracellulär entstehender Fasern aus der Annahme eines Mißverhältnisses der Zahl der Zellen und der Markscheidenfasern unter der Voraussetzung, daß die Markscheidenfaser sich nicht teilt, die sogenannten Collateralen immer marklos sind. Diese Voraussetzung ist nicht zu halten, wenn man die so massenhaften feinen mit der MARCHISCHEN Methode nachweisbaren, d. h. mit Mark umkleideten Aufsplitterungen einzelner Bahnen, wie der Pyramidenbahn²⁾, des *Tract. Monakowi*, des *Fasc. tectospinalis* u. a. m. betrachtet. Im übrigen aber wissen wir wohl, daß weder die Zelle die letzte funktionelle, noch die Faser die letzte Leitungseinheit darstellt, wir nehmen allerdings an, daß die in einer Faser eingeschlossenen Fibrillen kraft der Gleichartigkeit ihres Ursprungs und ihrer Endigung auch eine gleichartige Funktion besitzen. Verfolgen wir ja noch nicht einmal eine einzelne Faser, sondern immer nur eine Mehrheit von Fasern, und schließen auch hier wieder aus der anatomischen Gleichartigkeit der Ursprungszellen und des Endgraus auf eine systematisch-physiologische Einheit.

Für die physiologische Deutung des anatomischen Befundes grundlegend halten wir das Prinzip von der Einsinnigkeit der Leitung im zentralen Nervensystem. Die Doppelsinnigkeit der Leitungsfähigkeit der Nervenfasern findet ihr Ende an der Zelle oder im Grau. Daß entgegen dem sogenannten BELLSCHEN Gesetz auch Erregungen zentrifugaler Richtung die hinteren Wurzeln passieren, ist bekannt. Aus den Versuchen von BAYLISS folgt aber nicht, daß die gleiche Faser, die die zentripetalen Erregungen zum Rückenmark leitet, auch in zentrifugaler Richtung von einer im Rückenmark übertragenen Erregung durchlaufen wird und diese Erregung Endapparaten motorischer Natur mitteilen kann, es folgt vielmehr höchstens nur das, daß zentrifugal leitende Fasern ihr trophisches Zentrum außerhalb des Rückenmarkes haben, genau wie die postcellulären Fasern des sympathischen Systems.

Es liegt die Bedeutung von CHARLES BELL, als dem Begründer der modernen Physiologie des Nervensystems, nicht darin, daß er seinen Lehrsatz für die hinteren und vorderen Wurzeln aufstellte, sondern daß er ganz allgemein und zwar zunächst für die Hirnnerven den Nachweis erbrachte, daß motorische und sensible Funktionen auf differenten Bahnen geleitet werden, zum erstenmale mit Tatsachen den Nachweis erbrachte, daß das Nervensystem kein Schwamm ist, in dessen Poren das Nervenfluidum beliebig ein- und aus ihnen ausgepreßt werden kann. Den physiologischen Schlüssel der Anatomie, den CHARLES BELL gefunden hat, werden wir uns nicht ohne Not wieder aus der Hand nehmen lassen. In der Praxis liegt die Sache jedenfalls so, daß wenn wir uns der von einem Autor aufgestellten Forderung fügen wollten, jede Bahn so lange als doppelsinnig leitend zu betrachten, bis für den speziellen Fall das Gegenteil nachgewiesen ist, wir für unabsehbare Zeit überhaupt auf jeden Versuch einer Physiologie der Leitungsbahnen verzichten müßten.

Zu dieser Lehre von der Einsinnigkeit der Leitung im zentralen Nervensystem macht nun allerdings die Physiologie noch eine weitere Voraussetzung über die Richtung der Leitung, indem sie annimmt, daß die Richtung der Leitung der Richtung der WALLERSCHEN Degeneration folgt. Dieser Satz erleidet bekanntlich eine Ausnahme für die sensiblen peripheren Nerven distal vom Spinalganglion. Wo er sonst experimenteller Prüfung zugänglich gewesen ist, hat er sich bestätigt. Als allgemein gültig kann er jedoch nur mit Wahrscheinlichkeit angesehen werden und wir werden selbst auf Fälle aufmerksam zu machen haben, in denen eine der WALLERSCHEN Degeneration entgegengesetzte Leitungsrichtung möglich, aber niemals notwendig und bewiesen erscheint. Es ist jedenfalls, wenn wir die Gleichsinnigkeit der Leitung und

1) Die Neuronenlehre und ihre Anhänger, Jena 1903.

2) Vergl. auch *Ant. f. Physiol.*, 1903, Supplbd., p. 501.

der WALLERSchen Degeneration voraussetzen, von grundlegender Wichtigkeit, daß wir in dem vorhergehenden Abschnitt die Frage nach der retrograden Degeneration der einzelnen Fasersysteme einer genauen Prüfung unterzogen haben. WALLERSche Degeneration ist eben durchaus nicht gleichbedeutend mit nach der MARCHISchen Methode nachweisbarer Degeneration.

Verfolgen wir nunmehr zunächst den **Weg des centripetalen Impulses**, so endigen die Fasern der **Radices spinales posteriores**, welche die einzige Bahn für alle sensiblen Erregungen des Rumpfes und der Extremitäten darstellen, an zwei Orten des Rückenmarksquerschnittes, im *Cornu posterius* und an den Zellen der *Columna Clarkei* bez. des *Nuc. Stillingi*. Ein dritter Teil der hinteren Wurzeln durchsetzt die *Med. spinalis* nur und endet in den *Nuclei fun. post. medullae oblongatae*.

Wir sehen zunächst einmal von der weiteren Verfolgung des Weges, den die Erregung vom *Cornu posterius* aus nehmen könnte, ab, bemerken nur, daß dieser Faseranteil, der sich im *Cornu posterius* aufsplittert, im wesentlichen der Vermittlung derjenigen Impulse zu dienen scheint, die den Bereich der *Medulla spinalis* und *oblongata* nicht überschreiten. Es ist wenigstens nicht nachgewiesen, daß die Zellen des *Cornu posterius* irgendwelche Bahnen — mittelbar oder unmittelbar — zum *Cerebellum* oder zum *Cerebrum* entsenden (vergl. p. 28).

Die Bahn der Sensibilität zunächst zum *Cortex cerebri* wird vielmehr in erster Linie, wenn auch — wie wir bald sehen werden — nicht ausschließlich, durch die Fasern, welche vom *Gangl. spinale* durch die *Fun. posteriores* zu den *Nuclei fun. post.* aufsteigen, gebildet. Die *Nuc. fun. post.* haben wir als eine zusammenhängende Kernmasse aufzufassen. Die Einteilung in einen *Nuc. Gollii*, *Nuc. Burdachi internus*, *Nuc. Burdachi externus* hat nur topographischen Wert insofern, als, entsprechend ihrer Lage in den Strängen selbst, die Fasern der kaudalen Körperhälfte mehr in dem medial (und kaudal) gelegenen *Nuc. Gollii*, die Fasern der oralen Körperhälfte in dem lateral (und oral) gelegenen *Nuc. Burdachi* sich aufsplittern. Daß endogene Fasern des *Fun. post.* diese Kerne erreichen, ist unbewiesen und unwahrscheinlich.

Insbesondere war ein Rückenmarksursprung des *Lemn. principalis* mit Bestimmtheit in Abrede zu stellen.

Diese einheitliche Masse des *Nuc. fun. post.* gibt nun einem und nur einem einheitlichen Fasersystem Ursprung, eben dem *Lemniscus principalis*.

Ich erinnere daran, daß wir jeden, wie immer auch gearteten Zusammenhang der *Nuc. fun. post.* (und des *Fun. post.* selbst) insbesondere mit dem *Cerebellum* entschieden in Abrede zu stellen hatten.

Der *Lemniscus principalis* selbst geht eine totale Kreuzung ein und endet schließlich im *Thalamus*, dessen ventrale Kerngruppe sich allerdings bis medial neben das *Corp. geniculatum mediale* erstreckt (*Nuc. parageniculatus*). Bis hierhin aber gehen die Fasern des *Lemniscus principalis* keine weiteren Verbindungen ein, weder zur *Formatio reticularis medullae oblongatae* oder *pontis*, noch auch insbesondere zu der Gangliengruppe der *Quadrigenina posterius et anterioris*. Der *Lemniscus principalis medullae oblongatae* ist in der Tat nichts anderes als eine Verbindung des *Nuc. fun. post.* mit dem Kernlager des *Thalamus*, wie das des genaueren ausgeführt wurde. Denn auch Fasern, die, von dem *Nuc. fun. post.* entspringend, über den *Thalamus* hinaus etwa zum *Nuc. lentiformis* oder gar zum *Cortex cerebri* angenommen worden sind, mußten in Abrede gestellt werden.

Und von dem ventromedialen Kernlager des *Thalamus* aus gab es nun — soweit wir sehen konnten — wiederum nur einen einzigen Weg. Das waren die Fasern der *Caps. interna* zum *Cortex cerebri*, die nunmehr sämtlich ungekreuzt verlaufen. Es bleibt also die Kreuzung der ganzen Bahn zum *Cortex* eine vollständige.

Es kann hier, wie an vielen anderen Stellen die Frage aufgeworfen werden, warum denn in eine Bahn mehrere graue Massen (*Nuc. fun. post.* und *Thalamus*) eingeschaltet sind, ohne daß wir doch im stande sind, eine besondere physiologische Bedeutung dieser grauen Masse zu erkennen, als eben die, einen langen Weg in mehrere kürzere Strecken zu zerlegen, da doch Abzweigungen aus diesen grauen Massen eben nicht festzustellen sind. Diese Frage muß ein für allemal unbeantwortet bleiben.

Die Zuleitung sensibler Impulse zum *Cerebellum* wird auf dem Umwege über die *Columna Clarkei*, bez. den *Nuc. Stillingi* hergestellt. Es wurde das Bestehen anderer Bahnen als der von den genannten grauen Kernen ausgehenden zum *Cerebellum* unwahrscheinlich gemacht; insbesondere konnte eine Leitung von den *Nuc. fun. post.* zum *Cerebellum* nicht aufgefunden werden. Andererseits ist es auch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß die Zellen der *Columna Clarkei* noch eine andere Bahn entsenden sollten, als eben die zum *Cerebellum*. Kurze Bahnen von den Zellen der *Columna Clarkei*, die sich etwa in der *Med. spinalis* selbst auf kurze Strecken ausbreiten, sind ja nicht mit voller Sicherheit auszuschließen, mit unserer Methode aber nicht nachzuweisen und auch physiologisch überflüssig. Daß kurze Bahnen von anderen Zellen des Querschnittes entspringen, wird natürlich nicht bezweifelt.

Daß der *Tractus Flechsigi* (Kleinhirnseitenstrangbahn FLECHSIGS) aus der *Columna Clarkei* hervorgeht, ist die allgemeine Annahme. Wir konnten es aber auch wahrscheinlich machen, daß wenigstens die gekreuzten Fasern des *Tractus Gowersi* (*spinocerebellaris ventralis*) gleichfalls aus der *Columna Clarkei* stammen. Wir hatten weiter festzustellen, daß in dieser Kreuzung der Fasern des *Tractus Gowersi* kein prinzipieller Unterschied liegt gegenüber dem *Tract. Flechsigi*. Beide enthalten sowohl gekreuzte als ungekreuzte Fasern und dürften als eine systematische Einheit aufzufassen sein.

Die Fasern beider Bahnen erreichen auch nur zum Teil direkt das *Cerebellum*, wo der *Tract. Flechsigi* im *Vermis anterior*, der *Tractus Gowersi* im *Vermis posterior* endet; zum Teil enden sie in Teilen des *Nuc. fun. lateralis*, die genauer beschrieben wurden. Aber wiederum konnte eine andere Verbindung dieses Teiles des *Nuc. fun. lat.*, als eben mit dem *Cerebellum*, nicht nachgewiesen werden. Durch die teilweise Zwischenschaltung des *Nuc. fun. lat.* war jedenfalls die Möglichkeit gegeben, daß die Vertretung der Körperperipherie auf der Rinde des *Cerebellum* eine ausgedehntere ist, als sich das in der Endigung der direkten Fasern der *Tractus spinocerebellares* im *Vermis* allein anzeigt.

Wenn wir annehmen, daß die *Tractus spinocerebellares* die einzige centripetale Bahn von der Peripherie zum *Cerebellum* darstellen, so folgt daraus zunächst, daß diejenigen sensiblen Störungen, die wir nach Verletzungen des *Cerebellum* beobachten¹⁾, das sind hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich, Muskelsinnstörungen, in erster Linie durch die Störung dieses Leitungsweges zu erklären sind.

Wenn durch die *Fun. post.* aufsteigende Impulse überhaupt das *Cerebellum* erreichen, so könnte das nach dem Gesagten nur auf dem Umwege über den *Cortex cerebri*, das *Griseum pontis* und das *Brachium pontis* geschehen, eine Möglichkeit, die ich durchaus nicht ausschließen will (vergl. weiter unten), deren experimentelle Prüfung mir aber nicht angängig zu sein scheint.

Hier haben wir nun eine weitere physiologische Erwägung einzuschieben. Wenn die Bahn: *Gangl. spinale* — *Nuc. fun. post.* — *Thalamus* — *Cortex* auch sicherlich eine sensible Bahn zum *Cerebrum* ist, so kann sie doch unmöglich die einzige sein. Es ist vor kurzem durch M. BORCHERT²⁾ in einer gar nicht anzuzweifelnden Weise — durch die lückenlose Serie — der Beweis erbracht worden, daß die alleinige,

1) M. LEWANDOWSKY, Die Verrichtungen des Kleinhirns, Arch. f. Physiol., 1903.

2) Arch. f. Physiol., 1902, p. 389.

wenn auch vollständige Ausschaltung des *Fun. post.* nur ganz außerordentlich geringe, ja kaum wahrnehmbare Störungen der Empfindungsqualitäten, sowohl des Berührungs-, wie des Muskel-, des Schmerz- und des Temperatursinnes zur Folge hat.

Welches sind die Bahnen, welche in so vollkommener Weise die Bahn der *Fun. post.* ersetzen können und sicherlich auch schon in der Norm neben jenen funktionieren? Denn BORCHERT konnte auch sogleich nach der Operation nur sehr geringe Störungen beobachten.

Hier haben wir zunächst zu betonen, daß der *Tractus Gowersi* mit höheren Hirnteilen als dem *Cerebellum* durchaus keine Verbindungen eingeht, wie das von anderen behauptet worden ist. Es entfällt demnach die Möglichkeit, auf dem Wege des *Tractus Gowersi* etwa zum *Thalamus* und von hier zum *Cortex cerebri* eine Bahn zu konstruieren.

Man könnte an eine Verbindung des *Thalamus* mit der *Med. spinalis* durch kurze Bahnen denken, vielleicht daß man wenigstens so eine Verbindung bis zum *Pons* und dann eine Fortleitung durch den *Tractus fasciculorum Foreli* geschehen lassen könnte. Es würde sich jedoch dann um eine ungekreuzte Verbindung handeln, wenn man nicht eine vorherige Kreuzung der kurzen Bahnen annehmen wollte. Die Menge der kurzen Bahnen, die man überhaupt aus der *Medulla spinalis* in die *Med. oblongata* verfolgen oder selbst nach Abzug der langen ab- und aufsteigenden Bahnen nur annehmen kann, ist aber eine sehr geringe. Die Autoren sind zum Teil dadurch zu Irrtümern geführt worden, daß sie die retrograde Degeneration der *Tractus reticulospinales*, *Deitersi*, *Monakowi* als echte WALLERSche Degeneration angesehen haben. Die erwähnte Annahme kann daher mit einiger Wahrscheinlichkeit abgewiesen werden, um so mehr, da uns ein anderer breiter Weg bleibt, der Weg durch das *Cerebellum*.

Auch diese Annahme, daß nämlich die ganze nach Hinterstrangdurchschneidung noch zur Perzeption kommende Summe von Empfindungen durch das *Cerebellum* gehe, hat zunächst etwas Ueberraschendes. Aber wir haben doch eine breite anatomische Bahn vom *Cerebellum* zum *Cerebrum*, das *Brach. conjunctivum*, das vom *Corpus dentatum cerebelli* seinen Ursprung nehmend, mit einem großen Teil seiner Fasern den *Thalamus* erreicht. Daß der *Cortex cerebelli* mit dem *Corpus dentatum* in Verbindung tritt, daran ist gar kein Zweifel, und daß der ausgedehnte Bezirk der Endigung des *Brach. conjunctivum* im *Thalamus* Fasern zum *Cortex cerebri* entsendet, ist ebenso bewiesen.

Vom physiologischen Standpunkt ist zu erwähnen, daß ich¹⁾ zuerst beim Tier nach Kleinhirnexstirpation objektive Störungen des Muskelsinnes nicht nur, sondern auch der Berührungsreaktionen beobachtet habe. Ich habe daraus schon den Schluß gezogen, daß das Großhirn auch von Sensationen, insbesondere allerdings des Muskelsinnes auf dem Umwege über das *Cerebellum* erreicht wird. Es bleibt trotzdem überraschend, daß diese Bahn über das *Cerebellum* in so vollkommener Weise für die Hinterstrangbahn eintreten kann, wie wir das aus den Versuchen von BORCHERT und der anatomischen Sachlage mit Wahrscheinlichkeit schließen müssen.

Zu bemerken ist jedoch, daß diese Versuche von BORCHERT bis auf weiteres nur für den Hund gelten, beim Menschen und schon beim Affen mag die Wichtigkeit dieser beiden Bahnen sich gegeneinander verschoben haben. Daß aber auch beim Menschen diese Bahn — *Gangl. spinale* — *Columna Clarkei* — *Cortex cerebelli* — *Corp. dentatum* — *Brach. conjunctivum* — *Thalamus* — *Cortex cerebri* — besteht und in Gebrauch gezogen wird, darüber kann wohl kein Zweifel sein. Insbesondere möchte ich auch hier noch einmal erwähnen, daß mir die Angaben über einen Verlauf des

1) Arch. f. Phys., 1903, p. 129.

Tract. Gowersi oral über das *Cerebellum* hinaus für den Menschen ebenso unerwiesen, wie für das Tier widerlegt scheinen.

Stellen wir uns also auf den Standpunkt, daß es von der Peripherie zum *Cerebrum* nur zwei Bahnen gibt, die eine über die *Fun. post.* und den *Lemniscus principalis*, die andere über das *Cerebellum*, so folgt aus einer der soeben angestellten entgegengesetzten Betrachtung weiter, daß dasjenige Maß von Sensibilität, das nach totaler Kleinhirnexstirpation noch übrig bleibt, allein durch die *Fun. post.* geleitet wird. Das wäre aber in ganz überwiegendem Maße die Berührungs-¹⁾, Schmerz- und Temperaturempfindung; aber auch ein Teil der Muskelsinnempfindungen kann, wie ich in der erwähnten Arbeit geschlossen habe, nicht durch das *Cerebellum*, sondern muß auf anderen Wegen das *Cerebrum* erreichen. Dieser andere Weg des Muskelsinnes kann also unserer Meinung nach auch nur wieder die *Fun. post.* und der *Lemn. principalis* sein. Aber um es zu wiederholen, es scheint, daß für alle Qualitäten der Empfindung der Weg durch die *Fun. laterales* über das *Cerebellum* beim Tier ausreichend und wichtiger ist, als der durch die *Fun. post.*

Die Probe auf das Exempel würde durch den durchaus ausführbaren Versuch gemacht werden können, die totale Kleinhirnexstirpation mit der doppelseitigen Durchschneidung der *Fun. post.* zu verbinden. Dadurch müßte unserer Meinung nach jede Perzeption der sensiblen Reize vernichtet werden. Einseitige Exstirpation oder Durchschneidung würde nicht genügen^{2) 3)}.

An diese Betrachtung schließen wir nun gleich die Prüfung der physiologisch und pathologisch wichtigen Frage, wie eine Kreuzung der sensiblen Bahnen möglich sei.

Wir gehen zunächst von der für Tier und Mensch festgestellten Tatsache aus, daß die Hemisektion des Rückenmarkes nicht zu einer vollen Hemianästhesie der verletzten Seite führt, sondern daß eine teilweise Kreuzung der Empfindungsbahnen noch im Rückenmark statthaben muß.

Dem steht zunächst die anatomische Tatsache gegenüber, daß die Endigung der Fasern der *Rad. posteriores*, sowohl im *Cornu posterius*, wie der *Columna Clarkei*, wie auch im *Nuc. fun. post.* eine ungekreuzte ist.

Nun ist es zunächst sicher, wie wir einschließen, daß ungekreuzte, im Rückenmark aufsteigende Bahnen in den höheren Zentralorganen kreuzen, da ein Teil der *Tractus spinocerebellares* direkt die Mittellinie im *Vermis cerebelli* überschreitet; weiter steht auch den total gekreuzt durch den *Lemniscus principalis* und die *Capsula interna* zum *Cortex cerebri* gelangenden Impulsen im *Corpus callosum* ein neuer Weg zur gleichseitigen Hirnhälfte offen steht.

Aber diese Fakta haben mit den Ergebnissen der Hemisektion der *Med. spinalis* nichts zu tun. Als in der *Med. spinalis* selbst kreuzende Bahnen kennen wir nur den gekreuzten Anteil der *Tractus spinocerebellares (dorsalis et ventralis)*³⁾. Ist das richtig, so müßten also alle nach Hemisektion der *Medulla spinalis* von der Seite der Verletzung noch das *Cerebrum* erreichenden Impulse durch das *Cerebellum* gehen. Da wir sahen, daß der Weg über das *Cerebellum* als einzige sensible Bahn ausreichend

1) Ich habe nachgewiesen, daß die von H. MUNK sogenannten Berührungsreflexe, die im übrigen durchaus kein Maß für die bewußte Berührungsempfindung darstellen, durch Kleinhirnexstirpation vernichtet werden und erst nach langer Zeit andeutungsweise wieder auszulösen sind. In diesem Falle nehme ich für die Norm die Leitung durch die Seitenstränge über das *Cerebellum* zum *Cerebrum* an, für die die Leitung durch die *Fun. post.* bis zu einem gewissen Grade eintreten kann.

2) Hier läßt sich nur nachweisen, daß die Störungen der Sensibilität sehr viel schwerer sind, wenn außer den Bahnen des *Fun. lateralis* auch der *Fun. posterior* durchschnitten wird.

3) Diese teilweise Kreuzung der *Tractus spinocerebellares* erklärt sehr gut die Tatsache, daß halbseitige Exstirpation des *Cerebellum* zu nur flüchtigen Erscheinungen führt im Gegensatz zu den schweren dauernden Störungen, welche die totale Zerstörung des *Cerebellum* bedingt. Es treten eben die kreuzenden Fasern ein zur Vermittelung der Impulse von der Peripherie (vergl. Arch. f. Physiol., 1903, p. 177).

ist, so kann uns diese Folgerung nun ganz und gar nicht mehr überraschen, um so weniger, da nur ein geringer Teil der Empfindung nach Hemisektion des Rückenmarkes noch übrig bleibt.

Hier allerdings stoßen wir auf einen noch nicht gelösten Widerspruch zwischen Pathologie und Physiologie, auf die Frage nach dem Ursprung des BROWN-SÉQUARDSchen Symptomenkomplexes. Es kann gar keinem Zweifel mehr unterliegen, daß ebenso wie die Motilitätsstörung beim Tier auch die Sensibilitätsstörung nach Hemisektion ganz überwiegend die verletzte Seite betrifft, wie das BROWN-SÉQUARD selbst, SCHIFF, HORSLEY u. a. angeben, ich selbst mehrfach bestätigt gefunden und durch die lückenlose Serie verifiziert habe¹⁾. Es ist auch nicht zu bezweifeln, daß beim Tier alle Empfindungsqualitäten, soweit sie sich prüfen lassen — und die Schmerzempfindung wenigstens läßt sich doch neben dem Berührungssinn und dem Muskelsinn ganz gut untersuchen, wenn auch der Temperatursinn mehr weniger ausfällt und sich nur an der Grenze der Schmerzreaktion allenfalls schätzen läßt — in gleichem Grade von der Störung betroffen werden. Damit würden auch die anatomischen Ergebnisse betreffs der Leitungsbahnen in der angedeuteten Weise in Einklang zu bringen sein.

Nun soll es aber beim Menschen anders sein. Die Mehrzahl der Pathologen [vergl. OPPENHEIM²⁾ u. a.] spricht sich für eine Dissoziation der Empfindungsqualitäten aus in dem Sinne, daß Temperatur- und Schmerzsinne kreuzen, Berührungs- und Muskelsinn ungekreuzt verlaufen. Ja, PETRÉN³⁾ kommt neuerdings nach einer Prüfung des klinischen Materiales wieder zu dem Schluß, daß nach Halbseitenläsion der *Medulla spinalis* nur gekreuzte Anästhesie folgt.

Man kann noch daran zweifeln, ob, sei es die eine, sei es die andere Anschauung wirklich bewiesen ist. Es ist uns wenigstens kein Fall einer einfachen Verletzung des Rückenmarkes bekannt, der so lückenlos anatomisch untersucht wäre, daß man daraus einen bindenden Schluß auf die Lokalisation des klinischen Befundes ziehen könnte. Auch das ist verdächtig, daß — soweit mir bekannt — niemals bei spinalen Erkrankungen eine ausschließliche Störung des Berührungs- und Lagesinnes, sondern immer nur des Schmerz- und Temperatursinnes zur Beobachtung kommt.

Besteht aber diese Dissoziation der Empfindung beim Menschen oder gar die totale Kreuzung wirklich, so widerspricht sie also durchaus dem Befunde am Tier, und man würde dann wohl auch andere anatomische Verhältnisse beim Menschen annehmen müssen, von denen allerdings bisher nichts bekannt ist. Denn man wird doch nicht annehmen können, daß beim Menschen gerade die Temperatur- und Schmerzempfindung ganz oder vorzugsweise durch das *Cerebellum* geht. Die Symptome der Kleinhirnerkrankungen beim Menschen sprechen jedenfalls gegen eine solche Annahme. Die Möglichkeit einer mittelbaren ungekreuzten Verbindung der *Medulla spinalis* mit dem *Thalamus* ist allerdings auch beim Tier auf dem Wege des *Tract. fasc. Foreli* unter Vermittelung kurzer Bahnen gegeben (vergl. p. 73), freilich recht wenig wahrscheinlich. Der *Tract. Gowersi* jedenfalls geht beim Tier sicherlich und beim Menschen höchst wahrscheinlich nicht zum *Thalamus*⁴⁾. Es ist zu bemerken, daß KOHNSTAMM gerade beim Tier diese Fortsetzung des *Tract. Gowersi*

1) Noch nicht aufgeklärt ist das Zustandekommen der anfänglichen gleichseitigen Hyperästhesie bzw. Hyperalgesie nach Hemisektion. Sie ist jedenfalls kein konstantes Symptom. War sie vorhanden, so habe ich zu gleicher Zeit immer eine verlangsamte Leitung der Schmerzempfindung feststellen können, was beim Tier durch die Anwendung abgestufter thermischer Schmerzreize möglich ist. Auch beim Menschen habe ich diese Kombination von Hyperalgesie und verlangsamter Leitung und zwar nach Operationen an der Rinde (Prof. F. KRAUSE) gefunden. Vielleicht kommt es zu einer Aufstauung der sensiblen Impulse, die bei Ueberwindung eines größeren Widerstandes auf ungebahnten Wegen dann plötzlich mit vermehrter Intensität hindurchbrechen.

2) Arch. f. Physiol., 1899, Supplbd., p. 1.

3) Skandin. Arch. f. Physiol., XIII, p. 9.

4) Es sei auch hier noch einmal auf die Fehlerquelle der retrograden Degeneration des *Tract. Monakowi* für diese Frage aufmerksam gemacht. Je länger der Herd besteht, um so größer wird diese Fehlerquelle, und so erklären sich denn auch die im übrigen äußerst unbestimmten und ungenauen Angaben bei Erkrankungen der *Med. spinalis* vom Menschen.

gefunden zu haben glaubt, und für die Dissoziation der Empfindungsqualitäten verantwortlich gemacht hat, wo doch eine solche Dissoziation gar nicht nachzuweisen ist.

Für das Tier stehen die Ergebnisse der Anatomie und der Physiologie betreffend die Kreuzung der sensiblen Bahnen durchaus in Einklang. Wie die Dinge beim Menschen liegen, werden erst weitere Untersuchungen zu zeigen haben¹⁾.

Verlassen wir zunächst die *Medulla spinalis* und sehen zu, was sich über die Leitung der dem *Truncus cerebri* zuströmenden sensiblen Impulse ermitteln läßt.

Im Hirnstamme aufsteigend finden wir zunächst den **N. vago-glossopharyngeus**, der in dem anatomischen Kapitel nicht besonders behandelt wurde, weil wir mit O. DEES²⁾ und KOHNSTAMM³⁾ darin übereinstimmen, daß die sensiblen Wurzeln dieser Nervengruppe, zu der nach KOELLIKER und VAN GEUCHTEN auch der *N. intermedius Wrisbergi* gehört, sämtlich in den *Fasc. solitarius vagi* übergehen, der in dem zugehörigen *Nuc. fasc. solitarii* endigt. Verbindungen dieses Endigungsgebietes mit höheren Hirnteilen, insbesondere dem *Cerebrum*, konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden, eine Verbindung des *Fasc. solitarius* mit dem *Lemniscus principalis* wurde bestritten. Wir werden die Bahnen, deren Funktion wir noch nicht kennen, und die eventuell auch als zentrale Bahn des *N. vago-glossopharyngeus* in Betracht kommen, noch zusammenstellen. Jedenfalls dürfte aus dem *Nuc. fasc. solitarii* selbst unmittelbar keine lange Bahn hervorgehen. Insofern der *Trigeminus* der Geschmacksnerv ist, würden dessen zentrale Bahnen ja die zentrale Leitung der Geschmacksqualitäten übernehmen, und eine Reihe der im *Glossopharyngeus* centripetal geleiteten Impulse werden sicherlich nur als Reflexe umgesetzt, wie das von den im *Vagus* geleiteten durch die Ausdehnung der Lunge bewirkten Erregungen wohl mit Sicherheit behauptet werden darf; für diese brauchen wir also keine zentrale Bahn. Die zentrale Bahn des *Glossopharyngeus* ist uns jedenfalls nicht bekannt.

Wir kommen zum **N. acusticus**. Wir wiederholen, daß wir die allgemeine Anschauung nicht teilen, nach der die *Rad. lateralis* mit dem *N. cochleae*, die *Rad. medialis* mit dem *N. vestibuli* identifiziert wird. Vielmehr trennten wir von der *Rad. lateralis* unseren *Fasc. solitarius acustici* ab, den wir durch seine Endigung im *Nuc. dorsalis acustici* als zum *N. vestibuli* gehörig erkannten. Denn es ist der *Nuc. dorsalis acustici* der Hauptkern der *Rad. medialis* und bildet oral noch den *Nuc. Bechterewi*, von dem vielleicht noch unser *Nuc. supremus* abzutrennen ist. Zum Endigungsgebiet des *N. vestibularis* gehört weiter das *Griseum fasc. Rollerii*, das mit dem *Nuc. dorsalis vagi* eine zusammenhängende Masse bildet. Abzutrennen von dem Endigungsgebiet des *N. acusticus* ist im Gebiet der *Fasc. Rollerii* der ventrolateral gelegene Bezirk der *Fasc. cerebello-vestibulares*.

Endigungen des *N. acusticus* in dem großzelligen *Nuc. Deitersi* konnten mit Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Es ist auch unerwiesen, wenn auch durchaus nicht ausgeschlossen, daß der *Nuc. Deitersi* auch nur in mittelbarem Zusammenhang mit dem *N. vestibuli* steht, da doch Aufsplitterungen aus dem *Cerebellum* sich in ihm nachweisen lassen. Die Bezeichnung *Tract. vestibulospinales* für die von uns sogenannten *Tractus Deitersi* zur *Med. spinalis* ist daher nicht begründet.

Leider sind wir über die weiteren Wege der durch den *N. vestibuli* seiner mächtigen Kernmasse zugeleiteten Impulse noch sehr im Unklaren.

Was das tatsächlich Festzustellende anlangt, so möchte ich hier auf Fasern aufmerksam machen, welche aus dem *Nuc. dorsalis acustici* medioventral in die *Formatio reticularis* einstrahlen,

1) Auch DÉJERINE und THOMAS (Arch. de Phys., 1898, p. 609) vermögen Anatomie und Pathologie hier durchaus nicht in Uebereinstimmung zu bringen und schließen: „n'y a-t-il pas là la mise en jeu de certaines propriétés du système nerveux, qui sont inaccessibles à nos moyens d'investigation?“ Sie denken an Einflüsse funktioneller Natur.

2) Arch. f. Psych., XX, 1889, p. 89.

3) Arch. f. Psych., XXXIV, 1901, p. 1077.

indem sie da, wo der *Nuc. dorsalis vagi* ventral vom *Nuc. dors. acustici* liegt, ersteren durchbrechen. Sie sind mit gar keinen anderen Fasern, die ungefähr die gleiche Richtung einhalten, insbesondere den *Fibr. arcif. internae* aus dem *Nuc. Burdachi* zu verwechseln. Ueber ihren weiteren Verlauf vermag ich jedoch nichts Sicheres auszusagen.

Wenn wir sehen, ob uns die Physiologie hier weiter helfen kann, so dürfen wir wohl mit Wahrscheinlichkeit auf eine Verbindung des *N. vestibularis* mit dem *Cerebellum* schließen. Ich glaube wenigstens, es unterliegt keinen Zweifel, daß Impulse, die zur Orientierung des Körpers im Raume bestimmt sind, deren Ausfall sich in Zwangsbewegungen kundgibt, von dem *N. vestibularis* aus dem *Cerebellum* zugeleitet werden. Nun besteht eine direkte sensorische Kleinhirnbahn im Sinne EDINGERS zwar nicht, aber wir haben doch eine Verbindung des *Cerebellum* mit dem Endgebiet des *N. vestibularis* in den *Fasc. cerebellovestibulares*, die das *Cerebellum* durch den *Tract. uncinatus* verlassen. Aber, wenn wir dem Prinzip der Identität von Degenerations- und Leitungsrichtung folgen, so könnte diese Bahn nur Impulse vom *Cerebellum* zu den Endstätten des *N. vestibularis* übertragen. Es ist die Frage, ob wir veranlaßt oder gezwungen sind, das angegebene Prinzip hier fallen zu lassen. Ich möchte jedoch betonen, daß der *N. vestibularis* zweifellos auch Impulse vermittelt, welche nicht durch das *Cerebellum* gehen, und es wäre nicht wunderbar, wenn das *Cerebellum* teilweise die gleichen Wege benutzte, um seinerseits ähnliche Impulse zu vermitteln. Eine Notwendigkeit also, eine Leitung entgegen der Richtung der WALLERSchen Degeneration anzunehmen, besteht sicherlich nicht.

Und es würde uns eine solche Annahme auch physiologisch gar nichts nützen. Denn daß diese *Fasc. cerebellovestibulares* überhaupt nur von sehr geringer Bedeutung sind, folgt aus den Versuchen mit Durchtrennung des *Cerebellum* in der Medianlinie, bei denen selbstverständlich die total kreuzenden *Fasc. cerebellovestibulares* zerstört werden. Eine solche Operation hat aber nur ganz geringe und vorübergehende Folgen.

Dagegen möchte ich noch auf eine andere Möglichkeit hinweisen, daß nämlich Impulse vom *N. vestibularis* die *Oliva inferior* und von hier das *Cerebellum* durch das *Corp. restiforme* erreichen. Auf diese Möglichkeit führt die Erfahrung, daß Durchschneidungen des *Corpus restiforme* zu heftigen Zwangsbewegungen führen, ohne daß sonst, wie ich mich an der lückenlosen Serie überzeugt habe, eine Verletzung des *Cerebellum* oder der *Nuc. acustici* vorzuliegen braucht. Solche Zwangsbewegungen beobachten wir nie nach Durchschneidung der *Tractus spinocerebellares*, und sie können daher nur bezogen werden auf die Durchschneidung der *Fibrae olivocerebellares*. Denn andere Bestandteile des *Corpus restiforme* kennen wir nicht. Nun haben wir allerdings nur eine Bahn zur *Oliva inferior* kennen gelernt, die *Fibrae tectoolivares* (zentrale Haubenbahn), aber wir schlossen aus der enorm viel größeren Menge von Aufsplitterungen in der *Olive* nach kaudalere Verletzungen (in *Pons* und *Medulla oblongata*), daß in der *Oliva inferior* noch andere Bahnen endigen müßten, ohne daß wir sie bisher genauer definieren konnten (vergl. p. 57). Sollten das vielleicht Bahnen sein, welche mit den Endstätten des *N. vestibuli* mittelbar in Verbindung stehen?

Auch daß dem *Cerebrum* Impulse vom *N. vestibularis* zugehen, ist wohl sicher. Ihr Fortfall führt wohl hauptsächlich zur Störung der Vorstellungen von der Lage des Körpers im Raume (Schwindel)¹⁾. Ob

1) Die Beziehungen des Schwindels zu den Zwangsbewegungen habe ich in der zitierten Arbeit ausführlich erörtert. Nach reinen Thalamusverletzungen bekommen wir Zwangsbewegungen nach der verletzten Seite zu sehen (wie auch PROBST beschreibt, Arch. für Psych., XXXIII, p. 722). Ich möchte bemerken, daß diese Zwangsbewegungen im Vergleich mit denen nach Kleinhirnverletzung außerordentlich gering sind. Mehr als Manègebewegungen, wie sie auch bei Verletzungen des *Cortex cerebri* zur Beobachtung kommen, habe ich bei Thalamusverletzungen nie gesehen. Auch der Charakter dieser Zwangsbewegungen bei Thalamus- und Rindenverletzung ist ein anderer als der bei Kleinhirnverletzungen. Im letzteren Falle hat man selbst in leichten Fällen den Eindruck, daß das Tier mit seinem Willen gegen eine übermächtige Kraft ankämpft, im ersteren sieht es so aus, als ob das Tier gar kein anderes Bestreben hätte, ganz freiwillig sich nur nach einer Seite wendet.

sie durch das *Cerebellum* passieren oder eine besondere Bahn haben, wissen wir noch nicht. Jedenfalls müßten auch sie im *Thalamus* eine Unterbrechung erleiden.

Im Gegensatz zu unserem kümmerlichen Wissen über die intracentralen Bahnen des *N. vestibularis* können unsere anatomischen Kenntnisse über die Bahnen des *N. cochlearis*, also die eigentlichen Hörbahnen, als nahezu vollkommen bezeichnet werden. Ich brauche nur kurz zu wiederholen, daß die *Rad. lateralis* (mit Ausnahme des von mir zum *N. vestibularis* gerechneten oben besprochenen Anteiles) im *Gangl. acust. ventrale* und im *Tuberculum acusticum* endigt. Von diesen beiden Gebilden entspringen dann die Querfasern des *Corpus trapezoides*, die *Fibrae acusticae Heldi* und der *Striae acusticae Monakowi*. Die Endigung dieser drei zu einem System gehörenden Faserabteilungen findet sich zum geringsten Teil in dem *Nuc. trapezoides* und der *Oliva superior* der Ursprungsseite, zum größeren Teil in den gleichen Gebilden der Gegenseite, erstreckt sich hier auf der Gegenseite aber noch hinauf bis in den *Nuc. lemnisci lateralis* und das *Quadrig. posterius*. Vom *Nuc. trapezoides*, der *Oliva superior*, dem *Nuc. lemnisci lateralis* entspringen andere Fasern, welche teils gekreuzt, teils ungekreuzt bis in das *Quadrig. post.*, aber nicht weiter gelangen. Zu erinnern ist hier besonders an die *Commissura (lemn. lat.) Probsti*. Andere Verbindungen der erwähnten Zentren als in der beschriebenen Bahn konnten nicht gefunden werden.

Nach Verletzungen des *Quadrigeminum posterius* aber wurde das *Brach. posterius* zum *Corpus geniculatum internum* degeneriert dargestellt, und damit ist, konform der Ansicht v. MONAKOWS, der Anschluß an die Rindenbahn zum *Lob. temporalis* hergestellt, welche im *Corp. geniculatum internum* ihren Ursprung nimmt.

Wir kommen zum sensiblen Anteil des **N. trigeminus**, der bekanntlich in der *Subst. gelatinosa* und im *Nuc. sens. trigemini* endigt. Wir haben diese beide Gebilde als genau so verschieden zu betrachten, wie das *Cornu posterius* des Rückenmarkes und die *Nucl. fun. post.* Es ist uns nicht gelungen, von der *Substantia gelatinosa* lange Bahnen, also eine zentrale Quintusbahn im Sinne WALLENBERGS und anderer abzuleiten. Dagegen konnten wir vom *Nuc. sens. trigemini* durch unsere *Dec. lemnisci pontis* eine wohlcharakterisierte Faserbahn verfolgen, die sich nach der Kreuzung an den *Lemniscus principalis* medial anlegt und mit ihm an früher näher bezeichneter Stelle im *Thalamus* endet. Vom *Thalamus* aus steht dann wieder die Bahn durch die *Capsula interna* zum *Cortex cerebri* offen. Es ist daher diese *Trigeminusbahn* mit der Bahn der sensiblen Nerven des Rumpfes durch die *Nuc. fun. post.* und den *Lemniscus principalis* in Parallele zu setzen, der *Nuc. sens. trigemini* selbst mit den *Nuc. fun. post.* zu analogisieren. In der *Subst. gelatinosa trigemini* aber würden wir ein Analogon haben zu dem *Cornu posterius med. spinalis*, das ja auch räumlich mit ihr zusammenhängt. Es bildet die Endigung des *Trigeminus* in der *Subst. gelatinosa* nur die orale Fortsetzung der Endigung der *Radices post.* im *Cornu posterius*, und es dürfte auch daher die Funktion des letzteren mit der jenes Teiles der Trigeminusendigung zu analogisieren sein.

Eine Verbindung des Trigeminusendkernes mit dem *Cerebellum*, also ein Analogon zu dem *Tractus spinocerebellaris*, konnte bisher nicht aufgefunden werden.

Ueber die Endigung des **N. opticus** ist im anatomischen Teil nichts berichtet worden. Meine Resultate stimmen mit denen der meisten Autoren überein. Als Endstätten des *N. opticus* sind zu betrachten das *Corpus geniculatum laterale*, das *Pulvinar*, bez. der diesem Gebilde beim Tier entsprechende Teil des *Thalamus* und das *Griseum quadrigemini anterioris*. Im *Corpus Luysi* enden keine Opticusfasern. Das ganze Endigungsgebiet des *N. opticus* steht durch die *Sehstrahlung* mit dem *Cortex cerebri* in Verbindung, über die absteigenden Verbindungen der *Quadrig. ant.* wird später gesprochen werden.

Ueber die Bahnen des *N. olfactorius* habe ich keine Erfahrung.

Im allgemeinen sehen wir, soweit wir die Endigungsgebiete der sensiblen Nerven in der *Medulla spinalis* und im *Truncus cerebri* überschauen, überall eine scharfe Trennung dieser Gebiete. Ebenso gibt es keine Fasern, welche die Endstätten zweier Nerven direkt miteinander verbinden.

Von den im *Truncus cerebri* aufsteigenden Bahnen, deren Bedeutung noch unaufgeklärt ist, nenne ich in erster Linie den *Tractus fasciculorum Foreli*. Daß wir die Funktion und die Verbindung dieses mächtigen, zum Teil in der *Medulla oblongata*, zum Teil im *Pons* entspringenden Systemes, das ungekreuzt verläuft und im *Thalamus* in einem besonderen Kern (*Gris. fasciculorum Foreli*) endigt, nicht kennen, ist vielleicht die empfindlichste Lücke in unserer Kenntnis vom *Trunc. cerebri*. Vielleicht gehört es zur Bahn eines Hirnnerven (*Glossopharyngeus, Vestibularis?*), jedenfalls jedoch nicht zum *Trigeminus*.

Von sehr geringer Bedeutung, die wohl weder experimentell, noch klinisch, vielleicht aber vergleichend-anatomisch und -physiologisch aufzuklären sein wird, dürften die wenigen Fasern des von PROBST beschriebenen *Tractus dec. Ganseri* sein, der vom *Pons* zur *Zona reticulata thalami* gelangt.

Auch mit dem *Ped. corporis mammillaris*, der im *Pons* entspringt, wissen wir nicht viel anzufangen. Denn die Bedeutung des *Corp. mammillare* ist weit entfernt davon, aufgeklärt zu sein. Aus seiner Verbindung mit dem *Hippocampus* durch den *Fornix* darf man wohl darauf schließen, daß es Beziehungen zum Geruchsinne besitzt. Ob es auch noch anderen Funktionen dient und welchen, ist unklar. Auch hier wird wohl nur die vergleichende Anatomie weiterhelfen.

Ich möchte aber darauf aufmerksam machen, daß wir vom *Corpus mammillare* eine Leitung zum *Nuc. lentiformis* konstruieren können. Der *Fasc. Vicq d'Azyri* endigt im *Nuc. anterior thalami*. Nach der Angabe von PROBST entsendet der *Nuc. anterior* reichliche Fasern zum *Corp. Luysi*, und vom *Corp. Luysi* haben wir das mächtige System der *Ansa lenticularis*. Besteht eine Hirnschenkelschlinge im Sinne v. MONAKOWS, so wäre die Verbindung vom *Nuc. ant.* zum *Nuc. lentif.* noch direkter.

Es ist jedenfalls zu betonen, daß wir irgendwelche andere Verbindung des *Corpus Luysi* und des *Nuc. lentiformis* weder mit der *Medulla oblongata*, noch mit dem *Pons* (außer eben durch den *Pedunc. corp. mammillaris*), noch auch mit dem *N. opticus* feststellen können.

Unklar ist ferner das *Gangl. habenulae* mit der *Taenia thalami* einerseits und dem *Tract. Meynerti* zum *Gangl. interpedunculare* andererseits. Auch hier handelt es sich sicherlich um ein phylogenetisch in der Rückbildung begriffenes System.

Nach dieser Revue derjenigen Bahnen, deren Zusammenhang wir noch nicht ganz übersehen¹⁾, gehen wir dazu über die **Wege der motorischen Wirkungen** zu prüfen, in welche die dem Zentralnervensystem zugeleiteten sensiblen Impulse sich umsetzen. Denn im letzten Grunde ist doch wohl jede motorische Aktion wenigstens der quergestreiften Körpermuskulatur, mit Ausnahme vielleicht der Atembewegungen, als Umsetzung sensibler Impulse zu betrachten.

Als den tiefstehenden sensomotorischen Vorgang kennen wir den **Reflex der Medulla spinalis und des Truncus cerebri**²⁾. Jede central bedingte Aktion eines quergestreiften Muskels muß selbstverständlich von den Vorderwurzelzellen des Rückenmarkes oder den Hirnnervenkernen ausgehen. Aber es ist zu betonen, daß nie und nirgends sich eine sensible Wurzelfaser direkt mit dem Grau des Vorderhornes oder der motorischen Hirnnervkerne in Verbindung setzt. Diejenigen Wurzelfasern zunächst der *Medulla spinalis*, die uns — nach Ausschaltung der Fasern zu der *Columna Clarkei* als Verbindung zum *Cerebellum* — noch übrig bleiben, enden sämtlich im *Cornu posterius*. Die willkürliche Annahme, daß dieselben Fasern als „Reflexkollateralen“ marklos zum *Cornu anterius* weiterzögen, muß demjenigen sehr unwahrscheinlich sein, der einmal die unendliche Komplexität derjenigen Vorgänge, die wir Reflexe nennen, begriffen hat. Wir nehmen vielmehr an, daß zwischen die Endigung der Hinterwurzel Fasern im *Cornu posterius* und die Wurzelzellen des *Cornu anterius* eine mehr oder weniger große Anzahl

1) Zu ihnen gehört auch noch der *Fasc. teres*, über dessen Zusammenhänge wir gar nichts wissen.

2) *Truncus cerebri* hier mit Ausschluß des *Cerebellum* gebraucht.

Verbindungen und Zellen eingeschaltet ist. Wir brauchen solche Verbindungen durch die Kommissuren, um die Ausbreitung der Reflexe auf die Gegenseite zu erklären, und wir brauchen weitere Bahnen, um die Ausbreitung der Reflexe in oraler oder kaudaler Richtung zu begründen. Denn die auf- und absteigenden Aeste der *Rad. posteriores* reichen dazu nicht aus; wie groß aber die Masse der in den *Funiculi anterior et lateralis* verlaufenden endogenen Fasern ist, sieht man am besten an dem degenerationsfreien Areal nach hohen Rückenmarksdurchschneidungen auch nach Aufrechnung der aufsteigenden Fasern. Alle diese endogenen auf- und absteigenden Fasern möchte ich zunächst in den Dienst der Ausbreitung der Reflexe stellen. Auf die Frage, ob dieser ganze Reflexapparat auch noch anderswoher in Bewegung gesetzt werden kann, werden wir später zurückkommen.

Wie das Rückenmark, ist auch der *Truncus cerebri* Reflexapparat. Geht doch die *Formatio reticularis med. oblongatae* topographisch in die graue Substanz des Rückenmarkes über, und ich glaube, daß es kein Zweifel ist, daß wir eine Reihe der in der *Formatio reticularis med. oblongatae* ihren Ursprung nehmenden Fasern mit den endogenen Fasern der *Medulla spinalis* zu analogisieren haben. Ihre Bestimmung würden wir darin zu erkennen haben, Reflexe von den sensiblen Hirnnerven auf das Rückenmark zu übertragen. Liegt doch im *Trigeminus*, bez. seiner Endigung in der *Subst. gelatinosa* eine der mächtigsten und wirksamsten Reflexleitungen des Körpers. Es wäre vielleicht möglich, daß der *Tract. pontis descendens*, der in unmittelbarer Nähe der sensiblen Trigeminusendigung entspringt, zu diesen reflexvermittelnden Bahnen gehört.

Daß in der *Medulla oblongata* und im *Pons* selbst ausgiebige Verbindungen zwischen Endigung der sensiblen Hirnnerven und den motorischen Hirnnervenkernen bestehen müssen, ist ja sicher (Cornealreflex, Schlingreflex u. s. w.). Ueber das Detail dieser kurzen Bahnen wissen wir aber nichts.

Nur auf eine Beziehung möchte ich noch aufmerksam machen, die aus der physiologischen Betrachtung mit Sicherheit folgt, die Beziehung des *Vagus* zum Atemzentrum. Es ist gar kein Zweifel, daß der *Lungenvagus* in einer ganz spezifischen Beziehung zum Atemzentrum steht. Seine Fasern verlaufen aber im *Fasc. solitarius vagi* und splintern sich hier im *Nucl. fasc. solitarii* auf. Es ist demnach durchaus berechtigt, den *Nucl. fasc. solitarii* zum Atemzentrum zu rechnen, das auch nach den experimentellen Ermittlungen von GAD und MARINESCO im lateralen Teil der *Form. reticularis* seinen Sitz hat¹⁾. Aber auch das Atemzentrum darf ebensowenig wie ein anderes physiologisches Zentrum als eine Einheit gleichartiger Zellen aufgefaßt werden.

Ueber die Bahnen, welche die Impulse von dem Atemzentrum der *Medulla oblongata* zu den „Atemmuskelzentren“ (GAD), insbesondere des *N. phrenicus*, in die *Med. spinalis* führen, wissen wir seit lange, daß sie im *Fun. lateralis* verlaufen²⁾, und ich möchte daher darauf hinweisen, daß der *Fasc. Thomasi* eine spezifische Verbindung der *Medulla oblongata* gerade mit der *Med. cervicalis* darstellt, ohne aber seine Funktion als Atembahn beweisen zu können. Nur aus der physiologisch erweisbaren Tatsache³⁾, daß nach einem Schnitt kaudal von den *Quadrigenina* merkwürdige Veränderungen der Atmung auftreten, und der engen räumlichen Beziehung des *Tractus Probsti* zu den Gebilden, welche als Teile des Atemzentrums in Betracht kommen, kann ich auch die vage Vermutung herleiten, daß dieser *Tractus Probsti* mit der Atmung etwas zu tun habe.

1) Der *Nuc. respiratorius* von MISLAWSKI (*Nuc. fun. ant.*) hat mit der Atmung nichts zu tun.

2) ROTHMANN (Arch. f. Physiol., 1902, p. 11) gibt auch an, daß sie zum größten Teil im vorderen Seitenstrang, zum Teil aber auch im lateralen Teil des Vorderstranges verlaufen. Diese Versuche sind jedoch nicht so beschrieben, zum Teil auch gar nicht so ausgeführt, daß sich ein Urteil darüber bilden ließe, ob die Verletzungen gerade unseren *Fasc. Thomasi* betroffen haben; immerhin ist das durchaus möglich.

3) M. LEWANDOWSKY, Die Regulierung der Atmung, Arch. f. Physiol., 1896, p. 489.

Als eine den erwähnten endogenen Bahnen des *Trunc. cerebri* und der *Med. spinalis*, die zur Uebermittlung von Refleximpulsen dienen, analoge Bahn muß auch der *Fasciculus tectospinalis* bezeichnet werden. Er verbindet die Endigungsstätte des *Opticus* mit dem *Cornu anterius* der *Med. spinalis* und der Gegend der Hirnnervenkerne, insbesondere mit beiden *Nuclei facialis*. Wir dürfen daher wohl annehmen, daß durch ihn Reflexe vom Auge auf die Körpermuskulatur, und insbesondere der Lidschluß bei optischen Reizen vermittelt werden kann¹⁾. Daß der Lidschluß bei greller Beleuchtung nicht durch den *Cortex cerebri* vermittelt wird oder wenigstens nicht notwendig durch das *Cortex cerebri* vermittelt wird, hat GOLTZ an seinem großhirnlosen Hunde wahrscheinlich gemacht.

Auch die Bahn vom *Nuc. Darkschewitschi*, der durch die *Commissura posterior* mit dem *Gris. quadrig. anterioris* in Verbindung steht, könnte zur Uebermittlung optischer Reflexe dienen.

Der *Fasc. tegmentomammillaris* endlich könnte vielleicht zur Uebermittlung von durch den Geruchssinn ausgelösten Reaktionen Verwendung finden.

Eine höhere Stufe in der Verknüpfung sensibler und motorischer Impulse wird durch das **Cerebellum** repräsentiert. Daß das *Cerebellum* eine Schaltstation auf dem Wege centripetaler Impulse zum *Cerebrum* darstellt, hatten wir schon gesehen. Das *Cerebellum* aber leitet diese Impulse nicht nur weiter, sondern setzt sie selbst schon in motorische Aktion um. Man kann, was die Motilität betrifft, den großhirnlosen Hund von GOLTZ mit Recht als einen Kleinhirnhund bezeichnen²⁾. Der Einfluß des *Cerebellum* auf die Bewegung des Körpers ist ein doppelter. Er sorgt erstens für die Orientierung des Körpers im Raum, zweitens für die Koordination der Bewegungen, welche auch die Regelung des sogenannten Tonus³⁾ zu einem Teile umfaßt. Diese beiden Wirkungen sind eng miteinander verschmolzen, aber im Prinzip doch voneinander zu trennen⁴⁾. Beide stehen unter sensibler Leitung, und zwar hängt die Orientierung des Körpers im Raum sicherlich zum größten Teil von der Verbindung des *Cerebellum* mit dem *N. vestibularis* ab, welche, wie wir schon besprochen, vielleicht durch die *Olivä inferior* geht; die koordinierende Tätigkeit wird gewährleistet durch die Impulse, die dem *Cerebellum* durch die *Tractus spinocerebellares* zufließen.

Wenn wir die Verbindung des *Cerebrum* mit dem *Cerebellum* noch vorläufig außer Acht lassen, so muß hier jedoch schon die Verbindung des *Cerebellum* mit einem zweiten Hirnnerven, dem *N. opticus* durch die *Fibrae tectopontinae* und die *Fibrae tectoolivares* hervorgehoben werden. Durch diese Faserzüge wird das *Quadrigenum anterius*, diese Endstätte des *Opticus*, in Verbindung gesetzt mit dem *Griseum pontis* und der *Olivä inferior*. Von beiden Gebilden aber kennen wir keinen anderen Weg, als hinauf zum *Cortex cerebelli*. Wir müssen es daher vom anatomischen Standpunkt aus als möglich und wahrscheinlich bezeichnen, was auch vom physiologischen Standpunkt aus durchaus einleuchtend ist, daß vom *N. opticus* dem *Cerebellum* über das *Quadrig. ant.* zufließende Impulse die koordinierende Tätigkeit des *Cerebellum* unterstützen. Denn daß der Gesichtssinn ein mächtiges Mittel für die Koordination der Körperbewegungen darstellt, ist ja bekannt, wenn man wohl auch — und

1) Daß im *Mesencephalon* selbst ein Reflexbogen für den Pupillarreflex sich schließt, ist sicher, wird auch von BACH zugegeben, PROBST (Arch. f. Anat., 1902, Supplbd., p. 183) behauptet auch Fasern von der Kuppe des *Quadrigenum ant.* zum *Nuc. oculomotorii* der Gegenseite. Für die von BACH weiter angenommene Beziehung des Pupillarreflexes zum Halsmark würden allerdings alle anatomischen Grundlagen fehlen, falls man sie in der Tat durch eine Beeinflussung des Sphinkterkerns erklären müßte. Das ist mir allerdings unwahrscheinlich.

2) Der *Thalamus* ist ja, wie das insbesondere v. MONAKOW gezeigt hat, nur im Zusammenhange mit dem *Hemisphaerium* existenzfähig, und war auch bei dem GOLTZschen Hund nach EDINGERS Untersuchung zu Grunde gegangen.

3) M. LEWANDOWSKY, Ueber den Muskeltonus, Journ. f. Psych. u. Neur., I, 1902, p. 72. Eine ähnliche Auffassung des Tonus hat neuerdings auch H. MUNK ausgesprochen, Ber. d. Berl. Akad. d. Wissensch., 1903, No. 52.

4) Vergl. Arch. f. Physiol., 1903.

mit Recht — der Meinung ist, daß der Weg hierzu hauptsächlich über den *Cortex cerebri* geht. Auch zeigte der großhirnlose Hund von GOLTZ noch Lichtreaktionen, die für einfache Reflexe zu kompliziert erscheinen, wie die Abwendung des Kopfes von grellem Licht, die man aber sehr wohl dem *Cerebellum* zutrauen kann.

Auch daß der Gesichtssinn für die Orientierung des Körpers im Raum wichtig ist, ist bekannt (Gesichtsschwindel). Sollten auch diese Funktion regulierende Impulse dem *Cerebellum* durch die obenbezeichneten Bahnen, insbesondere über die *Oliva inferior* zugehen?

Sicher ist aber wohl, um es objektiv auszudrücken, daß die anatomischen Bedingungen gegeben sind, um vom Endgebiet des *Opticus* (*Quadrig. ant.*) Reaktionen durch das *Cerebellum* der Peripherie zu übermitteln.

Welches sind nun weiter die Wege, auf denen Impulse das *Cerebellum* verlassen können, und wohin führen sie? Es sind das in erster Linie die *Tractus Deitersi* und der *Tract. Monakowi*. Im *Nuc. Deitersi* endigen Fasern aus der gleichseitigen Hälfte des *Cerebellum* und aus ihm entspringen die mächtigen, im vorigen Kapitel geschilderten Bahnen, die einerseits absteigend zum *Cornu anterius*, andererseits durch den *Tract. longit. post.* aufsteigend zum *Nuc. trochlearis* und *Nuc. oculomotorii* ziehen und sich in diesen Kernen aufsplintern. Daß durch diese Verbindung des *Nuc. Deitersi* mit den Kernen der Augenmuskelnerven der Einfluß des *Cerebellum* auf die Bewegungen der Augen, dessen Störung sich in Nystagmus kundgibt, vermittelt wird, entspricht der allgemeinen Annahme. Ich möchte jedoch auch hier noch einmal betonen, daß diese Fasern des *Tract. longit. post.* zu den Augenmuskelnerven erst vom *Nuc. Deitersi* und nicht schon weiter kaudal entspringen.

Ueber die *Fasc. cerebellovestibulares* war bereits gesprochen worden. Wir kennen ihre — sicherlich nur sehr geringe — Bedeutung ebensowenig als die des *Fasc. retropeduncularis* und die der Fasern zum *Nuc. raphes* und zum *Nuc. centralis superior internus*.

Zu wiederholen ist, daß die Fasern der *Oliva inferior* (*Fibrae olivocerebellares*) im *Corp. restif.* und die des *Griseum pontis* im *Brach. pont.* ausschließlich zum *Cerebellum* leitende Fasern sind.

Dagegen wird das *Brach. conjunctivum* ausschließlich aus ableitenden Fasern des *Cerebellum* gebildet. Es kreuzt vollständig und stellt durch die massenhaften Aufsplitterungen seines *Ramus ascendens* im *Nuc. ruber*, seines *Ramus descendens* im *Nuc. reticularis tegmenti* die Ueberleitung zum *Tract. Monakowi* her.

Die von PROBST sogenannte Brückenseitenstrangbahn konnten wir eben nur als einen Brückenanteil des *Tract. Monakowi* betrachten.

Da der *Tract. Monakowi* wiederum kreuzt (in der *Dec. Foreli* und den *Striae pontis*), so haben wir vom *Cerebellum* aus in diesem Bündel eine doppelt gekreuzte, also gleichseitige Verbindung mit der *Medulla oblongata* und *spinalis*.

Die Endigung dieser zweifellos motorische Impulse führenden Bahn des *Tract. Monakowi* fanden wir jedoch nicht im *Cornu anterius* und den Kernen der Hirnnerven, sondern in der *Zona intermedia* und dem *Nuc. fun. lateralis*.

Für wahrscheinlich halte ich es ferner, daß auch der vom *Pons* zum *Nuc. oculomotorii* kreuzende, von uns beschriebene *Tract. pontis ascendens* durch den *Ram. brach. conj. descendens* Impulse vom *Corpus dentatum cerebelli* erhält, so daß wir also neben dem *Tractus Deitersi ascendens* hier noch eine zweite Leitung vom *Cerebellum* zu den Augenmuskelnerven hätten.

Das wären also die Bahnen, auf denen Impulse vom *Cerebellum* die Peripherie erreichen können.

Im *Brachium conjunctivum* verläuft nun aber außer der im *Nuc. ruber* zur Peripherie umgeschalteten Bahn noch eine weitere Bahn zum *Thalamus*. Diese Bahn wurde schon früher erwähnt und in Anspruch genommen für die Leitung der sensiblen Impulse, welche auf dem Weg über das *Cerebellum* und den *Thalamus* den *Cortex cerebri* erreichen. Es erscheint vielleicht merkwürdig, daß eine aus einem einheitlichen anatomischen Gebilde, dem *Corp. dentatum*, stammende Fasermasse sich teilt, um einerseits motorische Impulse zum *Nuc. ruber*, andererseits sensible Impulse dem *Thalamus* zu übermitteln. Oder sollten das gar dieselben Impulse sein?

Ja sind wir denn überhaupt berechtigt, die einen Impulse motorisch, die anderen sensibel zu nennen? Wenn wir festhalten, daß alle Motilität im letzten Grunde nur Umsetzung von Sensibilität ist, wo wollen wir die Grenze ziehen, die in dem sensomotorischen Reaktionskreis die Sensibilität und die Motilität scheidet. In unserem Falle: ist die Bahn vom *Corp. dentatum* zum *Nuc. ruber* noch sensibel oder schon motorisch?

Nur Haarspalterei könnte diese Frage entscheiden. Wir haben eben kein Recht und keine Möglichkeit, ein Reihe von Impulsen, die auf intrazentralen Bahnen geleitet werden, als sensibel oder motorisch zu unterscheiden. Die Richtung aller auf diesen Bahnen vermittelten Reaktionen geht von der Peripherie durch das Nervensystem wieder zur Peripherie. Eine scharfe Grenze zwischen zentripetal und zentrifugal gibt es dabei nicht. Die Physiologie kennt intrazentrale Bahnen, deren Funktion sich in strengem Sinne niemals mit dem einzelnen Worte motorisch oder sensibel abtun läßt.

Denn im einzelnen begreifen zu wollen, wie die zweckmäßige Regulierung der Motilität durch die Sensibilität zu stande kommt, ist ein völlig aussichtsloses Unternehmen. Wie sich etwa im *Cerebellum* die Impulse von der Peripherie mit denen vom *Cerebrum* zweckmäßig vereinigen zur Regulierung der Bewegung, davon werden wir uns niemals mehr als ein ungefähres Bild machen können.

Ich glaube, daß diese Betrachtung für die Auffassung der intrazentralen Vorgänge wesentlich und kein Streit um Worte ist. Wenn wir nun zum Ausgangspunkt dieser Betrachtung zurückkehren, und die Funktion desjenigen Teiles des *Brach. conjunctivum*, der das *Cerebellum* mit dem *Thalamus*, bez. dem *Cort. cerebri* verbindet, ermitteln wollten, so müßten wir die *Tractus Deitersi* und den *Tract. Monakowi* doppelseitig durchschneiden, so daß also nur noch der Weg zum *Thalamus* und über den *Cortex* übrig bleibt. Der Versuch ist leider unausführbar, weil diese Bahnen anatomisch so liegen, daß durch ihre Durchschneidung immer die *Tract. spinocerebellares* zum größten Teil getroffen werden würden.

Die Bahnen des *Quadrigenum anterius* und *posterius* sind schon an verschiedenen Stellen erwähnt worden. Das *Quadrigenum posterius* erhält Impulse vom *N. acusticus* durch den *Lemniscus lateralis* und gibt sie durch das *Brach. quadrig. posterius* zum *Corp. geniculatum mediale* weiter, von wo die Bahn zum *Lobus temporalis* offen steht.

Das *Quadrigenum anterius* erhält Impulse nur vom *N. opticus* und sendet Bahnen zu der *Medulla oblongata et spinalis* (*Tract. tectospinalis et Darkschewitschi*), sowie zum *Griseum pontis* und zur *Oliva inferior* (*Fibrae tectopontinae et tectoolivares*), über deren Bedeutung schon gesprochen worden ist, sowie endlich zum *Lob. occipitalis*.

Was das *Thalamencephalon* betrifft, so haben wir zu erwähnen, daß wir von ihm keine absteigenden Bahnen weder zur *Medulla spinalis*, noch zur *Medulla oblongata*, noch zum *Nuc. ruber* feststellen konnten. Der *Thalamus* kann also nicht als ein Zentralorgan eigener Ordnung betrachtet werden. Er ist vielmehr nur in Zusammenhang mit dem

Cortex cerebri, dem letzten und höchsten sensomotorischen Zentralorgan, zu dem wir nunmehr übergehen, zu behandeln¹⁾.

Die Wege, auf denen Impulse den **Cortex cerebri** erreichen können, sind bereits genugsam besprochen worden. Die Eigentümlichkeit des sensomotorischen Prozesses, der sich in der Hirnrinde abspielt, zu definieren, kann hier nicht unsere Aufgabe sein. Es bleibt uns nur übrig, die Bahnen zu prüfen, durch welche Impulse vom *Cortex cerebri* aus die Peripherie erreichen können.

Während bis vor nicht langer Zeit die Ansicht vorherrschend war, daß die *Pyramiden* den hauptsächlichsten, wenn nicht den einzigen Weg vom *Cortex* zur *Medulla spinalis* darstellten, hat zuerst STARLINGER, und kein anderer als STARLINGER²⁾, eine allerdings schon früher von BROWN-SÉQUARD ausgesprochene Ansicht durch die lückenlose Serie erwiesen, daß nämlich nicht nur die willkürliche Bewegung des Tieres nach Pyramidendurchschneidung in der *Medulla oblongata* keine nennenswerte Störung erfahre, sondern daß auch die elektrische Erregung von der Hirnrinde nach diesem Eingriff noch zu den Körpermuskeln gelangen könne.

Von ROTHMANN ist dieser Befund dann auch für den Affen bestätigt worden.

Man darf annehmen, daß sich auch beim Menschen kein prinzipiell abweichendes Ergebnis herausstellen würde, wenngleich die von MEYNERT schon betonte mächtige Entwicklung der Fußregion beim Menschen — die auch dem Befunde beim niederen Affen gegenüber noch enorm ist — davon abhalten muß, irgendwelche Schlüsse auf die quantitative Bedeutung der *Pyramide* beim Menschen zu ziehen. Das Problem der menschlichen Hemiplegie mit allen ihren Folgeerscheinungen wird eben nur am Menschen gelöst werden³⁾.

Es ist nun insbesondere von PROBST auf die Bedeutung des *Tract. Monakowi* für die Leitung der Impulse vom *Cortex* zur *Medulla spinalis* hingewiesen worden. Ich kann die Untersuchungen von PROBST in dem Punkte nur bestätigen, daß die gleichzeitige Unterbrechung von *Pyramide* und *Tract. Monakowi* zu einer außerordentlichen Erschwerung der elektrischen Leitung zur *Med. spinalis* führt. Ich kann jedoch für die Katze die von ROTHMANN für den Hund aufgestellte Behauptung, daß die elektrische Erregung nach Durchschneidung des hinteren Teiles des *Fun. lateralis* völlig unwirksam sei, nicht bestätigen⁴⁾. Ich habe nach totaler Zerstörung der hinteren Hälfte des *Fun. lateralis* mitsamt dem *Proc. reticularis* zwischen 1. und 2. Cervikalwurzel zwar erst bei starken Strömen, aber unzweifelhafte isolierte Bewegungen in den großen Gelenken der vorderen und hinteren Extremität der gekreuzten Seite bei Reizung der motorischen Zone erhalten. Erst bei noch stärkeren Strömen traten in 2 Fällen die Bewegungen in den homolateralen Extremitäten hinzu. Bei einem dritten waren diese letzteren überhaupt nicht zu erzielen. In einem dieser Fälle war auch der ganze *Fun. lat. ant.* zerstört, und vom *Fun. ant.* war nur eine kleine ventromediale Ecke der Zerstörung entgangen, und doch hatten die wenigen Fasern, die so unverletzt geblieben waren, genügt, um den elektrischen Reiz von den typischen Stellen des *Cortex* zur vorderen und zur hinteren Extremität zu leiten, und deutliche, wenn auch schwache motorische Erfolge zu vermitteln. Wenn also der *Tract. Monakowi* auch neben der *Pyramide* die wichtigste der Bahnen ist, welche durch elektrische Reizung bewirkte Erregungen vom *Cortex* zur *Medulla spinalis* leiten, so ist er doch nicht die einzige¹⁾.

1) Damit stimmt ja auch die Tatsache, daß der Thalamus nach Rindenzerstörung zu Grunde geht (GUDDEN, v. MONAKOW).

2) *Jahrb. f. Psychiatrie*, XV., 1897, p. 1.

3) So sei darauf aufmerksam gemacht, daß Kontraktionen nach Abtragung der Rinde beim niederen Affen nur unter ganz besonders ungünstigen Verhältnissen erzielt werden können (H. MUNK).

4) Für den Affen hat ROTHMANN selbst (*Arch. f. Physiol.*, 1892, Supplbd., p. 440) eine Leitung durch den Vorderstrang festgestellt.

Was nun aber weiter die Frage anlangt, auf welchem Wege die Erregung von der Rinde den *Nuc. ruber* (bez. den *Nuc. reticularis tegmenti*) als Ursprungsgrau des *Tract. Monakowi* erreicht, so nimmt PROBST keine direkte Verbindung des *Nuc. ruber* mit dem *Cortex* an, die, worin wir mit ihm übereinstimmen, auch nicht besteht, sondern schaltet den *Thalamus* zwischen *Cortex* und *Nuc. ruber* ein. Auch diese Bahn jedoch können wir nicht zugeben, denn wir halten erstens eine absteigende Verbindung des *Cortex* mit dem *Thalamus* für durchaus nicht sicher erwiesen, und zweitens ebensowenig eine solche des *Thalamus* mit dem *Nuc. ruber*.

Wir sehen für die Uebermittlung von Impulsen vom *Cortex cerebri* auf den *Nuc. ruber* vielmehr nur eine sicher festgestellte anatomische Möglichkeit, die Bahn über das *Griseum pontis*, zu dem ja sehr reichliche Bahnen aus dem *Cortex* durch den *Pedunc. cerebri* einstrahlen, und das seinerseits im *Brachium pontis* eine mächtige Verbindung zum *Cortex cerebelli* besitzt. Von hier zum *Corp. dentatum* und zum *Nuc. ruber* ist der Weg gegeben²⁾.

Dafür, daß der *Nuc. ruber* zunächst nur vom *Cerebellum* funktionell abhängig ist, dafür spricht nachdrücklich ein neuerdings von ANTON³⁾ publizierter Fall von angeborenem Kleinhirnmangel beim Menschen, bei dem sich anstatt der *Nuclei rubri* nur kleine Klumpen grauer Substanz mit spärlichen spindel-förmigen Ganglienzellen vorfanden, trotz guter Entwicklung des *Thalamus* und des *Cortex cerebri*.

Ich habe auch den Versuch gemacht, durch das Experiment diese Anschauung, die mir allerdings als die anatomisch einzig sicher gegebene erscheint, zu beweisen, indem ich den *Ped. cerebri* oral vom *Gris. pontis* durchschnitt. Nun ist es Sache sehr glücklichen Zufalls, wenn diese Operation einigermaßen rein und dabei vollständig gelingt. Von den zwei Fällen, über die ich verfüge, war in einem die Haubenstrahlung beteiligt, in dem anderen etwa ein Drittel der Fasern des *Tract. Monakowi* in der *Dec. Foreli* selbst verletzt. Ich kann daher auf diese Versuche entscheidenden Wert noch nicht legen. In beiden Fällen war jedoch die elektrische Reizung des *Cortex* ganz ohne Wirkung, was doch zu bemerken ist, da ich weiß, daß zwei Drittel des *Tract. Monakowi* sonst genügen, um noch sehr erhebliche motorische Effekte auch nach Durchschneidung der *Pyramide* zu vermitteln.

Nach unserer Auffassung gehen also sämtliche absteigenden Impulse vom *Cortex cerebri* durch den *Pedunculus*, ein Teil gelangt durch die *Pyramide* direkt zur *Medulla spinalis*, ein anderer zweigt sich im *Griseum pontis* ab und vereinigt sich erst nach dem Umwege über das *Cerebellum* und den *Nuc. ruber* wieder mit dem ersteren. Da wir noch eine dritte Bahn brauchen, so kämen hier eventuell auch die *Tractus Deitersi* in Betracht, die ja auch aus dem *Cerebellum* Erregungen empfangen. Es besteht aber durchaus die Möglichkeit, daß auch die anderen Bahnen, die im *Tectum* und im *Metencephalon* entspringen, Erregungen vom *Cortex* aufnehmen.

Dafür sprechen aber durchaus unsere anatomischen Feststellungen, daß nach Durchschneidung der *Pyramiden* die ganz überwiegende Menge, der vom *Cortex cerebri* ausgehenden Erregungen über das *Cerebellum* gehen müssen. Es steht dieser Satz in einer bemerkenswerten Parallele zu dem anderen, daß nach Durchschneidung der *Fun. posteriores* die einzige anatomisch sicher nachgewiesene Bahn das *Cerebellum* passiert.

Sollte weiter nun diese Bahn vom *Cortex cerebri* über das *Cerebellum* nur den Sinn einer anatomischen Komplikation der Leitung haben? Ich glaube vielmehr, daß diese Leitung über das *Cerebellum* nur

1) Der Antrieb zu willkürlicher Bewegung und ihre zweckmäßige Ausführung hängt nach Rückenmarkverletzungen in überwiegendem Maße von der Integrität der sensiblen Bahnen (der *Fun. post. et lateralis*) ab.

2) Auf diesen Weg hat auch KOHNSTAMM (Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., VIII, 1900, p. 289) hingewiesen.

3) Wiener klin. Wochenschr., 1903, No. 49, 3. Dez.

so zu verstehen ist, daß hierdurch der ganze Mechanismus des *Cerebellum*, das unter dem Einfluß sensibler Erregung die Motilität beeinflusst, dessen zu- und abführende Bahnen wir besprochen haben, in die Erregung vom *Cortex* eingeschaltet und von diesem obersten Organ abhängig gemacht wird.

Die Entfernung des *Cerebellum* bedingt die schwersten Störungen der Ausführung der Bewegungen, die Entfernung des *Cortex cerebri* vielmehr einen Ausfall der Intention. Das *Cerebellum* ist anatomisch und physiologisch ein subkortikales Organ für die sensible Regulierung der Bewegung, das die ihm vom *Cortex cerebri* zugehenden Aufträge selbständig in seinem eigenen sensomotorischen Kreise ausführt. Es ist wie in einem großen Betriebe die Schaffung in sich selbständiger untergeordneter Organe das beste Mittel den Betrieb in einer Hand halten zu können.

Von diesem Standpunkte aus möchte ich nun auch die von mir betonte Tatsache ansehen, daß die Endigung der *Pyramide* weder in dem *Cornu anterius* noch in den motorischen Hirnnervenkernen selbst zu suchen ist. Ich weise hier ferner noch einmal auf den Befund, besonders in der Gegend der *Nuc. oculomotorii* hin, wo die vom *Pedunculus* sich abzweigenden Fasern zum Grau des *Quadrig. ant.* ziehen. Daß sie trotzdem in indirecte Beziehung zu den Augenmuskelkernen treten, ist wohl sehr wahrscheinlich, und ich möchte noch besonders hervorheben, daß die anatomisch auffällige Tatsache, daß gerade die Fasern zum *Quadrigenum ant.* vorwiegend ungekreuzt verlaufen, mit den physiologischen Tatsachen auf das beste übereinstimmt. Denn wenn die Reizung der Rinde Augenbewegungen ganz vorwiegend nach der entgegengesetzten Richtung zur Folge hat, so ist daselbe nach ADAMÜCK auch bei Reizung des *Quadrig. ant.* der Fall. Sollen also diese beiden Reizeffekte in Beziehung zu einander gebracht werden, so dürfen die Rindenfasern zum *Quadrig. ant.* gar nicht kreuzen.

Die koordinierten Augenbewegungen sind ein Beispiel für die Komplexität des Vorganges, der auch nur durch das rohe Mittel der elektrische Rindenreizung ausgelöst wird, und zu deren Erklärung eine direkte Vermittlung der Rindenerregung zu der motorischen Zelle von vornherein nicht ausreichen dürfte.

Die *Medulla spinalis* ist genau so ein unter dem Einfluß sensibler Erregungen die Motilität beeinflussendes Zentralorgan wie das *Cerebellum*, wenn auch seine Leistungen auf einer noch tieferen Stufe stehen als die des letzteren, und ich glaube daher die Annahme wagen zu dürfen, daß durch die Endigung der *Pyramide* in der *Zona intermedia grisea medullae spinalis* dieser ganze Apparat des Rückenmarkes, der auf einen von außen kommenden Anstoß in der Form des sogenannten Reflexes antwortet, in zweckmäßiger Weise in Bewegung gesetzt wird¹⁾. Der Rückenmarkreflex selbst, hervorgerufen durch äußeren Reiz, hat für die Säuger gar keine Bedeutung mehr. Aber im Gesamtgetriebe der Motilität, in Abhängigkeit vom *Cerebellum* durch den *Tract. Monakowi* — auch dieser Faserzug schien uns ja nicht im *Cornu anterior* selbst sich aufzusplitteln — und in doppelter Abhängigkeit vom *Cortex cerebri* durch die *Pyramide* und das *Cerebellum* mag der sensomotorische Apparat der *Medulla spinalis* seine Bedeutung erhalten.

Wie die Verbindung der zentripetalen Regulierung mit der von höheren Hirnteilen absteigenden Impulsen sich vollzieht, darüber — das betonen wir auch hier wieder — können wir uns durchaus keine zureichende Vorstellung bilden. Wir sehen nur den Erfolg und möchten schließen, daß durch diese abgestufte Gliederung des Betriebes der Betrieb des zentralen Nervensystems jene Zweckmäßigkeit erlangt, die, wenn sie auch das Prinzip in der Betrachtung alles organischen Geschehens ist, doch nirgends in solcher Vollendung gefunden wird, wie in den Funktionen des höchsten organischen Gebildes, des zentralen Nervensystems.

Das ist natürlich nur eine physiologische Annahme, die der Anatomie selbst fremd ist. Aber — und damit kehren wir zum Ausgangspunkt dieses Kapitels zurück — die Anatomie zeigt uns ja überhaupt

nichts weiter als die möglichen Leitungswege der Erregung. Die Art der Erregung und die Eigentümlichkeit der Reaktion zu bezeichnen, bleibt die Aufgabe der Physiologie und der Psychologie, sei es nun, daß eine solche Reaktion in der Auslösung einer Empfindung oder einer Bewegung besteht. Zur Aufklärung des Wesens der Leistungen des Nervensystems kann die Anatomie nichts beitragen. Ihre Bedeutung liegt in der topographischen Abgrenzung einzelner Gebiete, welche differenten Funktionen dienen. Zu dieser topographischen Bestimmung gehört auch die Feststellung der Leitungsbahnen, durch welche die Verbindung dieser Gebiete hergestellt wird, und durch deren Verfolgung diese Gebiete zum Teil sogar erst ermittelt werden können. Wir hoffen, daß wir durch unsere anatomische Untersuchung auf dem von uns bearbeiteten Gebiete diese Lehre nicht kompliziert, sondern eher vereinfacht haben.

Tafelerklärung.

- A* Fibrae arciformes internae
As Fasc. solitarius acustici
B Fun. Burdachi
Bm Brach. medium cerebelli
Bp Brach. quadrig. posterius
Br Brach. conjunctivum
Brc Tract. uncinatus
Brd Ram. descendens brach. conjunct.
Brp Fasc. retropeduncularis
CR Fibrae cerebellares zum Nuc. centralis superior internus
CR₂ Fibrae arcuatae externae zum Nuc. raphes
Cv Fibrae cerebellovestibulares
Cv² In den Fasc. Roller absteigender Teil der Fibrae cerebellovestibulares
Cqp Commissura quadrigemini posterioris
D¹—D⁴ Tractus Deitersi
D¹ Tractus Deitersi principalis
Dcr u. Dcr² Tract. Deitersi cruciat.
DF Decussatio Foreli
DG¹ u. DG² Decussatio Ganseri (subthalamica)
DM Commissura Meynerti (subthalamica)
Dlp Decussatio lemnisci principalis pontis
F Fasciculi Foreli
Ff Flocculus
FM Tract. Meynerti
Fo Fornix
Fs Fasc. solitarius vagi
G Tract. Gowersi
Ger Gekreuzte Fasern des Tract. Gowersi
Gi Zona reticulata thalami
H Feld H Forels
Ha Centrale Haubenbahn = Tm = To = Tract. tectoolivaris
L Lemniscus principalis
Le Lamella externa thalami
Li Lamella interna thalami
Lm Lemniscus medianus
Ll Lemniscus lateralis
Lp Lemniscus principalis pontis
M Tractus Monakowi
M² Pars pontina tractus Monakowi
Ma Fasc. tegmentomammillaris
Me Dec. (tegmenti) Meynerti
Mo Striae acusticae Monakowi
OP Tract. pontis ascendens
P Tract. longitudinalis posterior
P₁ Fibrae reticulospinales
P₂ Tract. pontis descendens
P³ Tract. nuclei Darkschewitschi
Pcm Pedunculus corporis mammillaris
Pd Tractus praedorsalis
Pe Pedunculus cerebri
Po Pons
Pr Commissura (lemnisci lateralis) Probsti
Pro Tract. Probsti
Pu Putamen
Py Pyramide
Py₂ In der Gegend des Nuc. facialis kreuzende Bündel der Pyramide
Py³ Fasc. Picki
Q Fasc. tectospinalis
R Corpus restiforme
R¹ Tract. (spinocerebellaris dorsalis) Flechsigi
Re Pars interna corporis restiformis
Sp Stratum profund. quadrigemini ant.
Stp Striae pontis
Stt Stria thalami
Th Fasc. Thomasi
Tm = To = Ha Tract. tectoolivaris
Tp Tractus tectopontinus
Tr Corpus trapezoides
Tr² Kaudal verlaufendes Bündel aus dem Corpus trapezoides
VA Fasc. Vicq d'Azyri
Vx Zug zur Rad. medialis acustici
X Fasern aus dem Velum medullare anterius
Y Teil des Tract. Gowersi
II N. opticus
III N. oculomotorius
IV N. trochlearis
V N. trigeminus, Rad. spinalis trigemini
Vc Rad. mesencephalica trigemini
Vm Nuc. motorius trigemini
Vs Nuc. sensorius trigemini
VI N. abducens
VII N. facialis
VIII N. acusticus
VIIIa Gangl. ventrale acustici
VIIIb Rad. lateralis acustici mit Tub. acusticum
VIIIc Nuc. dorsalis acustici
VIIIc¹ Nuc. Bechterewi

- VIII d* Fasciculi Rollerii
VIII e Nuc. supremus acustici
VIII v Rad. med. acustici
X N. vagoglossopharyngeus
Xa Nuc. ambiguus
Xd Nuc. dorsalis vagi
Xs Fasc. solitarius vagi.
XII N. hypoglossus.
a Pars dorsalis nuc. funic. anterioris
a² Pars ventralis nuc. funic. anterioris
aa Nuc. anterior (thalami)
b Nuc. Burdachi
b² Pars externa nuc. Burdachi
co Locus coeruleus
cs u. cs¹ Nuc. centralis superior internus
d Nuc. Deitersi
de Corpus dentatum
g Nuc. Golli
gl Corpus geniculatum laterale
gm Corpus geniculatum mediale
gu Gangl. tegmenti profundum (Guddens)
ha Gangl. habenulae
i Oliva inferior
ip Gangl. interpedunculare
l Nuc. fun. lateralis
la Fig. 1, 2 u. 34 Pars ventralis nuc. fun. lat.
la Fig. 16 u. 17 Nuc. lateralis a (thalami)

- lb* Pars b nuc. lateralis ant. (thalami)
le Nuc. funic. lat. accessorius
ld Nuc. lateralis post. dorsalis (thalami)
LM Endigungsbezirk des Tract. Monakowi im Nuc. funic. lateralis
lv Lamella dorsalis thalami
lx Teil des Nuc. fun. lat.
ma Nuc. med. a (thalami)
mb Nuc. med. b (thalami)
mb¹ Pars caudalis nuc. med. b
nF Gris. fasc. Foreli
nT Nuc. trapezoides
ni Subst. nigra
np Nuc. peduncularis
pg Nuc. parageniculatus
po Griseum pontis
qp Quadrigem. posterius
r Substantia Rolandi
ra Nuc. raphes
rt Nuc. reticularis tegmenti
ru Nuc. ruber
s Oliva superior
sl Griseum supralemniscatum
va Nuc. ventralis a (thalami)
v ant Nuc. ventralis anterior (thalami)
vb Nuc. ventralis b (thalami)
vc Nuc. ventralis c (thalami)

Inhaltsverzeichnis¹⁾.

	Seite
I. Einleitung. Methode	3 [63]
II. Beschreibung einzelner Schnitte ausgewählter Serien	6 [66]
III. Systematische Beschreibung einzelner Fasersysteme	20 [80]
1. Acusticus und zentrale Acusticusbahn	20 [80]
2. Funiculus posterior	28 [88]
3. Lemniscus principalis (mit zentraler Trigeminusbahn)	30 [90]
4. Tractus fasciculorum Foreli	37 [97]
5. Zum Cerebellum (aufsteigend) degenerierende Bahnen	38 [98]
a) Tractus spinocerebellares (Flechsigi et Gowersi)	38 [98]
b) Bahnen von der Oliva inferior und dem Griseum pontis	41 [101]
6. Vom Cerebellum (absteigend) degenerierende Bahnen	43 [103]
a) Fasern zur Raphe	43 [103]
b) Fasern zum Nuc. Deitersi	43 [103]
c) Tractus uncinatus	43 [103]
d) Brachium conjunctivum	45 [105]
7. Tractus Monakowi	47 [107]
8. Tractus Deitersi (descendentes).	50 [110]
9. Fasciculus tectospinalis	51 [111]
10. Tract. nuclei Darkschewitschi, Tractus pontis descendens, Tractus reticulospinales	53 [113]
11. Fasciculus Thomasi	55 [115]
12. Zu den Augenmuskelkernen aufsteigende Bahnen	56 [116]
12a. Tractus Deitersi ascendens	56 [116]
12b. Tractus pontis ascendens	56 [116]
13. Tractus tectopontinus MÜNZER	57 [117]
14. Tractus tectoolivaris (zentrale Haubenbahn)	57 [117]
15. Radix trigemini mesencephalica (und Bemerkungen über die Radix spinalis)	58 [118]
16. Tractus Probsti	59 [119]
17. Decussatio Ganseri und Commissura Meynerti	59 [119]
18. Commissura posterior	61 [121]
19. Systeme des Corpus mammillare	61 [121]
20. Pedunculus cerebri und Pyramide	62 [122]
21. Bahnen zwischen Thalamus und Cortex cerebri	67 [127]
IV. Zusammenfassende anatomisch-physiologische Darstellung	68 [128]
Tafelerkärung	88 [148]

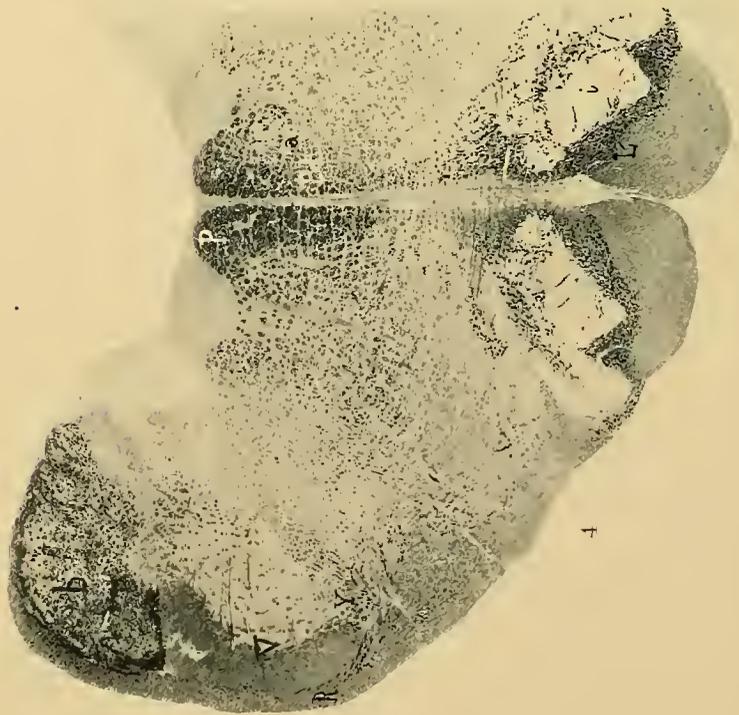
1) Die in Klammern gesetzten Seitenzahlen bezeichnen die Seiten dieses Bandes der Denkschriften, die ohne Klammern die Seiten dieser Arbeit. Wenn im Text auf bestimmte Seiten verwiesen wird, so sind die Seitenzahlen dieser Arbeit zitiert, die „medial“ auf jeder Seite zu finden sind.



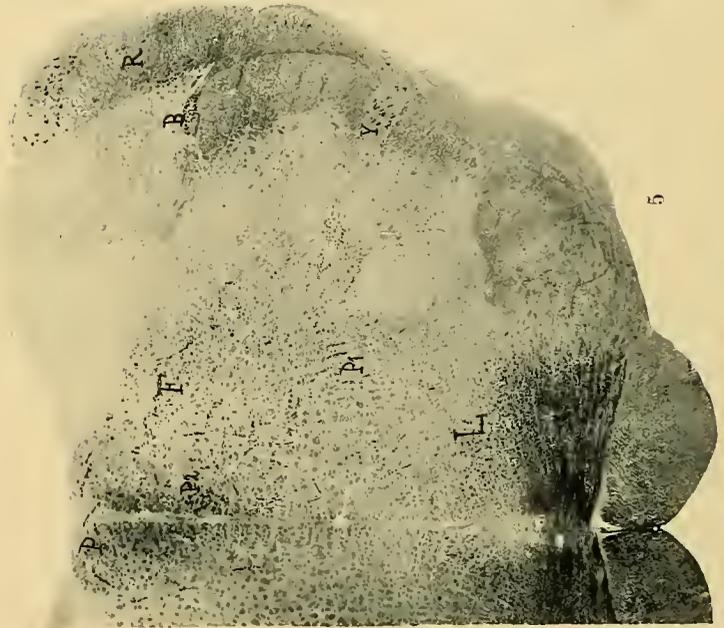
1



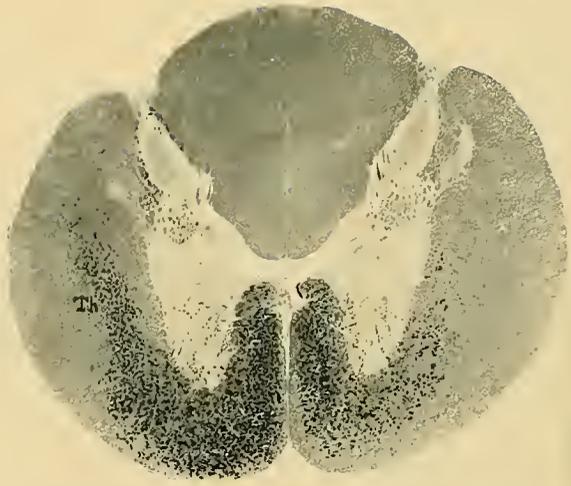
2



3



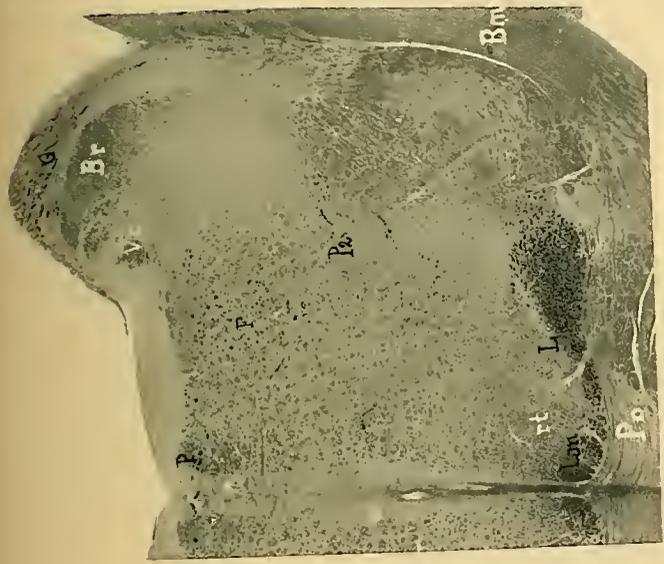
4



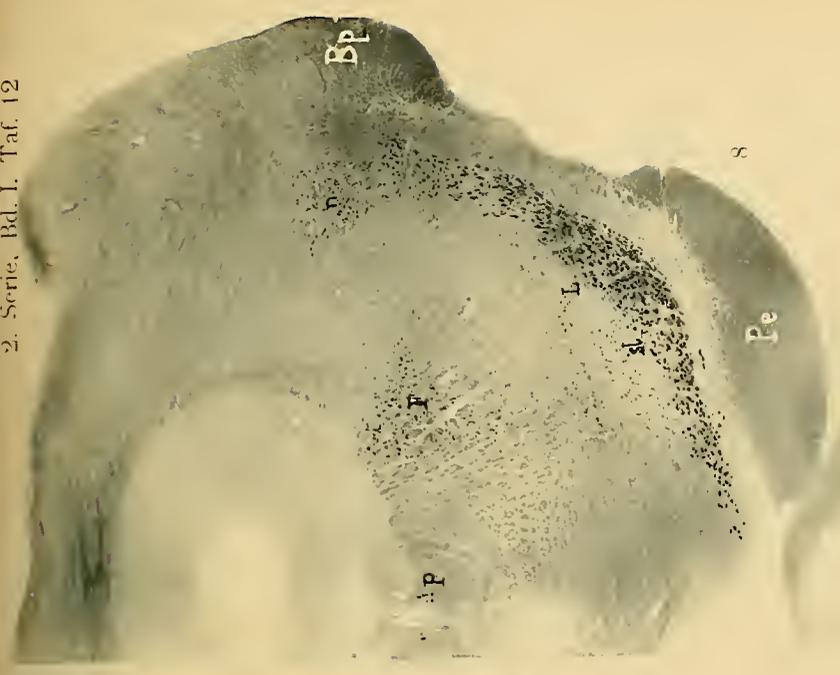
5



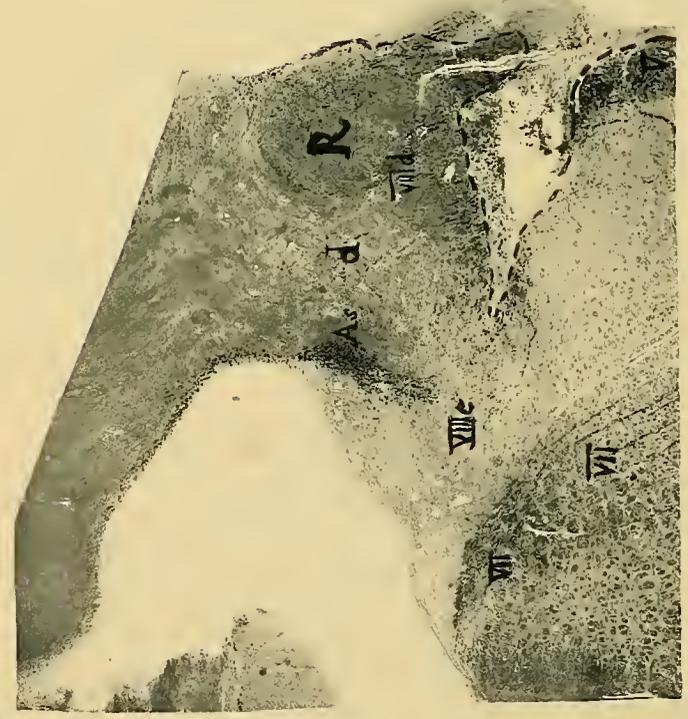
6



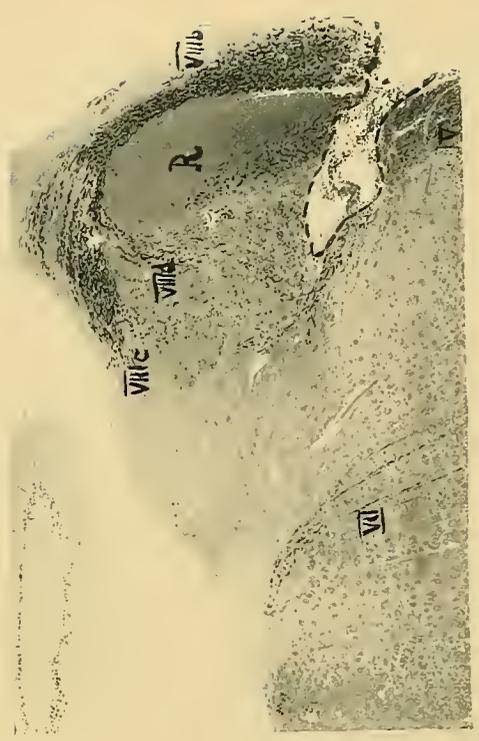
7



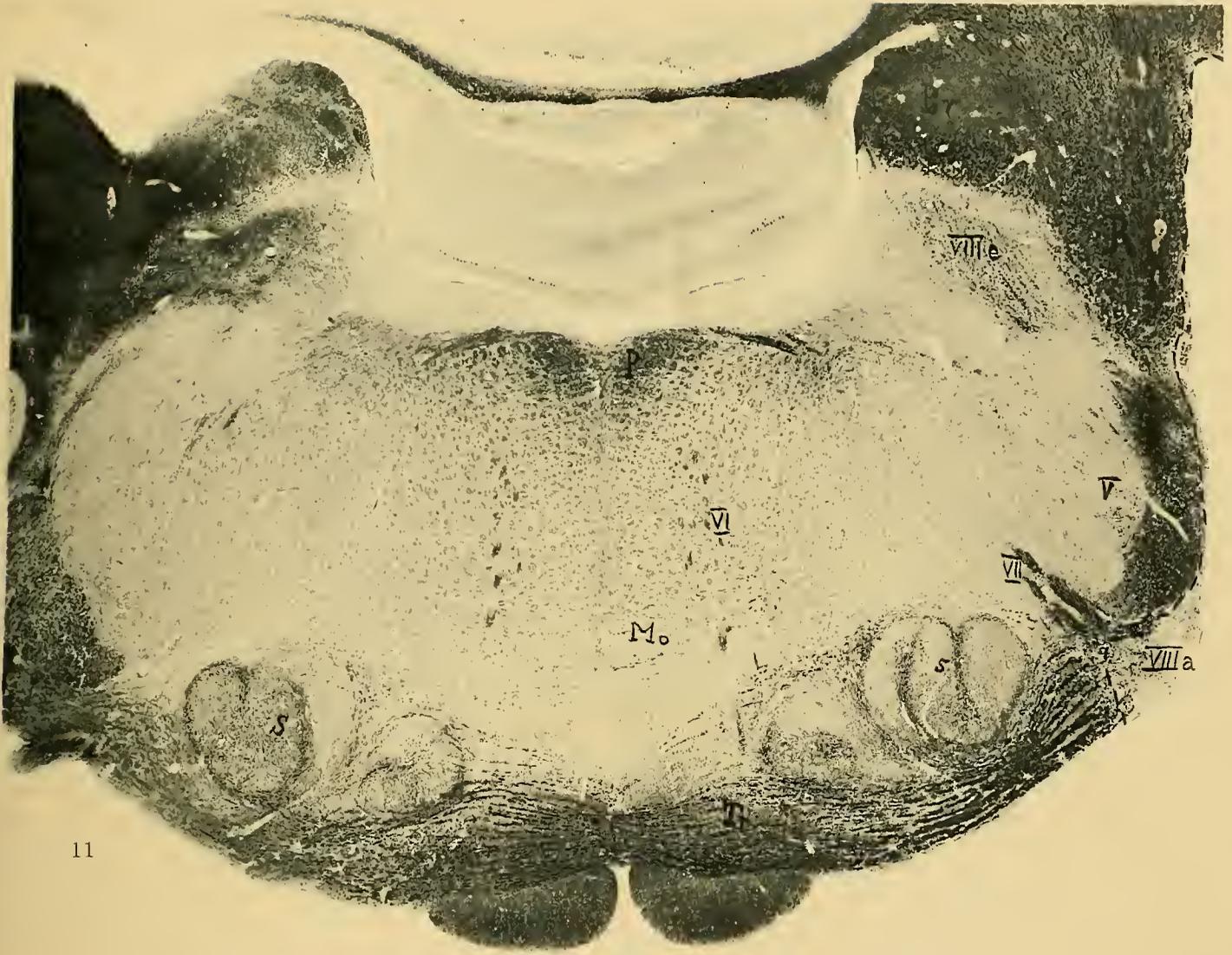
8



10



9

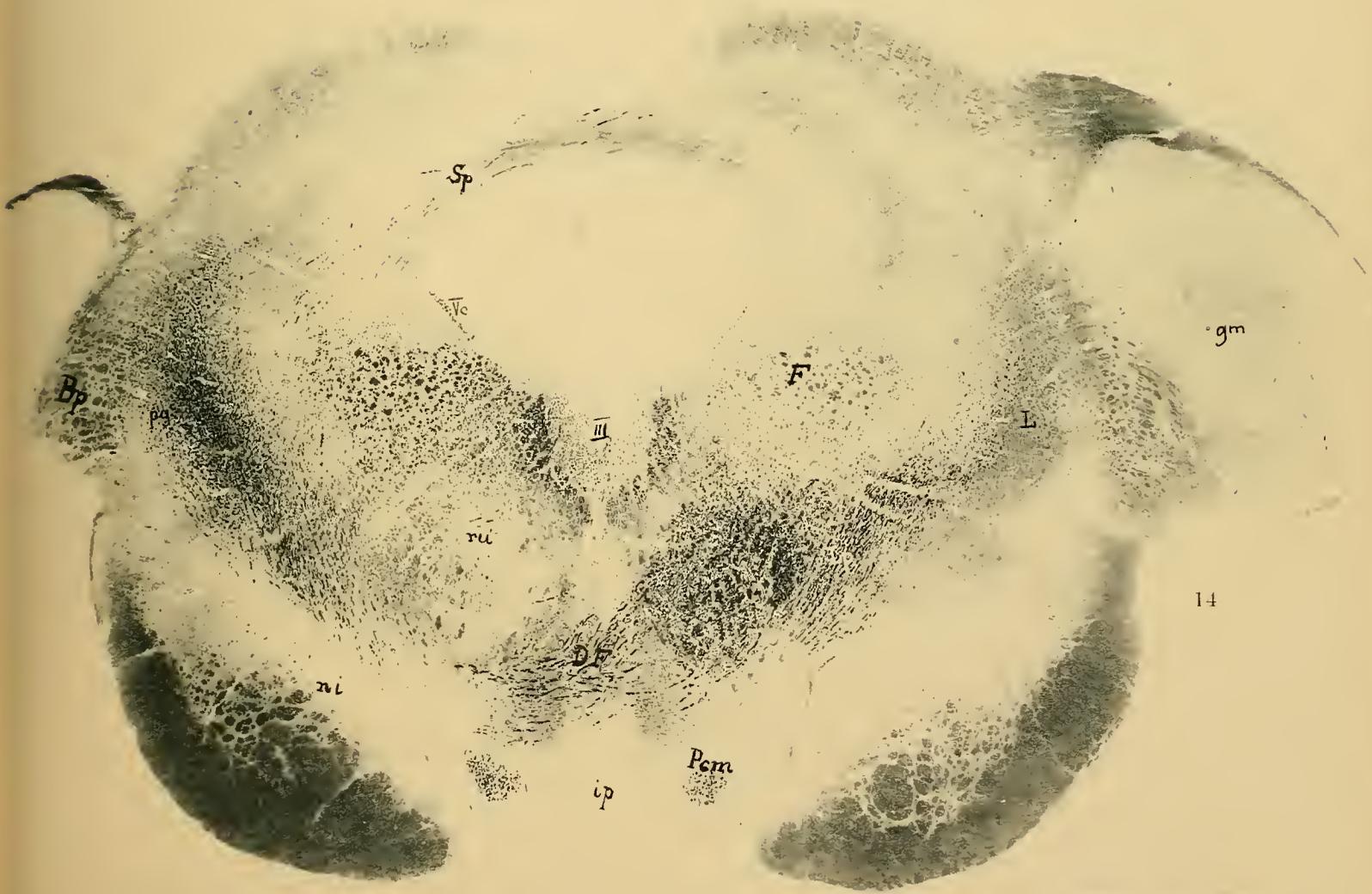


11

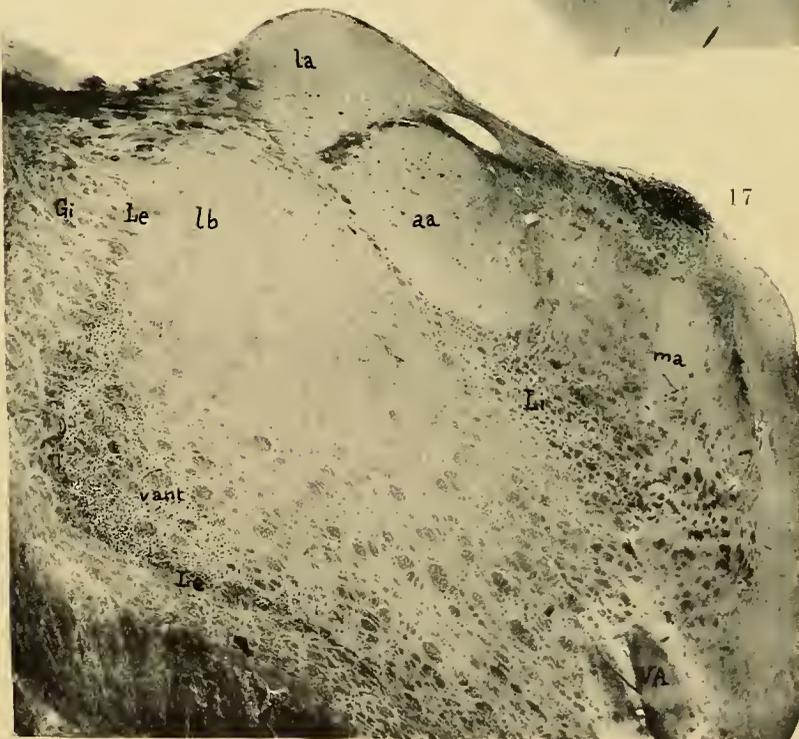
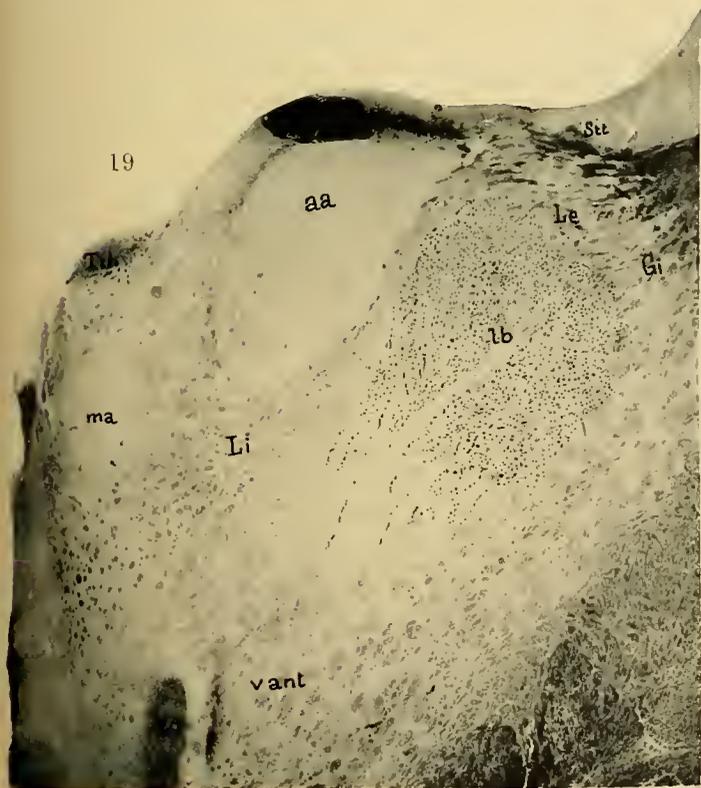
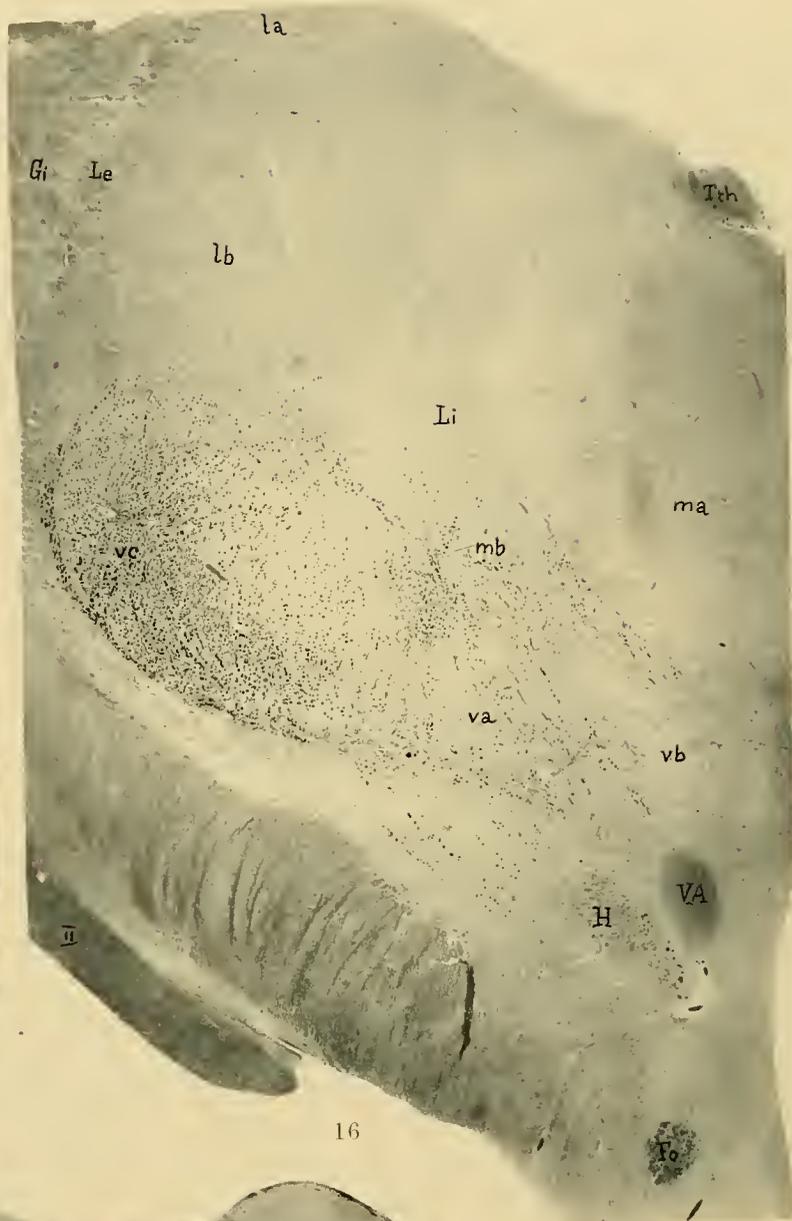


12

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

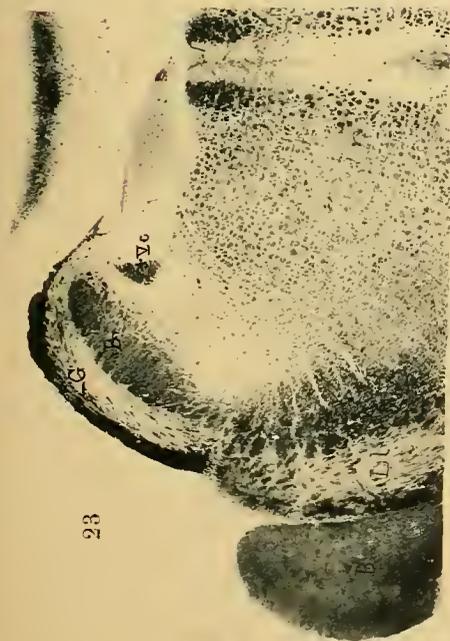
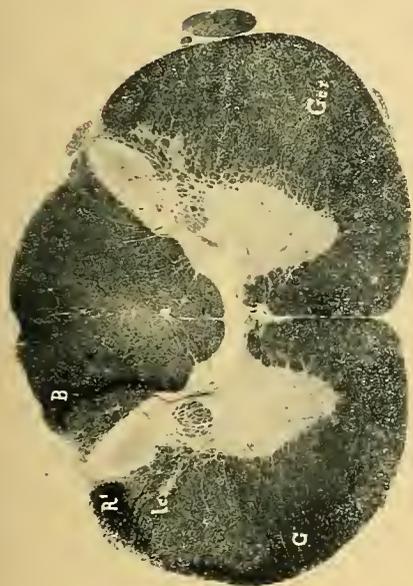




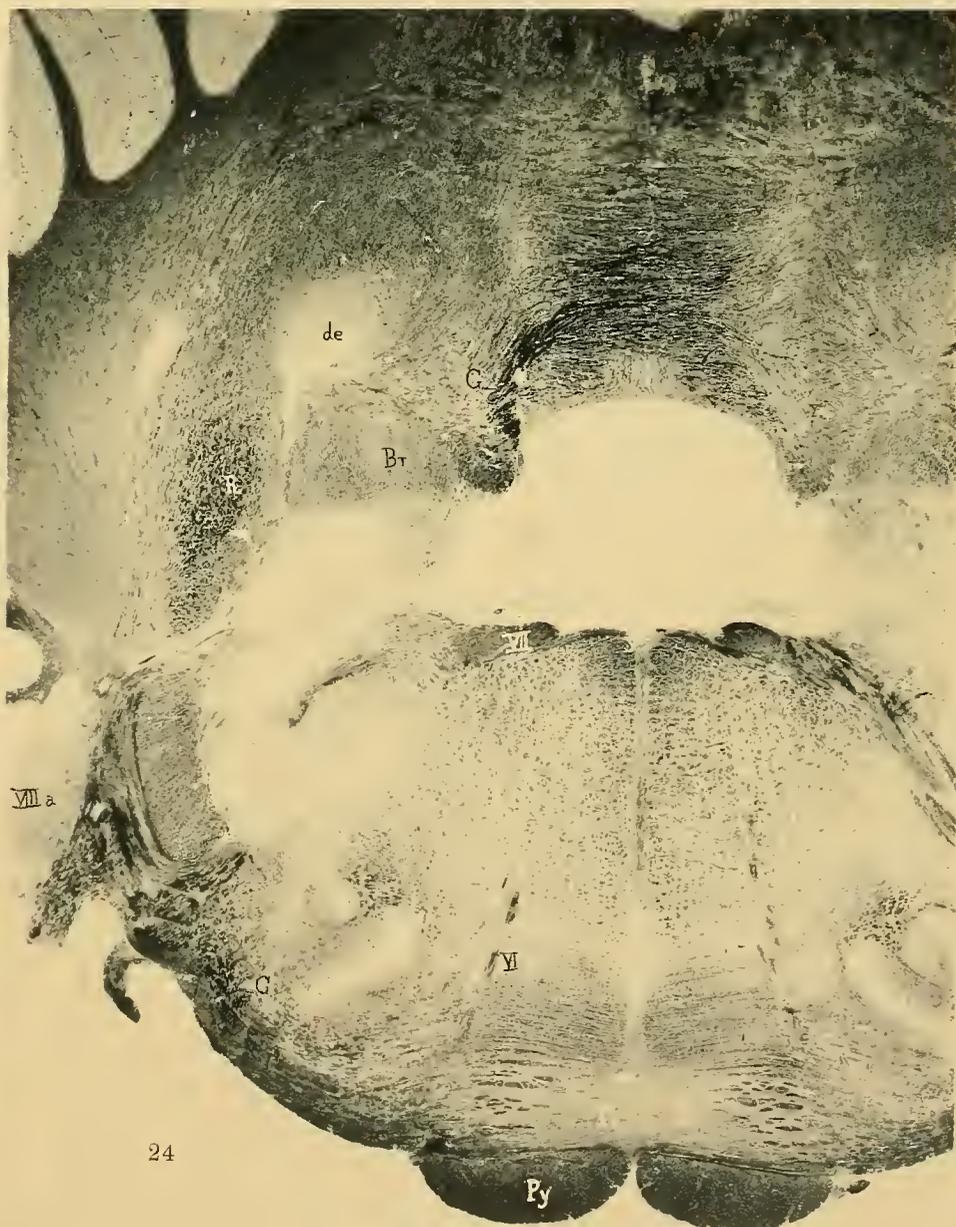




22



23

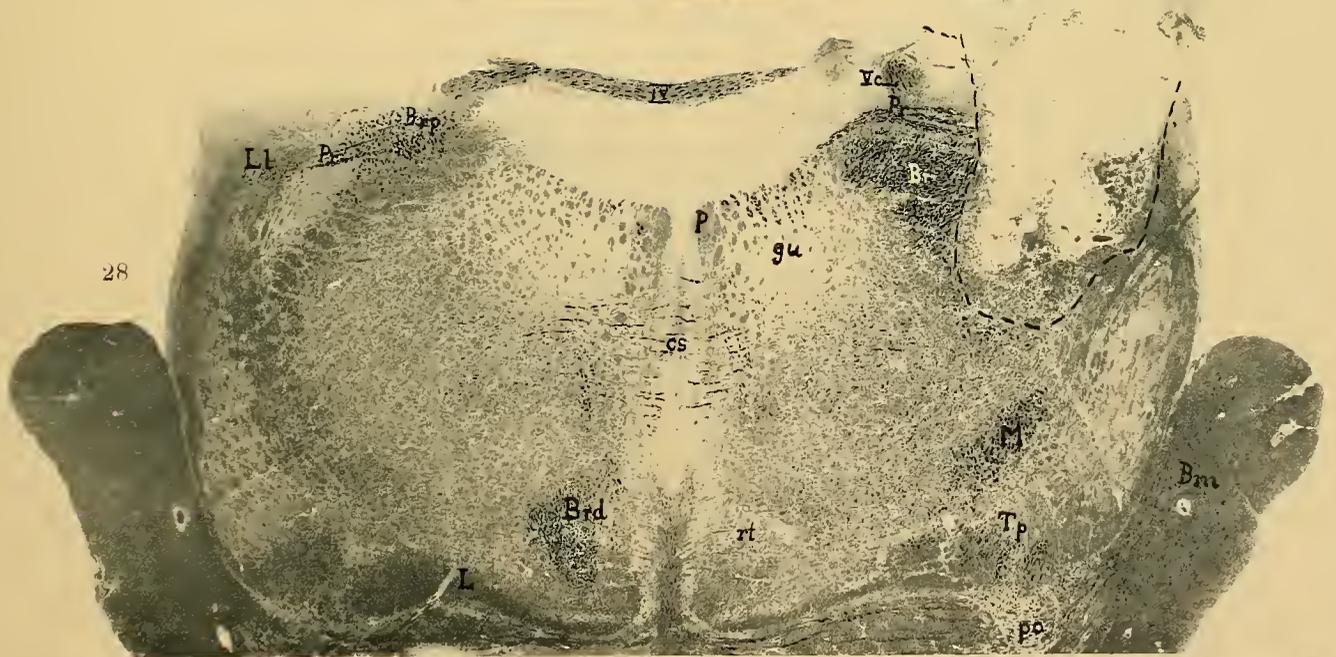


24

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

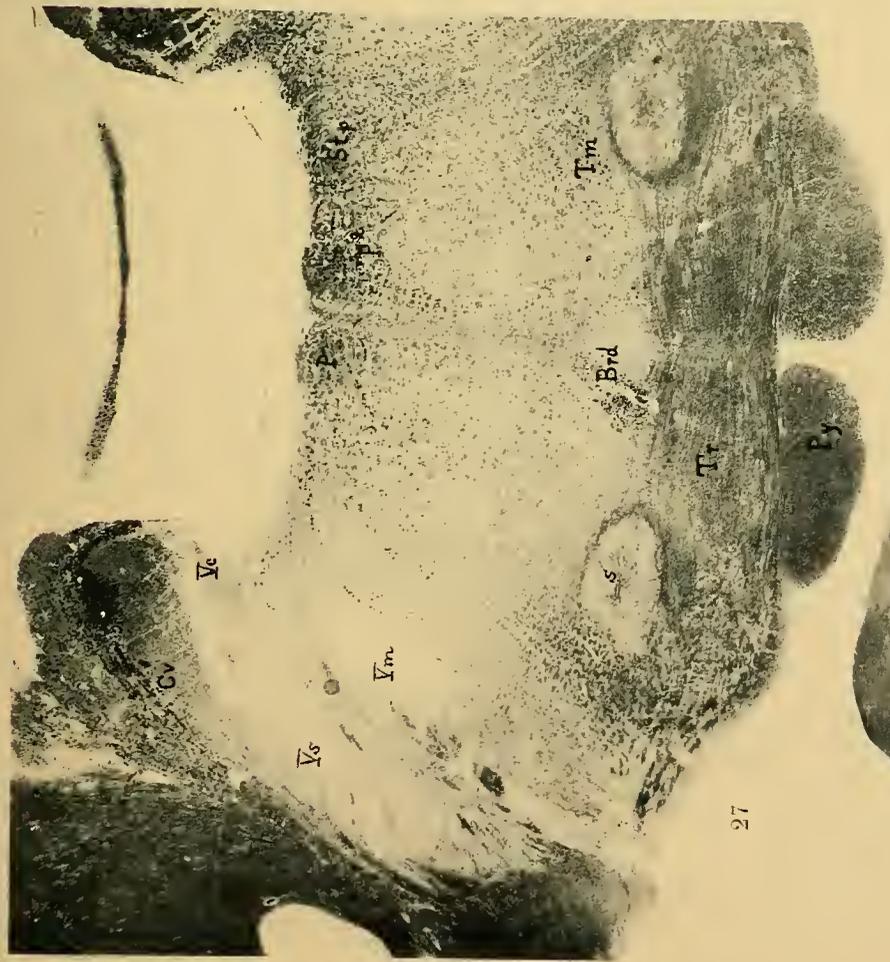


25



28

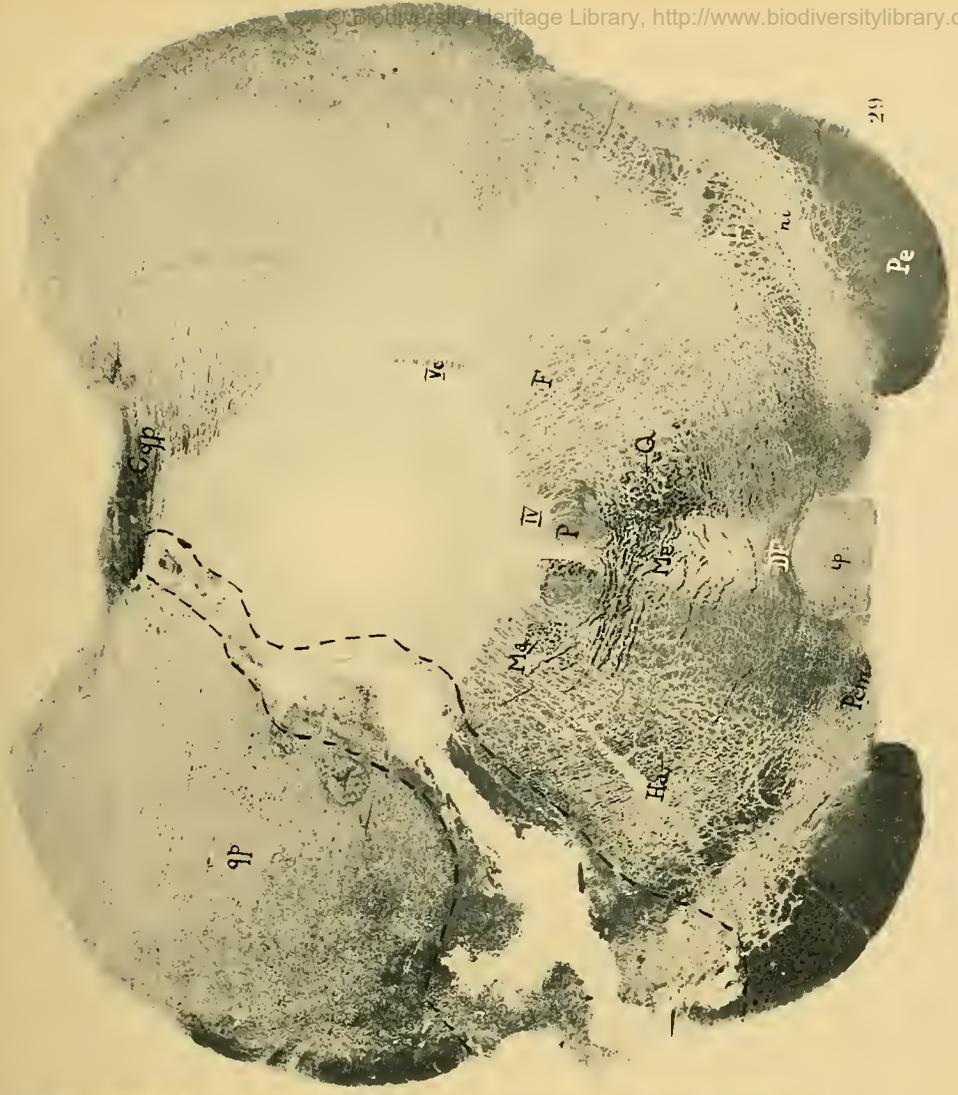
Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.



27



26



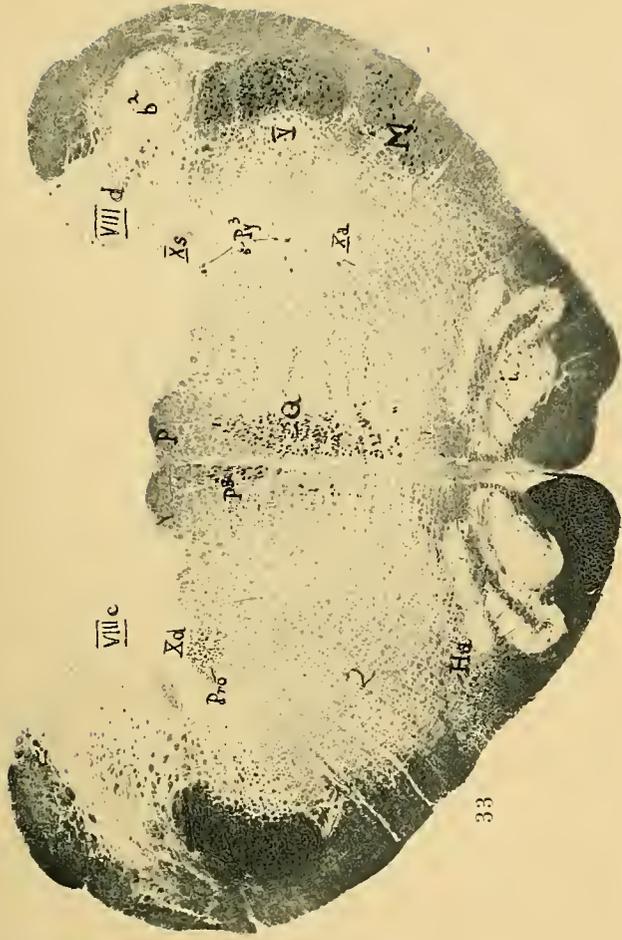
29



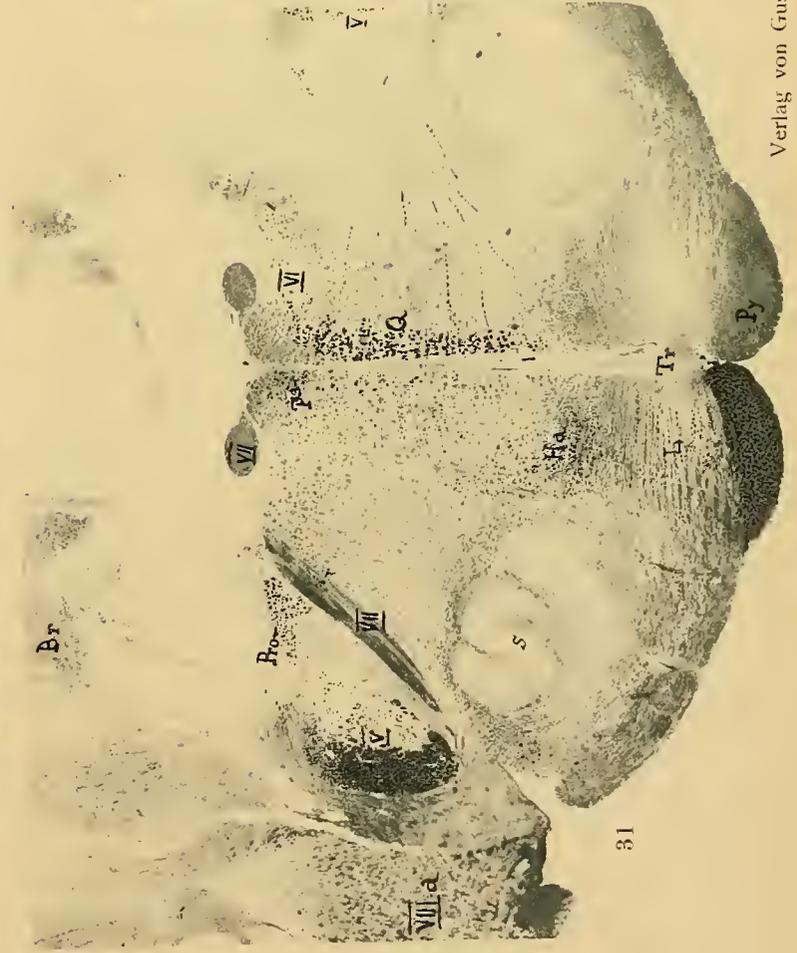
34



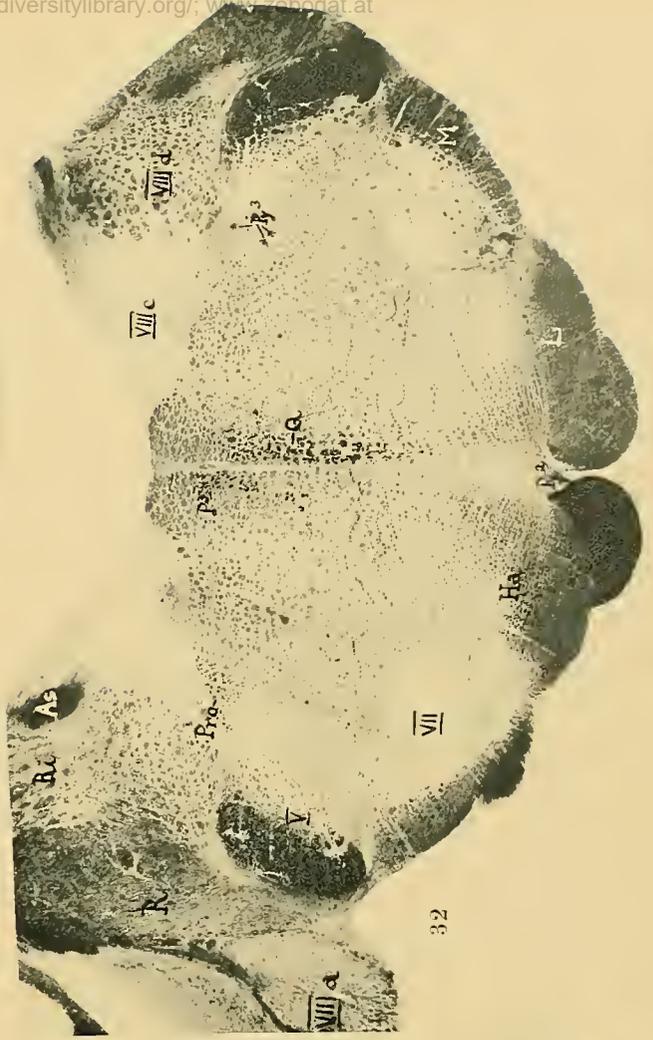
30



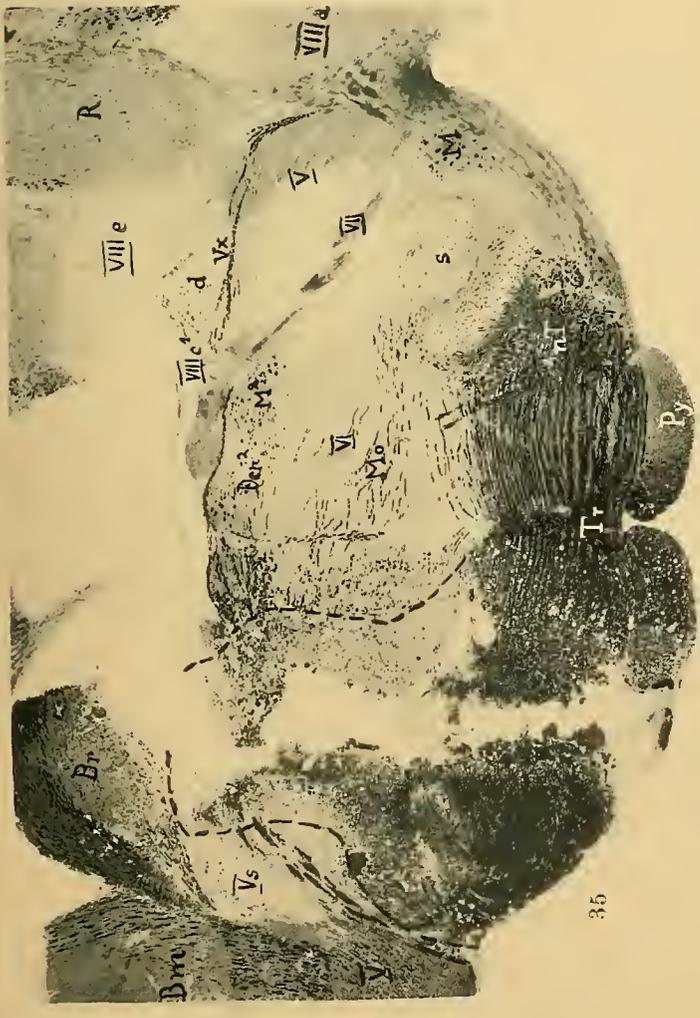
33



31



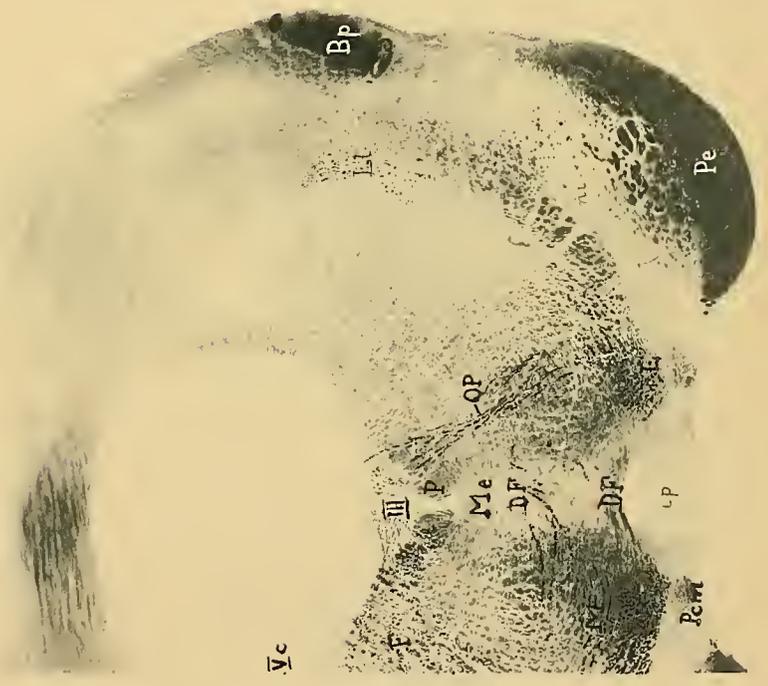
32



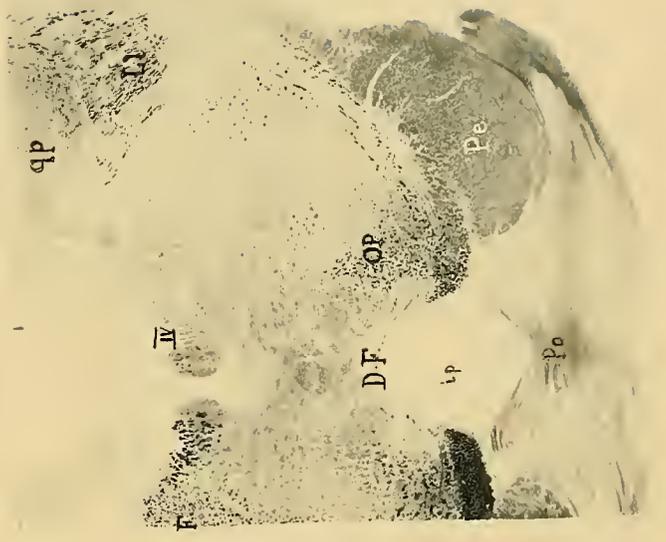
35



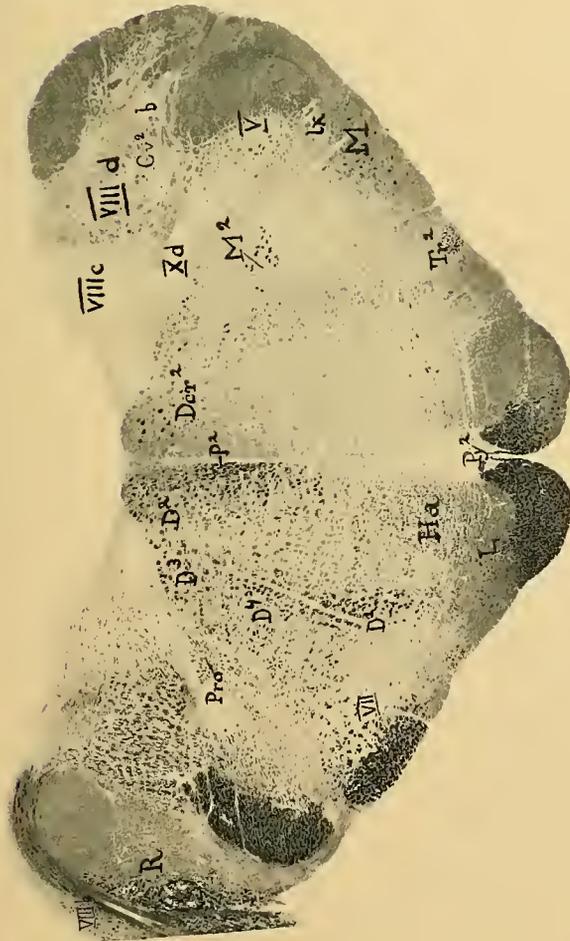
36



38



37



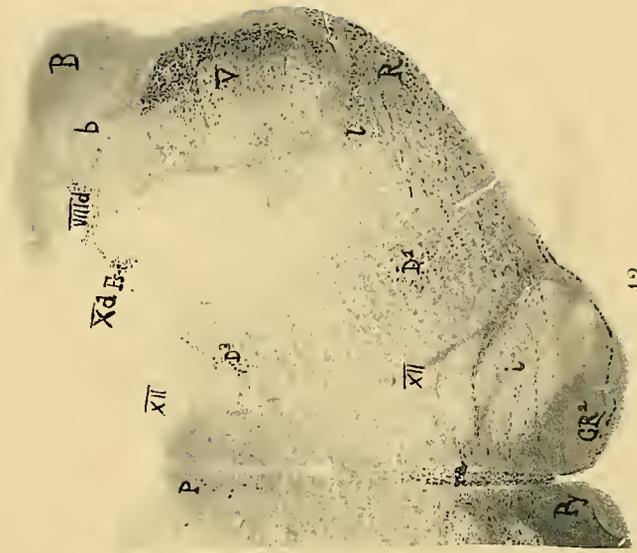
39



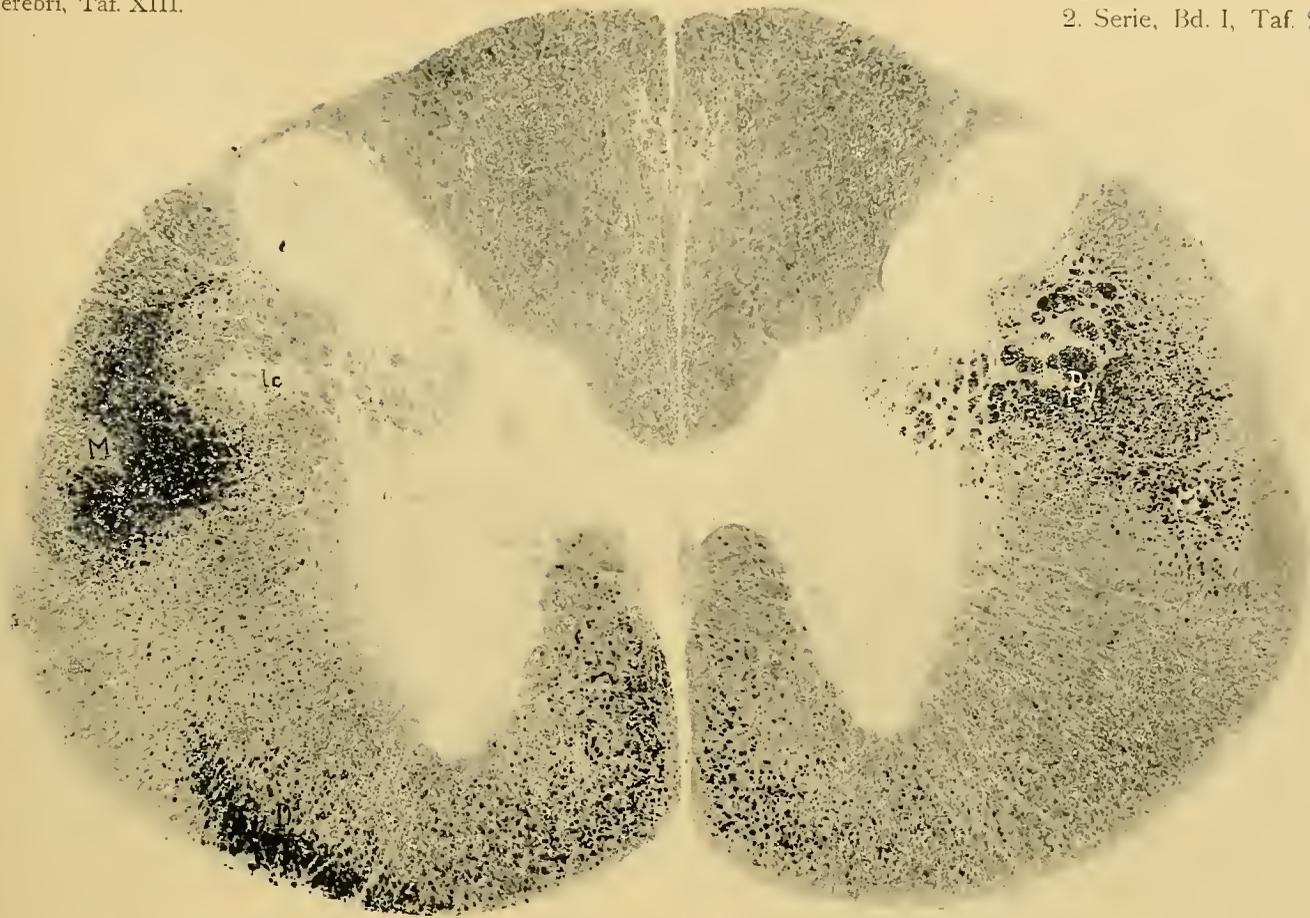
40



41



42



43



44

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.