

XI.

Aus dem psychiatrischen und neuropathologischen Institut der
Kgl. Universität Padua (Direktor: Prof. E. Belmondo).

Ueber die zerebro-zerebellaren Bahnen.

Experimentelle Untersuchungen.

Von

Dr. Carlo Besta, Privatdozent.

(Hierzu Tafeln VI—IX.)

Unsere Kenntnisse über die Art und Weise, wie die anatomischen Beziehungen zwischen grossem und kleinem Gehirn sich abspielen, sind bei weitem noch nicht vollständig. Die zahlreichen myelogenetischen, anatomisch-klinischen und experimentellen Arbeiten, die über diesen schwierigen Stoff veröffentlicht wurden, haben zwar wichtige und interessante Tatsachen ergeben, aber keine völlige Uebereinstimmung in den verschiedenen Meinungen herbeigeführt.

Um uns davon zu überzeugen, genügt es, die Schemas der zerebro-zerebellaren Bahnen, wie sie in den Arbeiten von Autoren dargestellt sind, deren Zuständigkeit auf dem Gebiete der Anatomie und Histologie des zentralen Nervensystems allgemein anerkannt ist, unter sich zu vergleichen.

Cajal (6) beschreibt in der letzten Auflage seines Handbuches der Histologie des Nervensystems ein sehr einfaches und sehr klares Schema. Von den Zellen der motorischen Rindenzone gehen Achsenzylinder aus, welche in der inneren Kapsel und im Pes pedunculi verlaufen und sich um die Zellen der ventralen Brückenetage herum verzweigen, wobei sie ein dichtes noch durch Kollateralen der Pyramidenfasern verstärktes Geflecht bilden. Von diesen Zellen gehen Fasern aus, welche die Ventralraphe durchziehen und sich durch das Brachium pontis der entgegengesetzten Seite mit den Purkinjeschen Zellen in Verbindung setzen. Die Achsenzylinder derselben gehen zu den Zellen des Nucleus dentatus und von diesen entspringen wiederum neue Fasern, die das Brachium conjunctivum bilden und, nachdem sie sich in Wernekinks Kommissur gekreuzt, um die Zellen des roten Kernes und des Thalamus

ihr Ende finden. Die Rote kernzellen würden sodann ihre Achsenzylinder zum Rückenmark aussenden (Monakowsches Bündel). Cajal gibt auch zu, dass die Fasern des Brachium conjunctivum, wenigstens teilweise, zwei absteigende Kollateralen aussenden, eine vor der Kreuzung, die sich bis zum verlängerten Mark erstreckt, und eine nach der Kreuzung, welche bis ins Rückenmark herabsteigt. Er erwähnt nicht die Existenz von Thalamus- oder Roterindenfasern, die mit einer Kleinhirnrindenbahn in Beziehung stehen. Das Schema ist also so einfach, wie man es sich nur denken kann: alle Projektionsbahnen, die zum System gehören, enthalten nur Fasern, die einen einzigen Ursprung und eine einzige Richtung haben. Sie sind auch in den Kleinhirnstielen vollständig gekreuzt, und es kommen jene des Brachium pontis nur von den Zellen der ventralen Brückenetage und jene des conjunctivum nur von den Zellen des Nucleus dentatus.

Cajal ist jedoch vielleicht der einzige Autor, der die Zusammensetzung der zerebro-zerebellaren Bahnen so auffasst.

Edinger (9), dessen Schema sich dem Cajals sehr nähert, gibt ja in der Tat das Vorhandensein von nur aufsteigenden Fasern im Brachium pontis zu, er glaubt jedoch, dass sie zum Teil von den homolateralen Zellen der Ventraletage herkommen: weiterhin würde nach ihm ein Teil der Fasern des Brachium conjunctivum auch von der Kleinhirnrinde ausgehen.

Thomas (46) schliesst ausser den gleichseitigen, von Edinger zugegebenen Fasern, nicht das Vorhandensein von zerebellopetalen Fasern im Brachium conjunctivum und von zerebellofugalen Fasern im Brachium pontis aus. In diesen würde dann ein Kontingent von Fasern vom Nucleus reticularis tegmenti seinen Ursprung nehmen, in die Raphe herabsteigen und sie durchziehen, um wieder zur Kleinhirnhemisphäre der entgegengesetzten Seite emporzusteigen. Und während die früheren Autoren keine Thalamus- oder rubro-kortikalen Fasern in Beziehung mit einer zerebellar-kortikalen Bahn erwähnen, glaubt Thomas, dass im Thalamus Neurone bestehen, die auf die Rinde Impulse zerebellaren Ursprungs übertragen, welche durch das Brachium conjunctivum gehen. Dieses enthielte also zwei Systeme von zerebellofugalen Fasern, das eine einen Teil der Via cerebello-rubro-spinalis bildend (entsprechend der von Cajal und Edinger angenommenen) und das andere einer Via cerebello-thalamo-corticalis angehörend.

Das Schema von Thomas ist also erheblich verwickelter als die der beiden früheren Autoren.

Auch das Monakow's Schema (31) ist kompliziert. Dieser nimmt als sicher die Existenz von auf- und absteigenden Fasern im Pedunculus

cerebri, wie auch von zerebellopetalen Fasern im Brachium conjunctivum und von zerebellofugalen Fasern im Brachium pontis an; er nimmt weiterhin an, dass die letzteren die Ventraltetage durchqueren, sich in die Raphe erheben, um im Tegmentum ponti der gegenüberliegenden Seite zu endigen. Eine gewisse Anzahl würde jedoch bis zum Thalamus aufsteigen und in gleicher Weise wie ein Teil der Fasern des Brachium conjunctivum mit Zellen in Verbindung treten, deren Nervenachse zur Rinde geht.

Endlich schlägt Mingazzini (27) in seinem kürzlich erschienenen Handbuch, indem er die Ergebnisse einer langen Reihe von ihm über den Gegenstand veröffentlichter Arbeiten zusammenfasst, ein Schema vor, das noch verwickelter als die früheren und in einigen Punkten wesentlich verschieden ist.

Er nimmt im Brachium conjunctivum zwei Reihen von gekreuzten Fasern an, die einen zerebellopetal, welche vom Thalamus wieder zum Kleinhirn aufsteigen, die anderen zerebellofugal, die vom Nucleus dentatus und von der Kleinhirnrinde zum roten Kerne gehen. Von diesen würde ein neues gegen den Thalamus gerichtetes Fasernkontingent seinen Ausgang nehmen, von welchem dann sehr wahrscheinlich ein drittes Neuron zur Rinde ginge.

Im Brachium pontis nimmt Mingazzini auch absteigende und aufsteigende Fasern an: diese kommen von den homo- und kontralateralen Zellen der ventralen Brückenetage und zum geringen Teile direkt vom Pes pedunculi (Fibrae transversae e cerebro); die absteigenden laufen verschiedenartig aus. Zum Teil steigen sie zum Tegmentum pontis derselben Seite empor, teils setzen sie sich mit den Zellen der äusseren Seite der ventralen Brückenetage in Verbindung (Area paralateralis), von welchen zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite aufsteigende Fasern ihren Ausgang nehmen sollen, ein anderer Teil endlich tritt mit im Stratum superficiale gelegenen Zellen derselben Seite und mit den mittleren Zellen der gegenüberliegenden Seite in Beziehung. Von den ersteren entspringen Fasern, welche durch den Pes pedunculi der gegenüberliegenden Seite wieder zur Rinde aufsteigen; von den letzteren jedoch Fasern, die zum Tegmentum derselben Seite gehen.

Für Mingazzini gibt es also in beiden Abschnitten der durch den Pes pedunculi und durch das Brachium pontis verlaufenden Bahn eine doppelte Reihe von Fasern, so dass eine Uebermittlung von zerebro-zerebellarem und zerebello-zerebralem Reiz vorhanden ist. Er stimmt darin mit dem überein, was Köl liker (16) in seinem klassischen Lehrbuch behauptet, ohne jedoch mit diesem zuzugeben, dass die Reizungen vorherrschend zerebello-zerebral seien.

Wie oben gesagt, habe ich mich darauf beschränkt, über die neueren Schemas zu berichten, weil sie von Forschern aufgestellt sind, deren Autorität auf dem Gebiete der Anatomie des Nervensystems unbestritten ist. Wie man sieht, divergieren die Ansichten sehr beträchtlich, so dass im Grunde die verschiedenen von mir angeführten Autoren nur zwei Punkte haben, in welchen sie übereinstimmen, nämlich: 1. Sie nehmen das Vorhandensein einer gekreuzten zerebro-zerebellaren Bahn an, die aus zwei Neuronen besteht, von denen das erste (kortiko-pontinus) die Achsenzylinder durch die innere Kapsel und den Pes pedunculi sendet, um sich in der ventralen Brückenlage mit dem zweiten Neuron (ponto-cerebellaris) in Beziehung zu setzen, dessen Achsenzylinder, nachdem er die Raphe durchzogen hat, wieder zum Brachium pontis an der entgegengesetzten zerebellaren Hemisphäre emporsteigt; 2. in der Annahme, dass das Brachium conjunctivum Fasern enthalte, die eine zerebellare Hemisphäre mit dem roten Kern und dem Thalamus der gegenüberliegenden Seite verbinden.

Die Uebereinstimmung ist nicht einmal für die beiden angeführten Tatsachen eine völlige, da, wie wir später besser sehen werden, auch Meinungsverschiedenheit herrscht hinsichtlich der Art und Weise des Ursprungs und Endigens der Fasern, die an den beiden angedeuteten Bahnen teilnehmen. Jedenfalls sind die beiden Tatsachen, wenigstens im wesentlichen, von allen angenommen, woraus sich die natürliche Folgerung ergibt, dass die Beziehungen zwischen Grosshirn und Kleinhirn, wenigstens vorwiegend, gekreuzt sind.

Die so in die Augen fallenden Verschiedenheiten der anatomischen Verbindungen zwischen Gross- und Kleinhirn aufzufassen, stehen vor allem mit den verschiedenen Ergebnissen in Zusammenhang, zu welchen sehr zahlreiche Forscher gelangt sind, die die zerebralen und zerebellaren Projektionsbahnen studiert haben, welche, unter sich in Beziehung tretend, gerade die zwei Formationen untereinander verbinden müssten.

Es für gänzlich überflüssig erachtend werde ich mich nicht mit der Bibliographie befassen, sondern mich darauf beschränken, in möglichst kurzer Weise auf die wichtigsten Punkte hinzuweisen, die Gegenstand der Erörterung sind, und vor allem in der Absicht, den Zweck meiner Untersuchungen und den dabei eingeschlagenen Weg klarzulegen.

Einen ersten Diskussionspunkt bildet der Pedunculus cerebri, welcher, wie wir gesehen haben, zweifellos an der Konstitution der zerebro-zerebellaren Bahnen teilnimmt. Nach einigen wird er ausschliesslich von kortikofugalen Fasern gebildet. Eine solche, zuerst von Dejerine verfochtene Annahme, welcher Cajal beipflichtet, findet einen Stützpunkt in den experimentellen Untersuchungen von Probst (40),

Lewandowsky (16), Economo und Karplus (10), die infolge von Verletzungen des Pedunculus cerebri mittels Marchi's Methode nie aufsteigende Degenerationen in dem dem Pes pedunculi nächstgelegenen Zuge und in der inneren Kapsel gesehen haben. Nach anderen Autoren jedoch enthält der Pedunculus cerebri auch kortikopetale Fasern, welche von den Zellen der ventralen Brückenetage ausgehen, wie Kölliker (15), Monakow (30), Mingazzini (26 u. 27) und etwas zweifelhaft Boro-wiecki (5) annehmen, oder direkt vom Kleinhirn durch das Brachium pontis kommen, wie das mittels Marchi's Methode von Marchi (19), Pellizzi (36) und Mirto (29) experimentell festgestellt ist.

Eine Anzahl Autoren, darunter Kölliker (15) und Mingazzini (27) geben zu, dass vom Pedunculus cerebri Fasern direkt zum Kleinhirn aufsteigen: eine Hypothese, die eine experimentelle Bestätigung in den Untersuchungen von Economo und Karplus (10) finden würde, welche in einigen Fällen nach Durchschneidung des Pedunculus cerebri mit Marchi's Methode positive Resultate erhalten haben.

All das unter Beiseitlassung einiger Fundamentalfragen: nämlich zu wissen, welche Kortikalareale an der Konstitution des Pes pedunculi, vor allem hinsichtlich der zerebro-zerebellaren Bahnen, teilnehmen: ob ein Kortiko-pontinus-Kontingent existiert, das einen ausschliesslichen Teil dieser Bahn bildet, oder ob die Beziehungen nur von den Kollateralen der Pyramidenbahn bestimmt sind, oder auch eine doppelte Verbindungsart besteht.

Vor allem ist die erste Frage interessant, also die zu wissen, welche Kortikalareale an der zerebro-zerebellaren Bahn teilnehmen. Cajal (6) spricht im allgemeinen von Fasern, die von der Bewegungszone ausgehen. Probst scheint anzunehmen, dass alle Kortikalareale Fasern zur ventralen Brückenetage senden, Mingazzini (27 u. 28) nimmt zwei Wege an, die Via fronto- und die temporopontina, Bianchi (4) hält es für absolut ausgeschlossen, dass der Stirnlappen Fasern zum Pedunculus cerebri sende. Wie man sieht, sind die Meinungen nichts weniger als übereinstimmend.

Ebenfalls strittig ist die Zusammensetzung des Brachium pontis.

Die myelogenetischen Untersuchungen von Bechterew (1) und von Mingazzini (27) würden dartun, dass es aus zwei Reihen Fasern besteht, die einen aufsteigend (Zerebralsystem) mit spät eintretender Myelinisierung, welche von der ventralen Brückenetage zum Kleinhirn emporsteigen würden, die anderen absteigend (Rückenmarksystem) mit früherer Myelinisierung, die zum Teil mit den Zellen der Ventralebene derselben und der entgegengesetzten Seite in Verbindung treten würden und, teils zur Raphe aufsteigend, zum Tegmentum gingen, vorzugsweise

auf der gegenüberliegenden Seite. Für eine solche Annahme sprechen die experimentellen Ergebnisse von Marchi (19), Orestano (35), Probst (39), Mirto (29), Pellizzi (36), Luna (17) und von verschiedenen anderen, welche infolge von mehr oder weniger ausgedehnten zerebellaren Läsionen mit Marchis Methode positive Befunde von Degeneration im Brachium pontis erhalten haben (eine Degeneration, die sich sowohl in der ventralen Brückenetage als im Tegmentum derselben und der entgegengesetzten Seite fortsetzt) und haben angenommen, es handle sich um sekundäre Degeneration von zerebellofugalen Fasern.

Derartige Befunde sind in gänzlich verschiedener Weise von van Gehuchten (47, 49) und von anderen ausgelegt worden, welche behaupten, es handle sich um eine von der rapiden Nekrose der Ursprungszellen herrührende Degeneration, und zum Beweise dafür bringen sie die Tatsache, auf welcher vor allem van Gehuchten (47) besteht, dass man den positiven Befund mit Marchis Methode nur relativ spät erhält (nicht vor 20—22 Tagen nach der Läsion); demnach wären die Zellen des Nucleus reticularis tegmenti (wie jene der Ventralbrückenetage) nicht der Endpunkt von absteigenden Fasern, sondern der Ausgangspunkt von zum Kleinhirn aufsteigenden Fasern.

Lewandowsky (16) endlich stimmt van Gehuchters Anschauungen bezüglich der Fasern der Ventralbrückenetage bei, ist aber der Ansicht, dass das Brachium pontis absteigende Fasern enthalte, welche durch die Raphe tegmentalis zum Nucleus centralis superior internus Bechterews gingen.

Auch bezüglich des Brachium pontis sind also die experimentellen Resultate nichts weniger als unter sich übereinstimmend.

Die Verschiedenheit der über die Zusammensetzung des Pedunculus cerebri und des Brachium pontis erlangten Resultate bringt es mit sich, dass die Beziehungen, welche diese zu den Zellgruppen der ventralen Brückenetage als auch zu jenen des Tegmentum haben, eine verschiedenartige Auffassung erfahren. Die Zahl der Autoren, die sich direkt mit der Frage beschäftigt haben, ist nicht erheblich; der grösste Teil hat diese Beziehungen aus den durch das Studium der Zusammensetzung des Pedunculus cerebri und des Brachium conjunctivum erlangten Ergebnissen abgeleitet. Was die Ventralbrückenetage betrifft, möchte ich daran erinnern, dass Pusateri (41) beim Studium der Brücke an menschlichen Embryonen von 5, 6 und 7 Monaten nach Golgis Methode beobachtet hat, dass ein Teil der Zellen den Achsenzylinder zum Brachium pontis derselben und der entgegengesetzten Seite senden und dass sie teilweise, und es sind das die mehr in der Mitte gelegenen Zellen, ihn durch den ventralen Teil der Raphe zum Tegmentum pontis

schicken. Monakow (30) unterscheidet auf Grund seiner an neugeborenen Tieren vorgenommenen Untersuchungen, aus welchen hervorgeht, dass sowohl infolge der Zerstörung des Pedunculus cerebri derselben Seite als auch der des Brachium pontis der entgegengesetzten Seite in einer Hälfte der ventralen Brückenetage das Verschwinden vieler Nervenzellen erfolgt, diese in zwei Gruppen: die eine, der zerebrale Anteil, würde den Achsenzylinder durch den Pedunculus cerebri derselben Seite zur Rinde senden, die andere, der zerebellare Anteil, würde ihn jedoch durch das Brachium pontis der entgegengesetzten Seite zum Kleinhirn schicken. Monakow hat aber die Topographie der zwei verschiedenen Zellkategorien nicht genau bestimmt.

Dagegen ist Mingazzini (27) zu einer eingehenderen Analyse der Zellengruppen der Ventralbrückenetage geschritten und zu in einigen Punkten verschiedenen Schlüssen gelangt. Nach Mingazzini schicken die Zellen der Paramedial- und der Ventralarea (Zellen des Stratum superficiale) den Achsenzylinder vor allem zum Brachium pontis der entgegengesetzten Seite: da sie der Ankunftspunkt der fronto- und temporopontinen Bahnen sind, stellen sie einen Haupttheil der zerebro-zerebellaren Bahn dar (Zerebellopetale).

Diese Zellen verschwinden ebensowohl bei Zerstörung des Brachium pontis der entgegengesetzten Seite als bei der des Pedunculus cerebri derselben Seite; im ersten Falle durch Degeneration im Sinne Guddens, im zweiten durch Entwicklungshemmung und Atrophie aus Mangel an direkten Reizen (ein Faktor, den Mingazzini zuerst hervorgehoben hat). Statt dessen stehen die Zellen der paralateralen Area vor allem mit dem Brachium pontis derselben Seite in Verbindung und verschwinden, wenn dieses zerstört wird; sie sind aller Wahrscheinlichkeit nach der Ausgangspunkt von zum Tegmentum derselben Seite aufsteigenden Fasern.

Endlich ist Mingazzini der Meinung, dass in der Ventralbrückenetage Zellen vorhanden seien, welche den Ankunftspunkt von Fasern des Brachium pontis derselben Seite bilden, deren Achsenzylinder durch den Pedunculus cerebri der entgegengesetzten Seite zur Rinde geht und dass in der Medialarea Zellen existieren, um welche zerebellare Fasern der entgegengesetzten Seite abzweigen und deren Achsenzylinder zum Tegmentum derselben Seite geht.

Borowiecki (5) ist in einer umfangreichen, in Monakows Laboratorium ausgeführten Arbeit zu Resultaten gelangt, die teilweise mit denen der vorhergehenden beiden Autoren übereinstimmen, zum Teil aber nicht.

Der zerebrale Anteil (im Sinne Monakows) ist nach Boro-

wiecki sehr klein. Er hat ein ausgedehntes Verschwinden der Zellen der Ventralbrückenetage ebensowohl durch die Zerstörung des Pedunculus cerebri (an neugeborenen Tieren) als auch durch die des Brachium conjunctivum (auch bei erwachsenen Tieren) bemerkt und nimmt an, dass von den zerstörten Elementen ein Teil beiden Läsionen gemeinsam zuzuschreiben sei, während ein Teil nur durch die eine oder andere verschwinde. Er stellt entschieden die von Mingazzini beschriebene Zerstörung der Elemente der paralateralen Area im Falle homolateraler Läsionen des Brachium pontis in Abrede, stimmt jedoch mit ihm in der Annahme überein, dass das der Zerstörung des Pedunculus cerebri in den neugeborenen Tieren folgende Verschwinden von Nervenzellen grösstenteils vom Reizmangel herrühre, es sich daher um eine Atrophie zweiter Ordnung handle.

Was die Zellengruppen des Tegmentum pontis betrifft, so sind die auf ihre Zusammensetzung gerichteten Studien, selbstverständlich in bezug auf die zerebro-zerebellaren Bahnen, weniger häufig. Mingazzini will mittelst Durchschneidung des Brachium pontis Verminderung der Zellen des Nucleus reticularis tegmenti derselben Seite beobachtet haben, Borowiecki dagegen bemerkte sie auf der entgegengesetzten Seite, vor allem im mehr ventralen Teil, eine Tatsache, die auch von Cramer in einem Falle von Herebellarhemiatrophie beobachtet wurde. Die Resultate stehen sich also diametral gegenüber, und es bleibt noch die Frage offen, ob die Zellen Ankunfts- oder Ausgangsstelle der Fasern des Brachium pontis sind, da, wie wir vorher gesehen haben, die Meinungen der Autoren auch darin völlig divergieren.

Auch für das Brachium pontis sind die Ergebnisse unter sich nicht übereinstimmend, weder was die Zusammensetzung betrifft, noch hinsichtlich Ursprung, Verlauf und Endigung.

Die Mehrzahl der Autoren glaubt gegenwärtig, dass das Brachium conjunctivum aus zerebellofugalen Fasern gebildet sei, und die Resultate Probsts (38, 39), Lewandowskys (16), van Gehuchens (48) und anderer, welche an Tieren Versuche anstellten und mit Marchis Methode durch Läsionen des Brachium conjunctivum nur im zerebellofugalen Sinne positive Ergebnisse erhielten, sprechen zugunsten einer solchen Auffassung. Viele Autoren jedoch, wie Thomas (45, 46), Monakow (31), Bechterew (2), Orestano (35) und Sand (44), nehmen auch das Vorhandensein zerebellopetaler Fasern an, die vom roten Kern, vom Thalamus und vom Linsenkern der entgegengesetzten Seite ausgehen, während Mingazzini die Existenz dieser Fasern nur beim Menschen zugibt. Diesbezüglich muss bemerkt werden, dass bei den Tieren sichere, mit Marchis Methode klar dargelegte Beobachtungen von zerebellopetalen

Fasern in der Literatur fehlen, während beim Menschen nur widersprechende vorliegen. In der Tat hat Probst in einem Falle von Erweichung des *Brachium conjunctivum* nur zerebellofugale Degeneration beobachtet, während Sand (44) in Fällen von zerebraler Läsion mit Beteiligung des Linsenkerns, Pierre Marie und Guillaïn (20) in drei Fällen von Rotkernläsionen, Raymond und Cestan (42) in einem Fall von Rotkern tumor, mit Marchis Methode zerebellopetale Degeneration der Fasern des *Brachium conjunctivum* getroffen haben.

Was den Ursprung derselben betrifft, stehen die Resultate auch nicht im Einklang. Abgesehen von einigen Autoren, welche die zerebellopetalen Fasern annehmen, finden wir, dass nach einigen, wie Cajal (6), van Gehuchten (48), Thomas (46) und Orestano (35), die Fasern des *Brachium conjunctivum* ausschliesslich vom Nucleus dentatus herkommen; nach anderen jedoch, wie Münzer und Wiener (33, 34), Russel (43), Marchi (19), Ferrier und Turner (11), Mingazzini (25, 26, 27), Luna (17) u. a. nehmen sie ihren Ursprung auch von der Kleinhirnrinde; diese Forscher weichen also insofern voneinander ab, als einige den vorwiegenden Ursprung vom Nucleus dentatus, andere jedoch von der Rinde annehmen.

Was den Verlauf betrifft, haben eine gewisse Anzahl Autoren, wie Pellizzi (36), Münzer und Wiener (33, 34), Orestano (35), Lewandowsky (16), Luna (17) und Thomas (45, 46), gefunden, dass das *Brachium conjunctivum* sich vollständig kreuzt, während andere, wie Marchi (19), Mirto (29) und vor allem Probst (38, 39), das Vorhandensein eines homolateralen Bündels annehmen.

Was schliesslich die Endigung anlangt, haben einige Verfasser [Klimoff (14), Münzer und Wiener (33, 34)] die Fasern des *Brachium conjunctivum* am roten Kern endigen sehen; andere, und es sind die meisten, am roten Kern und am Thalamus, wenige endlich haben bis zum Linsenkern [Orestano (35), Mirto (29), Pellizzi (36)] und zur Rinde [Pellizzi (36), Mirto (29)] aufsteigende Degeneration konstatiert.

Es muss auch erwähnt werden, dass van Gehuchten (48) und Klimoff (14) degenerierte Fasern zum Kern des Okulomotorius haben emporsteigen sehen und dass Luna (17) eine gekreuzte zerebello-quadriginale Bahn beschrieben hat.

Die Fasern des *Brachium conjunctivum*, wenigstens ein grosser Teil derselben, schicken, wie in nahezu übereinstimmender Weise aus den experimentellen nach Marchis Methode ausgeführten Untersuchungen hervorgeht, sofort nach ihrer Dekussation in Wernekinks Kommissur, eine starke myelinisierte Kollaterale nach unten, welche längs der Raphe

hinzieht und sich mit den Zellen des Nucleus reticularis tegmenti in Verbindung zu setzen scheint.

Cajal (6) nimmt noch eine andere an, welche sich vor der Kreuzung loslösen und auch nach unten steigen soll, sie wird jedoch von fast allen Autoren in Abrede gestellt. Schliesslich ist daran zu erinnern, dass infolge von Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre immer eine Fasergruppe degeneriert, welche sich längs des dorsalen und dorsolateralen Randes des Brachium conjunctivum der entgegengesetzten Seite anordnet, indem sie das Hakenbündel bildet. All diese Fasergruppen treten jedoch nicht wieder ein oder wenigstens hat sie bisher kein Autor in das System der zerebro-zerebellaren Bahnen wiedereintreten lassen. Ich erwähne sie der Vollständigkeit halber.

Wir haben früher gesehen, dass einige für die zerebro-zerebellaren Bahnen vorgeschlagenen Schemas das Vorhandensein einer dorsalen Bahn zugeben, die zum Teil im Brachium conjunctivum verläuft und zwei Neuronen umfasst: das erste das zerebello-rubrale oder zerebello-thalamische, das zweite das rubro- oder thalamo-kortikale. Diese Schemas setzen nämlich im roten Kern und im Thalamus die Existenz von Neuronen voraus, die in direkter Verbindung mit den Endverzweigungen der Fasern des Brachium conjunctivum stehen und ihre Achsenzyylinder in kortikopetalem Sinne aussenden würden.

Was das zerebello-thalamo-kortikale System betrifft, besitzen wir keine direkten experimentellen Tatsachen, die seine Existenz mit Sicherheit beweisen. Wir wissen nur, da das aus fast allen Untersuchungen hervorgeht, dass viele Fasern des Brachium conjunctivum sich strahlenförmig im Thalamus ausbreiten, und wir wissen andererseits, dass ein grosser Teil der Zellgruppen des Thalamus die Achsenzyylinder in kortikopetalem Sinne ausschicken. Es kann deshalb die Folgerung logisch erscheinen, dass direkte Beziehungen zwischen Fasern und Zellen bestehen und dass somit eine zerebello-thalamo-kortikale Bahn vorhanden ist. Zugunsten einer solchen Vermutung spricht die Tatsache, dass man infolge von Rindenverletzungen älteren Datums ausser dem Schwunde von Zellgruppen des Thalamus eine mehr oder weniger ausgesprochene Verkleinerung des Brachium conjunctivum der entgegengesetzten Seite erhalten kann. Aber es handelt sich nur um Ansichten, die Bilder können auch anders ausgelegt werden.

Hinsichtlich des zerebello-rubro-kortikalen Systems würden die von Preisig (37) am Kaninchen ausgeführten Untersuchungen beweisen, dass die Zellen des Vorderteils des roten Kernes den Achsenzyylinder nach vorn senden, während die der hinteren Seite dem rubro-spinalen Bündel Ursprung geben würden; die weit ausgedehnteren und bis ins einzelne

beschriebenen, auf experimentellem Material und auf anatomisch-pathologischen Fällen beruhenden Untersuchungen Monakows (32) ergeben, dass im roten Kern zwei Anteile von zerebropetalen Achsenzylinderzellen bestehen; der eine rubro-thalamische, der beim Kaninchen sehr gering ist und bei den höheren Säugetieren und beim Menschen sich fortschreitend immer mehr entwickelt; der andere rubro-kortikale, der beim Kaninchen fehlt, bei den Säugetieren sehr reduziert und beim Menschen gut entwickelt ist, wo er den roten Kern mit dem präfrontalen Lappen und der zentro-operkularen Gegend hauptsächlich in Verbindung setzt. Diese Befunde, welchen die Tatsache, dass viele Autoren wie Mendel (21, 22), Witkowsky (50), Mahaim (18), Mingazzini (25, 26) und andere in anatomisch-pathologischen Fällen mit Rinden- und Thalamusläsionen mehr oder weniger deutliche Reduktion der Rotkernzellgruppen getroffen haben, weit grössere Wichtigkeit gibt, berechtigen auch zur Hypothese einer zerebello-rubro-kortikalen Bahn (oder auch zerebello-rubro-thalamischen), da kein Umstand die Möglichkeit ausschliesst, dass die in den roten Kern ausstrahlenden Fasern des Brachium conjunctivum sich mit den Zellen, welche den zerebralen und thalamischen Anteil bilden, in Verbindung setzen, um der Rinde vom Kleinhirn herrührende Reize zu übermitteln. Zugunsten einer solchen Hypothese kann festgestellt werden, dass viele Autoren infolge von Läsionen des Kleinhirns und des Brachium conjunctivum, besonders wenn an neugeborenen Tieren ausgeführt, Veränderungen in den Rotkernzellen gesehen haben.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass nach vielen Autoren, wie Cajal (6), van Gehuchten (48, 49), Probst (40) und anderen, der rote Kern nur dem rubro-spinalen Bündel Ursprung geben würde, mithin seine Zellen an einem zerebello rubro-spinalen System teilnehmen; dass viele Autoren die Veränderungen wegen Läsionen des Kleinhirns und des Brachium conjunctivum in Abrede stellen, indem sie sie statt dessen konkomitierenden, sehr leicht bei den experimentellen Untersuchungen vorkommenden, Läsionen des rubro-spinalen Bündels zuschreiben; dass endlich während einige Autoren nur die zerebello-rubro-kortikale Bahn annehmen, andere nur die zerebello-thalamo-kortikale zugeben und wieder andere sie alle beide gelten lassen. Auch in diesem Punkte also sind die Meinungen verschieden und wenigstens teilweise sich widersprechend.

Ich habe mit grösstmöglicher Kürze die Fundamentalergebnisse zusammengefasst, wie sie von verschiedenen Forschern erhalten worden sind, welche die Projektionsbahnen untersucht haben, aus deren Zusammenhang die anatomischen und funktionellen Beziehungen zwischen Grosshirn und Kleinhirn bestimmt werden müssten, indem ich mir vorbehalte, im Laufe der Arbeit fallsweise die kleinsten Einzelheiten darzulegen

und die Ergebnisse anderer Forscher mit den aus meinen Untersuchungen sich ergebenden zu vergleichen. Was ich berichtet habe, genügt, um einerseits begreiflich zu machen, warum so weitgehende Unterschiede in den für die zerebro-zerebellaren Bahnen aufgestellten Schemas herrscht und andererseits zu beweisen, dass zur Lösung der Frage lange und geduldige, unter verschiedenen Gesichtspunkten geführte Untersuchungen nötig sind, um die so auffallenden Unterschiede in den Ergebnissen zu erklären und die noch über die schwierige Frage bestehenden Meinungsverschiedenheiten (die in einigen Punkten sich diametral gegenüberstehen) zu beseitigen.

Eigene Untersuchungen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich vor allem die Einseitigkeit und Ausschiesslichkeit völlig vermeiden wollen, welche man in fast allen über die Projektionsbahnen des Gross- und Kleinhirns veröffentlichten Arbeiten wahrnimmt, in denen gewöhnlich die mit einer einzigen Untersuchungsart erlangten Resultate berichtet werden, oft sogar wenn nur eine einzige technische Methode zur Anwendung kam. Mein Grundgedanke ist der gewesen, die nach verschiedenen Richtungen erlangten Ergebnisse unter sich zu ergänzen, indem ich die aus jeder Untersuchung erlangten nur in ihrer strengsten Bedeutung bewertete und aus ihrem Vergleich nur die absolut sicheren Folgerungen zog.

Ich konnte mich sicherlich nicht auf das Vorgehen vieler Autoren beschränken, die an verschiedenen Stellen der zerebrospinalen Achse Läsionen erzeugten und ausschliessliches Gewicht auf die durch Marchis Methode gelieferten Resultate legten, weil diese nur für den myelinisierten Zug der von ihrem trophischen Zentrum getrennten Nervenfasern ein sicheres Urteil abgibt. Sie erlaubt daher nicht die endgültigen Beziehungen zwischen den Nervenfasern und den Nervenzellen, zu welchen sie gelangen, genau anzugeben, gerade weil den Endverzweigungen das Myelin fehlt und sie deshalb der Untersuchung entgehen. Wenn man erwägt, dass es mit Marchis Methode nicht möglich ist, genau zu bestimmen, welches die Zellgruppen des Rückenmarks sind, mit denen sich die Fasern der Pyramidenbahn in Verbindung setzen, muss man z. B. sehr ungewiss bleiben im sicheren Bestimmen der Zellgruppen des roten Kerns und des Thalamus, zu welchen in Wirklichkeit die Fasern des Brachium conjunctivum sich verzweigen, da uns die Länge unbekannt ist, welche die Kollateralen und die marklosen Endverzweigungen haben können, die von ihnen ausgehen und ihre wahre Endigung darstellen.

Das Gleiche kann gesagt werden hinsichtlich der Möglichkeit, die Zellgruppen zu bestimmen, von welchen die degenerierten Nervenbündel

entspringen. Die Nervenzellen erscheinen mit Marchis Methode ganz undeutlich und erlauben nicht einmal schwere Läsionen zu konstatieren. Daher wäre es äusserst gewagt, aus einem mit solcher Methode behandelten Materiale Schlüsse zu ziehen. Für das Kleinhirn wird die Sache dann in besonderer Weise kompliziert, weil sich in ihm Fasersysteme verschlingen und seine Struktur sehr verwickelt ist. Auch die oberflächlichsten Kleinhirnrindenläsionen können sehr ausgedehnte und tiefe Erweichungen hervorrufen, während Läsionen des Nucleus dentatus und der Dachkerne nicht möglich sind, ohne gleichzeitig die Rinde und mehr noch ihre Projektionsfasern zu verletzen. Die Beziehungen der degenerierten Fasern zu den Ursprungszellen können deshalb nur in annähernder Weise gefolgert werden; um diesbezüglich sicher zu gehen, sind anders geartete Untersuchungen nötig. Wenn Marchis Methode jedoch unter sehr strengen experimentellen Bedingungen angewandt wird, indem man die aus den Untersuchungen vieler Autoren, wie van Gehuchten, Thomas, Lewandowsky und anderer sich ergebende Tatsache in Rechnung zieht, dass sie nur nach einer relativ späten Zeitperiode die Degeneration des zentralen Zuges einer abgeschnittenen Faser ersichtlich machen kann, dann hat sie eine definitive Bedeutung, falls es sich darum handelt, den Verlauf von gewissen Faserbündeln, ihre Richtung in bezug auf ihre Ursprungszellen und ihre genaue Topographie in der zerebralen Achse zu bestimmen.

Für einige Feststellungen ist sie also unerlässlich und ich habe sie bei einer Serie von Untersuchungen angewandt, die bezweckten, einige noch immer strittige Fragen, vor allem über die Zusammensetzung des Brachium pontis und des Brachium conjunctivum zu entscheiden.

Um aber die wirklichen Beziehungen der Faserendigungen zu den Nervenzellen genau zu bestimmen, sind andere Methoden erforderlich, die die Endverzweigungen und die marklosen Geflechte färben. Ich habe bei diesen Untersuchungen eine Modifikation von Cajals photographischer Methode verwertet, die mir bei anderen Untersuchungen gute Resultate lieferte und die ich kurz beschreibe.

Nervengewebsstücke von ungefähr 1 cm Dicke werden 2—3 Tage in mit 5proz. Salpetersäure angesäuertem absoluten Alkohol fixiert (es ist nötig, die Mischung 2—3 mal zu erneuern), dann, nachdem man sie auf die halbe Dicke reduziert hat, werden sie 24 Stunden lang in 96proz., mit 8—10 Tropfen auf 100 ccm Ammoniak alkalisch gemachten Alkohol gebracht (man tut gut, die Mischung 2—3 mal zu wechseln), und endlich nach vorherigem, 1—2 Minuten langem Waschen in destilliertem Wasser in eine 2—2,5proz. Silbernitratlösung gelegt. Darauf bleiben sie 7 bis 10 Tage im Thermostat bei 36—37°, bis sie eine etwas dunkle Milch-

kaffeefarbe angenommen haben. Man wäscht die Blöcke einige Minuten in destilliertem Wasser, bringt sie 24 Stunden lang zur Reduktion in eine Lösung von 1 proz. Pyrogallussäure und bettet sie in Paraffin ein. Die 5—10 μ dicken Schnitte taucht man, nach der üblichen Behandlung mit Xylol, Alkohol und destilliertem Wasser, in eine Lösung von 0,25 proz. Goldchlorid, bis sie eine diffuse graue Farbe angenommen haben, dann werden sie sorgfältig in destilliertem Wasser gewaschen und darauf in den Ofen zu 36—37° (also ins Dunkle) in mit einigen Tropfen Ameisensäure angesäuerten 96 proz. Alkohol gebracht und schliesslich mit absolutem Alkohol, Xylol und Balsam behandelt. Im Ameisengeist nehmen die Schnitte eine um so intensivere rötliche Farbe an, je länger sie darin bleiben; im allgemeinen genügen 20—30 Minuten, um die grösste Deutlichkeit zu erreichen. In den gut gelungenen Präparaten, die man nach einiger Uebung leicht erhalten kann, zeigen die marklosen Geflechte und die Endverzweigungen eine schwarze Farbe, die Achsenzylinder, in welchen die faserige Struktur ziemlich deutlich erscheint, haben Rosafärbung, das interzelluläre Netz, welches gewöhnlich in den grossen Zellen sehr klar ist, ist kaum violettrot. Die anderen Teile des Gewebes sind schwer analysierbar und haben eine rötliche Farbe. Die vorgeschlagene Methode legt all das klar, was als Leitungselement betrachtet wird und färbt mit besonderer Klarheit die Endverzweigungen und die marklosen Geflechte, auch in Fällen, in denen sie pathologische Veränderungen darbieten. Ihre Anwendung wird jedoch dadurch beschränkt, dass in den meisten Zellgruppen die myelinlosen Geflechte und die Endverzweigungen nicht nur eine einzige Abstammung haben und so dicht sind, dass das Verschwinden der von einer einzigen Zellgruppe entspringenden sehr schwer nachweisbar wird. Immerhin hat sie mir, wie wir später sehen werden, erlaubt, einige strittige Punkte zu entscheiden, für welche Marchis Methode keine genügenden Ergebnisse geliefert hat.

Andere Autoren, die ebenfalls experimentelle Läsionen der zerebrospinalen Achse vornahmen, haben vorgezogen, die Tiere bis zum völligen Verschwinden der verletzten Fasern, und zwar während eines Zeitraums von durchschnittlich nicht weniger als 8 oder 9 Monaten weiterleben zu lassen. Da es sich immer um einseitige Läsionen handelt, hat man dadurch die Möglichkeit eines genauen Vergleichs zwischen der gesunden und verletzten Seite, was insofern vorteilhaft ist, als es erlaubt, sich ein sicheres Bild von der Zusammensetzung der studierten Bahnen und der Beziehungen zu machen, welche sie zu anderen Nervenfasern der zerebrospinalen Achse unterhalten. Die gewöhnlich für derartige Untersuchungen angewandten Färbemethoden (die Weigerts oder eine ihrer vielen Ab-

arten) heben mit grosser Deutlichkeit die normalen Nervenfasern hervor, die indessen bei den mit Marchis Methode gefärbten Präparaten recht wenig klar sind, während die Fixierung in Müllerscher Flüssigkeit mit gewissen Einschränkungen, mit denen ich mich weiter unten beschäftigen werde, auch die Färbung der Nervenzellen und das Erhalten einiger Daten über die Art ihres Verhaltens infolge der ausgeführten Verletzungen ermöglicht. Aber es ist zweifellos, dass an sich selbst die derartig erlangten Resultate denen nach Marchis Methode nachstehen, falls diese unter selbstverständlich strengen Kautelen zur Anwendung kommt. Da es tatsächlich nötig ist, dass die Tiere die beigebrachten Läsionen lange überleben, kann man nie bei Präparaten, die das Fehlen eines bestimmten Nervenfaserbündels zeigen, in sicherer Weise die Möglichkeit ausschliessen, dass es sich um Fasern handle, die wegen Nekrose der Ursprungszellen oder auch wegen einfacher retrograder Atrophie verschwunden sind. Die Richtung der verschwundenen Fasern lässt sich daher nicht genau bestimmen. Das ist um so schwerwiegender, weil sich, im Gegensatz zu dem, was bei der ersten Untersuchungsart möglich ist, keine Normen festsetzen lassen, die solche Uebelstände beseitigen, wodurch nicht unbedeutende Missdeutungen entstehen können. Um zu einer sicheren Schätzung der mikroskopischen Befunde zu gelangen, muss man die beiden Untersuchungsarten gleichen Schritt halten lassen, und zwar durch Kontrolle und Ergänzung der Resultate einer Untersuchungsreihe mit den von der anderen Serie gelieferten, indem man gleiche oder wenigstens sehr ähnliche Läsionen ausführt.

Die an lange Zeit lebend gelassenen erwachsenen Tieren vorgenommenen Untersuchungen erlangen so einen weit höheren Wert und grössere Bedeutung. Das eventuelle Verschwinden von Nervenfaserguppen, welche eine von den durch Marchis Methode sichtbar gemachten verschiedene Topographie besitzen, kann mit Sicherheit retrograder Atrophie und nicht sekundärer Degeneration zugeschrieben werden; man hat die vorerwähnte Möglichkeit einer sehr deutlichen Färbung der normalen Fasern und in geringerem Grade die der Nervenzellen.

Hinsichtlich dieser muss ich erklären, dass die von vielen Autoren gebrauchte Methode: die schon mit Weigertscher oder von ihr abgeleiteter Methode gefärbten Schnitte mit Karmin oder mit Fuchsin zu färben, zu verwerfen ist. Die Resultate sind äusserst unsicher und unbestimmt, teils, weil es sehr oft vorkommt, auch wenn man ein normales Gewebe färbt, dass die Nervenzellen die Farbe nicht annehmen und ein Verschwinden von Elementen vortäuschen, das in Wirklichkeit nicht besteht, teils weil die zur Färbung der Myelinscheide angewandten Verfahren die Nervenzellen derart zusammenschrumpfen lassen und ver-

engern, dass die Differentialdiagnose aus den Neurogliazellen sehr erschwert wird, besonders wenn diese, wie es oft bei derartigen Untersuchungen vorkommt, hyperplastisch und verdickt sind. Bei in Müller-scher Flüssigkeit fixiertem Material, glaube ich, ist das von mir angenommene System, abwechselnd einen Schnitt mit der Methode Weigerts und einen mit der van Giesons zu färben, bei weitem vorzuziehen. Die Resultate sind weit sicherer, da die Färbung der Nervenzellen in dauerhafter Weise erfolgt und die Differentialdiagnose aus den anderen, das Nervengewebe bildenden Elementen weit leichter ist.

Die interessantesten und wichtigsten Resultate sind jedoch sicherlich diejenigen, welche man bei Tieren erhält, die sehr jung operiert und dann getötet werden, wenn sie schon oder beinahe ihre völlige Entwicklung erlangt haben.

Es bestätigt sich bei ihnen die zuerst von Panizza beobachtete und von Gudden zum allgemeinen Gesetz erhobene Tatsache, dass die Nervenzellen, deren Achsenzyylinder durchschnitten worden sind, in der Entwicklung innehalten, atrophieren und dann verschwinden. Man kann so sichere Daten über die Ursprungszellgruppen bestimmter Nervenfasern erhalten, welche bei Versuchen mit erwachsenen Tieren nicht so beständig erhalten werden. Man muss jedoch auch hier sagen, dass die mit Versuchen dieser Art erlangten Resultate nur dann entscheidende Bedeutung haben, wenn sie mit den Ergebnissen analoger, an erwachsenen Tieren ausgeführter Versuche ins richtige Verhältnis gebracht werden. Die Ausnahmen, welche das Guddensche Gesetz bieten kann, sind ziemlich häufig, während doch festgestellt ist, dass das Verschwinden von ziemlich bedeutenden Zellgruppen sekundär zur Zerstörung von Zellen und Fasern, die ihnen die Nervenreize übermitteln, erfolgen kann (Atrophie zweiter Ordnung). Mingazzini hat zuerst auf diese Möglichkeit hingewiesen. Ich schreibe daher auch der kürzlich von Monakow aufgestellten Behauptung, dass man durch Läsion eines Nervenbündels an einem neugeborenen Tiere einerseits das Verschwinden von Ursprungszellen, andererseits das der molekulären Endsubstanz erhalte, keinen entscheidenden Wert zu.

In allen Fällen, in welchen man infolge einer an einem neugeborenen Tiere ausgeführten Läsion der zerebrospinalen Achse das Verschwinden einiger Zellgruppen erzielt, ist es nicht möglich, uns zur Auslegung des Befundes ohne weiteres auf das Guddensche Gesetz zu stützen, sondern es ist in jedem Falle erforderlich, uns durch geeignete experimentelle Untersuchungen an erwachsenen Tieren zu vergewissern, ob die verschwundenen Zellen Ausgangs- oder Ankunftsprodukte der am neugeborenen Tiere verletzten Bahnen sind.

Zu diesem Zwecke müssen zwei Untersuchungsarten aneinander gereiht werden: 1. das Studium der auf die beigebrachten Verletzungen folgenden Degenerationen der Nervenfaserbündel mittels Marchis Methode; 2. das der Modifikationen der chromatischen Substanz der Nervenzellen, gegründet auf die durch sehr zahlreiche experimentelle Untersuchungen festgelegte Tatsache, dass auf das Durchschneiden des Achsenzylinders in der Ursprungszelle eine scharf hervortretende Strukturveränderung der chromatischen Substanz folgt (Tigrolyse), welche durch Nissls Methode und deren Modifikationen leicht ersichtlich gemacht werden kann.

Wenn man infolge desselben operativen Eingriffes beim neugeborenen Tiere Verschwinden und beim erwachsenen in den Elementen einer bestimmten Zellgruppe Tigrolyse erhält, wird man mit Sicherheit folgern können, dass die Operation die Achsenzylinder der getroffenen Zellen durchtrennt hat; wenn man jedoch beim neugeborenen Tier Atrophie und beim erwachsenen keine Tigrolyse hat, ist es nahezu sicher, dass es sich im ersten Falle um Atrophie zweiter Ordnung gehandelt hat. Marchis Methode wird in dieser Hinsicht endgültige Resultate liefern.

Um sich genaue Rechenschaft über die Topographie der Nervenfasern und der verletzten Zellgruppen zu geben, ist es auch bei den im jugendlichen Alter operierten Tieren notwendig, in strenger Weise vorzugehen, indem man vollständige Reihenschnitte macht und abwechselungsweise einen Schnitt mit Weigerts und einen mit van Giesons Methode färbt.

Die von vielen Forschern angewandte einfache Karminfärbung kann auch bei diesen Untersuchungen keine absolut sicheren Resultate geben. Das Karmin färbt auch die Neuroglia deutlich und um so mehr, wenn sie hyperplastisch ist; die Differentialdiagnose der grossen Neurogliazellen gegenüber den kleinsten Nervenzellen, wie auch der grossen Neurogliafasern gegenüber den Achsenzylindern ist nicht immer leicht und führt zu Missdeutungen.

Nachdem ich mir durch lange Erfahrung über die Mängel klar geworden war, die den gewöhnlich zu derartigen Untersuchungen angewandten Methoden anhaften, habe ich mich lange damit beschäftigt, für die Fixierung und Färbung des Nervengewebes eine Methode zu finden, die alle Deutungsunsicherheiten beseitigt. Meine Versuche waren von Erfolg gekrönt und seit einiger Zeit konnte ich eine neue Technik präzisieren, die ich fortwährend mit bestem Erfolge anwende. Diese bietet den doppelten Vorteil, die Myelinscheiden elektiv zu färben, mit Befunden, die denen mit Weigerts Methode erzielten gleichwertig sind und für

die Nervenzellen Resultate zu liefern, die mit den durch Nissls Methode erhaltenen nahezu identisch sind.

Diese Methode, welche von mir im Juni 1911 der Akademie der Medizin in Padua (3) mitgeteilt wurde und die zurzeit durch den Druck in einer Zeitschrift weitere Veröffentlichung erfährt, ist im wesentlichen die folgende:

Nervengewebsstücke jedweder Dicke, Hunde- oder Katzensgehirne (vom Menschen habe ich noch keine Erfahrungen über ganze Gehirne, aber die Ergebnisse sind sehr gut beim Rückenmark, der Oblongata und der Brücke) werden 2—10 in einer aus 20 Teilen Formalin, 2 Teilen essigsaurem, reinstem Aldehyd und 80 Teilen Wasser bestehenden Lösung fixiert.

Sind sie derart reduziert, dass ihre Dicke nicht mehr als 2 cm beträgt, so werden sie 4—6 Stunden in fließendem Wasser gewaschen, dann 16—18 Stunden in destilliertem Wasser und darauf 2—3 Tage in 4proz. Ammonium-Molybdänlösung gebeizt, endlich in der üblichen Weise in Zelloidin eingebettet (kleine Stücke können auch in Paraffin eingeschlossen werden).

Zur Färbung der Markscheiden wendet man ein wenigstens 2 Monate altes phosphorwolframsaures Hämatoxylin von Mallory an (Hämatoxylin 10 cg; Phosphorwolframsäure 1 g, Wasser 100 g). Die Schnitte müssen bei 40—50° 10—12 Stunden im Ofen bleiben; nachdem sie in Wasser gewaschen sind, was 2—3 Stunden dauern kann, werden sie nach Pal differenziert, einige Stunden in Wasser gewaschen, in Alkohol entwässert, in Carboxylol aufgehellt und in Balsam eingeschlossen. Die Markscheiden sind schwarz gefärbt; das übrige Gewebe ist entfärbt, mit Ausnahme der roten Blutkörperchen, die dunkelviolett erscheinen. Die Ergebnisse sind den Weigertschen gleichwertig, aber nicht identisch; es wird je nach der Dicke der Fasern ein mehr oder weniger dickes und kompliziertes alveolares Stroma nachgewiesen.

Zur Färbung der Nervenzellen ist vor allem die Entfernung des Ammonium-Molybdän erforderlich, was durch langes Waschen der Schnitte in destilliertem Wasser erreicht wird (12—24 Stunden, je nach der Jahreszeit); nachher werden sie 24 Stunden lang in mit 5proz. Salpetersäure angesäuerten absoluten Alkohol gelegt (der die Färbbarkeit aller Bestandteile des Nervengewebes, mit Ausnahme der Nisslschen Körperchen, des Nucleolus der Nervenzellen und der Neuroglia- und Gefäßkerne, aufhebt), eine Stunde in destilliertem Wasser gewaschen, das, um jede Säurespur zu entfernen, mehrmals erneuert werden muss, eine Stunde und darüber in einer Lösung von Toluidinblau zu 1:3000 gefärbt, in 96proz. Alkohol (die Differenzierung erfolgt fast unmittelbar),

in absoluten Alkohol, in Xylol gebracht und in neutralen Balsam eingeschlossen. Man kann eine Lösung von Nissls Methylenblau benutzen, doch ist es dann notwendig, nach der Waschung in destilliertem Wasser und dem Uebertragen in Alkohol mit Salpetersäure, die Schnitte in mehrmals gewechseltem 96proz. Alkohol zu waschen und nach den klassischen Vorschriften der Methode Nissls zu färben und zu differenzieren. Die Resultate sind elektiv; auch die Läsionen der chromatischen Substanz werden nachgewiesen.

Mit dieser Methode, welche gegen die Weigerts den Vorteil besitzt, dass die zur Vorbereitung des Untersuchungsmaterials erforderliche Zeit weit geringer ist, werden die Ungewissheiten und Zweifel, welche die Präparate nach van Gieson zurücklassen, beseitigt: durch die Färbung in Serien, und zwar von je einem Schnitt der Markscheiden und in den folgenden der Nervenzellen, erlangt man absolut sichere Ergebnisse, da in keinem Falle eine Verwechslung zwischen Nervenelementen und Neurogliaelementen möglich ist.

Was die histologischen und histopathologischen Untersuchungen betrifft, ist die von mir vorgeschlagene Methode — ich scheue mich nicht es zu behaupten — bei weitem der Weigerts überlegen und technisch sehr leicht ausführbar.

Die vorstehend angeführten Erwägungen und Tatsachen zeigen, wie schwierig es oft ist, die Zusammensetzung und die wirklichen Beziehungen der Nervenbahnen festzustellen, was langwierige und geduldige Untersuchungen erheischen kann.

Was die Bahnen betrifft, die Grosshirn und Kleinhirn verbinden, sind die oben hervorgehobenen Meinungsverschiedenheiten zu klar und zu beredt, als dass ich diesbezüglich mehr Worte verlieren müsste; die Frage wird sodann noch durch die Tatsache kompliziert, dass die Punkte, in denen die zerebralen und zerebellaren Projektionsbahnen in Verbindung treten, sich in Zonen der zerebrospinalen Achse befinden, in welchen sehr zahlreiche, völlig verschiedenen Systemen angehörige Nervenbahnen durchgehen und sich schneiden. Es ist daher nötig, das, was der einen oder einer anderen Neuronenreihe angehört, zu unterscheiden und streng zu trennen.

Die wichtigsten Punkte, über welche die Meinungen der Autoren auseinandergehen und auf welche ich meine besondere Aufmerksamkeit gerichtet habe, sind die folgenden:

1. Sind im Pes pedunculi nur kortikofugale oder auch kortikopetale Fasern vorhanden?
2. Existiert demnach in der ventralen Brückenetage ein zerebraler Nervenzellenanteil im Sinne Monakows?

3. Enthält das *Brachium pontis* nur zerebellopetale oder auch zerebellofugale Fasern?

4. Entspringen die zerebellopetalen Fasern des *Brachium pontis* nur von der entgegengesetzten Seite der Brücke, oder auch auf derselben Seite? — nur von der Ventralbrückenetage oder auch vom Tegmentum? — und mit was für zerebellaren Elementen treten sie in Beziehung?

5. Wenn die zerebellofugalen Fasern des *Brachium pontis* vorhanden sind, von welchen zerebellaren Elementen gehen sie aus? und mit welchen Zellgruppen setzten sie sich in Beziehung? Wohin schicken diese ihre Achsenzylinder?

6. Enthält das *Brachium conjunctivum* nur zerebellofugale Fasern oder auch zerebellopetale?

7. Kreuzt es sich vollständig oder nur teilweise?

8. Von welchen Zellelementen gehen die zerebellofugalen Fasern aus? Mit welchen Gruppen treten sie in Verbindung?

9. Falls die zerebellopetalen Fasern vorhanden sind, woher kommen sie? wo endigen sie?

Um auf alle diese Fragen eine Antwort zu finden, habe ich einen ziemlich ausgedehnten Arbeitsplan von experimentellen Untersuchungen aufgestellt, den ich vor allem im Wesentlichen hier zusammenfasse:

Als Versuchstiere habe ich Katzen und Hunde benutzt. Meine Untersuchungen haben fast nur für diese beiden Tierarten einen Wert, da es festgestellt ist, worauf besonders Mingazzini die Aufmerksamkeit gelenkt hat, dass die für ein Tier geltenden Befunde nicht ohne weiteres auf ein anderes angewandt werden können, da die Entwicklungsunterschiede, die eine Nervenbahn bei einem oder dem anderen bieten kann, zahlreich und in die Augen fallend sein können.

Meine Untersuchungen umfassen:

1. Abtragung von Grosshirnlappen und Durchschneidungen des *Pedunculus cerebri* im Zwischen- und Mittelhirn, an erwachsenen Tieren ausgeführt und entweder mit Marchis Methode oder mit der oben für die Endverzweigungen erwähnten photographischen Methode studiert.

2. Dieselben Operationen an neugeborenen, bei völliger Entwicklung getöteten Tieren ausgeführt und mit Weigerts und van Giesons oder mit der eigenen, oben angegebenen Methode untersucht.

3. Zerebellare Abtragungen, ausgeführt an erwachsenen und neugeborenen Tieren und mit den nämlichen, für die zerebralen Zerstörungen angewandten Methoden untersucht.

4. Operationen, ausgeführt zwecks Lösung strittiger Punkte und um spezielle topographische Beziehungen zu präzisieren; sie wurden an

neugeborenen Tieren vorgenommen und entweder mit Weigerts Methode oder mit der meinigen für die Markscheiden studiert.

Aus meinen zahlreichen Untersuchungen ergaben sich auch auf andere Fragen bezüglich interessante Tatsachen; immerhin will ich mich darauf beschränken, so kurz als möglich über das zu berichten, was sich streng auf das von mir studierte Problem bezieht.

Serie I. Abtragung von Grosshirnlappen und Durchschneidung des Pedunculus cerebri bei erwachsenen Tieren.

Versuch 1 (Hund).

Es wird mittels Transversalschnitts der linke Lobus fronto-sigmoideus abgeschnitten. Der Hund zeigt ein Anzeichen von Manegeschritt nach links, das sehr schnell vergeht. Nach 2 Tagen geht er rasch, indem er die rechten Pfoten, besonders die vordere, mehr als die linke hebt und sie kräftiger auf den Boden setzt; dieses Bild schwächt sich in der Folge immer mehr ab. Nach 10 Tagen wird er getötet.

Autopsie. Die Operation ist gut gelungen; es wurde zu ganz geringem Teile die vordere Seite der Scheitelwindungen entfernt. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und in toto nach Marchi behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. In der Brücke bemerkt man (Taf. VI, Fig. 1), dass ungefähr die Hälfte der Fasern des Pedunculus cerebri, und zwar die laterale Seite degeneriert ist; vom Pedunculus cerebri, der grosse, schwarze Schollen zeigt, gehen strahlenförmig kleinere Schollen aus, welche sich vorzugsweise auf der lateralen und ventrolateralen Seite der ventralen Brückentage ausbreiten. Einige degenerierte Fasern steigen durch den Lemniscus zum Tegmentum pontis empor. Im Brachium pontis und im Brachium conjunctivum, wie auch im übrigen Schnitte bemerkt man keine degenerierte Fasern.

Versuch 2 (Hund).

Wie im vorhergehenden Falle wird der linke Lobus fronto-sigmoideus abgeschnitten. Das Tier, welches anfangs Anzeichen von Manegeschritt nach links, dann Hahnenschritt rechts gezeigt hat, wird nach 4 Monaten getötet.

Autopsie. Der Schnitt ist gleich hinter den Gyrus sigmoideus gefallen und vollständig durchgegangen; die Scheitelwindungen scheinen intakt. Die Brücke, die Oblongata und das Rückenmark (stückweise) werden in salpetersaurem Alkohol fixiert und für die photographische Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. Der laterale Teil des Pedunculus cerebri ist verschwunden; die marklosen Geflechte sind auf der ganzen linken Ventralbrückentage vermindert. Die Verminderung ist sehr gross, ja vollständig auf der lateralen und ventrolateralen Seite. In dieser Zone, wie auch in der Pedunculusarea, in welcher die Fasern verschwunden sind, haben die Nervenzellen keine Endverzweigungen. Im Gegensatz zu denen der entgegengesetzten Seite, die von einem sehr dichten Plexus feiner markloser Fasern

umgeben sind, sind sie völlig isoliert und gleichsam nackt. Ausserdem erscheint in ihnen eine leichte Schrumpfung, sie sind intensiver gefärbt als die anderen und das intrazelluläre Netz zeigt dicke und gewundene Trabekel. Im Brachium pontis, im Brachium conjunctivum wie auch im Rest der Schnitte findet sich nichts Bemerkenswertes.

Versuch 3 (Hund).

Es wird ein Transversalschnitt der linken Hemisphäre an der hinteren Seite des Thalamus opticus, vor dem roten Kern ausgeführt. Das Tier bleibt nach der Operation lange Zeit unbeweglich mit nach der linken Seite geneigtem Kopfe; nach einigen Stunden beginnt es die linken Glieder zu bewegen, besonders infolge starker Reize. Nach 24 Stunden kann es sich schon erheben und im Manege- und Hahnenschritt nach rechts bewegen, oft fällt es auf die rechte Seite. Später bessert sich der Zustand allmählich und nach 10 Tagen kann es sicher gehen. Das rechte Auge ist nahezu blind. — Es wird nach 14 Tagen getötet.

Autopsie. Der Schnitt ist vor den roten Kern gefallen und hat den ganzen Thalamus transversal durchtrennt; es wurden die Rindenprojektionsfasern total durchschnitten, eingerechnet die des Hinterhauptlappens; die innere Kapsel wurde ebenfalls durchschnitten. Die ganze zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und mit Marchis Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. In der inneren Kapsel in zerebraler Richtung bemerkt man keine degenerierten Fasern; in den übrigen Schnitten sehr schwere Degenerationserscheinungen infolge der Durchschneidung von Thalamo-kortikal-Projektionsbahnen, von Zerebrallassoziationsbahnen usw. Distal von der Verletzung im Gebiete des Pedunculus cerebri hat man totale Degeneration der Fasern des Pes pedunculi mit sehr dichten Ausstrahlungen zur Soemmeringschen Substanz, intensive Degenerationen in der Area des roten Kernes und im hinteren Längsbündel. In der Höhe der Brücke sind die Degenerationserscheinungen fast nur auf den Pedunculus cerebri beschränkt. Dieser ist total degeneriert (Taf. VI, Fig. 2) und von seiner Area, die mit sehr dicken und dichten Blöcken angefüllt ist, strahlen feine, sehr zahlreiche Körnchen aus, die sich in der ventralen Brückenetage, besonders im ventralen, paramedialen und lateralen Teil ausbreiten. Eine ziemlich beträchtliche Anzahl durchzieht den Lemniscus principalis und geht zum Tegmentum, vor allem in den mehr ventralen Teil; wenige degenerierte Fasern setzen sich bis zum paramedialen Teil und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite fort. In den übrigen Schnitten finden sich nur im hinteren Längsbündel beider Seiten spärliche degenerative Anzeichen; im Brachium pontis und im Brachium conjunctivum fehlen durchweg degenerierte Fasern. — In der Oblongata ist nur die Pyramidenbahn degeneriert.

Versuch 4 (Hund).

Wird wie beim 3. Versuch operiert, aber 4 Monate am Leben gelassen. Anfänglich zeigte er dieselben Symptome wie der vorhergehende Hund; sie verschwanden allmählich, so dass der Hund nach 25 Tagen lebhaft war und nur

einen ausgeprägten Hahnenschritt rechts sehen liess. Das rechte Auge war fast erblindet.

Autopsie. Nach Wegnahme des Schädeldaches, wobei die Dura mater an ihrem Platze bleibt, zeigt sich nichts Bemerkenswertes; bei leichter Betastung in der Hinterhauptscheitelgegend ist links eine deutliche Fluktuation zu fühlen. Nach Herausnahme des Schädelinhalts wird ein Transversalschnitt in halber Entfernung zwischen Frontal- und Hinterhauptspol ausgeführt. Es kommt eine grosse Menge sehr klarer, zitronenfarbiger Flüssigkeit hervor; man sieht sofort, dass der linke laterale Ventrikel in allen seinen Abschnitten ungeheuer erweitert ist und dass die Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptswindungen äusserst verdünnt sind. Der linke Lobus frontosigmoideus jedoch hat fast das gleiche Volumen wie der rechte. Der linke Thalamus ist fast verschwunden; der innere und der äussere Kniehöcker sind zerstört; der vordere Vierhügel ist sehr vermindert; sehr reduziert ist das Areal des Pes pedunculi, abgeplattet die linke Seite der Brücke und die linke Pyramide. Die Gegend des Pedunculus cerebri, die Brücke und die Oblongata werden in salpetersaurem Alkohol für die photographische Methode fixiert.

Mikroskopische Untersuchung. Der rote Kern bietet auch in den der Läsion nächstgelegenen Teilen im Vergleich zur gesunden Seite keine sehr hervortretenden Erscheinungen bezüglich der Nervenzellen, welche, wenigstens grösstenteils, das intrazelluläre Netz gut gefärbt und ohnedeutliche pathologische Merkmale zeigen. Vielleicht ist die Zahl der kleinen, in der äussersten Zone gelegenen Zellen etwas vermindert. Sehr wahrnehmbar ist jedoch die Verminderung der Nervenfasern und der marklosen Endgeflechte im proximalen Drittel des Nukleus; die Unterschiede zwischen der einen und der anderen Seite werden rasch geringer und hören im hinteren Drittel ganz auf. Die Fasern des Pes pedunculi sind völlig verschwunden und mit ihnen sind die marklosen Geflechte der Substantia Soemmeringii zerstört, deren sehr verminderte Zellen im Vergleich mit jenen der gesunden Seite stark geschrumpft erscheinen und deren intrazelluläres Netz mit dickeren und deutlichen Trabekeln versehen ist. In der Brücke ist das Verschwinden des Pedunculus cerebri und seiner Ausstrahlungen die am meisten in die Augen springende Erscheinung; dem grössten Teil der Zellen der Ventralzone der verletzten Seite fehlt durchaus das sehr dichte Geflecht von marklosen Fasern und von Endverzweigungen, das jedoch die der gesunden Seite umgibt. Die Verletzung ist topographisch deutlich ausgeprägt. Die Zellen der intra- und peripedunkularen Gruppen, die lateralsten des paramedialen Areals und die dorsalsten (zwischen der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale) des ventralen Areals sind völlig nackt¹⁾ und

1) Ich mache darauf aufmerksam, dass die Zellgruppen der ventralen Brückenetage von mir in folgender Weise klassifiziert sind: 1. Mittlere Area oder Area mediana, sehr klein, in der Mitte der ventralen Raphe gelegen. 2. Peri- und intrapedunkulare Gruppen, längs den Rändern und zwischen den Bündeln des Pedunculus cerebri. 3. Paramediale Area oder Area paramedialis, medialwärts begrenzt vom mittleren Areal und seitwärts von den

zeigen sich leicht verkleinert. In den anderen Zonen sind die marklosen Geflechte etwas spärlicher geworden und die Zellen zeigen ein morphologisch völlig normales Gepräge. Wegen der Dichte der Geflechte ist eine Verminderung der Fasern, die vom ventralen Areal zum Tegmentum emporsteigen, wie auch derjenigen, welche zum ventralen Areal der entgegengesetzten Seite gehen, nicht gut ersichtlich. Das Brachium pontis und das Brachium conjunctivum sind auf beiden Seiten völlig normal. In der Oblongata hat man das völlige Verschwinden der linken Pyramide.

Versuch 5 (Katze).

Es wird ein Transversalschnitt der linken Hemisphäre unmittelbar vor dem roten Kern ausgeführt, so dass der Pedunculus cerebri im Zwischenhirn abgetrennt wird. Das Tier zeigt ein Gesamtbild der Symptome, das den beim Versuch 3 und 4 beobachteten analog ist. Es wird nach 12 Tagen getötet.

Autopsie. Die Operation ist wohl gelungen, alle kortikalen Projektionsbahnen zum Mittelhirn und zum Hinterhirn sind durchschnitten. Die ganze zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und nach Marchi behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. Die Befunde stimmen völlig mit denen des Versuches 3 überein; es ergibt sich nämlich: Fehlen von degenerierten, kortikopetalen Fasern in der inneren Kapsel, totale Entartung der Fasern des Pedunculus cerebri wie auch der Ausstrahlungen zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der Brücke; absolute Unversehrtheit des Brachium pontis und des Brachium conjunctivum.

Versuch 6 (Hund).

Transversalschnitt des Mittelhirns zwischen dem vorderen und dem hinteren linken Vierhügel. Das Tier zeigt sofort auffallende Symptome, vor allem charakterisiert durch Zwangsbeugung des Kopfes und des Halses auf die linke Seite; dann beginnen dieselben allmählich zu verschwinden. Nach 10 Tagen macht das Tier einige Gehversuche, fällt jedoch immer auf die rechte Seite. Es wird nach 12 Tagen getötet.

Autopsie. Die Operation ist vollständig gelungen; der Schnitt ist durch die ganze Masse geführt. Die zerebrospinale Achse wird in Müller fixiert und nach Marchis Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung. Sowohl in proximaler als in distaler Richtung finden sich zahlreiche degenerierte Fasern. Mit Bezug auf die medialen peripedunkularen Gruppen. 4. Ventrale Area oder Area ventralis, auf der ventralen Seite in der Mitte des Stratum superficiale gelegen. 5. Paralaterale Area oder Area paralateralis, medialwärts von den lateralen, peripedunkularen Gruppen, lateralwärts vom medialen Rand des Brachium pontis begrenzt: diese Area fehlt im Proximaldrittel der Brücke und sendet im Distaldrittel einen lateralen Ausläufer aus, der zwischen dem Lemniscus lateralis und dem Brachium pontis eindringt. — Die Nomenklatur der Fasern ist die gewöhnliche.

gestellte Aufgabe will ich nur erwähnen, dass der linke Pedunculus cerebri mit den bezüglichlichen Ausstrahlungen zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum im distalen Zug total degeneriert, dagegen im proximalen Zug unverletzt ist und dass das Brachium pontis und das Brachium conjunctivum absolut keine entarteten Fasern aufweisen.

Die Ergebnisse dieser ersten Serieuntersuchungen sind von bemerkenswertem Interesse, insofern sie dazu beitragen, einige Tatsachen von fundamentaler Wichtigkeit für das Problem der zerebro-zerebellaren Beziehungen festzustellen.

Eine erste Tatsache betrifft die Zusammensetzung des Pedunculus cerebri. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen bestätigen völlig, was schon von Lewandowsky (16), Probst (40), Economo mit Karplus (10) und anderen betont wurde, dass er, wenigstens beim Hund und bei der Katze, keine gegen das Grosshirn aufsteigende Fasern enthält. Die Versuche 4 und 5 (Schnitt des Pedunculus im Zwischenhirn) und der 6. (Schnitt des Mittelhirns) sind zu berechtigt, als dass ich mich darüber weiter auslassen müsste.

Diese, durch von verschiedenen Forschern ausgeführte zahlreiche Untersuchungen einmütig bestätigte Annahme schliesst die Möglichkeit aus, dass in der ventralen Brückenetage des Hundes und der Katze der von Monakow, Kölliker und anderen Autoren behauptete zerebrale Anteil von Nervenzellen vorhanden ist und macht demnach die Existenz der zerebello-ponto-kortikalen Bahn unmöglich, die von einigen zu Anfang meiner Arbeit angeführten Schemas über den zerebro-zerebellaren Zusammenhang angenommen wird.

Meine Untersuchungen haben nun erlaubt, die Beziehungen der Fasern des Pedunculus cerebri zu den Zellgruppen der Brücke in sicherer Weise zu präzisieren. Die mit Marchis Methode erlangten Befunde werden durch die von der photographischen Methode gelieferten vervollständigt und ergänzt. Es scheint mir mit genügender Sicherheit festgestellt, dass der grösste Teil der Zellen der Ventralbrückenetage und genau die der peri- und intrapedunkularen Gruppen, die lateralen der paramedialen Area und die medialsten der paralateralen Area, nur mit den Fasern des Pedunculus cerebri in Verbindung stehen. Der Versuch ist in dieser Beziehung absolut beweisend: der totalen Degeneration des Pedunculus cerebri ist das völlige Verschwinden der marklosen Geflechte und der Endverzweigungen um die Zellen der angeführten Gruppen herum gefolgt. Diese Tatsache konnte auf Grund der mit Marchis Methode erzielten Ergebnisse nicht festgestellt werden, da diese, wenn sie auch positive Fälle hinsichtlich der in Degeneration befindlichen Fasern liefert, nicht imstande ist, mit Sicherheit die An-

wesenheit normaler Fasern inmitten der entarteten ausschliessen zu lassen. Jedoch hat Marchis Methode erlaubt, klarzustellen, warum die mehr medial gelegenen Zellen des paramedialen Areals im Versuch 4 nicht gänzlich die marklosen Geflechte entbehren. Bei den Versuchen 3, 5 und 6 ist in der Tat konstatiert worden, dass vom Areal des Pedunculus cerebri eine beträchtliche Anzahl Fasern ausgehen, die gegen den medialsten Teil der Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite gehen. Diese Tatsache hat für einen besonderen Befund eine bemerkenswerte Bedeutung, wie wir nach Darlegung der Ergebnisse der zweiten Untersuchungsserie sehen werden. Nicht nur das allein: die Methode Marchis hat auch gestattet, die schon von Lewandowsky (16) konstatierte Degeneration von durch die Schleife zum Tegmentum aufsteigenden Fasern festzustellen (*Fibrae pedunculo-tegmentales*). Auf diese Tatsache, über die die photographische Methode nichts Sicheres ergeben hat, werde ich später ebenfalls zurückkommen müssen, weil sie die Erklärung eines Befundes von besonderer Wichtigkeit gestattet.

Meine Untersuchungen erlauben auch die topographischen Beziehungen zwischen den Projektionsfasern einiger Rindenzonen und den Zellen der ventralen Brückenetage teilweise zu präzisieren. Aus dem Versuch 2 geht wirklich hervor, dass der Zerstörung des Lobus fronto-sigmoideus das Verschwinden der lateralen und ventrolateralen Fasern im Pedunculus cerebri und demnach das der marklosen Plexus und der Endverzweigungen der lateralen peri- und intrapedunkularen Zellgruppen folgt. Die Beziehungen kommen aber nicht nur mit diesen Zellgruppen zustande, es erfolgt tatsächlich eine Verminderung der Geflechte auch in der übrigen ventralen Etage. Ein Vergleich mit dem, was im Versuch 4 festgestellt wurde, in welchem die totale Degeneration der Fasern des Pedunculus cerebri vom Verschwinden der marklosen Geflechte fast in der ganzen homolateralen ventralen Brückenzone begleitet war, lässt vermuten, dass die Projektionsfasern des Schläfen- und Scheitellappens sich vorwiegend mit den Zellen der medialsten intra- und peripedunkularen Gruppen und mit denen der paramedialen Area in Verbindung setzen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen passen nur teilweise zu den von Mingazzini und Polimanti (28) beim Hund erlangten. Nach diesen Autoren würden sich sowohl die Fasern des Stirnlappens als auch die des Schläfenlappens mit den Zellen des paramedialen Areals in Verbindung setzen, während es für mich keinem Zweifel unterliegt, dass die Fasern des Lobus fronto-sigmoideus sich vorherrschend um die lateralen peri- und intrapedunkularen Zellen herum verzweigen. Es muss die Tatsache in Rechnung gezogen werden, dass man mittelst der

von beiden erwähnten Autoren angewandten Weigertschen Methode keine Resultate erhält, die, was Sicherheit betrifft, sich mit denen vergleichen können, welche man mit der von mir benützten photographischen Methode erlangt, die die Nervenzellen und die bezüglichen Endverzweigungen deutlich hervortreten lässt.

Ausser diesen streng den *Pedunculus cerebri* betreffenden Tatsachen sind aus meinen Untersuchungen noch andere hervorgegangen, die das *Brachium pontis* und das *Brachium conjunctivum* betreffen.

Hinsichtlich des ersten konnte ich nie eine Entartung von vom *Pedunculus cerebri* herkommenden Fasern beobachten; meine diesbezüglichen Daten bestätigen nicht das von einigen angenommene Vorhandensein von *Fibrae transversae e cerebro*. Meine Versuche sind nicht sehr zahlreich, aber sie sind technisch einwandfrei, was z. B. von den Versuchen Economos und Karplus' (10) nicht gesagt werden kann, welche im *Brachium pontis* die Degeneration von kleinen Nervenfaserguppen infolge von alleiniger Läsion des *Pedunculus cerebri* gefunden haben wollen. Die von den beiden Autoren ausgeführte Operation hat beständig weit ausgedehntere und tiefere Läsionen gegeben als die, welche sie beabsichtigt hatten, und in verschiedenen Fällen geht aus den Autopsieprotokollen hervor, dass nicht unerhebliche Verletzungen zum Nachteil des *Brachium pontis* verursacht worden waren. Es kann immer vermutet werden, dass die Autoren kleine Läsionen bewirkt haben, die dann der makroskopischen Prüfung entgangen sind.

Hinsichtlich des *Brachium conjunctivum* konnte ich bei keinem meiner Tiere das Vorhandensein von degenerierenden Fasern zerebello-petaler Richtung feststellen; meine Ergebnisse stimmen vollkommen mit denen von Lewandowsky (16), Probst (40), van Gehuchten (48) u. a. überein. Ich muss deshalb im roten Kern und im Thalamus das Vorhandensein von Neuronen, deren Achsenzylinder durch das *Brachium conjunctivum* zum Kleinhirn emporsteigt, ausschliessen.

Eine andere Tatsache muss nun hervorgehoben werden, nämlich die, dass sicherlich von den Zellen des Sehhügels keine gegen die Brücke und die *Oblongata* absteigende Nervenfasern ausgehen. Diese Tatsache, die sich in zweifelloser Weise aus den Versuchen 3 und 5 ergibt, hat ein besonderes Interesse für die Frage der zerebello-rubro-oder thalamo-kortikalen Bahn.

Wir haben früher gesehen, dass einige der für die zerebro-zerebellaren Bahnen vorgeschlagenen Schemas annehmen, dass die Fasern des *Brachium conjunctivum* im Thalamus und im roten Kern mit Neuronen in Verbindung treten, deren Achsenzylinder in kortikaler Richtung geht. Nun ist bewiesen worden, dass vom roten Kern das rubro-spinale

Bündel entspringt und dass sicherlich eine zerebello-rubro-spinale Bahn besteht. Man könnte deshalb zur Meinung veranlasst werden, dass auch vom Thalamus absteigende Fasern ausgehen und dass analog der vorgenannten eine zerebello-thalamo-spinale Bahn existiert.

Die Tatsache, dass wegen ausgedehnter thalamischer Verletzung keine Degeneration ausser einigen Fasern des hinteren Längsbündels von zur Brücke und zur Oblongata absteigenden Fasern stattfindet und dass statt dessen nur Fasern mit aufsteigendem Verlauf entarten, macht, wenn sie auch keine absolute Sicherheit gewährt, die Hypothese sehr wahrscheinlich, dass die Fasern des Brachium conjunctivum sich mit den kortikopetalen Achsenzylinderzellen in Beziehung setzen und so Reize vom Kleinhirn zur Grosshirnrinde vermitteln.

Serie II. Abtragung von Grosshirnlappen und Durchschneidungen des Pedunculus cerebri bei neugeborenen Tieren.

Versuch 1 (Hund).

Im Alter von 2 Tagen wird ein Transversalschnitt in der rechten Gehirnhemisphäre ausgeführt, indem man ein dünnes, ganz wenig gebogenes Bistouri seitwärts zur Mittellinie gleich hinter dem Gyrus sigmoideus (hinterer Teil) einsticht, es bis auf die Schädelbasis niederdrückt und dann nach aussen und oben bewegt, so dass die Hemisphäre in zwei Teile geschieden wird. Die Operation verursacht dem Tiere keinen bemerkenswerten Nachteil; unter die Hündin gebracht, hat es sofort ruhig zu saugen begonnen. Es hat sich sodann regelmässig entwickelt, indem es zur normalen Zeit zu gehen begann. Beim Laufen zeigte es keine Störungen, keine nennenswerte Parese auf der linken Seite, keine schmerzhaftes Hemihypästhesie. Die Intelligenz steht der normalen weit nach; das Tier zeigt keine Zuneigung für die seiner Wartung zugeweihte Person. Nach 8 Monaten wird es getötet.

Autopsie: Bei Oeffnung der Schädelkapsel findet man nichts Besonderes. Die Dura mater ist an der Wundstelle völlig vernarbt; sie zeigt keine Verwachsungen mit dem Nervengewebe. Die rechte Gehirnhemisphäre im ganzen betrachtet erscheint kleiner als die linke, der vordere Teil zeigt jedoch eine verhältnismässig grössere Reduktion als der hintere. Es wird konstatiert, dass der Transversalschnitt an der äusseren Oberfläche in allen Punkten ein vollständiger gewesen ist, mit Ausnahme eines sehr kleinen Lappens der zweiten äusseren Windung, der den ganzen vor dem hinteren Rande des Gyrus sigmoideus gelegenen Teil durchschnitten zeigt, nämlich den Lobus frontosigmoideus in toto, die vordere Extremität der 1., 2. und 3. äusseren Windung und die Geruchszone; unversehrt sind jedoch der Hinterhauptlappen, der Schläfenlappen und der grösste Teil des Scheitellappens. Es besteht eine merkliche Abplattung der rechten Brückenhälfte; die rechte Pyramide ist fast verschwunden; im Kleinhirn bemerkt man keine wahrnehmbaren Unterschiede zwischen den beiden Seiten. Die zerebrospinale Achse wird 4 Monate lang in

Müllerscher Flüssigkeit fixiert, dann in Abschnitte von 2 cm Dicke geteilt, die in Serien geschnitten werden. Beim Anfertigen dieser Schnitte wird festgestellt, dass auch der vordere Teil des Nucleus caudatus bis in die Tiefe durchschnitten worden ist.

Mikroskopische Untersuchung: In den der Verletzung nächstgelegenen Schnitten erscheint beständig die Reduktion des rechten Streifenhügels, auch der Sehhügel zeigt sich im Vergleich mit dem linken reduziert; immerhin tritt der Unterschied nicht sehr hervor. Sehr deutlich ist die starke Reduktion der inneren Kapsel. Das Rote Kernareal erscheint im Vergleich mit dem linken nicht sehr reduziert. Ich habe mich nicht davon überzeugen können, dass in ihm in der Zahl der Zellelemente ein wirklicher Unterschied bestände, jedoch ist im proximalen Drittel eine Verminderung der Fasern auf seiner äusseren Seite offenbar. Dieser Unterschied besteht im mittleren Drittel nicht mehr; dort (Taf. VI, Fig. 3) sieht man, dass die Fasern des Pedunculus cerebri auf der rechten Seite ungefähr ein Drittel der linken betragen. In Anbetracht der Massenreduktion ist es schwierig festzustellen, welche Teile des Pedunculus zerstört sind; vor allem scheinen die Fasern der beiden äusseren Fünftel und die an der dorsalen Seite des Pedunculus gelegenen verletzt. Die innerhalb der Soemmeringschen Substanz bemerkbaren Geflechte sind rechts beträchtlich reduziert; auch die Zahl der Zellen ist bedeutend geringer. Mehr distal, am hinteren Drittel des roten Kerns und auch nachher bis zum proximalen Teil der Brücke, sind die Unterschiede zwischen einer Seite und der andern nur auf die Veränderungen des Pedunculus cerebri, der rechts stark reduziert ist, und der ebenfalls atrophischen Soemmeringschen Substanz beschränkt. In der Schleife beobachtet man keine merklichen Unterschiede; dasselbe kann man von der Haubenkreuzung in allen ihren Abschnitten sagen. In der Brücke bemerkt man Bilder von grossem Interesse, die jedoch auf deren ventralen Teil beschränkt sind, nämlich auf die Zone, in welcher zwischen den absteigenden Bündeln des Pedunculus cerebri die Transversalfasern des Brachium pontis liegen. Man bemerkt nämlich (Taf. VI, Fig. 4), dass der Pedunculus cerebri rechts stark reduziert ist (l p c d); man wird annehmen können, dass er wenig mehr als ein Drittel der Fasern enthält, die sich auf der linken Seite finden. Die übriggebliebenen Bündel bemerkt man vor allem im dorsomedialen Teil, in der Nähe der Hauptschleife, während die ventralen Bündel besonders im lateralen Teil stark reduziert sind. Die pedunkulo-tegmentalen Fasern zeigen von einer Seite zur anderen keine hervortretenden Unterschiede. Ueberdies sind links in den zwei distalen Dritteln der Brücke auch die Myelinfasergeflechte bedeutend reduziert, welche rechts in Menge zu sehen sind, besonders in der paramedialen, ventralen und paralateralen Zone. Die Verminderung tritt vorzugsweise im ventrolateralen Teil zutage. Links ist indessen die Zahl der Fasern mit transversalem Verlauf, die gegen den mittleren Kleinhirnstiel emporsteigen, erheblich vermindert. Die Verminderung erscheint höchst deutlich im lateralen Teil und zwar in den Fasern des ventralsten Teiles des Stratum complexum (v s c r). Bemerkenswert ist auch das Bild der Raphe: im tegmentalen Teil sind von einer Seite zur anderen keine bemerkenswerten Unter-

schiede, auf der ventralen Seite jedoch ist die Zähl der von der linken Seite aufsteigenden Fasern erheblich grösser; dadurch zeigt sie sich nach links konkav gekrümmt. Das rechte Brachium pontis ist ziemlich grösser als das linke. In den nach van Gieson gefärbten Präparaten kann man, und zwar immer in den zwei distalen Dritteln der Brücke, eine merkliche Verminderung der Zellelemente der rechten Seite wahrnehmen (Taf. VI, Fig. 5, l. p. ip. d.), welche besonders die intrapedunkularen Gruppen im äussersten Teile und die peripedunkularen im ventralen Teile trifft. Die paramediale und die paralaterale Area, wie auch der ventralste Teil der ventralen Area sind unversehrt. Im Nucleus reticularis tegmenti bemerkt man zwischen beiden Seiten keinen Unterschied. Nahezu keine Unterschiede bestehen im proximalen Drittel zwischen den beiden Seiten; auch das Kleinhirn bietet bei mikroskopischer Untersuchung nichts besonders Erwähnenswertes. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die angewandten Methoden sich nicht dazu eignen mit Sicherheit die feineren Strukturveränderungen zu bestimmen.

Zusammenfassung: Einem 2 Tage alten Hunde ist der rechte Lobus fronto-sigmoideus durchschnitten worden. Als Folge trat eine starke Reduktion der Fasern des homolateralen Pedunculus cerebri vor allem in seinem äusseren und ventralen Teile auf. Damit verbunden ist eine nicht unbedeutende Verminderung der myelinisierten Geflechte der homolateralen Brückenetage (besonders im ventrolateralen Teil), der nach dem mittleren Teil der Raphe gerichteten Transversalfasern und der Fasern des ventralen Teiles des Stratum complexum auf der entgegengesetzten Seite der Ventralbrückenetage. Gleichzeitig wurde eine merkliche Abnahme der Zellenanzahl der intra- und peripedunkularen lateralen Gruppen festgestellt.

Versuch 2 (Hund).

Wird im Alter von zwei Tagen mit Transversalschnitt der linken Gehirnhemisphäre in der hinteren Partie derart operiert, dass auch der ganze Thalamus vor dem roten Kern durchschnitten wird. Das Tier ist durch die Operation nicht besonders beeinflusst worden; sofort nach derselben begann es wieder ruhig zu saugen. Die weitere Entwicklung vollzog sich gänzlich normal; der Hund begann im gleichen Alter wie das Kontrolltier zu gehen und wie dieses zeigte er sich immer sehr lebhaft, wenngleich er weit weniger intelligent und vor allem weniger anhänglich war. Er zeigte nie krampfartige Erscheinungen. Beim Gehen wurden die rechten Glieder beständig mehr als die linken gehoben und kräftig auf den Boden aufgeschlagen, wiewohl sie schwächer waren. Der Hund fiel in der Tat leicht auf die rechte Seite. Tast- und Schmerzempfindung waren rechts bedeutend vermindert, so auch die Sehschärfe. Das Tier wurde im Alter von 8 Monaten getötet.

Autopsie: Bei Oeffnung der Schädeldecke bemerkt man, dass die linke Hinterhauptgegend einen breiten fluktuierenden Sack aufweist, der beim Druck

nachgibt; wenn man in die Dura schneidet kommt eine nicht geringe Menge durchsichtiger Flüssigkeit hervor mit darauffolgendem Schlawwerden des hinteren Teils der Hemisphäre. Bei der makroskopischen Untersuchung des Gehirns beobachtet man, dass die Hinterhauptwindungen zu einer sehr dünnen Platte reduziert sind und sich in einer Oeffnung vereinigen, welche den Ventrikel mit dem subduralen Raum in Verbindung setzt; man sieht auch, dass die restliche linke Hemisphäre im Vergleich zur rechten im Volumen vermindert ist. Ausserdem bemerkt man, dass die vorderen und hinteren Vierhügel reduziert sind, dass die Brücke links im ventralen Teil abgeplattet und dass die linke Pyramide verschwunden ist, während das Kleinhirn in der rechten Hälfte an Volumen verloren hat. Durch die Oeffnung sieht man, dass die thalamische Masse links nahezu verschwunden ist. Die zerebrospinale Achse wird in toto in Müllerscher Flüssigkeit fixiert, wo sie 4 Monate verbleibt; nachher teilt man sie in Stücke von 2 cm Dicke, die in Serien geschnitten werden. Die Schnitte werden abwechselnd mit der Methode van Giesons und mit der von Kultschitzky-Volters gefärbt. Bei Anfertigung dieser Schnitte sieht man, dass der linke geschweifte Kern an Volumen erheblich reduziert, der Linsenkern nicht vorhanden, dass die innere Kapsel in allen Abschnitten zerstört ist und demzufolge der linke Pes pedunculi fehlt. Der Thalamus opticus fehlt fast gänzlich, da der äussere und der innere Kniehöcker, der dorsale und laterale Kern, die innere Kapsel, die Regio subthalamica und der Louissche Körper zerstört sind.

Mikroskopische Untersuchung: Der rote Kern ist nicht direkt von der Verletzung getroffen, da das Bistouri vor ihm hindurchgegangen ist; er erscheint auch im proximalen Teil nicht bedeutend verletzt. Einige Zellen im lateralen Teil scheinen etwas zusammengeschrunpft und an Volumen reduziert. Wenn man die angewandte Methode in Rechnung zieht, kann man über die Tragweite und etwaige Schwere der Verletzungen nicht ein durchaus sicheres Urteil fällen; jedenfalls können diese nicht als destruktive, sondern als atrophische angesehen werden. Ich konnte mich nicht davon überzeugen, dass die Zellenanzahl der verletzten Seite vermindert wäre. Unzweifelhaft besteht aber eine ausgesprochene Verminderung der Zahl der Nervenfasern der inneren Kapsel, besonders im lateralen und ventralen Teil. Deutlich bemerkt man das im proximalsten Teil des roten Kerns; im mittleren Teile (den Kern in sagittaler Richtung betrachtet) sind die Unterschiede weit geringer. Die Zellen beider Seiten zeigen untereinander keine merklichen Unterschiede, während die Fasern auf der lateralen und ventralen Seite sich immer in geringerer Zahl finden. An solcher dem inneren Kniehöcker entsprechenden Stelle verdient hervorgehoben zu werden, dass die Hauptschleife auf der rechten Seite deutlich erscheint, dagegen links auf wenige lateralwärts und ventralwärts zum roten Kern gelagerte Fasergruppen reduziert ist. Ueberdies ist zu erwähnen, dass in der ventralen Haubenkreuzung die von der linken Seite herkommenden Fasern in merklich geringerer Anzahl erscheinen, als die von der rechten Seite kommenden. Der Pedunculus cerebri fehlt vollkommen und mit ihm fehlt die graue, an seiner inneren Seite gelegene Substanz (Taf. VI, Fig. 6). Hinsichtlich der

distalsten Partie des roten Kernes zeigen sich keine erheblichen Veränderungen; das völlige Fehlen des linken Pedunculus cerebri und der entsprechenden schwarzen Soemmeringschen Substanz tritt immer klarer hervor. Die Hauptschleife zeigt auf der linken Seite eine geringe Zunahme der Faseranzahl; auf der rechten Seite beginnt die laterale Schleife zu erscheinen, die jedoch links nicht vorhanden ist. Der rote Kern weist keine hervortretenden Unterschiede zwischen einer und der andern Seite auf, sei es hinsichtlich der Zellelemente oder hinsichtlich der Fasern, die ihn durchziehen und seine Kapsel bilden. Die Haubenkreuzung ist im ventralen Teil symmetrisch, während man im dorsalen eine etwas geringere Anzahl linker Fasern bemerkt. Wenn dann die roten Kerne verschwunden sind und die grossen, an der Wernekinkischen Kommissur teilnehmenden weissen Bündel ihre Stelle eingenommen haben, sind keine bemerkenswerten Beobachtungen zu verzeichnen, ausser den mit den veränderten tektonischen Anlagen verknüpften; links bemerkt man stets das Fehlen des Pedunculus cerebri, des Locus niger und die starke Reduktion der Hauptschleife. Im übrigen werden die Unterschiede zwischen den beiden Seiten immer geringer (Taf. VI, Fig. 7). Die für die Frage, mit der sich vorliegende Arbeit beschäftigt, wichtigen Veränderungen bemerkt man in der Brücke, besonders in der ventralen Etage. Ich werde sie unter Berücksichtigung des Verhaltens der Fasern und der Nervenzellen kurz beschreiben, wobei ich annehme, die Brücke in vier aufeinander folgende Abschnitte geteilt zu haben. Im oberen, dem mittleren Drittel des hinteren Vierhügels entsprechenden Abschnitt (Taf. VI, Fig. 8 u. 9) im tegmental Teil des Schnittes bemerkt man keine besonders hervortretenden Unterschiede zwischen beiden Seiten. Der linke Vierhügel hat ein etwas geringeres Volumen als der rechte. Auf dieser Seite scheint die laterale Schleife leicht reduziert, während die Hauptschleife, wie in den mehr proximalen Schnitten weit weniger reich an Fasern ist, als auf der rechten Seite. In solcher Höhe hat sich die Hauptschleife in ventromedialer Richtung bedeutend verschoben zugleich mit dem Pedunculus cerebri, an dessen dorsalen Rand sie sich eng anlehnt; in dem rechts gelegenen unterscheidet man deutlich den medialen Zug, welcher links fast völlig verschwunden ist. Auf der ventralen Seite bemerkt man links das absolute Fehlen des Pedunculus cerebri (Taf. VI, Fig. 8 p. c. d.). Mit seinen Fasern sind die sich verschiedenartig verschlingenden, gewunden verlaufenden Fasergeflechte fast völlig verschwunden, die rechts wahrgenommen werden, wo sie an der medialen, ventralen und lateralen Seite des Pedunculus cerebri eine dicke Schicht bilden. Links bemerkt man nur im medialen und lateralen Teile spärliche Geflechte. Bedeutend vermindert sind überdies die feinen Fasern, die die Schleife durchziehen und von der Ventralbrückenetage zum Tegmentum emporsteigen. Von ihnen sind nur zwei kleine Bündelchen erhalten, eines an der medialen, das andere an der lateralen Seite des Pedunculus, und viel spärlicher als rechts. Dagegen finden sich rechts die Fasern mit transversalem Verlauf in bedeutend geringerer Anzahl, besonders im lateralen und ventralen Teil der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale (Taf. VI, Fig. 8 p. s. r.) und im ventralen des Stratum complexum (Taf. VI, Fig. 8 v. s. c. r.). Das Stratum

profundum fehlt noch in solcher Höhe. In der Nähe der Mittellinie erscheinen die Unterschiede zwischen beiden Seiten merklich geringer; in dieser Höhe sind die *Fibrae rectae* sehr spärlich und bieten von einer Seite zur andern keine bemerkenswerten Unterschiede. Zugleich mit dem völligen Verschwinden des *Pedunculus* und mit den erwähnten Unterschieden in der Verteilung und in der Anzahl der Zellen zeigt sich auch eine in die Augen fallende Modifikation in den Nervelementen der ventralen Brückenetage. Sie ist dadurch charakterisiert, dass ein guter Teil der Nervenzellen links wieder absorbiert worden ist. Ich habe mit der grösstmöglichen Genauigkeit die übrig gebliebenen Elemente und ihre Anordnung abgebildet, man kann indessen trotz der mit der veränderten architektonischen Anlage der Ventralbrückenetage verknüpften Schwierigkeiten feststellen, dass links die äussersten Nervenzellen der paramedialen Area (Taf. VI, Fig. 9 pm. r.), ferner alle intrapedunkularen Gruppen und die am ventralen und lateralen Rande gelegenen stark vermindert sind (Taf. VI, Fig. 9 p. ip. d.). Besser erhalten, wenn auch numerisch reduziert, sind die Zellen der äussersten Partie der lateralen peripyramidalen Gruppen und die am ventralsten Teil der paramedialen und ventralen Area gelegenen Zellen. Die paralaterale Area erscheint in solcher Höhe nicht als ein Gebilde für sich. Im allgemeinen sind die Zellen zerstört worden, welche intimere topographische Beziehungen mit dem *Pedunculus cerebri* haben. In einer mehr distalen Partie zeigen die Befunde einige Modifikation. Vor allem ist zu bemerken, dass das rechte *Brachium conjunctivum cerebelli* (im Gegensatz zur verletzten Seite) wenig, aber deutlich verkleinert ist im Vergleich zum linken (Taf. VI, Fig. 10 b. c. r.), besonders in seinem ventromedialen Teile. Dieses Bild erschien in den proximalen Schnitten weniger deutlich. Die Zerstörung der medialen Schleife ist immer deutlich ausgesprochen. Hinsichtlich der Ventralbrückenetage bemerkt man sofort einen bedeutenden Unterschied und zwar grösser als in den Schnitten des oberen Viertels, zwischen den Oberflächen des linken und des rechten Teils. Der vertikale und transversale Durchmesser sind links ungefähr auf ein Drittel der rechten reduziert. Der linke *Pedunculus* ist völlig resorbiert (Taf. VI, Fig. 10 p. c. d.) und an seiner Stelle bemerkt man einen kleinen hellen Zwischenraum, der von einigen ziemlich dichten Transversalfaserbündelchen durchzogen und an seinem dorsalen und ventralen Rand von dichten Schichten transversal verlaufender Fasern begrenzt ist. Diese sind im äusseren Teil der Area bedeutend zahlreicher als rechts und vereinigen sich bald um den linken Kleinhirnstiel zu bilden, der um ein gutes Drittel dicker ist als der rechte. In der linken ventralen Area fehlen die gewundenen und welligen Geflechte fast vollständig, welche indessen rechts sehr zahlreich sind. In kleiner Menge sind sie im äussersten Teil der paralateralen Area und im medialsten der paramedialen Area erhalten. Rechts sind die *Fibrae transversae* sehr vermindert, besonders im ventralen Teil des *Stratum complexum* (Taf. VI, Fig. 10 v. s. c. r.) und in der *Pars subpyramidalis* des *Stratum superficiale* (Taf. VI, Fig. 10 p. s. r.), jedoch das *Stratum profundum* (s. p.) und die *Pars corticalis* des *Stratum superficiale* zeigen keine merklichen Unterschiede zwischen einer und der andern Seite. In dieser Höhe tritt die tegmentale Raphe deutlich zutage, welche sich

ein Stück in die Brückenetage verlängert; sie zeigt sich auf der Mittellinie und besteht aus zwei parallelen, ziemlich dichten, kleinen Bündeln, an ihrer Bildung nehmen Fasern teil, die direkt von der medianen und paramedianen Area der Brücke (*Fibrae rectae*) aufsteigen, sowie Fasern, die vom *Stratum profundum* und zum geringen Teile vom *Stratum complexum* herkommen. Zwischen beiden Seiten sind keine nennenswerten Unterschiede wahrzunehmen, ausser in den *Fibrae rectae*, die vielleicht links etwas weniger zahlreich sind. Auf dieser Seite sind die durch die Hauptschleife von der *Ventral*etage zum *Tegmentum* gehenden Fasern sehr vermindert (Taf. VI, Fig. 10 f. pt. d.). Sie sind nur im medialen Teil, wo sie sich mit den linken *Fibrae rectae* fortsetzen und im lateralen Teile erhalten. Was die Zellelemente betrifft, findet man eine numerisch verhältnismässig grössere Reduktion als in den vorhergehenden Schnitten. Die intra- und peripedunkularen Zellen und die der paralateralen, paramedianen und ventralen Area sind rechts sehr zahlreich, während sie links überaus spärlich vorkommen. Ihre topographische Verteilung ist im allgemeinen gleich der in den vorhergehenden Schnitten, d. h. die Zellen der peri- und intra-pedunkularen Gruppen (Taf. VI, Fig. 11 p. ip. d.) und die des lateralen Teiles der paramedianen Area (Taf. VI, Fig. 11 pm. r.) sind fast gänzlich verschwunden, während die Zellen der ventralen Area, besonders im mehr lateralen Teile, und die der paralateralen Area (pl.) besser erhalten sind. Es ist auch eine bemerkenswerte Tatsache, dass einige kleine, zwischen den Fasern des *Brachium pontis* gelegene Zellgruppen, welche die paralaterale Area nach aussen verlängern, gut erhalten sind und dass die innerhalb der Raphe gelegene mediane Gruppe unversehrt ist. Der *Nucleus reticularis tegmenti* bietet in Anbetracht der von dem Verschwinden des medialen Teils der lateralen Schleife herrührenden Verschiebung, keine sicheren Unterschiede zwischen beiden Seiten, vor allen im ventralen Teil (v. n. r. t.). In der Hälfte der Brücke und darunter erleiden die erwähnten Bilder, wenn in den Schnitten der hintere Vierhügel vollständig verschwunden ist, keine bemerkenswerte Veränderung; man hat stets den erwähnten Unterschied im *Brachium conjunctivum cerebelli* und im *Brachium pontis* und das Verschwinden des Mittelteils der Hauptschleife. In der Ventralbrückenetage ist die starke Reduktion des linken Teils im Vergleich zum rechten wegen des totalen Verschwindens des *Pedunculus cerebri* und der Fasergeflechte sehr deutlich, welche jedoch rechts überaus zahlreich wahrgenommen werden (Taf. VI, Fig. 12 p. c. d.). Solche Geflechte sind auch hier links teilweise nur in der paralateralen Area und dem medialen Teil der paramedianen Area erhalten und nur in diesen Zonen werden Fasern beobachtet, die von der Ventralbrückenetage zum *Tegmentum* aufsteigen; es fehlen nämlich die pedunkulo-tegmentalen Fasern (f. pt. d.). Die transversal verlaufenden Fasern finden sich hingegen rechts in bedeutend geringerer Anzahl als links und die Reduktion tritt auch hier vor allem im ventralen Teil des *Stratum complexum* (v. s. c. r.) und in der *Pars subpyramidalis* des *Stratum superficiale* hervor (p. s. r.). In dieser Höhe hat das *Stratum complexum*, das von einer zur anderen Seite keine merklichen Unterschiede zeigt, die höchste Entwicklung. Die Raphe besteht immer aus zwei kompakten Faserbündeln, die durch einen schräg von Fasern durch-

zogenen Zwischenraum getrennt sind. Im tegmental und im mehr dorsalen Teil der Ventralbrückenetage weist sie keine auffallenden Unterschiede zwischen beiden Seiten auf, jedoch ist im ventralen Teil die Zahl der von der rechten Seite emporsteigenden Fasern bedeutend grösser als die der linken, so dass in ihm deutlich ein schräger Verlauf nach rechts erscheint. Hinsichtlich der Zellgruppen stimmen die Befunde im allgemeinen mit den vorher beschriebenen überein: es sind total oder fast zerstört die peri- und intrapedunkularen Gruppen (Taf. VI, Fig. 13 p. ip. d.), weit umfangreicher ist das Verschwinden der Zellen im ventralen Teil (v. d.), von welchen nur eine kleine ventro-laterale Gruppe übrig bleibt. Auch scheinen die Zellen der paramedialen Area, besonders im ventralen Teile reduziert (pm. d.). Besser erhalten ist die paralaterale Gruppe mit den kleinen zwischen den Fasern des Brachium pontis gelegenen Zellgruppchen; der Nucleus reticularis tegmenti scheint keine bemerkenswerten Unterschiede von einer Seite zur anderen aufzuweisen (v. n. r. t.); die Untersuchung wird jedoch auch hier infolge der durch das Verschwinden der mittleren Schleife hervorgerufenen Verschiebung der Zellen unsicher gemacht. In der mehr distalen Partie der Brücke endlich, in der Nähe des Trapezkörpers, zeigen die Befunde in der Ventraletage beachtenswerte Modifikationen, besonders darin, dass sich die Zahl der Fasern und der Zellelemente der Ventraletage nach und nach immer mehr reduziert. Was die Nervenfasern betrifft, sind die Unterschiede zwischen der einen und der anderen Seite vor allem dadurch bestimmt, dass auf der linken Seite der Pedunculus cerebri (Taf. VI, Fig. 14 p. c. d.) und die Myelinge flechte fehlen; das ziemlich faserreiche Stratum profundum bietet zwischen den beiden Seiten keine deutlichen Unterschiede; das Stratum superficiale ist links kaum faserreicher als rechts und das Stratum complexum sehr spärlich auf der rechten Seite, wo die Fasern der Pyramidenbahn sich sehr genähert haben, ist auf der äusseren linken Seite kaum faserreicher. Bemerkenswert ist jedoch das Bild der Raphe. Im tegmental Teil bildet sie ein mittleres Bündel, zu welchem sicherlich Fasern des Stratum profundum aufsteigen, ohne dass sich von einer zur anderen Seite merkliche Unterschiede geltend machen. Im ventralen Teile zeigt sie jedoch eine deutliche nach rechts konkave Krümmung, da sie fast ausschliesslich aus von der rechten Seite aufsteigenden Fasern besteht. Es zeigt sich also hier weit deutlicher das schon im vorhergehenden Teil erwähnte Bild. Links hat man sodann die Verminderung der von der Ventralbrückenetage zum Tegmentum emporsteigenden Fasern: diese sind auch hier nur im lateralen und im medialen Zug erhalten. Die Nervenzellen links sind in den peri- und intrapedunkularen Gruppen (Taf. VI, Fig. 15 p. ip. d.) nahezu zerstört und in der paramedialen Area an Zahl vermindert. Die paralaterale Area (Taf. VI, Fig. 15 pl.) erstreckt sich ein gutes Stück im distalen Teil der Brücke nach aussen, indem sie einen reichlich mit Nervenzellen versehenen Fortsatz bildet, der auf beiden Seiten wohl erhalten scheint. Die ventrale Area fehlt. Hinsichtlich des Kleinhirns ist zu bemerken, dass rechts die Ausstrahlungen des Brachium pontis und des Brachium conjunctivum nicht so reich sind als links; die Zellelemente bieten aber keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen beiden Seiten. Die ange-

wandten Methoden geben jedoch keine genügend elektiven Resultate, um aus dem Verhalten der einzelnen Elemente Schlüsse ziehen zu können.

Zusammenfassung: Bei einem zwei Tage alten Hund, welchem transversal die linke Hirnhemisphäre derart durchschnitten worden ist, dass alle Kortikalprojektionsfasern zum Mittelhirn ausgeschaltet werden, ergibt sich als Folge die völlige Zerstörung der Fasern des Pedunculus cerebri und der Geflechte, welche von diesen abzweigen, um zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum auszustrahlen. Gleichzeitig wurde das Verschwinden der Mehrzahl der Nervenzellen in der ventralen Brückenetage und in besonderer Weise der intra- und peripedunkularen Gruppen, der lateralen Zellen der paramedialen Area, vieler medialer der paralateralen Area und fast aller der ventralen Area hervorgerufen. Dementsprechend hat man auf der gegenüberliegenden Seite der Brücke eine bedeutende Verminderung der Transversalfasern.

Obschon die starke Reduktion der ventralen Brückenetage auf der verletzten Seite es ziemlich erschwert, genau zu bestimmen, welches die vorherrschend betroffenen Schichten sind, überzeugt eine genaue Untersuchung von der, wenigstens sehr überwiegenden, Verminderung der Transversalfasern der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und der ventralen des Stratum complexum. In diesen Zonen bemerkt man in der Tat fast ausschliesslich Geflechte von feinen, sehr unregelmässig sich schneidenden und sich verschlingenden Myelinfasern, während die Pars corticalis des Stratum superficiale auf beiden Seiten nahezu identisch ist und die dorsalen Fasern des Stratum complexum wie auch die des Stratum profundum ebenfalls auf der der Verletzung des Pedunculus cerebri gegenüberliegenden Seite gut vertreten sind. Die ventrale Raphe zeigt auf der verletzten Seite eine Verminderung der Fasern.

Bemerkenswert ist, dass eine enge Beziehung zwischen dem Verhalten der Myelingelechte und dem der Nervenzellen besteht; diese sind tatsächlich besonders in der paralateralen und paramedialen Area erhalten, in welcher auch die Geflechte, wenigstens teilweise, unverseht sind.

Die zerebrale Läsion erzeugte dann eine deutliche Atrophie des Brachium conjunctivum der gegenüberliegenden Seite, analog zu der auch in der Hauptschleife festgestellten.

Versuch 3 (Hund).

Er wird im Alter von zwei Tagen mit Resektion des linken Pedunculus cerebri mit Teilnahme des roten Kerns derart operiert, dass der Kern in seinem proximalen Teil verletzt und der hintere Teil des Thalamus und die subthalamische Region transversal durchschnitten werden. Der Hund zeigt kurze Zeit

Beugung nach der linken Seite, doch nach einigen Stunden begann er ruhig zu saugen und seine Entwicklung vollzog sich später in völlig normaler Weise. Er zeigte immer einen leichten Grad von Parese der rechten Glieder mit ausgesprochenem Hahnentritt der rechten Vorderpfote; überdies war Hypästhesie auf der ganzen rechten Seite und merkliche Verminderung des Sehvermögens am rechten Auge vorhanden. Seine Intelligenz und Anhänglichkeit waren sehr gering. Das Tier wurde im Alter von 8 Monaten getötet.

Autopsie: Bei Oeffnung der Schädelkapsel erweist sich die linke Hinterhauptgegend gespannt und fluktuierend. Nach Durchschneidung der harten Hirnhaut wird sie schlaff, weil eine grosse Menge sehr klarer zitronenfarbiger Flüssigkeit austritt. Bei makroskopischer Untersuchung bemerkt man, wie im Versuch 2 geringere Entwicklung der gesamten linken Hemisphäre und, wenngleich nicht sehr ausgesprochen, der rechten Kleinhirnhemisphäre. Der linke Vierhügel ist im Vergleich zum rechten geringer im Volumen; die Brücke zeigt sich in der linken ventralen Hälfte abgeplattet; die linke Pyramide fehlt. Die linken Hinterhauptwindungen sind stark verdünnt und zeigen an der Aussen-seite ein breites Loch, durch welches das gänzliche Fehlen des Thalamus beobachtet werden kann. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und nach vollständiger Härtung in 1 cm dicke Abschnitte zerlegt, die in Reihen geschnitten werden, wobei man die Schnitte abwechselnd mit van Giesons Methode und mit der Kultschitzky's färbt. Schon diese Schnitte erlauben festzustellen, dass der Thalamus und die linke subthalamische Region gänzlich zerstört sind; die innere Kapsel ist verschwunden und demgemäss der Pedunculus cerebri zerstört; es fehlt auch der äussere Kniehöcker, während der innere sehr reduziert ist. Das Zwischenhirn ist durch eine breite Zyste, in welcher sich die lateralen Ventrikel vereinigen, von der übrigen linken Gehirnhemisphäre getrennt.

Mikroskopische Untersuchung: Der Schnitt verursachte bei diesem Tiere nicht nur die fast totale Zerstörung des Thalamus und der linken subthalamischen Region, sondern verletzte auch den roten Kern im proximalen Teile. Man kann wirklich bei Prüfung der Serienschnitte konstatieren, dass er auf der rechten Seite schon in seinen Elementen ersichtlich ist, während er links völlig fehlt. Sobald er jedoch auch links sich zu zeigen beginnt, sieht man, dass die Zellenanzahl nur wenig vermindert ist und dass ein kleiner Teil von ihnen eine leichte Schrumpfung und Atrophie aufweist. Man gewinnt nämlich den Eindruck, dass nur die Zerstörung der direkt von der Läsion betroffenen Elemente erfolgt sei und dass die anderen, wenigstens grösstenteils, sich normal entwickelt haben. Dagegen ist in den proximalen Teilen die Verminderung der Nervenfasern ganz intensiv, sowohl die zentralen als auch die ventralen und lateralen finden sich links in bedeutend geringerer Anzahl als rechts. Die Unterschiede zwischen der einen und der anderen Seite nehmen sehr rasch ab; im mittleren Drittel des Kerns (im sagittalen Sinne) ist es nicht möglich, festzustellen, ob die Nervenzellen auf der einen oder anderen Seite in grösserer oder geringerer Anzahl vorhanden sind. Auf der linken Seite dauert die deutliche Verminderung der Zentralfasern an, während die lateralen und

ventralen immer zahlreicher werden. Im distalen Drittel erscheinen die Zellen auf beiden Seiten normal; die Zentralfasern sind, besonders im medialen Teil, links immer in geringerer Anzahl, während die ventralen und lateralen, die vielleicht in noch etwas geringerer Zahl sich finden, eine dichte Kapsel der auch etwas verminderten Kernarea bilden. Wenn der rote Kern aufgehört hat und an seine Stelle dicke Faserbündel getreten sind, die sich in der Wernekinckschen Kommissur kreuzen, wird in klarer Weise festgestellt, dass, der Verminderung des Zentralmarks des roten Kerns entsprechend, die von der linken Seite ausgehende Fasermenge weniger ansehnlich ist. Was die anderen Bestandteile des Mittelhirns betrifft, sind die bei diesem Tiere wahrgenommenen Erscheinungen jenen des Versuches 2 identisch: es ergibt sich nämlich das totale Verschwinden des *Pes pedunculi* und der *Soëmmerringschen Substanz*, die starke Reduktion der Hauptschleife und eine merkliche Reduktion des Vierhügels (Taf. VII, Fig. 16). Auch in der Brücke findet man ein dem des Versuches 2 nahezu identisches Verhalten. In der Ventralbrückenetage hat man nämlich links das völlige Verschwinden der Pyramidenbahn und (ausgenommen in der paralateralen Area und der mehr medialen Seite der paramedialen) feine Geflechte von Myelinfasern, die rechts sehr zahlreich sind. Auf dieser Seite sind jedoch in geringerer Anzahl, vor allem in der *Pars subpyramidalis* der Kortikalschichte und im ventralen Teil des *Stratum complexum*, die Transversalfasern, welche gegen das rechte *Brachium pontis* emporsteigen, das wenigstens um ein Drittel kleiner ist als das linke. Auch in diesem Falle sind die von der Ventralbrückenetage zum Tegmentum aufsteigenden Fasern nur im medialen und lateralen Teile erhalten und fehlen fast völlig in der Hauptschleife und dem dorsalen Rand des *Pedunculus cerebri*. Auch hier sind die zur Raphe aufsteigenden Fasern links im mehr ventral gelegenen Teil vermindert, besonders in den beiden distalen Dritteln der Brücke, während an der tegmental Raphe keine hervortretenden Unterschiede zwischen beiden Seiten bemerkt werden. Die Nervenzellen der Ventralbrückenetage sind auf der linken Seite zum grössten Teil verschwunden und zwar sind die peri- und intrapedunkularen Gruppen, der laterale Teil der paramedialen Area und die ventrale Area mit Ausnahme eines kleinen mehr lateralen Teils fast zerstört. Relativ gut erhalten sind dafür die Zellen der paralateralen Area; die des *Nucleus reticularis tegmenti* sind anscheinend auf beiden Seiten in gleicher Anzahl. Ich habe in Taf. VII, Fig. 17 das Bild der Schnitte im distalen Teil (in der Nähe des mittleren Drittels) der Brücke abgebildet, weil es in klarster Weise das Verhalten der zur ventralen und tegmental Raphe aufsteigenden Fasern dartut. Man bemerkt nämlich, während die Fasern des *Stratum profundum* auf beiden Seiten gut entwickelt sind und zur tegmental Raphe in merklich gleicher Anzahl beiderseits emporsteigen, wobei der durch die Oberflächenreduktion der linken ventralen Area hervorgerufenen Schräglage Rechnung getragen werden muss, dass die, welche zur ventralen Raphe gehen, links in geringerer Anzahl als rechts zu finden sind, wodurch sie bewirken, dass die Raphe selbst gegen die rechte Seite hin konkav wird. Man sieht weiterhin, dass die von der paramedialen Area zum Tegmentum gehenden Fasern in der

Nähe der Raphe auf beiden Seiten zahlreich sind und dass sie links — wenn man die mehr lateral gelegenen Stellen des Schnittes untersucht, wegen des Fehlens der pedunkulo-tegmentalen Fasern (Taf. VII, Fig. 17 f. pt. d.) an Zahl abnehmen. Rechts sind die *Fibrae transversae* reduziert, hier ebenfalls besonders in der *Pars subpyramidalis* des *Stratum superficiale* (p. s. r.) und im ventralen Teil des *Stratum complexum* (v. s. c. r.). Die Taf. VII, Fig. 18 zeigt das Verhalten der Zellgruppen in derselben Höhe; es gibt da keine besonderen Unterschiede im Vergleich mit Versuch 2; die fast totale Zerstörung der peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. ip. d.) ist in die Augen fallend. Eine andere Tatsache ist jedoch aus diesem Versuche hervorgegangen, nämlich die, dass die Verminderung des *Brachium conjunctivum* auf der der zerebralen Läsion entgegengesetzten Seite weit mehr markiert ist als im Versuch 3, so dass sie fast auf die Hälfte der Fasern veranschlagt werden kann. Das erhellt in klarster Weise aus Taf. VII, Fig. 17 und entspricht der Verminderung der Zentralfasern des roten Kernes. Im Kleinhirn ist eine merkliche Verminderung der von den Kleinhirnstielen ausstrahlenden Fasern ersichtlich; der rechte *Nucleus dentatus* enthält eine etwas geringere Zellenanzahl als der linke. Es ist jedoch unmöglich, die Lokalisation genau zu bestimmen, noch eingehende Untersuchungen über die dem Fehlen so ansehnlicher Faserkontingente folgenden Strukturveränderungen anzustellen. In der *Oblongata* ist nur das Fehlen der Pyramidenbahn und eine geringe Verminderung des hinteren Longitudinalbündelchens zu bemerken.

Zusammenfassung: Bei einem neugeborenen Hund rief das Durchschneiden des *Pedunculus cerebri*, das im vorderen Teil des Mittelhirns derart ausgeführt wurde, dass der vordere Teil des roten Kernes verletzt wurde, die totale Zerstörung des *Pedunculus cerebri* und in der ventralen Brückenetage der von ihm sich verzweigenden Myelingleflechte hervor. Demgemäss sind verschwunden: die Zellen der intra- und peripedunkularen Gruppen, die der ventralen Area und des mittleren Teils der paramedialen Area und auf der der Läsion entgegengesetzten Seite die subpyramidalen Transversalfasern und die ventralsten des *Stratum complexum*. Die in der Ventralbrückenetage und in dem *Brachium pontis* wahrgenommenen Bilder sind identisch mit denen, die man durch Läsion des *Pedunculus cerebri* im Zwischenhirn erhält; bedeutend grösser ist jedoch die Läsion des *Brachium conjunctivum* in der der Verletzung entgegengesetzten Seite.

Versuch 4. (Vier Tage alter Hund.)

Wird auf dieselbe Art wie die vorherigen links operiert, doch sticht man das Bistouri schräg nach hinten ein, so dass der rote Kern noch tiefer verletzt wird. Das Tier zeigte anfangs eine ausgesprochene Drehung des Körpers nach links und musste zwei Tage lang künstlich ernährt werden. Es begann wieder zu saugen und entwickelte sich sehr gut. In normaler Zeit fing es zu laufen

an, zeigte jedoch geringere Gliederstärke auf der rechten Seite, wo auch eine merkliche Verminderung der Tast- und Schmerzempfindung beobachtet wurde. Besonders beim Laufen war der Hahnentritt deutlich wahrnehmbar. Am rechten Auge war eine bedeutende Abnahme der Sehschärfe zu konstatieren, überdies bestand ein jedoch nicht totaler Strabismus divergens und geringere Aktivität bei der Drehung des Augapfels nach oben. Der Hund wurde nach 8 Monaten getötet.

Autopsie: Beim Öffnen der Schädelkapsel bemerkt man, dass die linke Hinterhauptregion gespannt und fluktuierend ist. Wird die Dura mater geöffnet, so findet ein nicht geringes Austreten klarer Flüssigkeit und Schlaffwerden der Hinterhauptwindungen statt, geringer jedoch als in den vorhergehenden Fällen. Bei der äusseren Untersuchung wird geringere Entwicklung der Gehirnhemisphäre, der Vierhügel, Abplattung des ventralen Teils der Brücke und Verschwinden der Pyramide der linken Seite beobachtet. Auf der Aussenseite des Hinterhauptlappens bemerkt man ein breites Loch, durch welches das völlige oder beinahe völlige Verschwinden des Thalamus konstatiert werden kann. Das Gehirn wird in 20proz. mit 2pCt. essighaltigem Aldehyd angesäuierter Formalinlösung fixiert. Nach zwei Tagen wird es in Abschnitte von 1 cm Dicke geteilt und mit der von mir oben dargelegten abgeänderten Technik behandelt, welche sowohl die elektive Färbung der Myelinscheide als auch die ebenfalls elektive der Nervenzellen gestattet. Beim Anfertigen der Schnitte sieht man, dass auf der linken Seite der distale Teil des Thalamus opticus und der nächstliegende des Mittelhirns im ventralen Teil zerstört sind; der innere und äussere Kniehöcker sind verschwunden und das vordere Drittel des roten Kerns wurde direkt von der Läsion betroffen. Da die Klinge schräg von oben nach unten und von vorn nach hinten geführt wurde, ist sie unter dem vorderen Vierhügel eingedrungen, der, wie sehr auch an Volumen reduziert, deutlich ersichtlich ist, während der ventrale Teil des Mittelhirns, inbegriffen den roten Kern im proximalen Zug, zerstört ist.

Mikroskopische Untersuchung: Schon in den ersten Schnitten (Taf. VII, Fig. 19) konstatiert man die Intensität und Schwere der Verletzung. Während rechts die Area des roten Kernes auch bei geringer Vergrösserung deutlich erscheint, sieht man auf der linken Seite, dass sie mit dem ganzen Pedunculus cerebri, dem Locus niger und dem inneren Kniehöcker fehlt. Es sind auch die Fasern des Oculomotorius communis durchschnitten worden, so dass die Zellen des entsprechenden Kernes im proximalen Zug völlig fehlen. Der Schnitt ist sogar etwas nach rechts gegangen und hat vielleicht auch einige Fasern des Oculomotorius communis durchtrennt. Wenn man beim Untersuchen der Schnitte in distalem Sinne vorgeht, und sofern man ausserhalb des wahren und eigentlichen Läsionsfeldes bleibt und nur die sekundären Bilder von Degeneration und Entwicklungshemmung unter Augen hat, ist es möglich, festzustellen, dass schon in ganz geringer Entfernung von der verletzten Zone die Zellen des roten Kernes sehr schnell wieder ein normales morphologisches Aussehen erlangen und auf beiden Seiten in gleicher Anzahl erscheinen. Während man im proximalen Teil des mittleren Drittels des Kernes (im sagittalen Sinne)

auf der linken Seite eine gewisse Abnahme der Zellenanzahl bemerkt, sind schon im distalen Teil des mittleren Drittels und im ganzen hinteren Drittel die Unterschiede zwischen beiden Seiten völlig verschwunden. Die von mir in diesem Falle angewandte Methode gibt Befunde, die denen der Methode Nissls gleichwertig sind, sie macht nämlich die chromatische Substanz der Nervenzellen ersichtlich. Da nun die Läsion in schräger Richtung ausgeführt worden war, geschah es, dass auf einer bestimmten Strecke der ventrale Teil des Kerns direkt getroffen wurde, und man dann in den Schnitten die in unmittelbarer Nähe der verletzten Zone gelegenen Nervenzellen unter dem Auge hat. Vielleicht, abgesehen von einer geringeren Entwicklung des Zellkörpers zeigten diese Elemente normal aussehende chromatische Substanz und in einigen Schnitten, in welchen ich sie färben wollte (was die Methode sehr wohl erlaubt), kam auch das perizelluläre Netz mit einem dem aller anderen Zellen identischen Aussehen zum Vorschein. Weit ausgedehnter war indessen die Verletzung der Nervenfasern; während im mittleren Teil des Kernes das zentrale, ventrale und laterale Mark beinahe fehlt, ist es im distalen Drittel reichlicher, aber es zeigt immer eine deutliche Verminderung. In der Nähe der Brücke kann festgestellt werden, dass in der grossen ventralen Haubenkreuzung die von der linken Seite kommenden Fasern sehr spärlich auftreten. Hier fehlt dann der Pedunculus cerebri mit dem Locus niger vollständig; die Hauptschleife ist auf sehr wenige Fasern reduziert, auch die laterale ist stark vermindert. In der Brücke stimmen die Bilder im allgemeinen mit den bei den Hunden der Versuche 2 und 3 beobachteten überein. In den Präparaten, deren Nervenfasern gefärbt sind, hat man auf der linken Seite die starke Reduktion der Ventralbrückenetage mit völligem Fehlen des Pedunculus cerebri und der Geflechte feiner Myelinfasern, die von ihm ausgehen. Nur in der Zone der paralateralen Area und in der medialsten kann man einige Geflechte wahrnehmen, die weit spärlicher sind als rechts, und nur von diesen Zonen sieht man Fasern von der Ventralebene zum Tegmentum emporsteigen. Auf der der Läsion entgegengesetzten Seite jedoch hat man sehr auffallende Verminderung der Transversalfasern, besonders in der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und in der ventralen des Stratum complexum. Das rechte Brachium pontis ist bedeutend kleiner als das linke. Die ventrale Raphe erscheint nach rechts konkav gekrümmt, weil auf der linken Seite die Zahl der von der Ventralebene aufsteigenden Fasern kleiner ist. Das rechte Brachium conjunctivum ist viel reduzierter als in den vorhergehenden Fällen; der ventrale Teil fehlt vollständig und der dorsale ist spärlich; es enthält gewiss nicht einmal die Hälfte der Fasern des linken. Die Schleife des medialen Teils ist auffallend atrophisch. Die erwähnten Bilder erscheinen sehr deutlich in den Figuren 20 und 22 auf Taf. VII, von denen die erste einen Schnitt in der Höhe des mittleren Brückendrittels und die zweite im distalen Drittel darstellt. Man beachte, dass in diesem Falle die Schnitte parallel zum Brachium pontis geführt wurden; so kann mit grösserer Sicherheit und Klarheit die Ausstrahlung und Verteilung seiner Fasern in der Ventraletage bestimmt werden. Auch das Verhalten der Nervenzellen war in diesem Falle mit den beiden vorhergehenden identisch;

sowohl im mittleren Drittel (Taf. VII, Fig. 21) als im distalen Drittel (Taf. VII, Fig. 23) der Brücke hatte man die fast vollständige Zerstörung der Zellen der intra- und peripedunkularen Gruppen der Ventralarea und der lateralen der paramedialen Area, während die der paralateralen Area und die mittlere der paramedialen Area sich ziemlich gut erhalten zeigen. Im Nucleus reticularis tegmenti lassen sich keine sicheren Unterschiede zwischen beiden Seiten feststellen. Die rechte Gehirnhemisphäre ist bedeutend kleiner als die linke. Der Nucleus dentatus zeigt ohne genaue Lokalisierung eine geringere Zellenanzahl. In der Oblongata ist das völlige Fehlen der linken Pyramide bemerkenswert.

Zusammenfassung: Bei einem neugeborenen Tiere hatte der Querschnitt des Pedunculus cerebri im Mittelhirn, der so ausgeführt wurde, dass er das proximale Drittel des roten Kerns zerstörte, das Verschwinden der Pyramidenbahn und in der Brücke der von ihr ausgehenden Geflechte zur Folge; demgemäss hatte man die Entwicklungshemmung und die Atrophie fast aller Zellelemente der Ventraletage derselben Seite mit Verminderung der Transversalfasern des Brachium pontis der gegenüberliegenden Seite. Ueberdies wurde die Reduktion von über der Hälfte des Brachium conjunctivum der der Verletzung gegenüberliegenden Seite und das Verschwinden vieler Zellen des Nucleus dentatus hervorgerufen.

Versuch 5 (Katze).

Wird im Alter von vier Tagen mit Zerstörung des Lobus fronto-sigmoideus operiert. Das Tier zeigte infolge der Operation keine Störung irgendwelcher Art in seinem Befinden; es begann sofort zu saugen und entwickelte sich in normaler Weise. Man tötet es im Alter von 5 Monaten.

Autopsie: Der Schnitt hat auch den vorderen Teil der drei äusseren Windungen getroffen; er hat also eine ausgedehntere Zerstörung hervorgebracht, als man beabsichtigte. Die ganze linke Hemisphäre ist atrophisch, besonders im vorderen Teile, die Brücke auf der linken Seite abgeplattet; die linke Pyramide ist kleiner. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert. Nach vollendeter Härtung wird das Gehirn in Abschnitte von etwa 2 cm Dicke und diese in Serien geschnitten.

Mikroskopische Untersuchung: Um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, will ich nur die wesentlichen Tatsachen zusammenfassen. Der linke Thalamus ist in seiner Gesamtheit reduziert, die innere Kapsel links viel dünner als rechts. Der rote Kern zeigt von einer zur anderen Seite, was das Verhalten der Zellelemente betrifft, keine nennenswerten Unterschiede, dagegen sind die Fasern im proximalen Teil an der äusseren und ventralen Seite an Zahl vermindert. Der linke Pes pedunculus ist im Vergleiche zum rechten stark reduziert und erscheint wie eine dünne Platte; auch die Soemmeringsche Substanz ist vermindert. In der Brücke ist der ganze laterale und teilweise der ventrale Teil des Pedunculus auf der linken Seite verschwunden, zugleich sind die Myelingelechte in der ganzen linken Ventralbrückenetage.

besonders jedoch im lateralen und ventralen Teil vermindert. Auf der entgegengesetzten Seite sind die Transversalfasern, hauptsächlich im ventralen Teil des Stratum complexum ebenfalls vermindert. Das rechte Brachium pontis ist kleiner als das linke. Die ventrale Raphe ist rechts konkav; das Brachium conjunctivum ist auf beiden Seiten gleich. Die Nervenzellen sind in den lateralen peri- und intrapedunkularen Gruppen und im lateralen Teil der ventralen Area bedeutend vermindert.

Man hat also einen nahezu völlig mit dem des Versuches 1 übereinstimmenden Befund. Im vorliegenden Falle war jedoch die Zerstörung der Fasern des Pedunculus cerebri, besonders im ventralen Teil, etwas grösser und desgleichen das im ventralen Teil beobachtete Verschwinden der Nervenzellen.

Versuch 6 (Katze).

Wird im Alter von 4 Tagen mit Durchschneidung des linken Pedunculus cerebri im Zwischenhirn in der Nähe des proximalen Teils des roten Kernes operiert. Einige Stunden blieb sie betäubt mit Drehung des Kopfes nach links, dann fing sie wieder zu saugen an und entwickelte sich in normaler Weise. Sie zeigte immer Hahnenschritt des rechten Vordergliedes, herabgesetzte Schmerzempfindlichkeit rechts und Verminderung der Sehschärfe des rechten Auges. Sie wurde im Alter von 6 Monaten getötet.

Autopsie: Beim Öffnen der Schädeldecke bemerkt man in der linken Hinterhauptgegend eine fluktuierende Beule, welche durch das Austreten einer zitronenfarbigen klaren Flüssigkeit schlaff wird, sobald man die harte Hirnhaut durchschneidet. Die linke Hemisphäre ist kleiner als die rechte, jedoch ist das Kleinhirn rechts reduziert. Die Brücke ist links abgeplattet. Das Gehirn wird in Formalin mit essigsäurem Aldehyd fixiert. Nach 2 Tagen zerlegt man es in drei Teile, die mit der oben beschriebenen Methode behandelt werden. Bei Anfertigung der Schnitte erweist sich die Operation als vollständig gelungen. Der linke Thalamus mit dem äusseren und inneren Kniehöcker fehlt; der linke Pes pedunculi ist verschwunden, die Vierhügel an Volumen reduziert.

Mikroskopische Untersuchung: Die Befunde stimmen im allgemeinen mit denen bei den Hunden der Versuche 2, 3 und 4 überein. Man hatte nämlich links die totale Zerstörung des Pedunculus cerebri und der Myelinge flechte, die von ihm ausstrahlen, rechts jedoch die Verminderung der Transversalfasern und die Reduktion des Brachium pontis. Auch das Brachium conjunctivum ist rechts vermindert. Die Nervenzellen der Ventralbrückenetage sind nur in der paralateralen Area und im mittleren Teil der paramedialen erhalten; im Nucleus reticularis tegmenti hat man zwischen einer und der anderen Seite keinen mit Sicherheit nachweisbaren Unterschied.

Versuch 7 (Katze).

Wie die vorhergehende im Alter von 4 Tagen operiert und nach 25 Tagen getötet. Es wurden nur die Zellgruppen der Brücke studiert. Das geringere Alter des Tieres und die geringere Grösse der normalen Zellen berücksichtigend,

können die Befunde als mit denen identisch angesehen werden, die man bei dem nach 5 Monaten getöteten Tiere erhalten hat. Die dem Durchschneiden des Pedunculus cerebri folgende Atrophie ist nämlich nach so kurzer Zeit schon vollständig.

Die Resultate der hier mitgeteilten Untersuchungen stimmen völlig mit denen der ersten Gruppe überein, insoweit es die Zusammensetzung des Pedunculus cerebri und die Beziehungen desselben zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum betrifft.

Es geht nämlich auch aus diesen Untersuchungen klar hervor, dass die Fasern des Lobus fronto-sigmoideus in der Brücke den lateralen und ventrolateralen Teil des Pedunculus cerebri einnehmen. Dieser Teil fehlt in der Tat in den Versuchen 1 und 5, in welchen einem Hunde, beziehungsweise einer Katze der Lobus fronto-sigmoideus entfernt worden war.

Auch in diesen Fällen fehlten die Geflechte dünner myelinisierter Fasern in den Präparaten, in welchen die Myelinscheiden elektiv gefärbt worden waren, vor allem in der ventro-lateralen Zone der Ventralbrückenetage, derselben Zone, die in den Präparaten nach Marchi, wie aus den identischen Operationen an erwachsenen Tieren hervorgeht, mit dünnen degenerierten Fasern angefüllt ist und in den photographischen Präparaten ohne marklose Fasern und Endverzweigungen erscheint.

In den Fällen totaler Läsion des Pedunculus, die sowohl am Zwischenhirn als am Mittelhirn ausgeführt wurde, erfolgte das völlige Verschwinden des Pedunculus cerebri und das fast gänzliche Verschwinden der dünnen myelinisierten Plexus, die in der normalen Seite mit einem sehr dichten Geflecht die ganze Ventralbrückenetage einnehmen. Sie bleiben nur auf der verletzten Seite, jedoch vermindert, in der paralateralen Area und im mittelsten Teile der paramedialen Area erhalten. Man hat dabei eine genaue Übereinstimmung mit dem, was bei den erwachsenen Tieren mit den photographischen Methoden und — wenn auch nicht so vollständig — auch mit Marchis Methode wahrgenommen werden kann; mit dieser jedoch kann man beobachten, dass eine gewisse Anzahl Fasern zur Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite geht, was bei den Versuchen dieser Gruppe nicht mit Sicherheit herauszufinden ist.

Alle Untersuchungen zeigten die ausgeprägte Verminderung der von der Ventralbrückenetage zum Tegmentum emporsteigenden Fasern sehr deutlich; sie fehlen fast vollständig in der nach ihrer Ausdehnung dem Pedunculus cerebri entsprechenden Area und finden sich nur noch im medialen und lateralen Teil. Es handelt sich sicherlich um die pedunculo-tegmentalen Fasern, die mit Marchis Methode degeneriert er-

scheinen und deren Feststellung, wie wir bei den Versuchen 2 und 4 der ersten Gruppe gesehen haben, durch die photographische Methode nicht sicher ist.

Kurz, die Ergebnisse dieser Untersuchungen stimmen mit denen der ersten Gruppe überein und zeigen, dass der *Pedunculus cerebri* mit den Zellen der ventralen Brückenetage, besonders mit jenen der intra- und peripedunkularen Gruppen, mit den paramedialen und mit den ventralen, in enge Beziehung tritt, und dass er ausserdem eine ziemlich beträchtliche Anzahl Fasern zum *Tegmentum* sendet.

Auf Grund meiner Untersuchungen ist es nicht möglich, klarzustellen, ob die Fasern, die sich vom *Pedunculus cerebri* verzweigen, einfache Kollateralen der Pyramidalfasern oder selbständige Fasern sind, die dicht neben den pyramidalen im *Pedunculus* verlaufen und eigenen Ursprung und eigene Endigung haben. Sicher ist, dass sie in der Ventralbrückenetage eine gewisse Strecke weit myelinisiert und nur in einem sehr kurzen Teil scheidenlos sind.

Ich lege auf das Verhalten der myelinhaltigen und myelinlosen Plexus der Ventralbrückenetage grosses Gewicht, weil ihnen von den Forschern keine genügende Wichtigkeit beigemessen wurde. Während viele Autoren das Verhalten des *Pedunculus cerebri* bei zerebralen Läsionen studiert und Ergebnisse erhalten haben, die mit den meinen identisch sind und während die, welche sich mit den zerebro-zerebellaren Verbindungen befassten, sich über die *Fibrae transversae* aussprachen, hat man nur Andeutungen über die myelinhaltigen und myelinlosen Geflechte, die sich auch sehr reichlich in der Ventralbrückenetage verbreiten und deren Verhalten, wie wir weiter unten sehen werden, in sicherer Weise eine Reihe von objektiven Tatsachen erklärt, deren Deutung bisher sehr ungewiss war.

In den Abbildungen, welche in den Arbeiten Monakows und Borowieckis enthalten sind, die an neugeborenen Tieren den meinigen analoge Untersuchungen ausführten, waren die Plexus völlig vernachlässigt, vielleicht weil in vielen Fällen die angewandten Karminmethoden kein elektives Bild gaben.

Aus der bisher besprochenen Serie von Untersuchungen ging sodann in augenfälliger Weise die übrigens schon von zahlreichen Forschern konstatierte Tatsache hervor, dass dieselben Operationen einen ganz verschiedenen Einfluss haben, wenn sie an erwachsenen oder neugeborenen Tieren ausgeführt werden. Bei diesen letzteren findet in der Tat eine Reihe von Veränderungen der zerebrospinalen Achse statt, von denen in den ersteren sich keine Spur findet, auch wenn seit der Operation schon lange Zeit verflossen war.

Eine Erscheinung besteht im Verschwinden einer grösseren oder geringeren Anzahl (je nach der Wichtigkeit der zerebralen Läsion) von Zellen der ventralen Brückenetage. Diese Tatsache wurde schon von Grünbaum und Langley (12) (welche die berühmte Hündin studierten, der Goltz die Gehirnhemisphären entfernt hatte), von Monakow (30), Kam (13), Münzer (33, 34), Mingazzini (25, 26) und kürzlich von Borowiecki (5) beschrieben. Durch totale Zerstörung des Pedunculus cerebri verschwindet, wo immer auch die Stelle der Verletzung gewesen sein mag, sowohl beim Hund als bei der Katze, der grösste Teil der Zellen der Ventralbrückenetage, und es bleiben nur die der paralateralen Area mit einigen zwischen den medialen Fasern des Brachium pontis gelegenen Grüppchen, die dorso-medialen Zellen der paramedialen Area, einige laterale der ventralen Area und wenige, da und dort unregelmässig zerstreute Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen unversehrt. Man kann die Menge der übriggebliebenen Elemente auf ein Sechstel des Ganzen berechnen. Kein Forscher erlangte bisher beim Hund und bei der Katze, wenn kurz nach der Geburt operiert, die gänzliche Zerstörung des Pedunculus cerebri und daher konnte keiner ein so ausgedehntes Verschwinden von Zellelementen in der Ventralbrückenetage feststellen; es wurde jedoch mit Resultaten, die den meinigen ähnlich waren, von Monakow und von Borowiecki beim Kaninchen erreicht.

Wird nur der Lobus fronto-sigmoidens zerstört, so sind es vorzugsweise die peri- und intrapedunkularen lateralen Gruppen, die eine auffallende Verminderung der Zellen aufweisen; diese erscheinen aber in der paralateralen und paramedialen und fast in der ganzen ventralen Area unversehrt. Die Verminderung ist jedoch im Vergleich mit der Faserzerstörung im Pedunculus cerebri viel weniger intensiv als die, welche man durch totale Zerstörung des Pedunculus cerebri erhält.

Die Topographie der verschwundenen Zellen zeigt eine genaue Uebereinstimmung mit der der myelinhaltigen und myelinlosen Plexus, die durch dieselben Operationen bei den erwachsenen Tieren verschwinden, und das erlaubt uns mit Sicherheit, den Mechanismus zu erläutern, mit dem die Atrophie und das Verschwinden der Zellelemente an neugeborenen Tieren sich bewerkstelligt. Wir haben in der ersten Untersuchungsserie gesehen, dass keine Faser durch den Pedunculus cerebri gegen das Grosshirn aufsteigt und daher das von Monakow, von Borowiecki und anderen angenommene Vorhandensein des zerebralen Nervenfaseranteils in der ventralen Brückenetage unzulässig ist. Der Umstand, dass gerade diejenigen Elemente verschwinden, welche infolge der zerebralen Läsion ohne myelinlose Plexus und Endverzwei-

gungen bleiben, beweist, dass wir uns gegenüber einer von totaler funktioneller Untätigkeit herrührenden Atrophie zweiter Ordnung befinden, wie sie zuerst von Mingazzini behauptet und teilweise auch von Borowiecki angenommen wurde. Das Verschwinden der Zellen vollzieht sich bei neugeborenen Tieren in sehr kurzer Zeit (ich sah es nach 25 Tagen, Monakow bei einer Katze nach 35 Tagen), indessen widerstehen die Zellen bei erwachsenen Tieren gewiss weit länger und zeigen einen nicht sehr ausgesprochenen Atrophie- und Schrumpfungsprozess. Interessant ist ferner zu bemerken, dass die Nervenzellen sich gleichfalls in normaler Weise entwickeln, auch wenn nicht alle Fasern Anregung vermitteln.

Durch Zerstörung des Lobus fronto-sigmoideus erreicht man eine ausgedehnte Rarefaktion der myelinhaltigen und myelinlosen Plexus im homolateralen Teil der Ventralbrückenetage, während das völlige Verschwinden nur um die lateralen Zellen der intra- und peripedunkularen Geflechte vorkommt, die einzigen, die durch die gleiche Läsion bei neugeborenen Tieren verschwinden. Wahrscheinlich können sogar die mehr medialen Zellen der paramedialen Area die normale Entwicklung erreichen, ungeachtet der Zerstörung des homolateralen Pedunculus cerebri, weil bei ihnen, wie aus den Versuchen 3 und 5 der ersten Serie hervorgeht, zahlreiche Fasern vom Pedunculus cerebri der gegenüberliegenden Seite eintreffen.

Die Zerstörung der Zellen der Ventralbrückenetage bringt natürlich die des bezüglichen Achsenzylinders mit sich, und das erklärt die zweite Erscheinung, die man bei den neugeborenen Tieren beobachtet, nämlich die augenfällige Verminderung der Fasern im Brachium pontis der entgegengesetzten Seite. Auch diese Tatsache ist hier von zahlreichen Autoren konstatiert worden; um auf dem Gebiete experimenteller Untersuchungen zu bleiben, führe ich Monakow (30), Mingazzini (26), d'Abundo (8) und Borowiecki (5) an.

Kein Autor jedoch suchte genau festzustellen, was für die Frage der zerebro-zerebellaren Bahnen sehr wichtig ist, welches die Transversalfaserschichten sind, auf deren Kosten die Faserverminderung sich vollzieht, und noch weniger, ob eine topographische Beziehung zwischen den verschwundenen Fasern und den zerstörten Zellgruppen besteht und welcher Art sie ist.

Meine Untersuchungen geben in dieser Hinsicht Resultate von bemerkenswertem Interesse.

In den Fällen, in welchen der Lobus fronto-sigmoideus zerstört wurde und in welchen das Verschwinden der myelinhaltigen und myelinlosen Geflechte und der entsprechenden Nervenzellen eintrat, sind

besonders im lateralen Teile auf der entgegengesetzten Seite die ventralen Fasern des Stratum complexum auffällig vermindert (vergl. Versuch 1 und 5), während durch totale Ausschaltung der kortiko-pontiven Fasern mit Verschwinden der myelinhaltigen und myelinlosen Plexus und Zerstörung fast aller Zellen der Ventralebene, ausser den oben angeführten auch die Fasern der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale der entgegengesetzten Seite nahezu verschwunden sind (vergl. Versuch 2, 3, 4 und 6). Daraus muss gefolgert werden, dass die Fasern, die von der ventralen Brückenetage zum Brachium pontis der gegenüberliegenden Seite gehen, wenigstens sehr überwiegend in die beiden erwähnten Teile des Stratum complexum und des Stratum superficiale eintreten. Nachdem im Falle der Ausschaltung des Lobus fronto-sigmoideus die ventrale Raphe eine merkliche Verminderung der Fasern im mittleren Drittel (in dorso-ventralem Sinne) aufweist, ist der Schluss ein logischer, dass die von den lateralen peri- und intrapedunkularen Gruppen herkommenden Fasern, welche im Vergleich mit der Ventralbrückenetage verhältnismässig hoch liegen, zuerst im Stratum complexum derselben Seite, besonders im dorsalen Teil verlaufen, schräg gegen die Raphe hinabsteigen und sie durchziehen, um zum ventralen Teile des Stratum complexum der entgegengesetzten Seite zu gelangen.

Die der mehr medialen intra- und peripedunkularen Gruppen müssen jedoch vorwiegend zur Pars subpyramidalis des Stratum superficiale gehen, da sie die Raphe im mehr ventralen Teil durchziehen. Hier hat man in der Tat im Falle gänzlicher Zerstörung des Pedunculus eine auffällige Faserverminderung in der verletzten Seite. Die Zellen der medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen, die ventromedialen und die der paramedialen Area müssen dann in vorwiegender Beziehung mit den Projektionsfasern des Scheitel- und des Schläfenlappens stehen. Diese Tatsache, die sich in indirekter Weise aus meinen Untersuchungen ergibt, wird genau durch eine experimentelle Untersuchung Monakows bestätigt, über welche in der Arbeit Boro-wieckis (5) berichtet wird. Bei einem neugeborenen Hunde, dem die ganze Hirnrinde mit Ausnahme des Lobus fronto-sigmoideus weggenommen wurde, hatte man in der ventralen Brückenetage die Zerstörung des Pedunculus cerebri in seinem medialen und ventromedialen Teile, verbunden mit hervortretender Verminderung der Nervenzellen, besonders in den medialen und ventromedialen intra- und peripedunkularen Gruppen. Doch auch in diesem Falle war die Verminderung der Zellen relativ klein im Verhältnis zur Intensität der Verletzung des Pedunculus cerebri, was gewiss von der oben von mir hervorgehobenen Tatsache herrührt, dass die Fasern des Pedunculus nur vorwiegende

und nicht ausschliessliche Beziehungen mit bestimmten Zellgruppen annehmen.

In allen Untersuchungen zeigt die Pars corticalis des Stratum superficiale und das Stratum profundum keine merklichen Unterschiede auf beiden Seiten. Meine Ergebnisse stehen in entschiedenem Widerspruch mit der Behauptung Borowieckis, dass auf der gesunden Seite die Faseranzahl des Stratum profundum geringer ist. Dasselbe sei von den Fibrae rectae gesagt, unter welcher Benennung ich die Fasern verstehe, welche von der Ventralbrückenetage zum Tegmentum emporsteigen, um die tegmentale Raphe zu bilden, abgesehen also von den tegmental Kollateralen des Pedunculus cerebri, welche auf der Seite der Läsion verschwunden sind und mehr lateralwärts liegen. Meine Untersuchungen widersprechen dem von Monakow angenommenen und von Borowiecki bestätigten Vorhandensein von Fasern, die von der Kleinhirnhemisphäre der entgegengesetzten Seite angeblich aufsteigen sollen, indem sie durch das Stratum profundum pontis zum Tegmentum gehen und sich bis zum Thalamus erstrecken; Fasern, welche im Läsionsfalle des Thalamus und der subthalamischen Region bei neugeborenen Tieren durch retrograde Degeneration verschwinden würden.

Eine andere Erscheinung endlich, die in diesen Untersuchungen zutage trat, war die Reduktion des Brachium conjunctivum in den Fällen, in welchen der Pedunculus cerebri im Zwischenhirn und im Mittelhirn durchschnitten wurde (Versuch 2, 3, 4 und 6).

Diese Reduktion rührt sicherlich nicht von Degeneration von Fasern her, die vom Thalamus und vom roten Kern zum Kleinhirn auf der entgegengesetzten Seite emporsteigen. Die Versuche der ersten Serie, welche die Ergebnisse Lewandowskys, Probsts, van Gehuchters und anderer vollkommen bestätigen, sind in dieser Hinsicht zu einwandfrei.

Wir befinden uns hier einem Falle von Atrophie durch Entwicklungshemmung infolge Zerstörung der Ursprungszellen gegenüber und den Beweis dafür liefert gerade der Umstand, dass man zugleich mit der Verminderung der Fasern des Brachium conjunctivum mehr oder weniger hervortretende Verminderung der Zellen des entsprechenden Nucleus dentatus hat. In dieser Hinsicht verdient hervorgehoben zu werden, dass sowohl die Reduktion der Zellen als die der Fasern umso grösser ist, je distaler die Läsion war; sie war im Versuche 4, wo der rote Kern tief verletzt wurde, sehr gross und im Versuch 2, bei welchem dieser unverletzt blieb, sehr klein. Das beweist, dass der im Mittelhirn ausgeführte Schnitt eine grössere Anzahl Fasern des Brachium conjunctivum durchschneidet als der im Zwischenhirn, dass also eine beträchtliche Anzahl Fasern im roten Kern ihr Ende findet.

Analog dem Vorhergehenden und durch denselben Eingriff hervorgerufen ist die Reduktion der Fasern der medialen Schleife, die ich erwähne, obgleich sie mit meinem jetzigen Thema nichts zu tun hat.

Wenn man die Resultate dieser Untersuchungsserie analysiert, indem man die Frage der zerebro-zerebellaren Verbindungen betrachtet, geht eine einzige völlige sichere Tatsache hervor, nämlich das Bestehen einer gekreuzten kortiko-ponto-zerebellaren Bahn, welche von zwei Neuronen, dem einen direkten kortiko-pontinen, dem anderen gekreuzten ponto-zerebellaren, gebildet wird. In dieser Bahn lassen sich zwei Anteile unterscheiden: der erste Fronto-sigmoideus, der mit den Zellen der lateralen intra- und peripedunkularen Gruppen in vorwiegende Beziehung tritt, von welchen Zellen im ventralen Teil des Stratum complexum der entgegengesetzten Seite verlaufende Achsenzylinder ausgehen; der zweite Temporo-parietalis, der in vorwiegende Beziehung tritt mit den Zellen der medialen intra- und peripedunkularen Gruppen und mit jenen der paramedialen Area, von welchen Fasern ausgehen, die in der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale verlaufen. Völlig im Dunkeln bleiben wir über die übrigen Fasern des Brachium pontis. Es ist sicher nicht möglich, auf Grund der vorliegenden Untersuchungen zu behaupten, dass diese zerebellofugale Fasern seien, da sie teils von den homo- und heterolateralen Zellen des Tegmentum und teils von den übriggebliebenen Zellen der Ventralbrückenetage herkommen können. Um so weniger besitzen wir Daten, die uns gestatten, festzustellen, ob im Brachium pontis der verletzten Seite von den Zellen der homolateralen Ventralbrückenetage herkommende Fasern zerstört worden sind, was durchaus nicht unmöglich ist, wie es auch zweifelhaft ist, ob die lateroventralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti derselben Seite der Läsion, zu welchen, wie wir im Versuche der ersten Gruppe gesehen haben, Fasern des Pedunculus cerebri emporsteigen, das Schicksal derjenigen der Ventralbrückenetage teilen, und ob sie deshalb, wie einige möchten (Lewandowsky und Thomas z. B.), am selben Systeme teilnehmen. Die durch die Reduktion der Ventralbrückenetage hervorgerufene Verschiebung macht die Untersuchung völlig unsicher, und ich kann weder im bejahenden noch im verneinenden Sinne entscheiden. Hinsichtlich des Brachium conjunctivum ist das Resultat interessant, das die Beziehungen seiner Fasern zu den Zellen des roten Kernes und zum Thalamus sicherstellt. Was sodann das Vorhandensein einer zerebello-rubralen oder thalamo-kortikalen Bahn betrifft, ergeben sich auch aus dieser Untersuchungsserie keine direkten Anhaltspunkte, die deren Existenz beweisen. Die Tatsache endlich, dass wegen ausgedehnter

thalamischer Läsion der rote Kern keine merkliche Verminderung der Zellen auch im proximalen Teile zeigt (Versuch 2 und 6), lässt mich sehr daran zweifeln, dass in ihm ein Zellenanteil mit kortikopetalen Achsenzyklindern vorhanden ist.

Serie III. Zerebellare Abtragungen bei erwachsenen Tieren.

Versuch 1 (Katze).

Wird mit Entfernung der linken Kleinhirnhemisphäre operiert. Sofort nach der Operation wälzt sich das Tier auf dem Boden beständig von der rechten auf die linke Seite; es zeigt transversalen Nystagmus. Drei Tage lang ist das Gehen unmöglich; am fünften Tage kann es einige Gehversuche machen, ohne sich auf dem Boden zu wälzen; nach 8 Tagen geht es mit links ausgestreckten und abduzierten Gliedern, wobei es jedoch oft auf die rechte Seite fällt. Nach 10 Tagen wird das Tier getötet.

Autopsie: Die linke Hemisphäre ist in toto entfernt, der Wurm ist am lateralen Teile verletzt, die Brücke und die Oblongata scheinen unversehrt. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und mit Marchis Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Die Taf. VII, Fig. 24—29 und Taf. VIII, Fig. 30 geben genau die erlangten Befunde wieder, so dass ich mir eine eingehende Beschreibung ersparen kann. Vor allem bemerkt man im Brachium pontis in allen Höhen der Brücke eine beträchtliche Anzahl degenerierter Fasern. Diese haben in dem dem Kleinhirn proximalen Zug keine genaue Lokalisation, jedoch in der ventralen Brückenetage verbreiten sie sich in die drei Transversalfaserschichten und haben ein verschiedenes Verhältnis je nach der Höhe der Brücke. Im distalen Drittel (Taf. VII, Fig. 24) finden sie sich besonders im Stratum superficiale und, in der Nähe der Raphe angekommen, durchziehen sie diese, um zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite zu gehen, während ein kleinerer Teil sich senkrecht in die tegmentale Raphe erhebt, um sich gegen das Tegmentum derselben und der entgegengesetzten Seite zu verteilen. Im Stratum profundum sind die Fasern spärlicher und haben dieselben Endigungen wie die vorigen. Das Stratum complexum ist in dieser Höhe sehr wenig entwickelt und die Degeneration ist minimal. Im mittleren Drittel (Taf. VII, Fig. 25) die degenerierten Fasern, im Stratum superficiale immer zahlreich, sind auch im Stratum complexum und mehr noch im Profundum in weit grösserer Menge. Die Endigung ist bei allen dieselbe wie im distalen Drittel. Im proximalen Drittel endlich, in welchem das Brachium pontis merklich reduziert ist (Taf. VII, Fig. 26) und in welchem die ventrale Raphe fehlt, erstrecken sich die degenerierten Fasern nur zur Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite. Die Zahl der degenerierten Fasern im Brachium pontis ist ziemlich beträchtlich, man kann sie auf ungefähr ein Drittel der Gesamtzahl berechnen; sie folgen vorzugsweise dem Stratum superficiale und dem Stratum profundum. Was das Brachium conjunctivum betrifft, hatte man in diesem Falle seine Degeneration in toto;

seine Fasern, die zuerst in einem unregelmässigen Geflecht lateralwärts und ventralwärts vom Nucleus dentatus vereinigt sind, bilden nach dem mittleren Drittel der Brücke hin das bekannte an der äusseren Ecke des vierten Ventrikels gelegene Bündel; schon in den proximaleren Teilen der Brücke (Taf. VII, Fig. 25) beginnen sie sich mit einer kleinen Anzahl Fasern zu kreuzen, welche sich am dorsalen Rand der Hauptschleife hinziehen und an der entgegengesetzten Seite angelangt, einen sagittalen Verlauf nehmen. Im distalen Zug des Mittelhirns ist die Zahl der sich kreuzenden ventralen Fasern erheblich grösser (Taf. VII, Fig. 27); ausserdem hat man hier die Kreuzung eines dorsalen Bündels, welches weit beträchtlicher als das vorhergehende ist und sich schräg und mit geradelinigem Verlaufe von oben nach unten und von aussen nach innen erstreckt, bis es das vorhergehende erreicht. Die beiden Bündel umschreiben so eine Nervengewebearea von unregelmässig viereckiger Gestalt. In mehr proximalen Schnitten (Taf. VII, Fig. 28) verschmelzen die ventralen und dorsalen Fasern in ein einziges grosses Bündel mit transversalem Verlauf, das in der Nähe des distalen Teiles des roten Kernes (Taf. VII, Fig. 29) völlig auf die gegenüberliegende Seite übergegangen ist. Die ganze Area des roten Kernes ist von den degenerierten Fasern eingenommen, von denen einige sehr grosskalibrig, andere sehr fein sind. Zuletzt verbreiten sich die degenerierten Fasern im Thalamus und endigen besonders in den ventralen Kernen (Taf. VIII, Fig. 30). Ich erwähne ausserdem, dass die Area des Nucleus reticularis tegmenti der der Läsion entgegengesetzten Seite in allen Höhen der Brücke eine beträchtliche Anzahl degenerierter Fasern aufweist und dass diese proximalwärts sich mit den gekreuzten Fasern des Brachium conjunctivum verschmelzen; ventralwärts durch die Medialschleife verlaufend, scheinen sie jedoch eine Fortsetzung der degenerierten Fasern der Ventralbrückenetage zu sein. Auf beiden Seiten ist das Hakenbündel deutlich degeneriert; das auf der der Läsion entgegengesetzten Seite verbindet sich wieder ganz deutlich (Taf. VIII, Fig. 24) mit einer Gruppe degenerierter Fasern, welche sich von der verletzten Zone ventralwärts zu den Dachkernen auf die entgegengesetzte Seite hinziehen, um sich nach unten bis zum unversehrten Brachium conjunctivum zu erstrecken. Ein anderes Faserbündel, parallel zum vorhergehenden, aber dorsalwärts zu den Dachkernen gelegen, geht zu den Kleinhirnlamellen der entgegengesetzten Seite.

Mit dem Hinweis, dass man einige degenerierte Fasern auch in der Area der Kerne der lateralen Schleife und in dem hinteren Längsbündel beobachtet und dass einige auch zum Oculomotorius com. gehen, habe ich die Beschreibung der in diesem Falle erlangten Befunde beendet. Im Nucleus lentiformis, im Nucleus caudatus und in der inneren Kapsel konnte ich keine degenerierte Faser wahrnehmen.

Versuch 2 (Katze).

Operiert wie die vorhergehende mit Zerstörung der linken Kleinhirnhemisphäre. Klinische Erscheinungen wie im vorigen Falle. Wird nach 12 Tagen getötet.

Autopsie: Operation vollkommen gelungen, doch ist auch das Tuberculum acousticum verletzt, Fixierung in Müllerscher Flüssigkeit, Behandlung nach Marchi.

Mikroskopische Untersuchung: Die das Brachium conjunctivum betreffenden Befunde stimmen völlig mit denen des vorhergehenden Falles überein; man hat also seine totale Kreuzung und seine Ausstrahlung in den roten Kern und in den Thalamus. Deutlich ist auch die Degeneration im Nucleus reticularis tegmenti wie auch die des Hakenbündels und der dorsal und ventral zu den Dachkernen gelegenen Fasern. Im Brachium pontis sind die degenerierten Fasern in der ganzen Brücke viel weniger zahlreich als im vorigen Falle; es finden sich nämlich nicht sehr grosse, relativ spärliche Schollen vorwiegend im Stratum superficiale, die sich hauptsächlich bis zur ventralen Brückenetage der entgegengesetzten Seite erstrecken.

Versuch 3 (Katze).

Operiert mit Entfernung der linken Kleinhirnhemisphäre. Erscheinungen wie in den Versuchen 1 und 2. Wird nach 20 Tagen getötet.

Autopsie: Operation nicht völlig gelungen; der laterale Teil der Hemisphäre scheint unversehrt. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und mit Marchis Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Befund wie in den beiden vorigen Fällen, was das Brachium conjunctivum, das Hakenbündel und die Fasern des Oculomotorius communis betrifft; im Brachium pontis hat man eine deutliche Degeneration von Nervenfasern mit dem ersten Falle identischer Anordnung; ihre Anzahl ist merklich geringer.

Versuch 4 (Katze).

Wurde am selben Tage wie die vorhergehende mit Entfernung der linken zerebellaren Hemisphäre operiert. Erscheinungen wie in den vorhergehenden Fällen; wurde nach 20 Tagen getötet.

Autopsie: Die Operation ist vollständig gelungen; die Hemisphäre ist in toto entfernt, der Wurm ist lateralwärts verletzt; sicherlich wurde der Nucleus dentatus zerstört. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und mit Marchi behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Die Befunde stimmen mit denen der vorhergehenden Fälle überein, was das Brachium conjunctivum, das Hakenbündel, die Fasern des Oculomotorius communis und das Vorkommen von Fasern in der Area des Nucleus reticularis tegmenti betrifft; im Brachium pontis jedoch sind die degenerierten Fasern in bedeutend geringerer Anzahl als in den vorhergehenden Versuchen. Man sieht, besonders im mittleren Drittel der Brücke, sich in Serien folgende Schollen, von denen einige sich zur tegmental Raphe erheben, andere zur ventralen Brückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite gehen, aber man hat nicht den Eindruck einer reinen Degeneration von bedeutenden Nervenfaserbündeln. Der Befund dieser Untersuchung liegt zwischen dem des 2. und 3. Versuches, ist also weit entfernt vom Ergebnisse des ersten Versuches.

Versuch 5 (Katze).

Es wird die linke Kleinhirnhemisphäre zerstört und darauf geachtet, dass sehr schräg von oben nach unten und von innen nach aussen geschnitten wird, um die Verletzung des Nucleus dentatus möglichst zu vermeiden. Das Tier zeigt Erscheinungen wie in den vorhergehenden Fällen, aber es erholt sich; nach 48 Stunden zeigt es nur noch eine Bewegungsbehinderung auf der linken Seite. Die Glieder und besonders das vordere werden beim Gehen mit einer breiten sichelnden Bewegung gebraucht. Nach 8 Tagen sind die Erscheinungen nahezu verschwunden. Das Tier wird nach 12 Tagen getötet.

Autopsie: Die Operation scheint wohl gelungen; der Wurm ist unversehrt und die Verletzung dringt nicht tief ein. Die zerebrospinale Achse wird mit Marchis Methode behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Es wird konstatiert, dass die Verletzung den Nucleus dentatus in fast absoluter Weise verschont hat und dagegen der ganze äussere Teil der linken Hemisphäre entfernt worden ist. Das Brachium conjunctivum zeigt eine sehr spärliche Anzahl degenerierter Fasern, die vorwiegend seinen dorsalen Teil einnehmen; sie kreuzen sich gänzlich und gehen durch den roten Kern bis zum Thalamus. Es fehlt das Hakenbündel auf der entgegengesetzten Seite. Das Brachium pontis weist eine beträchtliche Zahl degenerierter Fasern auf, die sich wie in den vorausgegangenen Fällen verhalten; sie folgen vorwiegend dem Stratum superficiale und strahlen teils zur ventralen Brückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite aus, teils steigen sie in der tegmentalen Raphe empor.

Versuch 6 (Katze).

Mit einer Nadel dringt man lateralwärts zum Wurm ein und versucht durch eine leichte Kreisbewegung eine möglichst auf den linken Nucleus dentatus beschränkte Läsion zu erzeugen. Das Tier bietet anfangs Erscheinungen, die den bei den vorausgegangenen Versuchen beobachteten sehr ähnlich sind, sie gehen jedoch sehr rasch vorüber. Nach 3 Tagen geht es gut und zeigt nur Rotations- und Abduktionsbewegung des linken vorderen Gliedes. Es wird nach 10 Tagen getötet.

Autopsie: Bei der makroskopischen Untersuchung bemerkt man nur einen kleinen Erweichungsherd auf der äusseren Seite des Wurmes; der übrige Teil scheint unversehrt. Fixierung und Behandlung wie in den vorhergehenden Fällen.

Mikroskopische Untersuchung: Bei der Serienuntersuchung kann man feststellen, dass die Verletzung den Nucleus dentatus vollständig zerstört und auch den Dachkern teilweise verletzt hat. Die Kleinhirnhemisphäre ist relativ unversehrt, jedoch wurde ein Teil der Ausstrahlungen gewiss verletzt. Das Brachium conjunctivum gibt einen mit den vorhergehenden Fällen nahezu identischen Befund. Vielleicht war aber die Degeneration in diesem Falle keine totale, die schwarzen Schollen wenigstens liegen nicht so nahe beieinander und gewähren keinen so kompakten Gesamtanblick wie in den anderen Fällen. Die Kreuzung ist total; im Nucleus reticularis tegmenti besteht Dege-

neration. Das Hakenbündel ist links sehr deutlich, rechts zeigt es nur eine spärliche Zahl von Fasern. Im Brachium pontis ist eine leidliche Menge von degenerierten Fasern vorhanden, die in der ventralen Brückenetage vor allem die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale einnehmen.

Versuch 7 (Hund).

Wird operiert mit Entfernung der linken Kleinhirnhemisphäre. Die Erscheinungen sind mit den von den Katzen gezeigten identisch; das Tier erholt sich ziemlich rasch. Es wird nach 18 Tagen getötet.

Autopsie: Die Operation ist wohl gelungen. Die Hemisphäre wurde gänzlich entfernt, doch hat der Nucleus Bechterewi und das Tuberculum acusticum eine Verletzung davon getragen; ausserdem drang der Schnitt vorn unter dem hinteren Vierhügel ein und verletzte direkt das Brachium pontis. Die Brücke und das Mittelhirn werden in salpetersaurem Alkohol für die photographische Methode fixiert.

Mikroskopische Untersuchung: Es besteht eine beträchtliche Faserdegeneration des rechten roten Kernes; die Achsenzyylinder der zentralen Bündel sind in körnige und unregelmässige Blöcke verwandelt; viele der dünnen myelinlosen Fasern zeigen sich zerklüftet und mit rosenkranzartigen Verdickungen. Unmöglich ist es aber in sicherer Weise eine Verminderung der Endverzweigungen um die Zellen herum zu konstatieren, die gänzlich in einem äusserst dichten Geflechte stecken und keine merkliche Abweichung vom normalen Aussehen zeigen. Im linken Brachium pontis erscheinen die Achsenzyylinder meistens verdickt und gewunden; unter ihnen befinden sich nun auch viele (etwa ein Viertel) zersplitterte und in körnige und unregelmässige Blöckchen verwandelte. Es ist nicht leicht, den Verlauf derselben in dem sehr dichten Geflecht von Achsenzy lindern und sehr dünnen marklosen Fasern, welches die Zellen der ventralen Brückenetage umgibt, zu verfolgen. Sicher ist, dass man die erwähnten Schollen, welche zweifellos das Zerfallsprodukt von Achsenzy lindern und marklosen Fasern darstellen, in grosser Menge in der ventralen Brückenetage und im Tegmentum der entgegengesetzten Seite wahrnimmt, ohne dass sich in sicherer Weise ihre Endigung feststellen lässt. Die Methode hat in diesem Falle nicht die entscheidenden Ergebnisse geliefert, die man andernfalls durch totale oder teilweise Zerstörung des Pedunculus cerebri erreicht hat, doch ist der positive Befund von degenerierten Fasern im Brachium pontis ausser Zweifel. Die Zellen der ventralen Brückenetage zeigen von einer zur anderen Seite ziemlich hervortretende Unterschiede; rechts erscheinen sie grösstenteils verkleinert und etwas zusammengeschrumpft mit gewundenen und verdickten Fortsätzen: sind also offenbar im Stadium von Rückbildung und progressiver Atrophie. Die veränderten Zellen sind in der rechten paramedialen und ventralen Area in grösserer Anzahl, werden jedoch auch rechts, wenngleich in geringerer Zahl in den peri- und intrapedunkularen Gruppen wahrgenommen. Die rechte paralaterale und die ganze linke ventrale Area entbehren sie dagegen; dasselbe kann vom Tegmentum pontis gesagt werden. Durch Entfernung der Kleinhirnhemisphäre bei einem erwachsenen Hunde ver-

ursachte man also die sichere Degeneration eines Teils der Achsenzylinder des Brachium pontis derselben Seite, während die andere sich verändert und gewunden zeigt; ausserdem ist ein gut Teil der Zellen der ventralen Brückenetage der gegenüberliegenden Seite verändert und im Regressionszustande.

Versuch 8 (Hund).

Es wird wie im Versuch 5 versucht, nur den linken Nucleus dentatus zu zerstören. Das Tier zeigt nur kurze Zeit Drehungsbewegung um die Längsachse, nach einigen Stunden kann es gehen, indem es jedoch deutlich Adduktion des linken vorderen Gliedes sehen lässt, welches sehr oft mit dem dorsalen Teil auf den Boden gesetzt wird, statt mit der Sohle der Pfote. Es wird nach 10 Tagen getötet.

Autopsie: Bei der makroskopischen Untersuchung bemerkt man einen gut wahrnehmbaren Erweichungsherd am lateralen Teil des Wurmes; das übrige Kleinhirn scheint unversehrt. Fixierung in Müllerscher Flüssigkeit; Behandlung mit Marchis Methode.

Mikroskopische Untersuchung: Man findet, dass die Verletzung des Nucleus dentatus keine totale war, sondern nur seinen dorsolateralen Teil getroffen hat; sicherlich sind viele Projektionsfasern der Kleinhirnrinde durchgeschnitten. Das Brachium conjunctivum weist mehr im dorsalen als im ventralen Teil eine starke Anzahl degenerierter Fasern auf, welche in kleinen unregelmässigen Grüppchen vereinigt und durch Areale getrennt sind, in denen die Fasern sich jedoch normal zeigen. Die Degeneration vollzieht sich in derselben Form, wie sie bei den Katzen beobachtet wurde; das Brachium conjunctivum kreuzt sich nämlich total und endet im roten Kern und im Thalamus. Das Hakenbündel zeigt sich auf beiden Seiten unversehrt. Im Nucleus reticularis tegmenti bemerkt man eine beträchtliche Anzahl schwarzer Körnchen, die proximalwärts sich mit jenen des Brachium conjunctivum nach der Kreuzung vereinigen. Im Brachium pontis hat man eine ausgesprochene, jedoch fast ausschliesslich auf die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale beschränkte Faserdegeneration; sie setzt sich bis zur ventralen Brückenetage der entgegengesetzten Seite fort und überschreitet nicht die paramediale Area.

Versuch 9 (erwachsener Hund).

Wird mit Zerstörung der linken Kleinhirnhemisphäre operiert. Während der Operation gleitet das Bistouri nach vorn und dringt ein Stück ins Nervengewebe zwischen der Brücke und dem Mittelhirn. Nachdem die Wirkung des Chloroforms aufgehört hat, wird festgestellt, dass der Hund eine sehr starke Drehung des Kopfes auf die rechte Seite zeigt. Die rechten Glieder sind ausgestreckt und steif. In diesem Zustande verbleibt das Tier ungefähr zwei Monate, so dass es immer künstlich ernährt werden muss. Durch starke Reize bewegt es krampfhaft die linken Glieder, aber die rechten behalten die ausgestreckte Zwangslage bei. Erst im dritten Monate kann es, wenn gestützt, einige Schritte machen, aber immer bleiben die rechten Glieder sehr steif. Das bessert

sich dann langsam und nach 5 Monaten kann es allein gehen mit auseinander-gespreizten und besonders rechts steifen Beinen. Wird nach 6 Monaten getötet.

Autopsie: Die Gehirnhemisphären weisen bei der makroskopischen Untersuchung keine erheblichen Unterschiede auf. Die linke Kleinhirnhemisphäre ist nahezu gänzlich zerstört, da von ihr nur einige Lamellen des Flocculus übrig bleiben. Man kann eine leichte Verletzung im distalen und lateralen Teil des Mittelhirns feststellen, doch ist es unmöglich, durch einfache makroskopische Besichtigung Ausdehnung und Tiefe zu präzisieren. Die ganze zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und für das Studium der Nervenfasern und der Zellelemente mit den Methoden Weigerts und van Giesons behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Die linke Kleinhirnhemisphäre kann man als zerstört ansehen, weil die Projektionsfasern der übriggebliebenen Lamellen des Flocculus durchschnitten worden sind. Der linke Nucleus dentatus fehlt völlig; vom linken Dachkern sind nur wenige mediale Zellen übrig, vom rechten sind hingegen nur einige laterale Elemente erhalten. Das Mittelhirn ist in transversaler Richtung ventralwärts zum hinteren Vierhügel durchschnitten worden. Dieser und der Pes pedunculi sind verschont, doch wurden das linke Brachium conjunctivum vor der Kreuzung in der Wernekinkschen Kommissur, die laterale Schleife, ein beträchtlicher Teil der linken Formatio reticularis und das linke rubrospinale Bündel durchschnitten. Die Ausdehnung der Verletzung des Mittelhirns ist aus Taf. VIII, Fig. 31 ersichtlich. In der Brücke hat die Operation, was die Nervenfasern betrifft, wenig klare Bilder geschaffen, sehr deutliche jedoch in bezug auf die Nervenzellen. Die Zerstörung der Myelinscheiden ist noch nicht vollständig und die mit Weigerts Methode erhaltenen Befunde lassen Zweifel in der Auslegung zu. Es ist offenbar, dass sich die Fasern des linken Brachium pontis in vorgeschrittener Degeneration befinden, weil sie in Splitter von verschiedener Grösse zerfallen und derart rarefiziert sind, dass das Brachium eine bleichere Färbung zeigt; es ist auch klar, dass in der ventralen Brückenetage der linken Seite ein Gesamtbefund vorliegt, der von dem der rechten verschieden ist. Aber wenn auch festgestellt werden kann, dass im lateralen Teil alle drei Transversalschichten im Zustande vorgeschrittener Degeneration sind und dass im ventralen Teil es auch das Stratum superficiale ist, lassen sich im übrigen Teil der ventralen Brückenetage die Degenerationszonen nicht in sicherer Weise lokalisieren, weil es im Gewirr von in allen Richtungen verlaufenden und in verschiedenen Ebenen durchschnittenen Fasern nicht leicht ist, das normale Element vom verletzten und in Zerstörung begriffenen zu unterscheiden. Weit interessanter sind jedoch die Befunde, welche die Zellgruppen der ventralen Brückenetage betreffen. Es besteht hier ein völliger Kontrast im Verhalten der rechten zur linken Hälfte. In den beiden distalen Dritteln der Brücke sieht man in der Tat auf der rechten, also auf der der zerebellaren Läsion entgegengesetzten Seite, dass die Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen (Taf. VIII, Fig. 32 p. ip. d.), der paramedialen (pm. d.) und der ventralen (v. d.) Area nahezu vollständig zerstört sind, während die Zellen der paralateralen Area (pl.), einige innerhalb

der mehr medialen Schichten des Brachium pontis gelegenen kleinen Zellgruppen und eine Anzahl mehr lateraler Zellen der ventralen Area erhalten sind. Links sind aber die Zellen der paralateralen Area (pl. d.) und die kleinen Zellgruppen des Brachium pontis fast total zerstört, während die der peri- und intrapedunkularen Gruppen, der paramedialen und der ventralen Area mit Ausnahme einiger mehr lateralwärts gelegener, vollständig erhalten sind. Die Figur 32 auf Taf. VIII, die das Verhalten der Zellen im mittleren Drittel der Brücke wiedergibt, könnte nicht überzeugender sein; es erhellt aus ihr, dass die zwischen dem lateralen Rand des Pedunculus cerebri und dem medialen Rand des Brachium pontis (Mingazzinis paralaterale Area) gelegene Zone zwei Reihen Zellen enthält, die sich gegenüber der Exstirpation einer Kleinhirnhemisphäre verschieden verhalten haben: die lateralsten, welche sich ventralwärts mit denen der ventralen Area vereinigen, sind auf der Seite der Läsion degeneriert und auf der entgegengesetzten erhalten; die medialsten sind auf der Seite der Läsion zusammen mit denen der intra- und peripedunkularen Gruppen erhalten und auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls zusammen mit peri- und intrapedunkularen Gruppen verschwunden. Im proximalen Drittel der Brücke, in welchem die Zellen sich in der paramedialen und ventromedialen Area gruppieren und in welchem die paralaterale Area fehlt, sind die Unterschiede zwischen beiden Seiten erheblich geringer, rechts ist jedoch immer eine besonders deutliche Verminderung der Nervenzellen ersichtlich. Im tegmental Teile der Brücke ist hervorzuheben, dass der Kern der linken lateralen Schleife eine starke Verminderung der Nervenzellen aufweist. Im Nucleus reticularis tegmenti war es nicht möglich, merkliche Unterschiede zwischen den beiden Seiten festzustellen. In den proximalen Schnitten der Brücke und im Mittelhirn hat man links, wie schon gesagt, die Verletzung des Brachium conjunctivum, des rubrospinalen Bündels und der Formatio reticularis. Was die Nervenfasern betrifft, verhindert das noch nicht vollständige Verschwinden der Myelinscheiden, völlig sichere Resultate zu erhalten. Interessant ist jedoch die Feststellung, dass im rechten roten Kern, wo das zentrale Mark zweifellos rarefiziert erscheint, die Nervenzellen fast gänzlich verschwunden sind. Es bleiben tatsächlich nur wenige, unregelmässig in allen Schichten verstreute Elemente übrig, sie sind aber zusammengeschrunpft und offenbar im Zustande vorgeschrittenen Zerfalls. Im übrigen Teil des Gehirns wird nichts Bemerkenswertes beobachtet.

Zusammenfassung: Bei einem erwachsenen Hunde, welchem eine Kleinhirnhemisphäre entfernt und das Mittelhirn verletzt worden war, konstatierte man nach 6 Monaten in der ventralen Brückenetage die Zerstörung der Zellen der paralateralen und ventrolateralen Area derselben Seite und die der Zellen der intra- und peripedunkularen Gruppen, der paramedialen und der ventromedialen Area der entgegengesetzten Seite und im Mittelhirn das fast gänzliche Verschwinden der Zellen des roten Kernes der entgegengesetzten Seite.

Versuch 10 (erwachsener Hund).

Es wird die Zerstörung der linken Kleinhirnhemisphäre ausgeführt und der Nucleus dentatus möglichst zu schonen gesucht. Das Tier zeigt die gewöhnlichen Rotationsbewegungen um die Längsachse, die nach einigen Tagen allmählich aufhören. Es behält immer eine geringe Unsicherheit in den Bewegungen der linken Glieder, besonders des vorderen. Es wird nach 3 Monaten getötet.

Autopsie: Die Operation ist wohl gelungen; der Wurm ist vom Schnitte verschont, der die linke Hemisphäre in toto entfernt hat, ohne das Mittelhirn, die Brücke und das verlängerte Mark zu verletzen. Die zerebrospinale Achse wird in Müllerscher Flüssigkeit gehärtet.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn konstatiert man, dass der linke Nucleus dentatus nur in seinem lateralen Teil verletzt wurde und dass seine Projektionsfasern fast gänzlich verschont sind. Die linke Kleinhirnhemisphäre ist dagegen total zerstört. Auch die Projektionsfasern des Wurmes sind auf der linken Seite durchschnitten worden; die Dachkerne und der rechte Nucleus dentatus sind unversehrt. Da in der Brücke keine vollständige Zerstörung der Myelinscheiden stattgefunden hat, erhält man bezüglich des Verhaltens der Fasern des Brachium pontis in der ventralen Brückenetage einen unsicheren Befund. Das Brachium conjunctivum ist sicherlich grösstenteils unverletzt, weil es nur in seinem ventralen Teil einen gewissen Grad von Fasernschwund aufweist. Was die Zellgruppen der ventralen Brückenetage betrifft, so zeigen sie einen dem des ersten Versuches identischen Befund; man hat also links das Verschwinden der Zellen der paralateralen und ventrolateralen Area mit Erhaltung jener der peri- und intrapedunkularen Gruppen der ventralen und ventromedialen Area und der paramedialen Area, rechts hingegen das fast völlige Verschwinden der Zellelemente mit Ausnahme jener der paralateralen und ventrolateralen Area. Im Tegmentum pontis werden keine merklichen Unterschiede von einer zur anderen Seite gefunden; im roten Kern, im Thalamus und im übrigen Teil des Gehirns wird nichts Bemerkenswertes beobachtet.

Zusammenfassung: Bei einem erwachsenen Hunde, welchem die linke Kleinhirnhemisphäre entfernt worden war, während der linke Nucleus dentatus fast völlig unversehrt blieb, wurde nach 4 Monaten in der ventralen Brückenetage das Verschwinden der Zellen der linken para- und ventrolateralen Area und das der Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen der rechten para- und ventromedialen Area festgestellt.

Versuch 11 (ungefähr 4 Monate alter Hund).

Wird operiert mit Abtragung der linken Kleinhirnhemisphäre. Der Hund zeigt dieselben Rotationserscheinungen um die Längsachse, die nach einigen Tagen zu verschwinden beginnen; er wird nach 10 Tagen getötet.

Autopsie: Die Operation ist nicht vollkommen gelungen; der laterale Teil der Kleinhirnhemisphäre blieb unversehrt; Brücke und Oblongata sind

nicht verletzt worden. Die Brücke und das Mittelhirn werden nach dem von Lugaro vorgeschlagenen Verfahren für die elektive Färbung der chromatischen Substanz der Nervenzellen in mit 5proz. Salpetersäure gesäuertem Alkohol fixiert; nach 2 Tagen werden sie in Paraffin eingebettet. Die Schnitte werden teils mit Toluidinblau 1:3000 und teils mit Nisslscher Lösung gefärbt.

Mikroskopische Untersuchung: In der Brücke wird festgestellt, dass viele Zellen der ventralen Brückenetage auf der rechten Seite sich im Zustande deutlicher Läsion befinden, die sich besonders durch Verschiebung des Kernes zu einem Pol des Zellkörpers, durch Verminderung und geringere Färbbarkeit der chromatischen Substanz offenbart. Diese Erscheinungen sind auffallender in der paramedialen und ventromedialen Area; auch bei geringer Vergrösserung sieht man, dass die Zellen in diesen Areae im Vergleich mit den linken verändert sind und bleicher erscheinen. Ohne Zweifel sind auch viele Elemente der peri- und intrapedunkularen Gruppen verändert, jedoch trifft man keine ausgesprochenen Verletzungen in den Zellen der paralateralen Area auf beiden Seiten. Die Befunde haben freilich nicht die Deutlichkeit, die man durch Sektion des Achsenzyinders in grösseren Elementen beobachten kann. Es muss erwähnt werden, dass die Zellen der ventralen Brückenetage beim Hunde ziemlich klein sind mit blasenförmigem verhältnismässig grossem Kern und mit wenig chromatischer Substanz. Die Bewertung der Befunde erhält man deshalb mehr durch einen Gesamtüberblick, als durch eine eingehende Analyse der einzelnen Zellen. Sicher kann ich behaupten, dass die Elemente der Ventralbrückenetage, obwohl deutlich verletzt, keineswegs im Zustand der Zerstörung sich befinden, so dass man sie für nekrotisch halten müsste. Im Tegmentum bemerkt man in den Nervenzellen keine pathologischen Bilder; der rote Kern erscheint auf beiden Seiten unversehrt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe sind geeignet einige noch strittige Punkte über die Projektionsbahnen des Kleinhirns und über die Beziehungen des Brachium pontis zu den Zellen der ventralen Brückenetage zu entscheiden.

Was das Brachium conjunctivum betrifft, können die von mir angeführten Versuche zur Annahme führen, dass seine Fasern von den Zellen des Nucleus dentatus ihren Ursprung nehmen. Wir sahen sie in der Tat in grosser Anzahl degenerieren, wenn die Läsion nahezu auf den Nucleus dentatus beschränkt blieb (Versuch 6 und 8), während die Degeneration sehr gering war, wenn dieser wenigstens grösstenteils geschont wurde. Man muss jedoch zugeben, dass die mit Marchis Methode gelieferten Befunde uns keine zuverlässigen Daten über den wirklichen Zustand der Nervenzellen liefern, dass die tiefen Verletzungen des Kleinhirns, wie sehr man auch gesucht hat die Läsion der Kleinhirnrinde zu beschränken, Projektionsfasern abschneiden können, die von anderen Elementen als denen des Nucleus dentatus herkommen und dass im

Fälle von auf den lateralen Teil der Hemisphäre beschränkter Läsion die Projektionsfasern selbst verschont werden könnten. Man kann daher aus diesen Tatsachen allein keine definitiven Schlüsse ziehen, wie einige wollen. Beweiskräftiger sind in dieser Hinsicht die in der zweiten Versuchsserie erlangten Befunde (Atrophie einer gewissen Anzahl Zellen des Nucleus dentatus infolge der Durchtrennung des Brachium coniunctivum im Mittelhirn von neugeborenen Tieren). Diese erlauben als äusserst wahrscheinlich anzunehmen, dass die Fasern des Brachium coniunctivum vom Nucleus dentatus ausgehen, geben jedoch keine absolute Sicherheit, dass das der einzige Ursprung von allen sei.

Für mich ist es dagegen zweifellos, dass, beim Hund und bei der Katze wenigstens, die Fasern des Brachium coniunctivum alle zerebellofugal sind, sie waren in der Tat in den Fällen, in denen die Zerstörung einer Hemisphäre vollständig und der Nucleus dentatus tief verletzt war, vollständig degeneriert. Wie wir gesehen haben, geht übrigens diese Tatsache auch aus den Untersuchungen der ersten Serie hervor, durch welche ausgeschlossen erscheint, dass im Brachium coniunctivum zerebellopetale Fasern bestehen. Meine Ergebnisse stimmen darin mit denen Probsts (38, 39), Lewandowskys (16), Van Gehuchten (48) u. a. überein.

Gleicherweise ging auch aus allen meinen Untersuchungen die totale Kreuzung des Brachium coniunctivum hervor, eine in den proximalen Teilen der Brücke mit einem ventralen Anteil beginnende Kreuzung, die bezüglich der Topographie mit der schon von Probst (39) beschriebenen identisch ist.

Die Fasern verbreiten sich strahlenförmig im roten Kern und im Thalamus; in keinem Falle habe ich Fasern gesehen, die zur inneren Kapsel, zum Streifenhügel, zum Nucleus caudatus und zur Rinde aufsteigen. Ich stimme also völlig mit Van Gehuchten (48), Luna (17), Lewandowsky (16) und Cajal (6) überein, im Gegensatz zu den Behauptungen Probsts (38), Marchis (19) u. a. Nur ist hervorzuheben, dass einige Fasern auch, wie Van Gehuchten (48) annimmt, zum Nucleus des Oculomotorius com. gehen.

Vom Brachium coniunctivum zweigt gleich nach der Kreuzung ein absteigender Ast ab, der der Raphe entlang läuft, den Nucleus reticularis tegmenti durchzieht und bis zur Oblongata hinabsteigt. Aus meinen Versuchen ergab sich, dass dieser Anteil bedeutend geringer ist, als der von der Mehrzahl der Autoren beschriebene und dass er mehr ventralwärts liegt, ganz in der Nähe der medialen Schleife. Er vermengt sich teilweise mit den zum Tegmentum aufsteigenden Fasern des Brachium pontis, sodass in den Fällen totaler Hemizerebellation, in welchen man

sowohl im Brachium pontis als auch im coniunctivum Degeneration erhält, man fast den Eindruck hat, dass sie dem Brachium pontis angehören. Die Tatsache, dass der erwähnte Anteil auch vorhanden ist, wenn das Brachium pontis fast unverletzt ist, beweist seine Zugehörigkeit zum Brachium coniunctivum.

Von besonderem Interesse sind die hinsichtlich der Fasern des Brachium pontis erlangten Resultate. Die Frage, ob vom Kleinhirn absteigende Fasern bestehen oder nicht, wurde von verschiedenen Autoren in verschiedenem Sinne gelöst. Von Probst (39), Orestano (35), Lewandowsky (16), Pelizzi (36) und anderen bejaht, wurde sie von Van Gehuchten (47) entschieden verneint, welcher die Aufmerksamkeit auf die Tatsache lenkte, dass die Autoren die Tiere gewöhnlich zu lange die zerebellare Läsion überleben liessen (mehr als 20 Tage) und dass unter solchen Verhältnissen der positive Befund mit Marchis Methode von der rapiden Nekrose der Zellen der ventralen Brücken- etage der der Läsion entgegengesetzten Seite und von der notwendigen Degeneration der Achsenzyylinder herrührt, die alle zerebellopetal seien. Als weiteren Beweis davon führt Van Gehuchten die Ergebnisse seiner Untersuchungen an, aus denen hervorgeht, dass man bei 8—10 Tage nach der Entfernung der Kleinhirnhemisphäre getöteten Kaninchen mit Marchis Methode immer einen negativen Befund hat, während er 45—50 Tage später positiv wird.

Meine Untersuchungen bestätigen die Van Gehuchstens nicht. Im ersten Versuch wurde das Tier 10 Tage nach der Operation getötet und doch hatte man einen sehr deutlichen und vollkommenen Befund und ein positives, wenschon nur teilweises Ergebnis, erhielt man auch bei den Versuchen 5 und 6, wo die Tiere, bei denen relativ kleine zerebellare Verletzungen ausgeführt worden waren, 8 und 10 Tage nach der Operation getötet wurden.

Wahr ist, dass bei der zweiten Operation der Befund nach 12 Tagen fast negativ war, aber er war positiv ebenfalls nach 12 Tagen bei der fünften, während die Degeneration auch im dritten Versuche, bei welchem das Tier nach 20 Tagen getötet wurde, sich sehr spärlich zeigte.

Die unter denselben Bedingungen ausgeführten Versuche 3 und 4 ergaben ganz entgegengesetzte Resultate, da man einen deutlicheren Befund im dritten Versuche erhielt, bei dem die Läsion geringer war, als im vierten, wo eine vollständige Entfernung der Kleinhirnhemisphäre stattgefunden hatte.

Diese Tatsachen beweisen, dass wir uns einigen Ursachen gegenüber befinden, die die Beständigkeit und Regelmässigkeit der Befunde stören. Es lassen sich zwei Möglichkeiten betrachten: 1. dass hervortretende

individuelle Unterschiede in der Zusammensetzung des Brachium pontis bestehen; 2. dass die Methode besonderer Umstände wegen, sich in den Resultaten unbeständig erweise. Diese letztere Möglichkeit scheint mir die wahrscheinlichste, da es bekannt ist, dass Marchis Methode sehr ungleiche Befunde liefert, besonders wenn es sich um die Degeneration sehr dünner Fasern handelt, wie es gerade zum grossen Teil die Fasern des Brachium pontis sind.

Jedenfalls scheint mir die Existenz von zerebellofugalen Fasern im Brachium pontis, wenn nicht absolut sicher, wenigstens äusserst wahrscheinlich, indem die nach 8—10 und 12 Tagen erhaltenen positiven Befunde schwerlich mit Van Gehuchters Auffassung in Uebereinstimmung zu bringen und zu erklären sind, da die Nekrose der Ursprungszellen in diesen Fällen sich in 2—5 Tagen vollzogen haben müsste.

Nun sprechen die Ergebnisse der Versuche 7 und 11 gegen eine solche Möglichkeit; in der Tat zeigten 18 und 10 Tage nach der Entfernung der Kleinhirnhemisphäre die Zellen der ventralen Brückenetage der der Verletzung entgegengesetzten Seite wohl ausgesprochene pathologische Anzeichen, konnten aber nicht als schon nekrotisch angesehen werden, während im 7. Versuche die sicher degenerierten Achsenzyylinder von den in einfach regressivem Stadium sich befindlichen deutlich unterschieden werden konnten; die ersten waren in mehr oder weniger grosse Schollen verwandelt, die anderen waren dagegen in ihrem Verlaufe gewunden und unregelmässig. Es ist bekannt, dass bei den sekundären Degenerationen der Nervenfasern, der Zerstörung der Myelinscheiden, welche die einzige durch Marchis Methode nachweisbare ist, jene des Achsenzylinders vorausgeht. Aller Wahrscheinlichkeit nach hätte in diesem Falle Marchis Methode einen teilweisen positiven Befund gegeben. Andererseits müsste man, wenn die Dinge nach Van Gehuchters Behauptung gingen, den totalen Zerfall der Fasern des Brachium pontis erhalten, besonders bei den Tieren, die einige Zeit nach der Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre getötet wurden, und das ist keineswegs der Fall. Wenn man in meinen Fällen (abgesehen vom Versuch 2, bei welchem der Befund ein fast negativer war) die erwähnten quantitativen Unterschiede inbetracht zieht, war die Degeneration nie vollständig und zeigte sich mit immer gleichen Merkmalen und Modalitäten, da sie sich stets deutlich im Stratum superficiale, weniger hervortretend im Stratum profundum und relativ sehr wenig im Stratum complexum vorfand. Die von Van Gehuchten (47) in seiner Arbeit reproduzierte Figur gibt nur einen partiellen Befund, der sich auch auf einen Zeitraum von 30—40 Tagen nach der Entfernung der Kleinhirnhemisphäre bezieht;

das gleiche kann von den die Arbeiten Probsts, Orestanos und anderer begleitenden Abbildungen gesagt werden.

Daraus geht hervor, dass man einen in der Gesamtheit und den Grundzügen gleichen, wenn auch wegen der angewandten Methode nicht absolut beständigen Befund vor sich hat. Ich bin sogar der Ansicht, es mangelt uns die absolute Sicherheit darüber, dass die Degenerationserscheinungen der von der ventralen Brückenetage zum Kleinhirn der entgegengesetzten Seite aufsteigenden Fasern (welche, wie aus vielfachen Untersuchungen hervorgeht, völlig degenerieren und, jedoch erst nach langer Zeit, infolge der Exstirpation einer Kleinhirnhemisphäre verschwinden und deren Zerstörung die der Ursprungszellen vorausgeht) durch Marchis Methode ersichtlich gemacht werden können. Um das zu bestätigen wären besondere Untersuchungen nötig, die alle mit Marchis Methode erlangten Resultate mit jenen der Weigertschen vergleichen würden und die hat bisher niemand unternommen.

Auf die Frage der zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis werde ich weiter unten zurückkommen, sobald ich die Ergebnisse anderer, nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgeführter Untersuchungen besprochen haben werde. Ich beschränke mich vorläufig darauf zu sagen, dass, wenn man den mit Marchis Methode erlangten Resultaten Wert beimisst, angenommen werden muss, dass sie sich in der Ventralbrückenetage und im Tegmentum pontis der entgegengesetzten Seite verzweigen, ohne die Möglichkeit zu haben die Nervenzellen genau festzustellen, mit denen sie in Beziehung treten. Ihre Verteilung erscheint ausschliesslich in der Brücke lokalisiert. Es hat sich keine positive Tatsache ergeben, welche die Behauptung Monakows, Borowieckis und anderer bestätigt, die annehmen, dass einige dieser Fasern zum Sehhügel oder zur subthalamischen Region wiederaufsteigen.

Das in meinen Untersuchungen immer deutliche Hakenbündel scheint vor allem vom Dachkern der entgegengesetzten Seite abzustammen: es ist allerdings im Versuch 7 sehr spärlich, in welchem die Verletzung auf den dorsalen Teil des Nucleus dentatus beschränkt war, dagegen ist es sehr deutlich in den anderen, bei denen die Zerstörung des Nucleus dentatus sehr tief geht und sich gegen die Mittellinie hin ausdehnt, sodass auch der angrenzende Dachkern getroffen wird. Ein Gegenbeweis ist dadurch gegeben, dass im Versuche 9, in welchem die linke Kleinhirnhemisphäre total zerstört und demzufolge das linke Hakenbündel durchschnitten wurde, der rechte Dachkern fast gänzlich verschwunden war.

Meine Untersuchungen lieferten keinen sicheren Anhaltspunkt für die Existenz des von Luna beschriebenen zerebelloquadrigenimalen Bündels.

Die Versuche 7, 9, 10 und 11 machen die Beziehungen der Fasern des Brachium pontis zu den Zellgruppen der ventralen Brückenetage gut ersichtlich. Der 7. und 11. stellen nur fest, ohne sichere topographische Lokalisation zu erlauben, dass der Entfernung einer Kleinhirnhemisphäre eine Veränderung der Zellen der ventralen Brückenetage der entgegengesetzten Seite folgt; der 9. und der 10. geben uns diesbezüglich eingehendere und vollständigere Auskunft.

Es ergibt sich nämlich, dass, falls man nach der Operation eine ziemlich lange Frist verstreichen lässt (in meinen Versuchen betrug sie 6 und 4 Monate) in der Ventralbrückenetage die Nekrose und das Verschwinden einer beträchtlichen Anzahl von Nervelementen erfolgt, welcher Vorgang genau lokalisiert wird. Auf der Seite der zerebellaren Läsion verschwinden nämlich die Elemente der paralateralen Area, ein Teil derjenigen der ventrolateralen Area und einige innerhalb der mehr medialen Fasern des Brachium pontis gelegenen kleinen Gruppen, während die der paramedialen Area, der intra- und peripedunkularen Gruppen und fast alle der ventralen Area erhalten sind.

Auf der der zerebellaren Läsion gegenüberliegenden Seite hat man jedoch die entgegengesetzte Erscheinung; es sind die Zellen der paralateralen und ventrolateralen Area erhalten und die der peri- und intrapedunkularen Gruppen, der paramedialen, der ventralen und ventromedialen Area fast gänzlich zerstört. Der Kontrast zwischen den beiden Hälften der ventralen Brückenetage ist, wie Taf. VIII, Fig. 32 dartut, von grösster Klarheit.

Die verschwundenen Elemente sind ausschliesslich mit dem Brachium pontis und mit der Kleinhirnhemisphäre in Beziehung; sie sind in der Tat im Versuch 10 zerstört, in welchem der Nucleus dentatus und das Brachium conjunctivum nahezu unversehrt geblieben waren.

Die Resultate meiner Forschungen bestätigen und vervollständigen die von Mingazzini und Polimanti (28) beim Hunde erhaltenen und gestatten die topographischen Beziehungen zwischen den Zellgruppen der ventralen Brückenetage und den Fasern des Brachium pontis mit grösserer Sicherheit zu bestimmen. Die beiden erwähnten Autoren weisen im allgemeinen auf das Verschwinden einer ziemlich Anzahl von Zellen in der paralateralen Area derselben Seite der zerebellaren Verletzung hin und betrachten als solche die zwischen dem lateralen Rand des Pedunculus cerebri und dem medialen Rand des Brachium pontis gelegene Region.

Aus meinen beiden Versuchen ist dagegen in augenscheinlichster Weise hervorgegangen, dass in genannter Region zwei Arten von Nervenzellen vorhanden sind, die sich bei Zerstörung der Kleinhirn-

hemisphäre derselben Seite verschiedenartig verhalten. Man hat nämlich eine laterale Gruppe, welche dorsalwärts den zwischen dem ventrolateralen Rand der lateralen Schleife und dem medialen Rand des Brachium pontis befindlichen Winkel einnimmt und ventralwärts längs des medialen Randes des Brachium pontis gelegen ist, wobei sie sich unten mit den mehr lateralen Zellen der ventralen Area vereinigt, und diese Gruppe verschwindet auf der Seite der zerebellaren Läsion und bleibt unversehrt auf der gegenüberliegenden Seite: und eine andere, eine mediale Gruppe, die sich nahe beim lateralen Rande des Pedunculus cerebri befindet, wo sie sich mit den lateralen peripedunkularen Zellen vermischt; diese Gruppe bleibt auf der Läsionsseite unverletzt, während sie auf der entgegengesetzten Seite degeneriert und verschwindet. Die mediale Gruppe erleidet dasselbe Schicksal wie die peri- und intrapedunkularen Gruppen und die Zellen der paramedialen und ventralen Area, während die laterale Gruppe sich entgegengesetzt verhält; sie bleibt erhalten, wo die anderen zerstört sind und umgekehrt.

Die von mir beim Hund erlangten Resultate stimmen nicht mit den von Borowiecki (5) beim Kaninchen erhaltenen überein. Da dieser seine Untersuchungen bei neugeborenen Kaninchen anstellte; ich werde später auf seine Behauptungen zurückkommen, sobald ich über eine Reihe von an neugeborenen Katzen und Hunden vorgenommenen Untersuchungen berichtet habe.

Die Versuche 9 und 10 gaben mir keine Resultate, die erlaubten, eventuelle Beziehungen des Brachium pontis zu anderen Zellgruppen der Brücke zu bejahen. Ich hebe das hervor hauptsächlich hinsichtlich des Nucleus reticularis tegmenti und der anderen Zellen des Tegmentum, welche nach einigen Autoren Ausgangspunkte, nach anderen Ankunfts- punkte von Fasern des Brachium pontis wären. Die angewandte Methode ist jedoch (wenn sie auch sichere Resultate geben kann, sobald es sich um ganze verschwundene Zellgruppen handelt, wie im Falle der Zellen der ventralen Brückenetage) weit weniger zuverlässig, wenn kleine Gruppen oder isolierte Elemente in Frage kommen.

Ich erwähne jedoch bei der Gelegenheit, dass der Versuch 11 (Methode Lugaro) und der 7. (photogr. Methode) auch negative Resultate gaben und dadurch wird der Behauptung widersprochen, dass von den Zellen des Nucleus reticularis tegmenti und des Tegmentum durch das Brachium pontis Fasern zur Kleinhirnhemisphäre emporsteigen.

Die Versuche 7, 9 und 11 erlauben endlich, einige Anhaltspunkte über die Beziehungen der Fasern des Brachium conjunctivum zu den Zellen des roten Kernes herauszufinden. Da durch die alleinige zerebellare Läsion die Zellen des roten Kernes mit der Methode Lugaros

und mit der photographischen Methode durchaus unverseht erscheinen (Versuche 11 und 7), während sie durch die Läsion des Tegmentum im Mittelhirn (Versuch 9) grösstenteils zerstört werden und die übrig gebliebenen sich im Zustand vorgeschrittener Regression befinden, so muss man folgern, dass sie keine Achsenzylinder nach dem Kleinhirn senden (und darin stimmen die Ergebnisse völlig mit denen der vorhergehenden Untersuchungen und mit den durch Marchis Methode gelieferten überein), sondern dass sie sie — wenigstens grösstenteils — in zerebrofugaler Richtung ausschicken. Der Befund des Versuches 9 ist eher der Hypothese jener Autoren günstig, welche den roten Kern als Ursprungsort von nur absteigenden Fasern des rubro-spinalen Bündels ansehen, als der Meinung der anderen, die auch das Bestehen von Zellen mit kortiko- oder thalamopetalem Achsenzylinder annehmen. Der Versuch ist vereinzelt geblieben und ich will ihm keinen entscheidenden Wert beilegen; die Frage wird nur durch andere Untersuchungen gelöst werden können, doch will ich nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass auch die Resultate meiner ersten Untersuchungsserie der Ansicht Monakows und Preisigs nicht sehr günstig sind, derzufolge ein Teil der Zellen des roten Kerns den Achsenzylinder nach dem Grosshirn senden soll.

Wenn wir jetzt die Resultate dieser Untersuchungsreihe hinsichtlich der zerebro-zerebellaren Verbindungen betrachten, sehen wir, dass das Brachium coniunctivum wiederum als eine zerebellofugale Bahn erscheint, die vom Kleinhirn — aller Wahrscheinlichkeit nach nur vom Nucleus dentatus — zum roten Kern, zum Sehhügel und zur Oblongata geht. Aber wir sehen auch, dass die Untersuchungen uns keine positiven Ergebnisse liefern, die uns zur Annahme des Bestehens einer zerebello-rubro-kortikalen und zerebello-talamo-kortikalen Bahn berechtigen.

Für diese letztere liegt die Wahrscheinlichkeit, wie schon eben hervorgehoben, darin, dass die Zellen des Sehhügels, wenigstens sehr überwiegend, ihren Achsenzylinder in kortikopetaler Richtung senden und es mithin sehr glaubwürdig ist, dass die von den Fasern des Brachium coniunctivum auf sie übertragenen Reize wieder zur Rinde aufsteigen müssen; die Existenz der zerebello-rubro-kortikalen Bahn wird dagegen durch den Versuch 9 nicht bestätigt, bei dem die Läsion des Mittelhirns die fast völlige Zerstörung der Rotkernzellen der entgegengesetzten Seite hervorgebracht hat. Die Fasern des Brachium coniunctivum, die sich mit den Zellen des roten Kerns in Beziehung setzen (ein solcher Befund ergibt sich in zweifelloser Weise aus den Versuchen der 1. und 2. Serie) nehmen daher, wenigstens in grosser Mehrzahl, an einer zerebello-rubro-spinalen oder rubro-bulbaren, oder rubro-pontilen

Bahn teil, deren rubrale Neurone einen absteigend verlaufenden Achsenzylinder haben.

Hinsichtlich des Brachium pontis geben die gegenwärtigen Untersuchungen den fast zweifellosen Beweis vom Vorhandensein zerebello-fugaler Fasern, die von der Kleinhirnrinde zur ventralen Brückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite gehen; immerhin ist es nicht möglich auf Grund der erlangten Ergebnisse festzustellen, ob sie an der von einigen Autoren angenommenen zerebello-ponto-kortikalen Bahn teilnehmen. Die Fasern, welche zur ventralen Brückenetage gehen, verbinden sich aller Wahrscheinlichkeit nach mit den Zellen der Ebene selbst, und von diesen ist uns durch die Resultate der 1. Untersuchungsserie bekannt, dass sie den Achsenzylinder nicht in kortikopetaler Richtung aussenden. Was dann die zum Tegmentum aufsteigenden Fasern betrifft, sind die Zellgruppen, bei denen sie endigen, gänzlich unbekannt.

Die Versuche 9 und 10 stimmen mit denen der 1. und 2. Serie darin überein, dass sie beweisen, dass die meisten Zellen der paramedialen und ventralen Area und die der peri- und intrapedunkularen Gruppen Fasern Ursprung geben, die, nachdem sie die ventrale Raphe durchzogen haben, zum Brachium pontis und zur Kleinhirnhemisphäre der entgegengesetzten Seite aufsteigen. Durch die Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre werden in der Tat in der entgegengesetzten ventralen Brückenetage — mit Ausnahme einiger Unterschiede, die wir weiter unten sehen werden — dieselben Elemente zerstört, welche bei den neugeborenen Tieren atrophieren und durch die Zerstörung des homolateralen Pedunculus cerebri verschwinden und die bei erwachsenen Tieren infolge derselben Läsion die myelinlosen Geflechte und die Endverzweigungen völlig einbüßen. Die Annahme ist daher logisch, dass die Fasern des Pedunculus cerebri sich mit den Zellen der homolateralen Ventralbrückenetage in Beziehung setzen und dass diese den Achsenzylinder zum Brachium pontis der entgegengesetzten Seite senden, indem sie so die gekreuzte kortiko-ponto-zerebellare Bahn bilden.

Es scheint mir, dass dieselben Versuche das Bestehen einer homolateralen-kortiko-ponto-zerebellaren Bahn sehr wahrscheinlich machen. Die Zellen der paralateralen Area, die lateralen der ventralen Area und die der zwischen den medialeren Fasern des Brachium conjunctivum gelegenen kleinen Gruppen, welche infolge der Zerstörung der homolateralen Kleinhirnhemisphäre verschwinden, können nur Elemente sein, die den Achsenzylinder durch das homolaterale Brachium pontis zum Kleinhirn senden.

Ihre Zerstörung geschieht zu rasch (im Versuch 10 schon nach

3 Monaten) als dass man annehmen könnte, sie rühre von Atrophie durch Erregungsmangel her, analog derjenigen, welche man in den Elementen der ventralen Brückenetage der Tiere antrifft, denen in sehr jungem Alter der Pedunculus cerebri durchschnitten wurde, umso mehr als bei den erwachsenen Tieren diese letztere Operation, aber erst nach sehr langen Zeitperioden, zu einer einfachen Verkleinerung des Zellkörpers mit Verdünnung des Achsenzylinders Veranlassung gibt und es sehr zweifelhaft ist, ob sie ein wahres und eigentliches Verschwinden der Neuronen in toto hervorrufen kann.

Nun erscheint aber bei den in sehr jungem Alter mit Zerstörung des Pedunculus cerebri operierten Tieren die Zahl der in der paralateralen Area, besonders im distalen Brückendrittel, erhaltenen Elemente etwas geringer als die, welche durch Zerstörung der entgegengesetzten Kleinhirnhemisphäre übrig bleibt. Es ist daher anzunehmen, dass die in grösserer Anzahl verschwundenen Zellen Elemente seien, denen der Reiz vonseiten des Pedunculus cerebri fehlte und die deshalb atrophierten wie die anderen der peri- und intrapedunkularen Gruppen und der ventralen und paramedialen Area; ihr Achsenzylinder jedoch ist homolateral.

Unbekannt sind dagegen die Beziehungen der anderen Zellen der paralateralen Area, jener nämlich, welche auch nach der Zerstörung des Pedunculus cerebri bei neugeborenen Tieren unversehrt bleiben; von ihnen kann ich nur sagen, dass sie sicher den Achsenzylinder zum Brachium pontis derselben Seite senden, aber unmöglich ist es mir zu präzisieren, an welcher Bahn sie teilnehmen. Zur Lösung eines solchen Problems sind geeignete Untersuchungen erforderlich.

Serie IV. Zerebellare Zerstörungen bei neugeborenen Tieren.

Versuch 1 (acht Tage alte Katze).

Die Zerstörung der rechten Kleinhirnhemisphäre wird derart beigebracht, dass der gezähnte Kern soviel als möglich geschont wird. Das Tier zeigt sofort Windungsbewegung um die Längsachse, wälzt sich auf dem Boden und kann nicht saugen, so dass es künstlich ernährt werden muss. Die angedeuteten Erscheinungen verschwinden jedoch in wenigen Tagen. Die Katze entwickelt sich normaler Weise; ohne hervortretende Störungen beim Umhergehen zu zeigen. Sie wird nach 3 Monaten getötet.

Autopsie: Die rechte Kleinhirnhemisphäre fehlt völlig, der Wurm scheint unversehrt, die Läsion ist etwas schräg von oben nach unten und von innen nach aussen. Das verlängerte Mark und die Brücke wurden nicht direkt berührt. Die zerebrospinale Achse wird in Formalin mit Essigsäurealdehyd fixiert und mit der Methode Besta für die Myelinscheiden behandelt. Nach 48 Stunden wird sie in Abschnitte von $1\frac{1}{2}$ cm Dicke geschnitten. Man kann dann konstatieren, dass der Schnitt lateralwärts vom Areal des Nucleus dentatus

vorgedrungen ist, indem er die Kleinhirnrinde in ihrem äusseren Teile zerstörte. Die Kerne Bechterews und Deiters', die Ganglien des Nervus acusticus sind sicher unversehrt.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn wird die totale Zerstörung der rechten Kleinhirnhemisphäre festgestellt. Der Wurm weist in den lateralen Lamellen eine deutliche Zerstörung in den Purkinjeschen Zellen auf, während mehrere von den Ueberbleibseln eingeschrumpft und verengt sind. Der rechte Nucleus dentatus ist teilweise im lateralen Viertel verletzt, wo einige Zellen sicher fehlen und andere sich eingeschrumpft und atrophisch zeigen. In den drei medialen Vierteln, in dem der entgegengesetzten Seite und in den Dachkernen werden keine Tatsachen getroffen, die als pathologische gedeutet werden könnten. Interessant ist das Verhalten des Brachium pontis, besonders in den Beziehungen mit der Brücke und des Brachium conjunctivum. Das rechte Brachium pontis ist in der ganzen Höhe der Brücke auf einen dünnen Fasergewebestreifen reduziert; es sind auch seine Ausstrahlungen zur ventralen Brückenetage verschwunden, so dass man mit aller Leichtigkeit den Verlauf der Fasern des Brachium pontis der entgegengesetzten Seite verfolgen kann. Im distalen Drittel der Brücke sieht man von der Stelle, in welcher der Trapezkörper vollständig von den in Untersuchung befindlichen Schnitten verschwunden ist bis zum mittleren Drittel, in den Präparaten, in welchen die Myelinscheiden elektiv gefärbt wurden, dass die Fasern des linken Brachium pontis, in der Nähe der ventralen Brückenetage angelangt (Taf. VIII, Fig. 33, einen der dem mittleren Drittel proximalsten Schnitte reproduzierend), sich in die drei bekannten Schichten teilen: superficiale, complexum und profundum, welche sich transversal gegen die Mittellinie wenden, die sie mit etwas verschiedener Richtung durchziehen, um in verschiedenen Zonen zu endigen. Eine kleine, vor allem dem Stratum profundum und dem dorsaleren Teil des Stratum complexum angehörende Zahl von Fasern steigt wieder in die tegmentale Raphe, besonders der entgegengesetzten Seite, auf. Ein ziemlich beträchtlicher Anteil, vor allem dem Stratum complexum und der Pars corticalis des Stratum superficiale angehörend, durchzieht die ventrale Raphe und wendet sich mit schrägem Verlauf von unten nach oben und von innen nach aussen gegen die mediale Schleife und überschreitet sie, um sich im Tegmentum der entgegengesetzten Seite auszubreiten (f. b. p. t.). Der grösste Teil der Fasern jedoch, und es sind vorzugsweise die des ventralen Teils des Stratum complexum und die der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale, durchzieht die ventrale Raphe und verbreitet sich in der rechten Ventralbrückenetage. Links fehlen fast gänzlich die Geflechte dünner Myelinfasern; sie sind in der Tat nur an der paralateralen Area erhalten (pl. g. n.); fast fehlend sind auch die Fasern, welche vom Pedunculus cerebri durch die Hauptschleife zum Tegmentum wieder emporsteigen. Rechts ist das Brachium pontis total degeneriert (b. p. d.), es fehlt fast die Gesamtheit der Fasern mit transversalem Verlauf, die nur im medialen Teil des Stratum complexum erhalten sind; dagegen existieren fast vollständig die dünnen Myelinplexus (pm. g. und v. g.), die nur an der paralateralen Area fehlen (pl. g. d.).

Die ventrale Raphe ist nach links abgeschrägt infolge einer merklichen Verminderung der paramedialen Area; sie wird von zwei ziemlich kompakten Faserbündeln gebildet, von denen das linke bis zum ventralen Rand der Brücke gelangt, während das rechte durch einen bestimmten Zug von ihr getrennt ist: das rechte Bündel ist jedoch in seinem dorsalen Teile kompakter als das linke. Dieser Unterschied setzt sich noch für eine gewisse Strecke in der tegmentalen Raphe fort. Auf der rechten Seite ist die Anzahl der im Tegmentum ausstrahlenden Fasern grösser. Das Aussehen der ventralen und tegmentalen Raphe rührt davon her, dass auf der rechten Seite die Fasern gänzlich fehlen, welche vom Stratum superficiale, besonders von der Pars corticalis, und vom Stratum profundum sich bei der Mittellinie erheben, um, die einen zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite, die anderen zur tegmentalen Raphe zu gehen; daher ist die rechte Säule der ventralen Raphe unten unvollständig, während die linke oben dünner ist, auch an der Stelle, wo sie sich mit der tegmentalen Raphe fortsetzen. Links fehlen sodann die Fasern, welche durch die mediale Schleife zum Tegmentum aufsteigen. Man hat nämlich zwischen den beiden Seiten der Ventraletage im Verhalten der Fasern einen fast vollständigen Kontrast. Was auf der einen Seite da ist, fehlt auf der andern; die einzige gemeinschaftliche Erscheinung ist von der Raphe gegeben, die eine gewisse Anzahl von Vertikalfasern (*Fibrae rectae*) aufweist, welche man auf beiden Seiten beobachtet. Ein ähnliches Verhalten wird bei den Nervenzellen festgestellt. Auf der linken Seite der zerebellaren Läsion gegenüber fehlen sie fast völlig in den peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. ip. d.), in der paramedialen Area, vor allem im ventralen Teil (pm. d.), in der ventralen Area, besonders im medialen Teil (v. d.), und in der ventralen und lateralen Zone des Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t. d.) und sie sind in der paralateralen (pl.) und in der ventrolateralen Area erhalten. Auf der rechten Seite sind sie wohl erhalten in den peri- und in den intrapedunkularen Gruppen, in der paramedialen und ventralen Area und im Nucleus reticularis tegmenti, während sie in der paralateralen und in der ventrolateralen Area fast total zerstört sind (pl. d.). Auf dieser Seite sind auch einige Zellgrüppchen verschwunden, die dagegen links, wo sie innerhalb der Fasern des Brachium pontis liegen und wo sie lateralwärts die paralaterale Area fortsetzen, erhalten sind. In der Dicke der ventralen Raphe sind sodann einige, die mittlere Area bildende Zellgruppen unversehrt. Diese kleine Zellgruppe ausgenommen, ist also der Kontrast zwischen den beiden Hälften der Ventralebene vollständig wie für die Fasern. Im mittleren Drittel der Brücke sind die Erscheinungen, welche beobachtet werden, im Grunde identisch. Was die Fasern betrifft, erhält man nämlich auf der linken Seite die totale Zerstörung des Brachium pontis und demgemäss seiner zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite gehenden Ausstrahlungen. Während links die drei *Fibrae transversae* Schichten gut ersichtlich und die Geflechte nur an der paralateralen Area erhalten sind, bemerkt man rechts die *Fibrae transversae* nur im medialen Teil des Stratum complexum und die Myelengeflechte sind gut erhalten, ausser in der paralateralen Area. Die Figur 35 auf Taf. VIII, die einen der proximalen

Schnitte des mittleren Drittels darstellt, erlässt mir ausführliche Beschreibungen. Man beachte rechts das Verschwinden der Geflechte der paralateralen Area (pl. g. d.), die dagegen links erhalten sind (pl. g. n.), die Erhaltung der Geflechte in der paramedialen (pm. g.) und in der ventralen Area (v. g.), wie auch die der vom linken Brachium pontis zum Tegmentum (f. b. p. t.) aufsteigenden Fasern, Fasern, die links jedoch vollständig fehlen, wo statt dessen die Fibræ transversae erhalten sind. Die ventrale Raphe wird von zwei sehr deutlichen Bündeln gebildet, von welchen das linke bis zum ventralen Rand gelangt, während das rechte davon entfernt ist. Die Differenz zwischen den beiden Seiten ist sehr gering im Verhältnis zur Tatsache, dass in solcher Höhe das Stratum profundum von sehr wenigen Fasern dargestellt wird. Auch die Nervenzellen weisen ein gleiches Verhalten auf (Taf. VIII, Fig. 36). Rechts fehlen in der Tat die Elemente der paralateralen Area (pl. d.), die links erhalten sind (pl.), während auf dieser Seite die Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. ip. d.), der paramedialen (pm. d.) und ventralen Area (v. d.) wie auch die des ventralen und lateralen Teils des Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t. d.) degeneriert sind, die dagegen rechts erhalten sind. Im proximalen Drittel der Brücke endlich, in der Nähe des Mittelhirns, ist der Kontrast zwischen den beiden Seiten immer sehr klar, obgleich der Gesamtanblick nicht identisch ist. Was die Nervenfasern auf der rechten Seite betrifft, bemerkt man nur sehr reiche an der paramedialen Area gelegene Geflechte (Taf. VIII, Fig. 37 pm. g.); links sind nur Transversalfasern vorhanden, welche den ventralen Rand des Pedunculus cerebri umgeben, um dann das Brachium pontis zu bilden. Die Nervenzellen (in solcher Höhe gibt es nur Zellen in der paramedialen Area, in den mehr medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen und im ventromedialen Teil) auf der rechten Seite sind wohl erhalten, während sie links sehr vermindert sind (Taf. VIII, Fig. 38 p. ip. d. — pm. d. — v. d.). Die erwähnten Tatsachen betreffen nur das Brachium pontis in seinen Beziehungen zur Brücke. Die zerebellare Läsion brachte jedoch auch eine hervortretende Veränderung im Brachium conjunctivum hervor (Taf. VIII, Fig. 33, 35, 37 b. c. n.), welches eine wahrnehmbare Reduktion in der Faseranzahl aufweist, besonders im ventralen Teil. Diese Verminderung lässt sich quer über die Wernekinksche Kommissur und in den roten Kern der entgegengesetzten Seite verfolgen; im Thalamus dagegen ist es nicht möglich, eine genaue Lokalisation festzusetzen. Hinsichtlich des Verhaltens der Zellelemente war es mir weder im roten Kern noch im Thalamus möglich, eine sichere Veränderung oder Verminderung zu konstatieren.

Zusammenfassung: Die Abtragung einer Kleinhirnhemisphäre mit fast völligem Intaktsein des Nucleus dentatus, ausgeführt an einer wenige Tage alten Katze, hatte das totale Verschwinden des Brachium pontis derselben Seite und seiner Ausstrahlungsfasern zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite zur Folge. Parallel hatte man das Verschwinden der Nervenzellen in der paralateralen Area derselben Seite und das fast völlige der Zellen der peri- und intra-

pedunkularen Gruppen, der paramedialen und ventralen und des ventralen Teils des Nucleus reticularis tegmenti der entgegengesetzten Seite. In den Zonen, in welchen man das Verschwinden der Nervenzellen erhielt, trat auch das der Geflechte dünner Myelinfasern ein. Deshalb dauern auf der der Läsion entgegengesetzten Seite in der ventralen Brückenetage, ausserhalb der paralateralen Area, nur die Fasern mit transversaler Richtung an, während auf derselben Seite sehr reiche Myelinge flechte in der ganzen Ventraletage mit Ausnahme der paralateralen Area bestehen.

Versuch 2 (Katze).

Von demselben Wurf wie die vorhergehende. Im Alter von 8 Tagen wird an ihr die totale Zerstörung der rechten Kleinhirnhemisphäre ausgeführt, indem man sehr tief auslöffelt, so dass auch der Nucleus dentatus entfernt wird. Das Tier zeigt Gesamtsymptome, die den bei der Katze des vorigen Versuches identisch sind, so dass es künstlich ernährt werden muss. Die Erscheinungen dauern jedoch einige Tage länger, ausserdem dauert ein leichter Grad von Sichelbewegung beim rechten vorderen Gliede an. Wird im Alter von 3 Monaten getötet.

Autopsie: Die Entfernung der Hemisphäre war eine totale; der Wurm war in seinem lateralen Teile verletzt; der Nucleus dentatus ist tief verletzt; auch das dorsale Ganglion des Acusticus scheint verletzt. Die zerebrospinale Axe wird in Formalin mit Essigaldehyd fixiert und mit der Methode Besta für die Myelinscheiden behandelt. Nach zwei Tagen wird sie in Abschnitte von $1\frac{1}{2}$ cm Dicke geteilt. Man konstatiert alsdann, dass die Läsion den rechten Nucleus dentatus fast total zerstört hat mit Schonung des Dachkerns, dass sie den Bechterewschen Kern entfernte und den strangförmigen Körper (Corpus restiforme) bei seinem Eintritt ins Kleinhirn zerstörte.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn wird festgestellt, dass die Zellen des rechten Nucleus dentatus grösstenteils verschwunden und dass die Ueberbleibsel teilweise eingeschrumpft und atrophisch sind. Der rechte Dachkern weist am lateralen Rand einige eingeschrumpfte Zellen auf; im linken sind viele Zellen, besonders im medialen Teile, verschwunden. Die meisten Purkinjeschen Zellen in den rechten lateralen Lamellen des Wurmes sind verschwunden. Das rechte Brachium pontis ist total zerstört. Die Tatsachen, die in der ventralen Brückenetage und im Nucleus reticularis tegmenti wahrgenommen werden, sind vollkommen den im vorhergehenden Versuch beobachteten identisch. Es ergibt sich nämlich, was die Nervenfasern betrifft, dass links nur Fibræ transversae beobachtet werden, ausser an der paralateralen Area, und dass rechts nur Myelinge flechte wahrgenommen werden, ausser an der paralateralen Area, wo sie zerstört sind; dass auf dieser Seite zahlreiche von der entgegengesetzten Ventralbrückenetage herkommende Fasern wieder zum Tegmentum aufsteigen, während links solche Fasern gänzlich fehlen; dass die ventrale Raphe nach links schräg ist und dass sie, spärlicher an Fasern rechts im ventralen Teil, dagegen reicher im dorsalen Teil ist, im Zuge, wo

sie sich mit der tegmentalen Raphe fortsetzt. Was die Nervenzellen betrifft, sind sie rechts allenthalben erhalten, ausser in der paralateralen Area; links sind sie in den peri- und intrapedunkularen Gruppen, in der ventralen und paramedialen Area und im ventralen und lateralen Teil des Nucleus reticularis tegmenti fast total zerstört, während sie in der paralateralen und ventrolateralen Area erhalten sind. Das Brachium conjunctivum ist in diesem Versuche gänzlich zerstört. Das Verschwinden der Fasern verfolgt man sehr gut in die Wernekinksche Kommissur, in den roten Kern (dessen Areal bedeutend reduziert ist) und in den Thalamus der entgegengesetzten Seite hinein bis zur Höhe des Vicq d'Azyrschen Bündels. Jenseits desselben ist das Fasergeflecht so dicht, dass man keine sicheren Tatsachen mehr erhalten kann. Was die Nervenzellen betrifft, habe ich im distalen Teil des Mittelhirns keine bemerkenswerten Tatsachen wahrgenommen. Im linken roten Kern sind die Zellen genähert im Vergleich zu jenen der rechten Seite; ich konnte mich jedoch nicht überzeugen, dass in ihnen eine wirkliche Verminderung bestände. Jedenfalls ist diese nur auf den distalen Teil des Kernes beschränkt. Im Thalamus und im übrigen Teil des Gehirns weisen die Nervenzellen keine bedeutenden Unterschiede zwischen einer und der anderen Seite auf.

Versuch 3 (Katze).

Operiert wie die vorhergehende im Alter von 8 Tagen mit Abtragung der rechten Kleinhirnhemisphäre. Die klinischen Erscheinungen waren den im 2. Versuch beobachteten identisch. Das Tier wird im Alter von vier Monaten getötet.

Autopsie: Die Entfernung der Hemisphäre ist wohl gelungen und war eine totale; tief verletzt ist der Wurm im rechten Teil und entfernt der Nucleus dentatus. Die zerebro-spinale Axe wird in Formalin mit Essigaldehyd fixiert und behandelt wie die beiden vorhergehenden. Nach zwei Tagen wird das Gehirn in Abschnitte geteilt von $1\frac{1}{2}$ cm Dicke. Es wird alsdann konstatiert, dass die Läsion eine tiefere war als im zweiten Versuch, da auch der Deitersche Kern verletzt wurde.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn wird die fast völlige Zerstörung des rechten Nucleus dentatus und die des mittleren Teils des Dachkerns links konstatiert; der Wurm ist in den rechten Lamellen schwer verletzt. Ventralwärts stellt man fest, dass der Stiel, der das Kleinhirn mit der Brücke und dem verlängerten Mark verbindet, zerstört ist. Es sind nämlich schwer verletzt der Bechterewsche Kern, der Deitersche im latero-dorsalen Teil, das dorsale Ganglion des N. acusticus und teilweise auch das ventrale Ganglion. In allen diesen Gebilden sind die Zellen teilweise zerstört, teilweise eingeschrumpft. Das Brachium pontis und das Brachium conjunctivum sind rechts total zerstört; die Erscheinungen, die in der ventralen Brückentage wahrgenommen werden, sind jenen der beiden vorhergehenden vollkommen identisch und ich sehe mich deshalb der Wiederholung unnützer Beschreibungen derselben Dinge entziehen. Dasselbe sei gesagt, was das Verhalten der Zellen und der Fasern im roten Kern und im Thalamus betrifft.

Versuch 4. (Katze.)

Wird im Alter von fünf Tagen mit Zerstörung der linken Kleinhirnhemisphäre operiert. Sofort nach der Operation zeigt sie Longitudinaldrehung und wälzt sich auf dem Boden von rechts nach links; — sie wird künstlich ernährt. Die erwähnten Erscheinungen hören sehr bald auf. Das Tier kann dann in fast normaler Weise gehen; es bleibt jedoch sehr klein und kachektisch. Wird im Alter von drei Monaten getötet.

Autopsie: Am Kleinhirn nichts Bemerkenswertes; die linke Kleinhirnhemisphäre ist in toto entfernt ohne dazukommende direkte Verletzung der Brücke und des verlängerten Markes. Die Brücke mit dem Kleinhirn, das Mittelhirn und das verlängerte Mark werden in salpetersaurem Alkohol fixiert und mit der oben berichteten photographischen Methode für das Studium der amyelinischen Geflechte behandelt.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn ist ausser der zerebellaren Hemisphäre der linke Nucleus dentatus und der mittlere Teil des rechten Dachkerns fast völlig verschwunden. Was die dünnen Fasern und die Geflechte des Kleinhirns betrifft, sind die Befunde nicht sehr vollständig, und man kann keine sicheren Folgerungen ziehen. Interessant sind jedoch die Erscheinungen, die in der Brücke wahrgenommen werden. Man hat hier das totale Fehlen des linken Brachium pontis und in der ventralen Brückenetage das folgende Verschwinden der Fasern des Stratum profundum und des Stratum superficiale, während das Stratum complexum nur im dorso-medialen Teil vertreten ist. Die Fibrae transversae sind nämlich zum grossen Teile auf der linken Seite zerstört; dagegen sind auf dieser Seite die myelinlosen Geflechte und die Endverzweigungen, welche die wohl erhaltenen Zellen der paramedialen Area, der ventralen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen dicht umgeben, sehr reich. Im paralateralen Areal fehlen die Nervenzellen und die entsprechenden Endverzweigungen. Auf der rechten Seite, der zerebellaren Läsion entgegengesetzt, befinden sich nur Transversalfasern und die drei üblichen Schichten sind wohl vertreten. Es fehlen fast total die Nervenzellen, ausser in der paralateralen Area, und ebenso fehlen, ausser in dieser, die dünnen Geflechte und die Endverzweigungen. Die ventrale und tegmentale Raphe zeigen sich wie in den Versuchen 1, 2 und 3. Die ventralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti sind auf der rechten Seite stark vermindert, wo die durch den Lemniscus principalis (die Hauptschleife) von der ventralen Brückenetage aufsteigenden Fasern fehlen. Das linke Brachium conjunctivum ist zerstört. Das Fehlen seiner Fasern verfolgt man durch die Wernekinksche Kommissur und den roten Kern, dessen Zellen sich nicht in deutlicher Weise an Zahl vermindert erweisen.

Zusammenfassung: Der Abtragung der linken Kleinhirnhemisphäre folgten die Zerstörung des entsprechenden Brachium pontis und seiner Ausstrahlung in der ventralen Brückenetage, das Verschwinden der Zellen der linken paralateralen Area, der paramedialen und ventralen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen rechts; ausserdem

fehlte in den Zonen, in welchen die Zellen verschwunden sind, die Entwicklung der myelinlosen Geflechte und der Endverzweigungen gänzlich, die dagegen sehr dicht um die unversehrten Zellen herum bestehen. Ihr Verhalten ist dem der myelinisierten Geflechte identisch.

Versuch 5. (Fünf Tage alter Hund.)

Es wird die rechte Kleinhirnhemisphäre abgetragen. Zwei Tage lang zeigt er Drehbewegungen um die Längsachse. Da er nicht imstande ist, an der Spitze hängen zu bleiben, muss er künstlich ernährt werden. Die Erscheinungen hören schnell auf, und am fünften Tage kann er saugen. Er entwickelt sich nachher in normaler Weise und zeigt beim Gehen keine merklichen Veränderungen, nur beim Laufen hebt er deutlicher das vordere rechte Glied. Wird im Alter von fünf Monaten getötet.

Autopsie: Die Operation ist gut gelungen. Die rechte Hemisphäre ist in toto entfernt, der Wurm lateralwärts in seiner ganzen Dicke verletzt, so dass die fast totale Zerstörung des Nucleus dentatus im lateralen Teil und die Aufhebung seiner Projektionsfasern sicher ist. Die zerebro-spinale Axe wird in Formalin mit Essigaldehyd fixiert. Nach zwei Tagen wird sie in $1\frac{1}{2}$ cm dicke Segmente geschnitten und nach der Methode Besta behandelt. Beim Anfertigen dieser Schnitte sieht man, dass auch der Bechterewsche und Deiterssche Kern, sowie das dorsale Ganglion des Nucleus acusticus verletzt wurden.

Mikroskopische Untersuchung: Im Kleinhirn wird auf der rechten Seite die gänzliche Zerstörung der zerebellaren Hemisphäre, der lateralen Lamellen des Wurmes, des Nucleus dentatus und eines Teiles des Bechterewschen Kernes festgestellt; links ist der Dachkern fast völlig verschwunden. Die zerebellaren Projektionsbahnen sind rechts direkt in die Läsion mit hineingezogen. Diese verletzte ventralwärts teilweise den Deitersschen Kern, zerstörte total das dorsale Ganglion des Nucleus acusticus und verletzte teilweise auch das ventrale Ganglion. Im Mittelhirn verletzte sie auch den distalsten Teil des hinteren Vierhügels, indem sie das rechte Brachium conjunctivum durchschnitt. Was die Brücke betrifft, konstatiert man in den Schnitten, in welchen die Myelinscheiden gefärbt waren, vor allem das völlige Verschwinden der Fasern des rechten Brachium pontis, das wie ein Streifen erscheint, in dem man nur Kerne und sehr feine, unregelmässig auf seinem ganzen Verlauf zerstreute Körnchen wahrnehmen kann. Die Zerstörung des Brachium pontis bringt tiefgehende Veränderungen im Bau der ventralen Brückenetage mit sich; sie sind wesentlich dadurch charakterisiert, dass auf der Läsionsseite die Fasern mit transversalem Verlauf fast völlig fehlen, während die Myelingelechte fast total erhalten sind und dass auf der entgegengesetzten Seite die Transversalfasern in allen drei Schichten deutlich, und die dichten, sich vom Pedunculus cerebri sich verzweigenden Myelingelechte fast gänzlich zerstört sind. Genauer sehen wir im distalen Teil der Brücke, dass auf der rechten Seite die Fasern mit transversalem Verlauf auf die des dorso-medialen Teils des Stratum complexum beschränkt

sind und dass die des Stratum profundum und des Stratum superficiale total fehlen; dagegen sind die gewundenen Geflechte in der ganzen Ventraletage (Taf. VIII. Fig. 39, pm. g. e. v. g.) ausser in der paralateralen Area (pl. g. d.) erhalten. Links sind die Strata superficiale, complexum und profundum sehr deutlich, während die Geflechte nur an der paralateralen Area erhalten sind (pl. g.). Eine andere Tatsache bestätigt sich, nämlich die, dass rechts die Fasern, welche durch den Lemniscus principalis (die Hauptschleife) zum Tegmentum aufsteigen, sehr zahlreich sind (f. l. p. t.), Fasern, deren Herkommen vom Brachium pontis der entgegengesetzten Seite, besonders von der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale, in klarer Weise festgestellt werden kann, während sie auf der linken Seite fast gänzlich fehlen. Die ventrale Raphe ist nach links schräg, wo die paramediale Area eine ausgesprochene Reduktion in der Gesamtarea aufweist: sie besteht aus zwei ziemlich dicken Faserbündeln, von welchen das rechte im dorsalen Teil erheblich dicker ist. Dieser Unterschied setzt sich noch für eine bestimmte Strecke in der tegmentalen Raphe fort, wo man deutlich sieht, dass eine grössere Anzahl von Fasern transversal zum rechten Tegmentum ausstrahlt. Ein Teil der Fasern der tegmentalen Raphe kommt zweifellos vom linken Stratum profundum. Die Befunde ändern sich nicht, wenn man mehr proximalwärts in der Untersuchung des Schnittes fortschreitet; im mittleren Drittel (Taf. VIII. Fig. 41) ist nur die Anzahl der Fasern, welche man, nachdem sie die ventrale Raphe und den Lemniscus durchzogen haben, zum rechten Tegmentum emporsteigen sieht, beträchtlicher. Im proximalen Drittel endlich hat man keine zum Tegmentum aufsteigenden Fasern mehr, und es fehlt die Raphe. Rechts sind nur gewundene Geflechte in der paramedialen und ventromedialen Area vorhanden, während links nur Transversalfasern sind. In solcher Höhe besteht keine paralaterale Area. Das Brachium conjunctivum ist gänzlich zerstört. Das Verschwinden der Fasern wird in sicherer Weise im ganzen Mittelhirn festgestellt, in derselben Area, in welcher mit der Methode Marchi die schwarzen Schollen der Fasern in Degeneration erscheinen. Die Area des linken Kernes ist vermindert im Vergleich zu der des rechten. Im Thalamus jedoch sind die Befunde weit weniger sicher. Nur lateralwärts vom Vicq d'Azyrschen Bündel kann man eine deutliche Faserverminderung präzisieren, mehr proximalwärts jedoch verhindert der Reichtum der Nervenfasern eine sichere Untersuchung. Eine besondere Erwähnung verdient der Pes pedunculi; trotz des totalen Verschwindens der Myelingelechte in der Ventralbrückenetage der zerebellaren Läsion entgegengesetzten Seite konnte ich nicht feststellen, dass seine Area vermindert oder dass in ihm eine teilweise oder totale Rarefaktion der Nervenfasern vorhanden wäre. In den Schnitten, in welchen die Nervenzellen gefärbt wurden, bemerkt man in der ganzen Höhe der Brücke eine Reihe von Veränderungen von höchstem Interesse, wesentlich durch die Tatsache dargestellt, dass man in beiden Seiten der Ventralebene und im Tegmentum der entgegengesetzten Seite die vollständige oder fast völlige Zerstörung bestimmter Nervenzellen-Gruppen hat. Im distalen Drittel (Taf. VIII. Fig. 40), sind in der Tat, auf der linken Seite die Zellen der peri- und intrapedunkularen

Gruppen (p. ip. d.), die der ventralen Area (v. d.), ausser einem kleinen lateral gelegenen Teil, und die der paramedialen Area (pm. d.) ausser einigen dorsalen Grüppchen, nahezu verschwunden. Weiterhin sind die ventralen und ventrolateralen Zellen (dorsal zur Hauptschleife gelegen) des Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t. d.) stark vermindert. Dagegen sind völlig erhalten die Zellen der paralateralen Area (pl.) und eine Reihe kleiner, innerhalb der Fasern des Brachium pontis gelegener Zellgrüppchen, die lateralwärts die Area selbst fortsetzen. Auf der Seite der zerebellaren Läsion sind die Zellen der ganzen Ventraletage, ausser in der paralateralen Area (pl. d.), erhalten, welche in diesem Falle durch das Verschwinden der Zellen, der Myelinge flechte und der Transversalfasern an Oberfläche freilich vermindert, aber deutlich nach der inneren Seite des Brachium pontis, durch das Verschwinden der Nervenfasern auf einen dünnen Fasergewebestreifen reduziert, erkenntlich ist. Sie hat die Basis oben an der lateralen Schleife und verlängert sich in ventromedialer Richtung, lateralwärts zu den lateralen und ventro-lateralen peripedunkularen Gruppen. Sicherlich sind teilweise auch die lateralsten Zellen der ventralen Area zerstört, wie auch die in der Dicke des Brachium pontis gelegenen Grüppchen verschwunden sind. Der Nucleus reticularis tegmenti ist jedoch unversehrt. Der Gegensatz zwischen den beiden Seiten ist sehr klar, indem in der einen erhalten ist, was in der andern zerstört wurde. Im mittleren Drittel (Taf. VIII, Fig. 42) sind die Befunde wesentlich identisch, vielleicht deutlicher in der Ventralbrückenetage wegen der grösseren Weite ihrer Area. Auch hier erhält man auf der der zerebellaren Läsion entgegengesetzten Seite die fast völlige Zerstörung der Nervenzellen in den peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. cp. d.), in der ventralen (v. d.) und in der paramedialen (pm. d.) Area und im ventralen Teil des Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t. d.) und ihre Erhaltung in der paralateralen (pl.) und in der ventrolateralen Area. Auf derselben Seite der Läsion kann man nur in diesen Zonen (pl. d.) das Verschwinden der Zellelemente konstatieren, die im übrigen Teil der Ventralebene und im Nucleus reticularis tegmenti unversehrt sind. Im proximalen Drittel sind die Zellen der der Läsion entgegengesetzten Seite in der ganzen Ventralbrückenetage (die paralaterale Area fehlt in dieser Höhe) an Zahl stark vermindert, während sie auf derselben Seite erhalten sind. Im Mittelhirn sind die dem Verschwinden des Brachium conjunctivum folgenden Zellveränderungen, wenn sie bestehen, sehr gering. Der rote Kern der der Läsion entgegengesetzten Seite weist wohl die mehr genäherten Elemente auf, aber ich konnte mich nicht überzeugen, dass eine Verminderung der Nervenzellen bestehe. Jedenfalls könnte diese nur im distalsten Teil des Kernes vorhanden sein. Im Thalamus und im übrigen Teil des Kleinhirns habe ich keine bemerkenswerten Tatsachen vorgefunden.

Zusammenfassung. Die Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre bei einem wenige Tage alten Hund rief das Verschwinden des Brachium pontis derselben Seite und seiner Ausstrahlungen zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum und das des Brachium conjunctivum hervor;

endlich bestimmte sie die Zerstörung der Zellen der paralateralen Area derselben Seite und die fast totale der Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen, der ventralen Area, der paramedialen Area und des ventrolateralen Teils des Nucleus reticularis tegmenti der entgegengesetzten Seite.

Versuch 6 (5 Tage alter Hund).

Es wird ein vertikal-sagittaler Schnitt derart ausgeführt, dass die linke Kleinhirnhemisphäre vom Wurm getrennt wird. Das Tier zeigte in den ersten Tagen longitudinale Drehbewegung des Körpers von rechts nach links und musste künstlich genährt werden; nachher kehrte allmählich der normale Zustand zurück, es entwickelte sich gut und ausser einem Anzeichen von Hahnschritt am linken vorderen Gliede, welche Erscheinung beim Laufen noch deutlicher zutage trat, war nichts besonders Bemerkenswertes zu sehen. Es wurde nach 6 Monaten getötet.

Autopsie: Die Grosshirnhemisphären sind gleichmässig entwickelt und weisen keine besonders beachtenswerten Erscheinungen auf; die linke Kleinhirnhemisphäre ist im Vergleich zur rechten in toto reduziert. Wird die Dura, die keine Verwachsungen mit der Pia mater zeigt, weggenommen, so bemerkt man auf der dorsalen Kleinhirnoberfläche eine dünne, sagittale Linie mit schrägem Verlauf von aussen nach innen, so dass sie vorn genau zwischen Wurm und Kleinhirnhemisphäre liegt und hinten sich etwas in den Wurm drängt. Man beobachtet weder Erweichungserscheinungen noch Zysten; die Konsistenz der Kleinhirnhemisphären erscheint auf beiden Seiten gleich. Der hintere Vierhügel weist im lateralen Teile eine kleine Läsion auf. Die zerebro-spinale Achse wird in toto in Müllerscher Flüssigkeit fixiert.

Mikroskopische Untersuchung: Was das Kleinhirn betrifft, geht vor allem hervor, dass der Schnitt in der ganzen Dicke erfolgt ist, und dass er, wie man aus der äusseren Besichtigung entnehmen konnte, einen schrägen Verlauf hat. Im distalen Teile ist er der Mittellinie sehr nahe und trennt teilweise die lateralen Lamellen des Wurmes von dem medialen; vorn jedoch liegt er in der Inzisur, die den Wurm von der Hemisphäre scheidet. In seinem Verlaufe teilte er den Nucleus dentatus in zwei ungleiche Teile, einen äusseren, distalwärts grösseren und proximalwärts kleineren und einen inneren von verschiedener Gestaltung. Die Gesamtwirkung war jedenfalls die (Taf. VIII, Fig. 43), den linken Teil des Wurmes fast gänzlich von der Kleinhirnhemisphäre zu trennen und somit die Projektionsbahnen, welche ihn mit der Brücke in Beziehung setzen, aufzuheben. Bemerkenswert ist, dass der linke Dachkern relativ sehr wenig durch die Läsion gelitten hat; seine Zellen sind klar ersichtlich, wenigstens sehr genähert. Auf der rechten Seite jedoch, besonders im medialen Teile, ist ihre Anzahl beträchtlich geringer. Die Zellen des linken Nucleus dentatus dagegen sind fast gänzlich verschwunden; in seiner Area bemerkt man nur wenige an Volumen verkleinerte Zellen und sehr entfernt voneinander. Das muss teilweise davon herrühren, dass das Bistouri ventralwärts in das Mittelhirn, knapp hinter dem hinteren Vierhügel eindrang, diesen verletzte und

das Brachium conjunctivum durchschnitten. Zur lokalen zerebellaren Läsion ist nämlich die retrograde Atrophie der Zellen hinzugetreten. Das linke Brachium pontis ist im Vergleich zum rechten merklich an Volumen reduziert; man kann die Zahl der in ihm verschwundenen Zellen fast auf die Hälfte berechnen, wenigstens nach der Dicke zu urteilen, die es in seinem breitesten Zuge aufweist. Der Verminderung seiner Zellen entspricht das Verhalten der Schichten der ventralen Brückenetage. Am distalen und mittleren Drittel derselben kann man feststellen, dass auf der linken Seite die 3 Strata, superficiale, complexum und profundum, sehr deutlich sind; sie zeigen jedoch, im Vergleich mit jenen der rechten Seite, eine nicht unbedeutende Modifikation in der Anzahl der Fasern, aus denen sie gebildet werden. Das linke Stratum profundum ist kaum leicht vermindert im Vergleich zum rechten (Taf. VIII, Fig. 44, s. c. r.); seine Fasern scheinen sich in der Nähe der Mittellinie zu erheben, um sich kreuzend in die tegmentale Raphe aufzusteigen; dieses Stratum ist zweifellos das, welches die geringere Modifikation darbietet. Das Stratum complexum scheint in den beiden dorsalen Dritteln nicht merklich vermindert. Es weist eine beträchtliche Anzahl von Fasern auf, die bis zur Mittellinie gehen, ohne dass man dann ihr weiteres Geschick präzisieren könnte; es ist jedoch weniger reich an Fasern im ventralen Drittel, in der Nähe der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale. Das Stratum superficiale zeigt eine sehr deutliche Verminderung von Fasern in der Pars subpyramidalis (p. s. r.), die Pars corticalis dagegen scheint von fast normaler Dicke. Die ventrale Raphe ist auf der rechten Seite, auf welcher die paramediale Area um fast die Hälfte reduziert ist, abgewichen; sie wird von zwei dünnen Faserbündeln gebildet, die in der ganzen Höhe von dünnen Bündelchen mit schrägem Verlauf durchquert sind. Diese sind links im mittleren Drittel an Zahl vermindert. Die tegmentale Raphe erscheint symmetrisch; auf der rechten Seite ist die Zahl der Fasern, welche von aussen nach innen, die mediale Schleife schräg durchziehend, von der Ventralebene zum Tegmentum aufsteigen, etwas vermindert. In der ganzen Ventralbrückenetage links sind die dünnen und gewundenen Myelinge flechte erhalten; rechts jedoch, wo die Fasern mit transversalem Verlauf normal erscheinen, fehlen sie gänzlich, an der paramedialen Area (p. m. g. d.) und in der medialen Hälfte der peri- und intrapedunkularen Gruppen und der ventralen Area (v. g. d.). Sie sind jedoch in ihrer lateralen Hälfte und in der paralateralen Area erhalten. Im proximalen Drittel der Brücke werden die Unterschiede zwischen einer und der anderen Seite immer geringer, nur dauert eine gewisse Verminderung der subpyramidalen Fasern links und der Geflechte rechts an. Das Brachium conjunctivum wurde, wie oben erwähnt, zerstört und fehlt in der ganzen Brücke. Seine Zerstörung lässt sich sehr wohl durch das Mittelhirn und in den Thalamus hinein bis zum Vicq d'Azyrschen Bündel verfolgen; proximal von diesem sind die Befunde durchaus unsicher. Ueberaus interessant sind die Befunde der Nervenzellen der ventralen Brückenetage (Taf. VIII, Fig. 45). Links scheinen sie in allen Arealen erhalten, wenigstens ist es nicht möglich festzustellen ob in ihnen eine kleine oder grosse Verminderung vorhanden ist; auch die der paralateralen Area sind intakt. Rechts dagegen sind sie in der ganzen paramedialen Area

(pm. d.) und im medialen Teil der peri- und intrapedunkularen Gruppen (m. p. ip. d.) und der ventralen Area (vm. d.) stark vermindert. Die Verminderung, sehr gross in der paramedialen Area, nimmt lateralwärts an Intensität ab, um normaler Sachlage Raum zu geben. Die paralaterale Area ist intakt. Im Nucleus reticularis tegmenti, auch im ventralen Teil, sind keine Unterschiede zwischen der einen und anderen Seite vorhanden. Dieser Zustand hält sich unverändert aufrecht in den beiden distalen Dritteln der Brücke und hat die grösste Deutlichkeit im mittleren Drittel (auf welches sich die von mir aufgeworfenen Fragen beziehen), in welchem die Ventralbrückenetage die grösste Entwicklung hat. Im proximalen Drittel sind die Unterschiede zwischen den beiden Seiten weit geringer und auf eine einfache Verminderung der paramedialen Zellen beschränkt. Ich muss jedoch erwähnen, dass die Zerstörung der Zellen, auch in den Arealen, in denen sie sehr augenscheinlich ist, nie die Intensität erreicht, mit der sie im Falle gänzlicher Zerstörung des Brachium pontis auftritt; mehr als eine Zerstörung in toto, oder beinahe, hat man eine starke Verminderung. Hinsichtlich der Zellgruppen des roten Kernes bestätigt sich auch hier die bei den vorhergehenden Versuchen beobachtete Tatsache, dass nämlich eine merkbare Verminderung in der Gesamtarea stattfindet, dass die Zellen sehr genähert sind, dass dagegen eine wahre und eigentliche in der Gesamtarea merkliche Verminderung in der Anzahl der Elemente sehr zweifelhaft ist. In den Zellgruppen des Thalamus ist es nicht möglich, Veränderungen herauszufinden.

Zusammenfassung. Bei einem Hund, an welchem man die Trennung der linken Kleinhirnhemisphäre vom Wurm vorgenommen hat, wurde als Folge eine Verminderung (die Hälfte ungefähr) der Fasern des Brachium pontis hervorgerufen, eine Verminderung, die vor allem auf Kosten der Fasern der Pars subpyramidalis, des Stratum superficiale und der des ventraleren Teils des Stratum complexum der linken Seite sich erwiesen hat. Mit dieser hat sich auf der rechten Seite eine beträchtliche Verminderung der Zellen und der Nervengeflechte der paramedialen Area, des medialen Teils der intra- und peripedunkularen Gruppen und der ventralen Area verbunden. Das linke Brachium conjunctivum wurde direkt vor der Kreuzung durchschnitten; seine Zerstörung lässt sich bis zum Vicq d'Azyrschen Bündel der entgegengesetzten Seite verfolgen und rief keine sichere Verminderung der Nervenzellen des entgegengesetzten roten Kernes hervor.

Versuch 7 (Hund).

Im Alter von 6 Tagen wird ihm ein Keil mit der Spitze nach unten extirpiert, der die Hälfte des Wurmes und den medialen Teil der linken Kleinhirnhemisphäre umfasst. Das Tier zeigt sofort eine deutliche Drehung nach der linken Seite und wälzt sich auf dem Boden von rechts nach links Es

muss künstlich ernährt werden. Nach wenigen Tagen erholt es sich und seine Entwicklung geht in normaler Weise vor sich. Der Hund ist sehr munter und lebhaft, läuft schnell da- und dorthin, behält aber beständig eine merkliche Unsicherheit in den Bewegungen, eine Art Dyskinese, so dass die Glieder, besonders die linken sehr häufig nachgeben und er hinfällt. Er wird im Alter von 6 Monaten getötet.

Autopsie: Bei der Untersuchung der Gehirnhemisphären ist nichts Bemerkenswertes ersichtlich. Beim Öffnen der zerebellaren Dura, die mit der Pia keine Verwachsungen aufweist, kommt eine ziemliche Menge zitronenfarbiger sehr klarer Flüssigkeit hervor. Man sieht sofort, dass zwischen der rechten und linken Kleinhirnhälfte eine tiefe Kontinuitätstrennung besteht, die ventralwärts bis zum vierten Ventrikel reicht, dessen Boden sichtbar ist. Die Operation teilte das Kleinhirn in zwei unsymmetrische Teile: rechts sind die Bestandteile, Wurm und Hemisphäre, wenn auch verkleinert, vorhanden; links ist der linke Teil des Wurmes, dessen Projektionsbahnen zur Brücke gänzlich durchschnitten sind, sehr reduziert, und die Kleinhirnhemisphäre ist bis auf den äusseren Teil reduziert. Der Dachkern ist sicher in toto zerstört, vom Nucleus dentatus kann nur ein kleiner lateraler Teil vorhanden sein. Die zerebrospinale Achse wird in Formalin mit Essigaldehyd für die Methode Besta fixiert.

Mikroskopische Untersuchung: Die rechte Kleinhirnhemisphäre erscheint ein wenig verkleinert, enthält aber alle Bestandteile mit Ausnahme des medialen Teils des Dachkerns, der zerstört ist. Der Nucleus dentatus zeigt sich reich an wohl entwickelten Zellelementen. Links jedoch fehlt der Dachkern total, der Nucleus dentatus zeigt ein Drittel der Zellen im Vergleich zum rechten. Uebrigens ist, wie schon aus der makroskopischen Besichtigung hervorging, ein guter Teil der medialen Lamellen der Hemisphäre in ihrem dorsalen Teil zerstört, und die zurückgebliebenen zeigen sich in der der Läsion benachbarten Zone sehr arm an Purkinjeschen Zellen. Das Mark der rechten Hemisphäre ist sehr faserreich, während es links sehr rarefiziert ist. Es sind hervortretende Modifikationen in den Projektionsfasern vorhanden. Das linke Brachium pontis weist eine merkliche Verminderung in der Faseranzahl auf, die um so grösser und auffallender ist, je distaler die Schnitte sind, und hat in der ventralen Brückenetage eine entsprechende Modifikation im Verhalten der Transversalfasern und der Myelinglefzte. Im distalen Drittel der Brücke (Taf. IX, Fig. 46) ist das linke Brachium pontis auf weniger als ein Drittel des rechten reduziert, und die Fasern mit transversalem Verlauf nehmen in der linken ventralen Brückenetage fast nur die Pars corticalis des Stratum superficiale ein. Die Pars subpyramidalis ist degeneriert (p. s. d.). Das Stratum complexum fehlt nahezu, besonders im ventralen und lateralen Teil (v. s. c. d.), und das Stratum profundum ist auf wenige Fasern reduziert (s. p. r.). Indessen sind auf der linken Seite die Myelinfasergeflechte erhalten, mit Ausnahme der der paralateralen Area (pl. g. d.), in welcher sie fast fehlen. Auf der rechten Seite sind die Fasern mit transversalem Verlauf in allen drei Schichten wohl vertreten. Es fehlen jedoch, ausser in der paralateralen (pl. g.) und in der

ventralen Area (v. g.), besonders im medialen Teil, die dünnen Myelingleflechte. Rechts sind die durch die mediale Schleife zum Tegmentum aufsteigenden Fasern sehr vermindert; die ventrale Raphe weist in ihrem mittleren Drittel eine merkliche Faserverminderung auf; die tegmentale Raphe besteht aus zwei vertikalen Faserbündeln, von welchen das linke erheblich faserreicher und dicker ist als das rechte. Abgesehen vom Vorhandensein von Fasern in der Pars corticalis des linken Stratum superficiale und der Geflechte in der rechten ventralen Area, ergibt sich hier ein Befund, der dem durch die totale Exstirpation einer Kleinhirnhemisphäre erlangten sehr ähnlich ist. Proximalwärts in der Untersuchung der Schnitte vorgehend kann man konstatieren, dass das linke Brachium pontis sich allmählich an Fasern immer mehr bereichert, so dass es im mittleren Drittel der Brücke (Taf. IX, Fig. 48) etwas mehr als die Hälfte des rechten ist. In der ventralen Brückenetage wird konstatiert, dass auf der linken Seite sich nur Reduktion und kein Fehlen der Fasern in der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale (p. s. r.) und im ventralen Teil des Stratum complexum (v. s. c. r.) ergibt, dass die Pars corticalis des Stratum superficiale und das Stratum profundum nahezu normal sind, und endlich, dass die Myelingleflechte auch in der paralateralen Area vorhanden sind. Rechts sind die Erscheinungen den im distalen Drittel beobachteten identisch. Die drei Fibræ-transversae-Schichten sind nämlich ganz deutlich, und die Myelingleflechte sind in der paralateralen und in der ventromedialen Area erhalten (v. pm. g. und v. g.). Fast normal sind die zum Tegmentum aufsteigenden Fasern sowohl in der tegmentalen Raphe als auch durch die mediale Schleife. Im proximalen Drittel sind die Unterschiede zwischen dem linken und rechten Brachium pontis noch geringer (Taf. IX, Fig. 50). Die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale ist in der linken ventralen Brückenetage weniger faserreich (p. d. r.), und rechts sind die Myelingleflechte nur in der ventralen Area vorhanden (v. g.). Das linke Brachium conjunctivum ist merklich dünner als das rechte; man kann rechnen, dass ungefähr ein Drittel seiner Fasern verschwunden ist (Taf. IX, Fig. 48 und 50, b. c. r.). Die Reduktion lässt sich durch das Mittelhirn bis zum proximalen Teil des roten Kernes verfolgen. Entsprechend den Veränderungen der Fasern des Brachium pontis ergeben sich in den Zellgruppen der ventralen und tegmentalen Brückenetage hervortretende Veränderungen, die genau denen der Fasern folgen, indem sie bei der fortschreitenden Untersuchung der mehr proximalen Schnitte ein verändertes Aussehen annehmen. Im distalen Drittel der Brücke (Taf. IX, Fig. 41) hat man links das fast völlige Verschwinden der Zellen der paralateralen Area (pl. d.), während die andern Gruppen normal erscheinen. Auf der rechten Seite sind die Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. ip. d.), die dorsalen der paramedialen Area (d. pm. d.), und die ventralen und ventrolateralen des Nucleus reticularis tegmenti fast gänzlich zerstört; erhalten sind die Zellen der paralateralen Area, die der ventralen Area und die ventralen der paramedialen Area. Geht man in proximaler Richtung vor, so bemerkt man, dass auf der linken Seite die Zellen der paralateralen Area rasch an Zahl zunehmen, so dass sie im mittleren Drittel der Brücke (Taf. IX, Fig. 49) fast normal sind wie die der

linken Ventraltetage. Rechts fehlen fast total die peri- und intrapedunkularen Gruppen (p. ip. d.) und die dorsalen Zellen der paramedialen Area (d. pm. d.); die der ventralen und paralateralen Area und die des ventralen Teils der paramedialen Area, wie auch die des Nucleus reticularis tegmenti sind jedoch intakt. Im proximalen Drittel ergibt sich noch ein vollständig normaler Befund links und die hervortretende Verminderung der dorsalen Zellen der paramedialen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen (Taf. IX, Fig. 51, d. pm. d. und p. ip. d.) rechts. In den Zellgruppen des roten Kernes und des Thalamus ist es nicht möglich, eine Veränderung herauszufinden.

Zusammenfassung: Bei einem 6 Tage alten Hund brachte die Entfernung (Exstirpation) der linken Hälfte des Wurmes mit dem entsprechenden Dachkern, des medialen Teils der Kleinhirnhemisphäre und fast des ganzen linken Nucleus dentatus eine nicht unbedeutende Verminderung des Brachium coniunctivum und des linken Brachium pontis hervor. Das letztere zeigte eine von den proximalen zu den distalen Schnitten fortschreitend grössere Verminderung; während in jenen fast nur die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale vermindert ist, ergibt sich weiterhin die deutliche Beteiligung des Stratum complexum, des Stratum profundum und in geringerem Grade der Pars corticalis des Stratum superficiale. Zu dieser Faserverminderung gesellt sich eine deutliche Veränderung in den Zellgruppen der ventralen Brückenetage; links hat man, nur im distalen Drittel, das fast völlige Verschwinden der Zellen der paralateralen Area; rechts sind in der ganzen Brücke die peri- und intrapedunkularen Gruppen und die dorsalen Zellen der paramedialen Area verschwunden, während die der ventralen Area, die ventralen der paramedialen Area und die der paralateralen Area intakt sind. Der Nucleus reticularis tegmenti lässt nur im distalen Drittel der Brücke Verminderung der ventralen Zellen erkennen.

Aus den nun berichteten Untersuchungen gehen hinsichtlich der Zusammensetzung, des Ursprungs und der Beziehungen des Brachium coniunctivum und des Brachium pontis Tatsachen von bemerkenswertem Interesse hervor.

Was das Brachium coniunctivum betrifft, ergab sich, dass es völlig fehlt in den Fällen, in welchen die Entfernung einer Kleinhirnhemisphäre derart vorgenommen wurde, dass auch der Nucleus dentatus tief verletzt und so seine Projektionsfasern aufgehoben wurden (Versuch 2, 3 und 4); dagegen erschien es zum guten Teil im Versuche 1 erhalten, in welchem der Nucleus dentatus nur in seinem lateralsten Teil verletzt worden war. Das würde darauf hinzielen, zu beweisen, dass das Brachium coniunctivum von den Zellen des Nucleus dentatus her stammt; dennoch könnte ich nicht absolut behaupten, dass diese den einzigen

Ursprung darstellten. Einer solchen Annahme steht das Resultat des Versuches 7 entgegen. In diesem war der linke Nucleus dentatus sehr schwer verletzt worden, so dass er auf wenige im ventrolateralen Teil gelegene Zellen reduziert war, und dennoch zeigte das linke Brachium coniunctivum eine relativ sehr kleine Reduktion im Vergleich mit dem rechten. Ich kann daher nicht gänzlich die auf Grund experimenteller und anatomisch-klinischer Tatsachen von Mingazzini (27), Luna (17), Türner und vielen anderen behauptete Hypothese ausschliessen, nach der das Brachium coniunctivum teils vom Nucleus dentatus und teils von der Kleinhirnrinde entspringt. Ueber diese Frage werden vielleicht Untersuchungen, die ich zurzeit vornehme, und die unter anderen Gesichtspunkten geführt werden, definitive Resultate ergeben.

Was den Verlauf betrifft, stimmen die in diesen Untersuchungen hervorgegangenen Tatsachen mit den aus der vorhergehenden Serie erhaltenen überein, wenigstens wenn man den vom Kleinhirn zum distalen Teil des Thalamus der entgegengesetzten Seite verlaufenden Zug betrachtet; weniger beweisend sind sie, was den eigentlichen Thalamus und den nach der Kreuzung zum verlängerten Mark absteigenden Zweig betrifft. Die von der Methode Marchi gelieferte positive Färbung gibt objektiv sichere Befunde, die die Färbemethoden der normalen Myelinscheiden angesichts des Faserreichtums der untersuchten Teile der zerebrospinalen Achse keineswegs liefern können.

Eines muss hervorgehoben werden: ich konnte in sicherer Weise in den Elementen des roten Kernes der zerebellaren Läsion entgegengesetzten Seite keine Verminderung feststellen; die Zellen sind wohl mehr genähert, vielleicht im distalen Zug kleiner, die Gesamtarea des Kernes ist geringer, aber ich konnte mich nicht überzeugen, dass sie, auch in kleiner Anzahl verschwunden wären. Das stimmt übrigens völlig mit dem überein, was aus den Versuchen der ersten Serie hervorging, die bewiesen, dass sich, auch wenn man das Mittelhirn distalwärts vom roten Kern durchschneidet, im Brachium coniunctivum keine zerebellopetale Degeneration von Nervenfasern ergibt. Es kann daher durch zerebellare Läsion keine direkte Rotekernzellenatrophie im Sinne Guddens geben, und eine Atrophie zweiter Ordnung, ähnlich der, die man in der ventralen Brückenetage durch teilweise oder totale Zerstörung des Pedunculus cerebri erhält, ist sehr wenig wahrscheinlich, weil die Zellen des roten Kernes mit verschiedenen Neuronensystemen und nicht nur mit den Fasern des Brachium coniunctivum in Beziehung stehen.

Von weit grösseren Interesse sind die Tatsachen, die sich hinsichtlich des Brachium pontis ergaben, vor allem in den Beziehungen, welche seine Fasern mit den Zellgruppen der Brücke haben.

Durch totale Exstirpation der Kleinhirnhemisphäre erhält man das völlige Verschwinden des Brachium pontis derselben Seite (Versuch 2, 3 und 4); darin stimmen die Resultate meiner Untersuchungen mit denen überein, die andere Autoren (Gudden und Vegas, Monakow, Thomas, Mingazzini, Pellizzi usw.) bei erwachsenen und neugeborenen Tieren entweder durch zerebellare Hemiexstirpation oder Durchschneiden des Brachium pontis erlangten.

Das Verschwinden des Brachium pontis auf einer Seite bringt tiefe Modifikationen in der ventralen Brückenetage mit sich, sei es, was das Verhalten der Fasern oder das der Nervenzellen betrifft.

Hinsichtlich der Nervenfasern bekommen wir die vollständige Projektion des unversehrt gebliebenen Brachium pontis mit den Beziehungen, die es annimmt, unter das Auge; wir sehen so, dass seine Fasern, nachdem sie sich in den Strata superficiale, complexum und profundum nochmals geteilt haben, zum grossen Teile, und es sind vorzugsweise die Fasern der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und ein Teil der des Stratum complexum, in der Ventraletage der entgegengesetzten Seite ausstrahlen; teilweise, und es sind vor allem Fasern des Stratum complexum und superficiale, erheben sie sich in die ventrale Raphe, durchziehen sie und wenden sich schräg nach oben und nach aussen, um zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite zu gehen; ein kleiner Teil endlich, und es sind besonders Fasern des Stratum profundum, erheben sich in die tegmentale Raphe, um ins Tegmentum der entgegengesetzten Seite zu gehen. Natürlich gehören nicht alle Myelinfasern, die man in der Ventralbrückenetage beobachtet, dem unversehrt gebliebenen Brachium pontis an, und nicht alle verschwundenen stellen eine Projektion des zerstörten dar. Auf der Seite der zerebellaren Läsion bemerkt man in der Ventralbrückenetage, ausser in der paralateralen Area, dichte Myelingleflechte, welche, wie die Versuche der ersten und zweiten Serie zeigen, Ausstrahlungen des Pedunculus cerebri sind; sie fehlen auf der entgegengesetzten Seite, ausser in der paralateralen Area, aber ihr Verschwinden ist, wie wir weiter unten sehen werden, mit einem Prozess verknüpft, der verschiedener Natur ist von dem, der das Verschwinden des Brachium pontis bestimmte. So sind in der Ventralbrückenetage zwei parallele Vertikalfaserbündel, die Fibræ rectae unversehrt, welche auch im Falle der Zerstörung des Pedunculus cerebri intakt sind und deren Ursprung und Endigung vielleicht vom Brachium pontis unabhängig sind. Ausserdem muss man die Geflechte der paralateralen Area in Betracht ziehen, die auf der Seite der zerebellaren Läsion zerstört, auf der entgegengesetzten Seite intakt sind, und deren Bedeutung noch unbekannt ist.

Einige interessante Tatsachen haben wir hinsichtlich der Beziehungen, welche die Fasern der verschiedenen Schichten der Ventraltetage mit den Zonen der Kleinhirnhemisphäre haben. Schon die erste Untersuchung zielt auf den Beweis hin, dass das Brachium pontis vor allem mit der Kleinhirnrinde in Beziehung steht und vom Nucleus dentatus unabhängig ist. Dieser war wirklich sehr wenig verletzt und bewahrte seine Kontinuitätsbeziehungen mit dem Brachium coniunctivum intakt, während das entsprechende Brachium pontis total zerstört ist.

Der Versuch 6, bei welchem ein linearer Schnitt die Kleinhirnhemisphäre völlig vom Wurm trennte, indem er die Projektionsbahnen dieses letzteren durchschnitt, beweist, dass die Fasern, welche den Wurm mit der ventralen Brückenetage vereinigen, vorzugsweise in der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale verlaufen und dass der Wurm vorzugsweise mit der paramedialen und ventromedialen Area der entgegengesetzten Seite Beziehung hat, wo die Geflechte dünner Myelinfasern, die in den lateralsten Teilen erhalten, stark vermindert sind. Eine analoge Erscheinung ergibt sich aus dem Versuche 7. In diesem wurde die linke Kleinhirnhemisphäre total vom Wurm getrennt und ist nur in ihrem lateralen Teile erhalten. Man hat hier auf der entsprechenden Seite eine starke Reduktion der Fasern der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und des ventralen Teils des Stratum complexum, und auf der entgegengesetzten Seite das Verschwinden der Geflechte in der paramedialen Area und in den peri- und intrapedunkularen Gruppen. Die Pars corticalis des Stratum superficiale und das Stratum profundum sind, obwohl ein wenig vermindert, weit besser erhalten und mit diesen muss also die Kleinhirnhemisphäre, besonders in ihrem lateralen Teile, in Beziehung sein, während der Wurm und der anliegende Teil der Hemisphäre mit der Ventraltetage vereinigt sind besonders mittelst des ventralen Teils des Stratum complexum und der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale. Natürlich sagt das Verhalten der Fasern an sich selbst nichts über ihren Ursprung und ihre Richtung, da ihr Verschwinden sowohl von direkter Degeneration wegen Verletzung der Ursprungszellen als auch von retrograder Atrophie im Sinne Gudden's herrühren kann. Besonders hervorgehoben zu werden verdient die Tatsache, dass die Fasern des Brachium pontis, die besonders mit dem Wurm und dem medialen Teil der Kleinhirnhemisphäre Beziehung haben, topographisch jenen entsprechen, die wir bei in jugendlichem Alter mit totaler Zerstörung des Pedunculus cerebri operierten Tieren verschwinden sahen, während die, welche vorzugsweise mit dem lateralen Teil der Kleinhirnhemisphäre in Beziehung erscheinen, jenen entsprechen, die in denselben erhalten bleiben. Die ersteren sind mithin

wahrscheinlich gekreuzte zerebellopetale Fasern, die anderen entweder zerebellofugale oder homolaterale zerebellopetale Fasern.

Das Verschwinden des Brachium pontis ist immer mit tiefen Veränderungen im Verhalten der Zellgruppen der ventralen Brückenetape verbunden, Veränderungen, die jenen ganz gleich sind, die wir in den Versuchen 9 und 10 der vorhergehenden Serie gesehen haben. Es ergibt sich nämlich, dass auf der Läsionsseite die Zellen der paralateralen Area und die lateralen der ventralen Area verschwunden sind, die auf der entgegengesetzten Seite unversehrt sind, wo jedoch die Zellen der peri- und intrapedunkularen Gruppen und die der paramedialen und ventralen Area fast total zerstört erscheinen. Der Kontrast zwischen den beiden Hälften der Venträletage ist sehr deutlich. Die Resultate dieser Untersuchungsserie bestätigen wiederum die Resultate Mingazzinis und Polimantis (28), indem sie von neuem zeigen, dass die in dem von diesen Autoren als paralaterale Area definierten Raume enthaltenen Zellen sich in entgegengesetzter Weise verhalten infolge der Abtragung einer Kleinhirnhemisphäre; die lateralsten verschwinden auf derselben Seite der Läsion und sind dagegen auf der entgegengesetzten Seite erhalten, während die medialen auf derselben Seite erhalten und auf der entgegengesetzten zerstört sind. Die von der Ventralbrückenetape verschwundenen Zellen sind in direkter Beziehung mit dem Brachium pontis und mit der Kleinhirnrinde; sie waren wirklich, wie wir gesehen haben, durch den Versuch 1, in welchem der Nucleus dentatus fast unversehrt war, zerstört. Die Versuche 6 und 7 zeigen jedoch, dass zwischen den Kleinhirnrindenzonen und den Zellgruppen der Ventralbrückenetape eine topographische Beziehung besteht.

So muss man für die Zellen der paralateralen Area annehmen, dass sie vor allem mit der Rinde der Kleinhirnhemisphäre in Beziehung stehen. In der Tat waren sie völlig erhalten im Versuche 6, in welchem die Hemisphäre unversehrt war und waren nur teilweise auch im Versuche 7 verletzt, in welchem die Hemisphäre in ihrem mittleren und dorsalen Teil verletzt war.

Die Zellen der paramedialen Area, die medialeren der ventralen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen haben sicher vorwiegende Beziehung mit der Rinde des Kleinhirnwurmes; ein grosser Teil derselben war in der Tat im Versuche 6 zerstört, in welchem der Vertikalschnitt die Kleinhirnhemisphäre vom Wurme trennte, indem er die Verbindungswege zwischen diesem und der Brücke durchschnitt.

Im Versuche 7 war das Resultat im allgemeinen übereinstimmend; hier war jedoch die Zerstörung der Nervenzellen in der paramedialen

Area und in den peri- und intrapedunkularen Gruppen fast vollständig im Verhältnis zur grösseren Ausdehnung der zerebellaren Läsion.

Das Resultat dieser beiden Versuche zeigt, dass die von der ventralen Brückenetage zur entgegengesetzten Kleinhirnhemisphäre aufsteigenden Fasern sich vorwiegend zur Rinde des Wurmes und des medialeren Teiles der Kleinhirnhemisphäre verteilen und zwar, dass die von den medialen Zellen aufsteigenden Fasern vorzugsweise zum Wurm (Versuch 6) und die von den lateralen kommenden zum medialen Teil der Hemisphäre gehen (Versuch 7).

Es handelt sich nur um zwei Versuche, und es ist nicht möglich, aus ihnen definitive und absolute Schlüsse zu ziehen. Ihr Resultat jedoch ist derart, dass es zu vollständigeren Untersuchungen über den Gegenstand anspornen kann, umsomehr als, wie wir weiter unten sehen werden, der im Versuche 6 erlangte Befund sehr gut sich vervollständigt und mit den durch Zerstörung des Lobus fronto-sigmoideus bei neugeborenen Tieren erlangten Ergebnissen im Einklang steht.

Eine Erscheinung von bedeutendem Interesse, die ebenfalls aus dieser Untersuchungsserie hervorgeht, ist auf der der zerebellaren Läsion entgegengesetzten Seite das Verschwinden der ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti in allen Fällen, in welchen das Brachium pontis völlig verschwunden ist. Das Verschwinden wurde festgestellt in den Versuchen 1, 2, 3 und 5; von diesem Gesichtspunkte aus stimmen die Resultate meiner Untersuchungen völlig mit den von Borowiecki beim Kaninchen erlangten überein. Meine Forschungen geben der Vermutung Raum, dass diese Zellgruppe eine besondere Beziehung mit den Fasern des Stratum superficiale und mit der Hemisphärenrinde hat; sie erschien wirklich im Versuche 7 im distalen Drittel der Brücke reduziert, in welchem das Stratum superficiale eine hervortretende Verminderung in der Faseranzahl zeigte, und wurde in den proximaleren Schnitten, in paralleler Weise zur Faserzunahme im Stratum superficiale selbst, nach und nach wieder normal.

Die Resultate der gegenwärtigen Untersuchungen, welche, was das Verhalten der Zellgruppen der Ventralbrückenetage betrifft, vollständig mit jenen der Versuche 9 und 10 der vorhergehenden Serie übereinstimmen, scheinen nicht im Einklang zu stehen, was die Zellen des ventralen und ventrolateralen Teiles des Nucleus reticularis tegmenti betrifft. In jenen konnte ich nicht mit Sicherheit die Unterschiede zwischen einer und der andern Seite feststellen, die dagegen in allen Versuchen dieser Serie mit Ausnahme des Versuches 6 sehr deutlich sind. Es wäre von grossem Interesse zu präzisieren, ob dieser Unterschied zwischen den erwachsen und neugeborenen operierten Tieren wirklich

besteht, weil, wenn die Erscheinung beständig wäre, wir annehmen müssten, dass das Verschwinden der erwähnten Zellen, welches Boro-wiecki und ich bei in jugendlichem Alter operierten Tieren festgestellt haben, nicht als eine direkte Atrophieerscheinung wegen Läsion des des Achsenzylinders, sondern als eine sekundäre Atrophie gedeutet werden kann, analog der, die man in den Zellen der Ventralbrückenetape durch Zerstörung des Pedunculus cerebri erhält. Die Folgerung wäre alsdann eine logische, dass solche Elemente das zweite Neuron mit unbekannter Bestimmung einer zerebello-fugalen Bahn darstellen.

Ich muss jedoch hier sagen, dass die in den Versuchen 9 und 10 der vorhergehenden Serie angewandte Methode Van Giesons nicht die sicheren und genauen Analysen erlaubt, die man mit der in dieser Untersuchungsreihe gebrauchten technischen Modalität erlangt, welche die chromatische Substanz der Nervenzellen fast elektiv färbt und so die Deutung der Befunde sehr leicht und durchaus objektiv macht. Das muss umsomehr hervorgehoben werden, als die Zahl der verschwundenen Zellen relativ spärlich ist und einen dünnen dorsal zur Hauptschleife eingelegten Streifen einnimmt und weil, wie ich schon mehrmals betont, die Methode Van Giesons nur die Zerstörung von sehr zahlreichen Zellgruppen, wie die der Ventralbrückenetape, klar vor Augen führen kann.

Indem ich auch auf die Möglichkeit hinweise, dass der angedeutete Verhaltensunterschied bestehe, behalte ich mit sicheren Methoden geführten Untersuchungen das definitive Urteil vor.

Die in den Zellgruppen der Ventralbrückenetape angetroffenen Veränderungen erlauben, das Verschwinden eines Teils der Fasern des zerstörten Brachium pontis zu erklären, aber nicht aller.

Die Zellen, die durch Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre in der ventralen Brückenetape verschwinden, sind nicht genau dieselben, welche atrophieren, wenn bei den neugeborenen Tieren der homolaterale Pedunculus cerebri total zerstört wird. In diesen ist die Zahl der in der paramedialen und ventromedialen Area erhaltenen Zellen etwas grösser besonders im proximalen Brückendrittel (welche sehr wahrscheinlich mit den Kollateralen des Pedunculus cerebri der entgegengesetzten Seite in Beziehung stehen), während, besonders im distalen Brückendrittel, die Zahl der Zellen der paralateralen Area etwas kleiner ist; die Unterschiede sind jedoch quantitativ nicht sehr gross. Dagegen sind die durch die zerebellare Läsion total zerstörten Fasern des Brachium pontis ungefähr auf die Hälfte reduziert durch die Zerstörung des entgegengesetzten Pedunculus cerebri; wie wir in der zweiten Serie von Versuchen gesehen haben, sind nur die Fasern des ventralen Teils des

Stratum complexum und der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale zerstört. Dieser Anteil ist sicher zerebellopetal und zwar pontozerebellar gekreuzt; er ist nämlich gebildet von den Achsenzylindern der Zellen der paramedialen und ventralen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen, welche, nachdem sie die ventrale Raphe durchzogen haben, zum Brachium pontis der entgegengesetzten Seite aufsteigen. Das Verschwinden dieser Fasern im Falle zerebellarer Läsion erfolgt durch Zerstörung der Ursprungszellen im Sinne Guddens: diese Fasern nehmen vorwiegende Beziehungen an zu der Kleinhirnrinde des Wurmes und des medialen Teils der Hemisphäre. Im Versuche 7, in welchem diese Teile zerstört worden waren, hatte man gerade auf der Läsionsseite das Verschwinden von Fasern des ventralen Teils des Stratum complexum und der der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale, und auf der entgegengesetzten Seite das fast vollständige Verschwinden der Zellen der paramedialen Area und der peri- und intrapedunkularen Gruppen, ungefähr wie im Falle totaler Zerstörung des Pedunculus cerebri. Das Resultat dieses Versuches erlaubt so eine Beziehung festzustellen, welche die Untersuchungen der zweiten Serie nicht hatten präzisieren lassen. Der Versuch 6 gestattet sogar eine ausführlichere Analyse; bei ihm folgte in der Tat der Trennung des Wurmes von der Kleinhirnhemisphäre die Verminderung der Fasern der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und die sehr starke Abnahme der Zellen der paramedialen Area und der medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen. Diese Zellen also setzen sich, wenigstens vorwiegend, mit der Rinde des Wurmes in Beziehung mittelst Achsenzylindern, die durch die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale zum Brachium pontis der entgegengesetzten Seite emporsteigen. Die Wirklichkeit einer solchen topographischen Beziehung zwischen Zellen und Fasern findet einen weiteren Beleg in den Versuchen 1 und 5 der zweiten Serie, bei welchen die Zerstörung des Lobus fronto-sigmoides bzw. an einem Hund und an einer Katze auf derselben Seite das Verschwinden der Zellen der lateralen intra- und peripedunkularen Gruppen und auf der entgegengesetzten Seite eine starke Verminderung der Fasern des ventralen Teils des Stratum complexum zur Folge hatte. Es war in diesen Fällen nicht möglich, im Kleinhirn die Abwesenheit der Zone der aufsteigenden Fasern zu präzisieren, aber diese kann aus dem Vergleiche mit den Versuchen 6 und 7 dieser Reihe gefolgert werden. Die von den lateralen Zellen der ventralen Brückenetage kommenden, im ventralen Teil des Stratum complexum verlaufenden Fasern können, da sie im Versuche 6 intakt geblieben, nicht zum Wurm gehen, und da sie im Versuche 7 verschwunden sind, können sie nicht zum lateralen Teil der Kleinhirn-

hemisphäre gehen, die intakt war. Sehr wahrscheinlich begeben sie sich mithin zur Rinde des medialen Teils (angrenzend dem Wurme) der Kleinhirnhemisphäre.

Mit dem Ausgeführten wird in logischer Weise der Zerstörungsmechanismus von ungefähr einer Hälfte der Fasern des Brachium pontis gedeutet; es muss noch der der anderen erklärt werden.

Ein Teil der Fasern verschwindet durch die Zerstörung der Zellen der homolateralen paralateralen Area; es handelt sich nämlich um Fasern, welche von den Zellen der Ventralbrückenetage derselben Seite durch das Brachium pontis zur Kleinhirnrinde emporsteigen. Ich habe bei der Zusammenfassung der Resultate der vorhergehenden Untersuchungsreihe erwähnt, dass die von Mingazzini und Polimanti (28) konstatierte und durch meine Untersuchungen bestätigte Tatsache, dass die Zellen der paralateralen Area atrophieren und durch Zerstörung der homolateralen Kleinhirnhemisphäre auch bei erwachsenen Tieren verschwinden, die Vermutung ausschliesst, als handele es sich um eine Atrophie zweiter Ordnung, welche, jedoch unter ganz besonderen Bedingungen, nur bei neugeborenen Tieren erfolgen kann. Die angedeutete Tatsache gibt sogar den bisher fehlenden Beweis, dass in der ventralen Brückenetage Zellen bestehen, die den Achsenzylinder zum Brachium pontis derselben Seite aussenden. Die Zahl dieser Zellen und mithin der homolateralen Fasern kann nicht mit Sicherheit präzisiert werden; aber auch bei reichlicher Berechnung kann man annehmen, dass sie ein Sechstel der Fasern des Brachium pontis beträgt, eine weit geringere Anzahl also als die der, nach Aufhebung des ganzen von der Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite herkommenden Anteils, unversehrt bleibenden.

Die Zellen und die aufsteigenden homolateralen Fasern können nur teilweise, wie wir weiter oben hervorgehoben haben, einer homolateralen kortiko-ponto-zerebellaren Bahn angehören, da eine ziemliche Anzahl von Zellen, und zwar die mehr dorsal- und lateralwärts gelegenen, auch nach der Zerstörung des Pedunculus cerebri intakt bleibt. Was diese betrifft, war es bisher nicht möglich zu sagen, welcher Bahn sie angehören.

Nachdem so der Anteil von Fasern erschöpft ist, deren aufsteigender Verlauf und Herkommen auf Grund von aus meinen und anderer Forscher Untersuchungen sich ergebenden Tatsachen festgestellt ist, verbleibt noch eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Fasern (über ein Drittel des Brachium pontis), welche durch die Zerstörung der Kleinhirnhemisphäre verschwinden und deren Verlauf und Ursprung festgestellt werden muss. Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe erlauben für sich selbst nur die reine Feststellung der Tatsache. In der Tat, da wir gesehen haben,

dass von fast zwei verschwundenen Dritteln der Fasern konstatiert werden kann, dass die Degeneration durch Zerstörung der Ursprungszellen in der Brücke stattfindet, schliesst nichts aus, dass wir uns auch, was die Ueberbleibsel betrifft, einer identischen Erscheinung gegenüber befinden. Und für einen anderen kleinen Teil könnte der Ursprung wirklich in den ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti sein, welche bei neugeborenen Tieren gerade durch Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre verschwinden; aber diese Möglichkeit muss durch an erwachsenen Tieren vorgenommene Untersuchungen vergewissert werden, was bisher niemand getan hat. Für alle andern Fasern dagegen fehlt entschieden eine Tatsache, die die Hypothese ermöglicht, dass es sich um zerebellopetale Fasern handle, während die von der Methode Marchi gelieferten Resultate fast mit Bestimmtheit dartun, dass im Brachium pontis zerebellofugale Fasern existieren, welche von der Kleinhirnrinde zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite der Brücke gehen, Fasern, welche natürlich auch bei den gleich nach der Geburt operierten Tieren degenerieren und die so das totale Verschwinden der Fasern des Brachium pontis auf der Läsionsseite erklären.

Diese Fasern, von deren Bestehen ich weiter unten den Beweis liefern werde, entspringen, wenigstens sehr vorwiegend, von der Kleinhirnhemisphäre. Diese Tatsache wird in übereinstimmender Weise von den Resultaten der Versuche 6 und 7 gezeigt, bei welchen bei Unversehrtheit der Hemisphäre oder ihres lateralen Teils vorzugsweise die zerebellopetalen Fasern verletzt waren. Sie verlaufen sodann vor allem in der Pars corticalis des Stratum superficiale und im Stratum profundum, und das wird von den Resultaten der angeführten Versuche 6 und 7 dieser und von den Versuchen der zweiten Serie gezeigt, die beweisen, dass das Verschwinden des zerebellopetalen Anteils besonders auf Kosten der Pars subpyramidalis, des Stratum superficiale und des ventralen Teils des Stratum complexum geschieht, und wird durch die von der Methode Marchi an erwachsenen Tieren, denen das Kleinhirn exstirpiert war, gelieferten Resultate bestätigt.

Auch aus dieser Reihe von Versuchen ging, wie aus dem 9. der vorhergehenden, hervor, dass man, wenn die zerebellare Zerstörung derart beigebracht wurde, dass alle Projektionsbahnen der Hemisphäre durchschnitten wurden, das fast totale Verschwinden der Dachkernzellen der entgegengesetzten Seite erhält. Man erlangte es in der Tat in den Versuchen 2, 3, 4 und 5, während es im 1. fehlte. Vom beweisführenden Gesichtspunkte aus sehr schön war in dem Betreff der Versuch 6, bei welchen der vertiko-sagittale Schnitt in der ganzen Dicke des Kleinhirns

direkt den linken Dachkern verletzt hatte. Trotzdem waren seine medialen Zellen intakt, während die des rechten Kernes total verschwunden waren.

Die Zellen des Dachkerns schicken also die Achsenzylinder zur entgegengesetzten Seite, und auf Grund der mit Marchis Methode erlangten Resultate muss man annehmen, dass sie dem Hakenbündel Ursprung geben.

Die Versuche dieser Reihe bestätigen, vom Gesichtspunkt der zerebro-zerebellaren Verbindungen aus betrachtet, mit neuen Beweisen die aus der vorhergehenden Reihe gezogenen Schlüsse.

Wenn hinsichtlich des *Brachium coniunctivum* der Versuch 7 etwas in Zweifel zieht, was vorher wahrscheinlich erschien, dass seine Fasern ausschliesslich vom Nucleus dentatus entspringen, geht jedoch aus der Gesamtheit der Untersuchungen in immer mehr sicherer Weise hervor, dass es nur aus zerebellofugalen, zum roten Kern, zum Thalamus und durch den absteigenden Zweig zur Brücke und zum verlängerten Mark der entgegengesetzten Seite gerichteten Fasern besteht. Was die Existenz von rubro- und thalamo-kortikalen Neuronen betrifft, die einer zerebello-kortikalen Bahn angehören, ging keine Tatsache hervor. Ich konnte infolge von zerebellaren Zerstörungen nicht das sichere Verschwinden von Nervenzellen im roten Kern und im Thalamus beobachten, in welchen von Atrophie zweiter Ordnung sicherlich keine Spur vorhanden ist.

Interessanter sind die Resultate hinsichtlich der Beziehungen der Fasern des *Brachium pontis* mit den Zellgruppen der ventralen Brücken- etage und, indirekt, mit der Grosshirnrinde.

Indessen erscheint auch aus diesen Untersuchungen, und wegen derselben Betrachtungen, ausser der gekreuzten, das Vorhandensein der homolateralen kortiko-ponto-zerebellaren Bahn fast sicher. Sicher erweisen sich auch die Beziehungen der Zellen der paralateralen Area mit den Fasern des *Brachium pontis* derselben Seite, wiewohl man auch hier nicht präzisieren kann, welchem Bahnsystem sie angehören.

Aber es werden überdies teilweise die topographischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Zonen der Grosshirnrinde, den Schichten der Fasern des *Brachium pontis* und den Zellgruppen der Ventraletage verdeutlicht, Beziehungen, welche sich in genauer Weise mit den durch mehr oder weniger ausgedehnte Zerstörungen der Grosshirnrinde erlangten Resultaten ergänzen.

Wir sehen so, dass die medialsten Zellen der Ventralbrücken- etage (paramediale Area, ventrale Area und mediale peri- und intrapedunkuläre Gruppen) die Achsenzylinder vorwiegend in die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und ins Kleinhirn zum Wurm ausschicken, während

die lateraleren (laterale peri- und intrapedunkuläre Gruppen, ventrolaterale Area) die Achsenzylinder zum medialen Teil der Hemisphäre senden; diese letzteren Zellen sind mit den vorwiegend vom Lobus fronto-sigmoides kommenden lateralen Fasern des Pedunculus cerebri in Beziehung, die medialen dagegen stehen mit den vom Lobus temporo-parietalis kommenden medialen Fasern des Pedunculus cerebri in Beziehung. Die Resultate meiner Untersuchungen vervollständigen und modifizieren zum Teil die Schlüsse, zu denen Mingazzini (27, 28) gelangte, nach welchen sich sowohl die temporo-parietalen Fasern als auch die frontalen mit den Zellen der paramedialen Area in Beziehung setzen würden, indem sie zur Annahme führen, dass das nur für die vom Lobus temporo-parietalis kommenden Fasern zutreffend ist.

Immer unaufgeklärt ist die Endigung der zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis; wenn als erwiesen hervorginge, dass bei den erwachsenen Tieren die ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti nach der Entfernung einer Kleinhirnhemisphäre intakt bleiben, hätten wir einen Ausgangspunkt für die Annahme, dass ein Teil der zerebellofugalen Fasern sich mit diesen Zellen in Verbindung setzen, deren Verschwinden bei in jugendlichem Alter operierten Tieren von einer Atrophie zweiter Ordnung herrühren würde. Dann wäre es mittelst geeigneter Untersuchungen möglich, den Ort, wohin die Zellen ihren Achsenzylinder schicken, zu präzisieren und die Verbindungen zu studieren. Aber, wie oben gesagt, fehlt ein solcher Beweis noch immer. Jedenfalls steigt der grössere Anteil der zerebellofugalen Fasern zum Tegmentum und für sie können wir keineswegs die Ankunftsstellen sagen oder vermuten.

Serie V. Vertikaler Schnitt der ventralen Brückenetage.

Versuch.

Einem fünf Tage alten Hündchen wird zwischen den vorderen Vierhügeln ein dünnes Bistourie eingetrieben, welches dann nach hinten und ventralwärts gedrückt wird mit der Absicht, die ventrale Brückenetage zu verletzen, indem es ventral der grossen Haubenkreuzung durchgeht. Das Tier zeigt sofort Zwangsbeugung des Rumpfes und Halses auf die linke Seite mit Aufwärtsdrehung der rechten Kopfseite; über einen Monat verbleibt es in derartigem Zustande und muss künstlich ernährt werden. Die erwähnten Erscheinungen nehmen allmählich an Intensität ab; im Alter von drei Monaten geht der Hund und springt schnell, hält jedoch immer die rechte Kopfseite nach oben gewandt. Man bemerkt alsdann, dass das rechte Auge unbeweglich ist und eine mydriatische auf den Lichtreiz nicht reagierende Pupille aufweist; beim Gehen zeigt sich Hahnenschritt an beiden Vorderpfoten, er ist jedoch links bedeutend deutlicher als rechts; links besteht ausserdem Unfähigkeit, richtige

koordinierte Bewegungen auszuführen. Wenn man z. B. an einem Punkte des Körpers einen intensiven Reiz anbringt, so gelingt es dem Tier, mit den rechten Pfoten den genauen Punkt zu finden und so den Reiz zu entfernen, mit den linken gelingt es ihm durchaus nicht. Auf dieser Seite ist ausserdem das Empfindungsvermögen vermindert. Der Hund wird im Alter von ungefähr 8 Monaten getötet.

Autopsie: Bei makroskopischer Untersuchung erscheinen Grosshirn und Kleinhirn gut entwickelt und symmetrisch. Wenn der Schädelinhalt vollständig herausgenommen ist, bemerkt man, dass die rechte Brückenhälfte eine kleine Aushöhlung aufweist, welche sich proximalwärts in den *Pedunculus cerebri* fortsetzt und mit dem dritten Ventrikel in Verbindung steht. Diese Höhlung war mit Flüssigkeit angefüllt, die eine Aushöhlung im darunterliegenden Knochen erzeugt hatte. Die Läsion ist sehr beschränkt, das verlängerte Mark zeigt bei äusserer Prüfung nur das totale Fehlen der linken Pyramide; der rechte *Pes pedunculi* scheint in toto abwesend, dasselbe sei gesagt vom rechten *Oculomotorius*. Die zerebro-spinale Axe wird in Formalin mit Essigaldehyd fixiert; nach ungefähr zwei Tagen wird sie in etwa 2 cm dicke Stücke geschnitten; man beobachtet alsdann eine leichte Reduktion in toto des rechten Thalamus und vielleicht des vorderen rechten Vierhügels. Das Ganze wird, nach vorheriger Waschung in Wasser, in Ammoniummolybdat gebeizt und in Zelloidin eingebettet.

Mikroskopische Untersuchung: Die Ausdehnung der beigebrachten Läsion wird von den Figuren 52, 53, 54 klar verdeutlicht. Aus ihnen geht hervor, dass das Bistouri unter dem rechten vorderen Vierhügel durchgehend in den medialen Teil des roten Kerns (Taf. IX, Fig. 52) und des rechten *Oculomotorius* eindrang (Taf. IX, Fig. 53) und mit leicht schräger Richtung von oben nach unten und von innen nach aussen durch den medialen Teil des rechten *Pes pedunculi* ging (Taf. IX, Fig. 54), um zuletzt in der rechten ventralen Brückenetage zu endigen (Taf. IX, Fig. 55, 57 u. 59). Die durch diese Läsion hervorgebrachten Veränderungen verdienen etwas ausführlicher beschrieben zu werden. Vor allem wird im verlängerten Mark das totale Verschwinden der rechten Pyramide, eines guten Teils der Fasern der Hauptschleife und der korrespondierenden Ursprungszellen konstatiert; im übrigen wird nichts besonders Bemerkenswertes wahrgenommen; die Oliven sind intakt. In der Brücke geschah die Läsion der Ventralbrückenetage in den verschiedenen Höhen in etwas verschiedener Weise, indem sie verhältnismässig verschiedene Veränderungen der Faserbündel und der Zellgruppen hervorbrachte. Im distalen Drittel bleibt von der rechten Ventralbrückenetage (Taf. IX, Fig. 59 u. 60) nur ein kleiner Rest im medialen Teil in der Nähe der Raphe übrig und diese zeigt sich im ventralen Teil von gewundenen und unregelmässigen sehr dünnen Fasergeflechten eingenommen und ist im dorsalen Teil von von der entgegengesetzten Seite kommenden Fasern durchzogen, die durch die Area der medialen Schleife, die hier fast gänzlich zerstört ist (m. s. d.), zum Tegmentum emporsteigen. Der rechte *Pedunculus cerebri* ist total zerstört, von den Fasern mit transversalem Verlauf verbleibt

nur eine dünne Schicht, welche sich lateralwärts mit dem im Vergleich zum linken sehr an Volumen reduzierten rechten Brachium (Taf. IX, Fig. 59 b. p. r.) pontis fortsetzt und medialwärts grösstenteils sich in die tegmentale Raphe zu erheben scheint. Einige Fasern jedoch durchziehen die linke mediale Schleife, um zum linken Tegmentum zu gehen. Auf der linken Seite jedoch ist der Pedunculus cerebri intakt und von den Fasern des linken Brachium pontis umgeben und durchzogen, die ein dickes Stratum superficiale bilden (p. c. und p. s.) und auch im Stratum complexum (s. c.) und profundum (s. p.) gut vertreten sind. In der Mehrzahl steigen sie in die tegmentale Raphe und zum Tegmentum rechts empor, einige scheinen sich im kleinen übrig gebliebenen Teil der rechten Ventralbrückenetage zu zerstreuen. Es ist sodann zu bemerken, dass die linke Ventralbrückenetage fast ausschliesslich Transversalfasern aufweist, da nur an der paralateralen Area Geflechte dünner Myelinfasern (pl. g.) wahrgenommen werden. Der Gesamtbefund auf der linken Seite erscheint nämlich identisch dem, welchen man bei Tieren erhält, denen in sehr jungem Alter die entgegengesetzte Kleinhirnhemisphäre mit dem entsprechenden Brachium pontis zerstört wurde. In dieser Höhe bemerkt man (Taf. IX, Fig. 60), dass von den Zellen der Ventralbrückenetage auf der rechten Seite nur einige sehr rarefizierte Elemente in der noch erhaltenen paramedialen Area und ein kleines laterales Grüppchen, Ueberbleibsel der paralateralen Area ventrolateral von der medialen Schleife gelegen, übrig bleiben. Links sind die Zellen der paralateralen Area (pl.), einige in der Dicke des Brachium pontis gelegene Grüppchen, eine gewisse Anzahl lateraler Zellen der ventralen Area und einige da und dort unregelmässig zerstreute Elemente der peri- und intrapedunkularen Gruppen, der paramedialen und der ventralen Area erhalten. Der Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t.) scheint auf der rechten Seite normal, links weist er eine leichte Verminderung in den ventrolateralen Zellen auf. Im übrigen Tegmentum wird nichts besonders Bemerkenswertes wahrgenommen. Im mittleren Brückendrittel (Taf. IX, Fig. 57 u. 58) sind die Erscheinungen der vorher beschriebenen sehr ähnlich, sei es was die Fasern oder die Nervenzellen betrifft. Da jedoch die Läsion dorsalwärts ausgedehnter ist, fehlt auf der rechten Seite das dünne Transversalfaserbündel in der Area des Stratum complexum vollständig und daher fehlen die zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite aufsteigenden Fasern. Die Fasern des rechten Brachium pontis (Taf. IX, Fig. 57, b. p. r.) sind merklich zahlreicher und scheinen in einen kleinen, unregelmässigen, lateralwärts gelegenen Knäuel zu endigen. Auch der übrig gebliebene mediale Teil ist etwas beschränkt und weist dünne, unregelmässig verflochtene Fasern auf. Links hat das Brachium pontis in dieser Höhe die höchste Entwicklung und zeigt sich aus einem kompakten Bündel von Fasern gebildet, die in der Ventralbrückenetage die drei sehr deutlichen Schichten bilden und grösstenteils zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite gehen. Die dünnen Myelinge flechte bemerkt man auch hier nur in der paralateralen Area (pl. g.).

Was die Nervenzellen betrifft, muss ich sagen, dass rechts die kleinen, vorher in der paralateralen Area wahrgenommenen Grüppchen total fehlen und

dass auch die paramedialen Zellen in geringerer Anzahl sind; links ist der Befund dem vorhergehenden identisch. Sehr in die Augen fallend ist jedoch links eine ausgesprochene Reduktion in den ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti (v. n. r. t.). Im proximalen Drittel (Taf. IX, Figg. 55 u. 56) endlich ist die Läsion rechts etwas ausgedehnter; das schon an Volumen reduzierte Brachium pontis drängt sich nur bis zum lateralen Teil der lateralen Schleife, indem es in einem kleinen Knäuel endigt; die paramediale Area fehlt fast total, und in ihr bemerkt man spärliche Verflechtungen dünner Fasern. Auf der linken Seite haben die Fasern des Brachium pontis eine den vorhergehenden Schnitten identische Verteilung. In solcher Höhe erscheint das Brachium conjunctivum wie ein Gebilde für sich; es weist links eine starke Reduktion der Fasern auf, vor allem im ventralen Teil (Taf. IX, Fig. 55, b.c.r.). Die Nervenzellen sind auch hier nur in der paralateralen und linken ventrolateralen Area erhalten (Taf. IX, Fig. 56, pl.), im übrigen Schnitt sind sie an Zahl sehr reduziert; im erhaltenen Teil der rechten paramedialen Area sind nur sehr wenige Elemente erhalten. Das Kleinhirn weist eine hervortretende Verminderung in der Zellenzahl des rechten Nucleus dentatus auf, vor allem in seinem lateralen Teil; die Dachkerne und die Rinde sind normal. Im Nucleus reticularis tegmenti kann man zwischen der einen und der anderen Seite keine scharfen Unterschiede konstatieren; es muss hier erwähnt werden, dass in dieser Höhe die Läsion der Ventralbrückenetage direkt den ventralen Teil des Tegmentum pontis verletzt hat. Besondere Erwähnung verdient die ventrale Raphe; sie ist in der ganzen Brücke (den proximalsten Zug ausgenommen) sehr deutlich; im distalen Drittel (Taf. IX, Fig. 59, r.) hat sie einen fast vertikalen Verlauf, während sie mehr proximalwärts (Taf. IX, Figg. 55 u. 57, r.) etwas schräg ist nach links. Bei oberflächlichem Beschauen würde sie nur aus von der rechten Seite kommenden und mehr oder weniger derb nach oben gebogenen Transversalfasern gebildet scheinen; eine eingehendere Analyse erlaubt die Feststellung, dass an ihrer Bildung direkt von der Ventralbrückenetage, mithin auch vom kleinen übriggebliebenen Teil der rechten ventralen Area, aufsteigende Fasern teilnehmen. Im distalen Teil des Mittelhirns (Taf. IX, Fig. 54) bemerkt man, dass der Pedunculus cerebri total zerstört ist, grösstenteils, weil direkt von der Läsion getroffen; so sind auch die Hauptschleife und der Soemmering-sche Locus niger fast völlig zerstört. Die Bündel des rechten Brachium conjunctivum, die sich in der Wernekinkschen Kommissur kreuzen, lassen sich gut verfolgen; stark vermindert sind jedoch die linken, besonders im ventralen Teil. Die Läsion kann jedoch wegen ihres Verhaltens nur einen sehr geringen Teil seiner Fasern direkt getroffen haben. In dieser Höhe ist die Formatio reticularis der Haube nahezu intakt. Im mittleren Drittel des Mittelhirns (Taf. IX, Fig. 53) ist der Schnitt dorsalwärts ausgedehnter; er geht vom Aquaeductus Sylvii zum ventralen Rande, hat den Kern des Oculomotorius und den medialen Teil des rechten roten Kernes zerstört und die Fasern der Haubenkreuzung völlig durchschnitten. Diese Läsion durchschneidet total oder nahezu das rubro-spinale Bündel in seiner Kreuzung sowohl rechts als links. In der Area des roten Kernes sind die Nervenzellen fast total verschwunden; von ihnen

bleiben nur einige Elemente am lateralen Rande des Kernes übrig. Auf beiden Seiten stark reduziert sind auch die Elemente der *Formatio reticularis*. Bemerkenswert erscheint dagegen die Tatsache, dass der rechte *Pes pedunculi* nicht gänzlich zerstört ist; in seinem dorso-lateralen Teil bemerkt man immer noch eine beträchtliche Anzahl Fasern, die in die Soemmeringsche Substanz ausstrahlen, in welcher zahlreiche Elemente vorhanden sind. Im proximalen Drittel des Mittelhirns (Taf. IX, Fig. 52) sind die Erscheinungen analog; auf dem *Pes pedunculi* ist die Zahl der erhaltenen Fasern eine grössere. Die in den übrigen Bestandteilen wahrgenommenen Erscheinungen gehen über die Grenzen der vorliegenden Arbeit hinaus. Im Thalamus bemerkt man nach dem Verschwinden des Läsionsherdes zwischen der rechten und linken Seite merkliche Unterschiede, was die Verteilung der Nervenfasern betrifft (auf der rechten Seite Fehlen der Ausstrahlung des *Brachium conjunctivum*, der Schleife usw.); die Zellgruppen jedoch zeigen sich nicht besonders verändert.

Die Resultate des vorliegenden Versuches haben einen bedeutenden Wert insofern, als sie in entscheidender Weise die so oft erörterte Frage lösen, ob im *Brachium pontis* ein zerebellofugaler Anteil besteht oder nicht, indem sie dartun, dass ein solcher Anteil vorhanden und auch ziemlich beträchtlich ist.

In der Tat können die Fasern des rechten *Brachium pontis*, die bis zum lateralen Teil der Ventralbrückenetage hinabsteigen, ohne mit den Zellelementen irgendwelche Beziehungen anzunehmen (und dass sie sogar in einem Knäuel endigen, dem ähnlich, welches man auf dem zentralen Stumpf durchschnittener Nerven beobachtet, so dass sie sich nicht mit dem peripherischen Stumpf verbinden können), keinen anderen Ursprung als im Kleinhirn haben. Nur im distalen Brückendrittel, in welchem einige Elemente der paralateralen Area intakt sind, kann man das Vorhandensein einiger zerebellopetaler Fasern (in jedem Falle homolateral) zugeben, aber auch hier kann die weitaus grosse Mehrzahl der Fasern nur zerebellofugal sein, wie es alle die der beiden proximalen Drittel sind. Die Tatsache sogar, dass ein solcher Faseranteil bei einem in sehr jungem Alter (5 Tage) operierten Tiere fortbesteht, hat eine bedeutende Wichtigkeit, indem sie eine typische Ausnahme zum Gudden'schen Gesetz darstellt. Die Ursprungszellen der zerebellofugalen Fasern des *Brachium pontis* verhalten sich beinahe wie die, welche den peripherischen Nervenursprung geben, indem in ihnen ein Regenerationsversuch stattfindet. Es sind nämlich Elemente, die mit weitaus grösserer Widerstands- und Lebensfähigkeit ausgestattet sind als die Zellen, die den zerebellopetalen Fasern des *Brachium pontis* selbst Ursprung geben, welche degenerieren und auch bei erwachsenen Tieren sehr schnell verschwinden. Das lässt den Gedanken aufkommen, dass die zerebellaren

Zellen auch eine grössere funktionelle Bedeutung haben als die pontinen. Ein Experiment, ähnlich dem nun berichteten, ist bisher nur von Monakow (32) am Kaninchen ausgeführt worden (der mikroskopische Befund desselben wurde auch von Borowiecki (5) eingehend beschrieben) mit einem von dem meinigen jedoch verschiedenen Resultat; wirklich war das Brachium pontis der verletzten Seite total verschwunden, während jenes der entgegengesetzten Seite um die Hälfte reduziert war wie in meinem Falle. Ich kann keine Hypothesen machen, um die Resultatsabweichung beim Hunde und beim Kaninchen zu erklären. Beim Monakowschen Versuche war die Läsion ausgedehnter als bei meinem und könnte die zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis dem Ursprungspunkte näher durchschnitten haben, was eine gewisse Bedeutung hätte, indem dadurch die retrograde Nekrose der Zellen bestimmt worden sein konnte.

Mein Experiment schliesst sodann die von einigen aufgestellte Hypothese völlig aus, dass das Brachium pontis nur von der Ventralbrückentage der entgegengesetzten Seite ausgehende Fasern enthalte. Die in meinem Falle beigebrachte Läsion hätte, wenn sich die Sache so verhielte, die totale Zerstörung beider Brachia pontis hervorgerufen, während, wie aus den Figuren 55, 57 und 59 auf Taf. IX hervorgeht, das linke ungefähr wie in den Fällen kontrolateraler Hemiszererebellation erscheint. Wie jedoch in diesen würde das Fortbestehen des linken Brachium pontis für sich allein nicht das wirkliche Bestehen eines zerebellofugalen Anteils in ihm beweisen; man könnte in der Tat denken, dass die Fasern von den unversehrten Zellen der ventralen Brückentage und mehr noch des kontrolateralen Tegmentums kämen. Nur der Befund des rechten Brachium pontis ist es, der den unwiderleglichen Beweis der zerebellofugalen Fasern gibt. Und das ist von Wichtigkeit, insofern es beweist, dass die von vielen Autoren mit der Methode Marchis erlangten Resultate an Tieren, welchen zerebellare Läsionen beigebracht wurden und die in verschiedenen Zeitperioden geopfert wurden, einen Wert haben, den die Behauptungen und Einwendungen van Gehuchters keineswegs zu erschüttern vermögen. Schon die Versuche der III. Untersuchungsreihe hatten, wie ich weiter oben hervorgehoben habe, als absolut unrichtig dargetan, dass bei den hemiszererebellierten Tieren Marchis Methode nur nach einer langen Zeitperiode ein positives Resultat ergebe. Ich konnte jedoch in einigen Fällen eine deutliche und reiche Faserdegeneration schon 8—10 Tage nachher konstatieren, während ich weniger reichliche und auch fast negative Befunde nach längeren Zeitperioden hatte. Das beweist, dass

die Methode in sich irgendwelche besondere Ursachen hat, die die Befunde unbeständig machen. Das Resultat des vorliegenden Versuches bekräftigt das, was ich weiter oben behauptet habe und fügt einen Beweis an, der mir unbestreitbar scheint. Wir müssen deshalb annehmen, dass vom Kleinhirn zum Brachium pontis Fasern hinabsteigen, die zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum pontis der entgegengesetzten Seite gehen, ohne dass es jedoch möglich wäre, die Zellelemente, mit welchen sie sich in Verbindung setzen, zu präzisieren.

Der Versuch hat sodann auch für das Brachium conjunctivum und den roten Kern interessante Resultate ergeben. Die vertikale Läsion im proximalen mittleren Drittel des Mittelhirns hat den medialen Teil des rechten roten Kerns getroffen und die Haubenkreuzung fast in toto durchschnitten; im proximalen Drittel jedoch war sie mehr ventral und traf fast ausschliesslich den medialen Teil des rechten Pes pedunculi. Die Läsion muss daher die Fasern der beiden rubrospinalen Bündel im Kreuzungspunkt total oder fast total durchschnitten haben. Sicher ist, dass das Areal des roten Kernes sich auf beiden Seiten in allen Abschnitten fast total zellenlos zeigte. Ich kann nicht bestimmt sagen, ob wirklich alle Fasern der rubrospinalen Bündel durchschnitten waren, und mithin kann ich nicht die Richtung der im roten Kern übriggebliebenen Achsenzyylinder folgern: der Befund an sich ist sicher der Hypothese des zerebralen Anteils nicht günstig, der in jedem Falle sehr klein sein müsste.

Vom Gesichtspunkte der zerebro-zerebellaren Verbindungen aus bringt dieser Versuch keine neuen Tatsachen. Der definitive Beweis des Bestehens zerebellofugaler Fasern im Brachium pontis sagt uns wirklich nicht, mit welchen Elementen sie sich in Verbindung setzen. Eine interessante Einzelheit gibt die Tatsache, dass im distalen Brückendrittel, in welchem einige Transversalfasern des rechten Stratum profundum fortbestehen, der ventrale Teil des linken Nucleus reticularis tegmenti verletzt war, während in den beiden proximalen Dritteln viele Zellen in ihm verschwunden waren. Das bestätigt wiederum die Beziehungen der Fasern des Brachium pontis mit dem Nucleus reticularis tegmenti der entgegengesetzten Seite, sagt uns aber nicht, ob er deren Abgangs- oder Ankunftspunkt ist. Indessen stimmt die Tatsache, dass in beiden roten Kernen infolge der beigebrachten Läsion die Nervenzellen nahezu verschwunden waren, mit dem Resultat des Versuches 9 der III. Reihe überein, um die von Monakow (32), Preisig (37) und anderen angenommene Existenz des kortikopetalen Achsenzyylinderzellanteils wenig wahrscheinlich erscheinen zu lassen.

Zusammenfassung der Resultate und Folgerungen über die Konstitution der zerebro-zerebellaren Bahnen.

Am Schlusse der einzelnen Reihen von mir angestellter Versuche habe ich schon in den wesentlichen Zügen die erlangten Resultate zusammengefasst; ich halte daher für unnütz, hier zu wiederholen, was ich weiter oben ausführlicher berichtet habe. Bevor ich die mir logischer scheinenden Folgerungen anführe, beschränke ich mich in der Zusammensetzung der zerebro-zerebellaren Fasern auf die einfache Darlegung der hervorgegangenen Tatsachen hinsichtlich der Fundamentalpunkte, die zu lösen ich mir vor allem vorgenommen habe und die im ganzen den Ursprung, den Verlauf und die Beziehungen des *Pedunculus cerebri*, des *Brachium pontis* und des *Brachium conjunctivum* betreffen.

1. Hinsichtlich des ersten Punktes geht in übereinstimmender Weise aus meinen Untersuchungen hervor, dass der *Pedunculus cerebri* ausschliesslich aus von der Rinde kommenden Fasern besteht, und dass man in ihm zwei grosse Anteile unterscheiden kann: der erste, vom *Lobus frontosigmoideus* kommend, dessen Fasern in der Brücke den lateralen Teil des *Pedunculus* einnehmen und mit den Zellen der peri- und intrapedunkularen lateralen Gruppen und der ventrolateralen Area in Beziehung treten; der zweite, vom *Lobus temporo-parietalis* kommend, dessen Fasern den medialen Teil des *Pedunculus* einnehmen und sich besonders mit den Zellen der medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen und mit denen der paramedialen und ventromedialen Area in Beziehung setzen. Der *Pedunculus cerebri* schickt dünne Verzweigungen zum ventralen Teil des Tegmentums derselben Seite und zum medialsten Teile der paramedialen Area der entgegengesetzten Seite. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Faserbündel und die Zellgruppen keine strenge topographische Begrenzung haben, sondern dass die Faserbündel, obwohl sie sich vorwiegend auf bestimmte Elemente verteilen, auch mit anderen in Beziehung treten, dass man daher keineswegs an wahre und eigentliche funktionelle Lokalisationen denken könnte. Meine Untersuchungen erlauben mir nicht festzustellen, ob die myelinhaltigen und myelinlosen Abzweigungen, welche vom *Pedunculus cerebri* ausstrahlen, um in der ventralen Brückenetage ein dickes Geflecht zu bilden, einfache Kollateralen der Pyramidenbahnfasern darstellen oder statt dessen die letzten Verzweigungen von kortikopontinen Neuronen sind. Zugunsten der ersteren Ansicht spräche die Tatsache, dass man durch Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre bei einem neugeborenen Tiere in der entgegengesetzten Ventralbrückenetage das Verschwinden der Nervenzellen erhält, zusammen mit dem der Geflechte, die sie umgeben, ohne dass man im

entsprechenden Pedunculus cerebri eine sichere Verminderung von Fasern konstatieren könnte; es schiene mithin, dass man nur die Nichtentwicklung von Kollateralen von Fasern erhielte, welche letztere eine andere Bestimmung haben. Für die zweite Meinung spreche dagegen die Tatsache, dass im verlängerten Mark die Pyramidenfasern, auch in Erwägung dessen dass sie in einem kompakten Bündel vereinigt sind, an Zahl geringer scheinen als die des Pedunculus cerebri in der Brücke, als wenn in dieser sich ein Teil der Fasern verteilt hätte. Es ist anzunehmen, dass zur Ventralbrückenetage sowohl kortikopontine Fasern als auch Kollateralen der Pyramidenbahn ausstrahlen; der erste Anteil muss auf jeden Fall ziemlich spärlich sein.

2. Wie die von mir ausgeführten Versuche mich veranlassen, das Bestehen der Fasern mit zerebropetalem Verlauf im Pedunculus cerebri auszuschliessen, lassen sie mich absolut die von Monakow (30), Köl liker (15), Borowiecki (5) und anderen Forschern angenommene Existenz des zerebralen Anteils in der ventralen Brückenetage verneinen.

Das Verschwinden der meisten Zellgruppen der Ventralbrückenetage im Falle gänzlicher Zerstörung des Pedunculus cerebri bei neugeborenen Tieren rührt nicht von direkter Zellendegeneration im Sinne Guddens her, sondern muss wegen Mangels an funktionellen Reizen als eine Atrophie zweiter Ordnung gedeutet werden, wie von Mingazzini behauptet. Das wird von zwei Tatsachen bewiesen: 1. Sie erfolgt überhaupt nicht bei erwachsenen Tieren, bei welchen man durch totale Zerstörung des Pedunculus cerebri nach langer Zeitperiode nur eine leichte Volumenreduktion der Zellkörper von nicht destruktivem Charakter zugleich mit dem fast totalen Verschwinden der perizellularen Geflechte und der Endverzweigungen erhält. 2. Bei Tieren, denen in sehr jungem Alter zerebrale Partialzerstörungen beigebracht wurden, besteht eine enge Beziehung zwischen der Topographie der verschwundenen Zellgruppen und der Verteilungszone der zerstörten Fasern; in der Tat verschwinden durch Zerstörung des Lobus fronto-sigmoideus die Zellen der lateralen peri- und intrapedunkularen Gruppen, und es bleiben die der medialen Gruppen und der paramedialen und ventromedialen Area, die mit den von dem Lobus temporo-parietalis kommenden Fasern in Beziehung stehen, intakt.

3. Das Brachium pontis wird von einer doppelten Reihe von Fasern gebildet, zerebellofugal die einen, zerebellopetal die anderen. Diese, an Anzahl grösser, verlaufen in der ventralen Brückenetage vorwiegend im ventralen Teil des Stratum complexum und in der Pars subpyramidalis des Stratum superficiale; jene, geringer an Anzahl, nehmen vorwiegend

die Pars corticalis des Stratum superficiale und das Stratum profundum ein.

4. Die zerebellopetalen Fasern des Brachium pontis gehen grösstenteils von den Zellen der Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite, ein kleiner Teil hingegen von denen derselben Seite aus; genauer, die gekreuzten Fasern kommen von den Zellen der paramedialen und der ventralen Area und von jenen der peri- und intrapedunkularen Gruppen, die homolateralen dagegen kommen von den Zellen der paralateralen Area und von den äussersten Zellen der ventralen Area. Obwohl ich eine solche Möglichkeit nicht ausschliessen kann, ist es doch noch zweifelhaft, dass einige gekreuzte Fasern von den Zellen des Tegmentums, besonders von den ventralen und ventrolateralen des Nucleus reticularis tegmenti kommen.

Die zerebellopetalen homolateralen Fasern des Brachium pontis scheinen sich vorzugsweise mit dem lateralen Teil der Kleinhirnhemisphäre in Beziehung zu setzen, die gekreuzten jedoch vor allem mit der Wurmrinde und mit dem medialen Teil der Hemisphäre. Von diesen letzteren durchziehen die von den Zellen der paramedialen Area, der mittleren ventralen Area und der medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen herkommenden Fasern die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale und gehen vorwiegend zum Wurm; dagegen durchziehen die von den Zellen der lateralen peri- und intrapedunkularen Gruppen und der lateralen ventralen Area (ausser den äussersten) herstammenden Fasern den ventralen Teil des Stratum complexum und gehen zum medialen Teil der Hemisphäre.

5. Die zerebellofugalen Fasern entspringen vorwiegend von der Kleinhirnhemisphäre und verteilen sich zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite. Die, welche zur Ventralbrückenetage gehen, setzen sich mit aller Wahrscheinlichkeit mit den Zellen in Verbindung, die sich daselbst vorfinden; von den zum Tegmentum gehenden ist uns die wirkliche Endigung unbekannt. Meine Untersuchungen schliessen aus, dass sie teilweise zum Thalamus emporsteigen.

6. Das Brachium conjunctivum besteht ausschliesslich aus zerebellofugalen Fasern.

7. Die Fasern des Brachium conjunctivum kreuzen sich total.

8. Ich kann nicht als definitiv festgestellt halten, dass die Fasern des Brachium conjunctivum ausschliesslich von den Zellen des Nucleus dentatus herkommen; vielleicht kommen sie auch in gewisser Anzahl von der Kleinhirnrinde. Sie setzen sich mit den Zellen des roten Kerns und mit jenen des Thalamus der entgegengesetzten Seite in Beziehung. Eine kleine Anzahl geht auch zum Nucleus des Oculomotorius.

9. Im *Brachium conjunctivum* besteht kein zerebellopetaler Anteil.

Wenn die erlangten Befunde unter sich ins richtige Verhältnis gebracht werden, mit der Absicht festzustellen, wie die anatomischen Beziehungen zwischen Gross- und Kleinhirn eingerichtet sind, und indem man nur das in Betracht zieht, was streng bewiesen ist, sehen wir sofort, dass keines der von mir oben berichteten Schemas vollständig angenommen werden kann. Einige von ihnen nehmen in der Tat das Bestehen von Bahnen und Verbindungen an, die der Tatsachenbeweis entweder als fehlend oder nicht genügend bewiesen dartut, andere dagegen schliessen Anteile und Bahnen aus, deren Existenz durch meine Forschungen bewiesen ist.

Uebereinstimmend mit der Annahme aller anderer Autoren beweisen auch meine Untersuchungen das Vorhandensein der gekreuzten kortikoponto-zerebellaren Bahn, hinsichtlich welcher sie einige neue Tatsachen aufklären. So erinnere ich daran, dass sie zum ersten Mal den objektiven und strengen Beweis geben, dass von den Fasern des *Pedunculus cerebri* sich zur Ventralbrückenetage derselben Seite (zu geringem Teile auch der entgegengesetzten) ein dünnes Geflecht dünner, teils myelinhaltiger, teils myelinloser Fasern ausbreitet, welche sich mit den Zellen der Ventralbrückenetage selbst in Beziehung setzen, und welche, die Zellen nackt lassend, total verschwinden, wenn der *Pedunculus cerebri* zerstört ist.

Ueberdies, und das ist sehr wichtig, erlaubt der genaue Vergleich der in den verschiedenen Serien von mir ausgeführten Versuche erlangten Resultate, eingehendere Daten über die Zusammensetzung der gekreuzten zerebro-zerebellaren Bahn zu geben und im allgemeinen die topographischen Beziehungen zwischen den Grosshirnrindenzonen, den Abschnitten des *Pedunculus cerebri*, den Zellgruppen der Ventralbrückenetage, den *Fibrae transversae pontis* und den zerebellaren Arealen zu präzisieren, zu welchen sich die zerebellopetalen Fasern des *Brachium pontis* verteilen.

Wir erfahren so, dass die Projektionsfasern des *Lobus fronto-sigmoideus* in der ventralen Brückenetage den lateralen Teil des *Pedunculus cerebri* einnehmen und sich mit den Zellen der lateralen peri- und intrapedunkularen Gruppen und mit denen der ventro-lateralen Area in Beziehung setzen. Von diesen Zellen gehen Fasern aus, die zuerst überwiegend als dorsales *Stratum complexum* verlaufen, schräg die ventrale Raphe im mittleren Drittel (in vertikalem Sinne) durchziehen, sich in den ventralen Teil des *Stratum complexum* der entgegengesetzten Seite drängen und durch das *Brachium pontis* zur Kleinhirnrinde vorwiegend des mittleren Hemisphärenteils emporsteigen.

Die dagegen von den Lobi temporalis und parietalis in der Brücke her kommenden Fasern nehmen den medialen Teil des Pedunculus cerebri ein und setzen sich in vorwiegende Beziehung mit den Zellen der medialen peri- und intrapedunkularen Gruppen und der paramedialen und ventromedialen Area.

Von diesen Zellen gehen Achsenzyylinder aus, die die Raphe im ventralen Drittel durchziehen und vorwiegend in die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale gehen, um sich, wenigstens vorwiegend, zum Wurme zu verteilen.

Die mit totalen oder partialen Zerstörungen einer Grosshirnhemisphäre erlangten Resultate und die nach mehr oder weniger ausgedehnten Läsionen des Kleinhirns festgestellten stimmen unter sich überein und vervollständigen sich gegenseitig darin, uns in allgemeinen Linien den totalen Verlauf der gekreuzten kortiko-ponto-zerebellaren Bahn zu geben, wie es kein Forscher bisher tun konnte. Nur Mingazzini (28) hat in der Tat teilweise die Beziehungen des Pedunculus cerebri mit den Zellgruppen der Brücke erläutert mit Resultaten, die zum Teil mit den meinigen übereinstimmen, zum Teil jedoch nicht.

Aus meinen Untersuchungen geht sodann in mir undiskutierbar scheinender Weise das von einigen Autoren [Edinger (9), Mingazzini (27), Thomas (45, 46)] angenommene, von anderen dagegen verneinte [van Gehuchten (47), Cajal (6)] Bestehen der homolateralen kortiko-ponto-zerebellaren Bahn hervor.

Da infolge der totalen Aufhebung des Pedunculus cerebri beim neugeborenen Tiere im distalen Brückendrittel eine Anzahl Zellen in der paralateralen Area und in der ventrolateralen Area (was die peri- und intrapedunkularen Gruppen betrifft, ist ein sicheres Urteil unmöglich) unversehrt bleibt, die etwas kleiner ist als die, welche durch Zerstörung der entgegengesetzten Kleinhirnhemisphäre verbleibt, und da die Zellen der paralateralen und ventrolateralen Area Elemente sind, die den Achsenzyylinder zum Brachium pontis derselben Seite schicken, ist der Schluss ein logischer, dass jener Teil von ihnen (und es sind die mehr medialwärts gelegenen), welcher in grösserer Menge durch die Zerstörung des Pedunculus cerebri verschwindet, einen Anteil darstellt, der direkte Beziehung mit dem Pedunculus cerebri hat und der den Achsenzyylinder zum Brachium pontis derselben Seite sendet.

Nicht alle Zellen der paralateralen Area jedoch gehören einer solchen Bahn an; die lateralsten, grösstenteils innerhalb der Fasern des Pedunculus cerebelli gelegenen, sind mit Fasern anderen Ursprungs in Beziehung, die uns noch immer unbekannt sind. Ich erinnere daran, dass im letzten Versuche eine kleine Anzahl von ihnen in dem zwischen

der lateralen Schleife und dem übriggebliebenen Bündel des Brachium pontis gelegenen Winkel erhalten war, obwohl der Pedunculus cerebri in toto zerstört war.

Die zerebellopetalen homolateralen Fasern des Brachium pontis beteiligen sich nämlich an zwei Bahnen; nur eine derselben ist uns in ihren Bestandteilen bekannt.

Auf Grund der Resultate meiner Untersuchungen stimme ich in der Annahme des Bestehens der kortiko-ponto-zerebellaren gekreuzten wie auch der homolateralen Bahn völlig mit Mingazzini (27), v. Monakow (31), Edinger (9) und Köl liker (15) überein, gegen die Behauptungen Cajals (16) und van Gehuch tens (47) und vieler anderer Forscher. Das Vorhandensein von Fasern, welche direkt vom Grosshirn zum Kleinhirn gehen (*Fibrae transversae e cerebro*) kann ich jedoch nicht bestätigen.

Wenn jedoch die kortiko-ponto-zerebellare gekreuzte und homolaterale Bahn jetzt in ihren wesentlichen Umrissen offenbar wird, so muss ich hier sofort sagen, dass meine Untersuchungen immer noch zwei sehr wichtige Seiten unentschieden lassen, nämlich: 1. Was für Zellen es sind und welche Lokalisation sie haben, von welchen die Fasern des Pedunculus cerebri ausgehen, welche sich um die Zellen der Ventralbrücken etage herum verzweigen; 2. mit welchen zerebellaren Elementen sich die zerebellopetalen Fasern des Brachium pontis in Beziehung setzen.

Hinsichtlich des ersten Punktes wissen wir freilich zweifellos, dass die Fasern des Pedunculus cerebri die Ursprungszellen in der Rinde haben; aber es ist uns noch unbekannt, ob es sich für die in Erwägung stehende Bahn um unabhängige kortiko-pontine Neuronen handelt oder um Kollateralen der Fasern der Pyramidenbahn; die diesbezügliche Frage ist fast unlösbar.

Hinsichtlich des zweiten Punktes muss man sodann anerkennen, dass, wenn uns auch von den homolateralen und gekreuzten zerebellopetalen Fasern mit genügender Sicherheit die Ursprungszellen, der Verlauf und die zerebellaren Zonen bekannt sind, in welchen sie ankommen, uns völlig Stützpunkte fehlen, die uns die Zellen festzustellen erlauben, mit denen sie in Beziehung treten. Es ist das eine Tatsache von grösster Wichtigkeit, wenn man sodann den weiteren Verlauf der zerebellaren Nervenbahnen präzisieren wollte.

Die Autoren neigen im allgemeinen zur Annahme hin, dass diese Fasern sich mit den Purkinjeschen Zellen in Beziehung setzen [Cajal (6) hält sogar für wahrscheinlich, dass die letzten Verzweigungen aus Kletterfasern bestehen], aber der sichere Beweis einer sol-

chen Hypothese wurde bisher von keinem erbracht, und es ist auch nicht möglich, ihn zu geben, solange nicht technische Untersuchungsmethoden präzisiert sind, die im Kleinhirn die myelinlosen Fasern und die Endverzweigungen klar vor Augen führen und beständige und vollständige Resultate ergeben. Indessen kann man gerade bei diesem Teil der zerebrospinalen Axe behaupten, dass alle bisher zum erwähnten Zwecke vorgeschlagenen technischen Methoden, wie die photographischen Cajals und Bielschowskys, jene Golgis u. a., wohl interessante Resultate geben vom rein histologischen Gesichtspunkte aus, aber zu unvollständige und launische, als dass sie in dieser Art von Untersuchungen angewandt werden könnten, bei welchen es absolut nötig ist, für die entscheidende Beurteilung der Befunde, sicher zu sein, dass das Nichtvorhandensein eines bestimmten Elementes in den mikroskopischen Präparaten von seinem wirklichen Fehlen und nicht von einem technischen Mangel herrührt.

Und solange die wirkliche Endigung der zerebellopetalen Fasern nicht bekannt ist, wird man die Art der Zusammensetzung der durch das Kleinhirn gehenden Nervenbahnen und die Richtung der Reize und funktionellen Ströme nur auf hypothetischem Wege feststellen können.

Meine Untersuchungen beweisen, wie wir oben gesehen haben, in definitiver Weise, dass im Brachium pontis zerebellofugale Fasern bestehen, welche vorwiegend vom lateralen Teil der Grosshirnhemisphäre ausgehen, vor allem in der Pars corticalis des Stratum superficiale und im Stratum profundum verlaufen und in der Ventraletage und im Tegmentum pontis der entgegengesetzten Seite endigen.

Gehören sie der von v. Monakow (31), Mingazzini (27), Kölliker (15) und anderen Autoren angenommenen zerebello-ponto-zerebralen Bahn an?

Was jenen Teil von Fasern betrifft, der zur Ventralbrückenetage der entgegengesetzten Seite geht, schliessen meine Forschungen übereinstimmend in absoluter Weise aus, dass sie sich mit Zellen in Beziehung setzen, die den Achsenzylinder längs des Pedunculus cerebri zum Grosshirn schicken; wie mehrmals schon betont, muss ich das Vorhandensein des sogenannten zerebralen Anteils der Ventralbrückenetage in Abrede stellen. Es wäre jedoch möglich, dass einige Zellen der Ventralbrückenetage ihren Achsenzylinder in anderer Richtung ausschicken; eine derartige Möglichkeit ist nicht auszuschliessen, da bekannt ist, dass nach der Zerstörung des Pedunculus cerebri bei neugeborenen Tieren in ventraler Etage eine gewisse Anzahl von Elementen übrig bleibt, welche gerade mit den zerebellofugalen Fasern in Beziehung sein könnten. Eine solche Frage wird jedoch nur mittelst geeigneter Untersuchungen

gelöst werden können, und ich enthalte mich der Annahme unnützer Hypothesen. Ich will nur daran erinnern, dass nach v. Monakow (3) und Borowiecki (5) von den medialsten Zellen des paramedialen Areals Fasern ausgingen, welche, nachdem sie sich gekreuzt, sich als *Fibrae rectae* in die tegmentale Raphe erheben, zum Tegmentum gehen und sich bis zur subthalamischen Gegend drängen würden. Borowiecki (5) will im Falle totaler Hemisektion des Zwischenhirns eine geringere Anzahl von Zellen in der paramedialen Area der der Läsion entgegengesetzten Seite mit Verminderung der Fasern bemerkt haben, die von dieser Area, sich kreuzend, zum Tegmentum emporsteigen. Meine Untersuchungen bestätigen keineswegs eine solche Behauptung; bei den von mir operierten Hunden und Katzen erhält man eine sehr starke Rarefizierung der Zellen in der paramedialen Area auf der verletzten Seite, aber es ist nicht möglich, Ähnliches auf der entgegengesetzten Seite festzustellen. Die mögliche Hypothese, dass die zerebellofugalen Fasern an einer zerebello-ponto-subthalamischen Bahn teilnehmen könnten, findet durch meine Untersuchungen keine Unterstützung.

Auch was jenen Teil von Fasern betrifft, der zum Tegmentum aufsteigt, könnte ich nur Vermutungen anstellen. Wenn als bestätigt hervorginge, dass das Verschwinden der ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti infolge der Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre nur bei neugeborenen und nicht bei erwachsenen Tieren festgestellt wird, ergäbe sich dadurch eine grosse Wahrscheinlichkeit zur Annahme, dass es sich um eine Atrophie zweiter Ordnung handle, und dass um diese Zellen herum sich ein Teil der zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis verzweigt; bei unserem derzeitigen Kenntnisstand lassen sich keine Behauptungen aufstellen.

Angenommen jedoch, dass sich die Sache so verhielte, bliebe gleicherweise festzustellen, in welcher Richtung solche Zellen ihren Achsenzylinder ausschicken. Da die bei neugeborenen Tieren ausgeführte Durchschneidung des Mittelhirns auch im proximalen Rostkerndrittel uns keine offenbare Zellenverminderung im ventralen Teil des Nucleus reticularis tegmenti gegeben hat, scheint mir wenig wahrscheinlich, dass sie den Achsenzylinder in kortikopetalem Sinne anwenden; in keinem Falle schicken sie ihn jenseits des mittleren Drittels des roten Kerns.

Auch dieser Punkt wird mit geeigneten Untersuchungen gelöst werden müssen, und dasselbe muss gesagt werden hinsichtlich des Anteils von Fasern, die mehr dorsalwärts ins Tegmentum emporsteigen. Von solchen Fasern kennen wir die wirkliche Endigung nicht, und was die

tegmental Zellen betrifft, mit welchen sie sich wahrscheinlich in Beziehung setzen, muss ich sagen, dass in den erwähnten Fällen von Hemisektion des Mittelhirns bei neugeborenen Tieren ich nicht konstatieren konnte, dass sie von einer zur andern Seite weniger zahlreich wären; auch diese Zellen schicken also in keinem Falle den Achsenzylinder über das mittlere Drittel des roten Kernes hinaus.

Die Frage der zerebello-ponto-zerebralen Bahn bleibt vollständig offen. Wenn die Existenz des zerebello-pontinen Anteils gesichert ist, scheinen mir die Daten, welche wir bisher besitzen, viel zu unsicher, als dass man das Vorhandensein des ponto-zerebralen Abschnittes für erwiesen erachten muss, welchen Verlauf er auch immer haben kann. Das Feld ist neuen und eingehenderen Untersuchungen geöffnet.

Indem ich nun zur dorsalen Bahn übergehe, die eine Strecke weit im Brachium coniunctivum verläuft, muss ich sagen, dass die Resultate, die man für definitiv halten kann, sehr spärlich sind.

Indessen bemerke ich, dass, wenn ich als definitiv festgestellt erachten muss, dass die Fasern des Brachium coniunctivum alle zerebello-fugal sind, ich im Zweifel bin in der Annahme, dass sie ausschliesslich von den Zellen des Nucleus dentatus kommen.

Das Ergebnis des Versuches 7 der 4. Reihe könnte mich eher auf die Meinung Mingazzinis (27), Lunas (17) und anderer bringen, die auch von der Rinde kommende Fasern annehmen.

Es besteht jedoch für mich kein Zweifel, dass die Kreuzung des Brachium coniunctivum eine totale ist und dass ein guter Teil seiner Fasern in direkte Beziehung treten mit den Zellen des roten Kernes und in ihm endigen, dass also in ihm zwei Anteile bestehen, ein zerebello-rubraler und ein zerebello-thalamischer. Die Resultate der Versuche der 2. Serie erlauben keine andere Deutung.

Ganz verschieden ist die Frage, festzustellen, ob die Fasern des Brachium coniunctivum im roten Kern und im Thalamus sich ganz oder teilweise mit kortikopetalen Achsenzylinderelementen in Beziehung setzen, sodass die von einigen Autoren angenommenen, von anderen dagegen in Abrede gestellten zerebello-rubro-kortikalen und zerebello-rubro-thalamische Bahnen bilden.

Diese Frage könnte man als gelöst bezeichnen, wenn durch die Zerstörung eines Brachium coniunctivum bei einem neugeborenen Tiere im roten Kern und im Thalamus das Verschwinden einer grösseren oder kleineren Anzahl von Nervenzellen stattfände.

Da im Brachium coniunctivum das Vorhandensein von zerebello-petalen Fasern ausgeschlossen werden muss, könnte das Verschwinden dieser Elemente nur auf eine Atrophie zweiter Ordnung zurückgeführt

werden, gleich der, welche man in der Ventralbrückenetage der Tiere beobachtet, welchen in sehr jungem Alter der *Pedunculus cerebri* durchschnitten wurde.

Diese Tatsache hat sich in meinen Untersuchungen nie bewahrheitet; über das Bestehen solcher Bahnen lassen sich daher nur mehr oder weniger konsequente und logische Hypothesen aufstellen. Das Bestehen der zerebello-rubro-kortikalen Bahn könnte nur behauptet werden, wenn sicher bewiesen wäre, dass im roten Kern ein Zellanteil mit kortikopetalem Achsenzylinder besteht. Die Untersuchungen Preisigs (37) und Monakows (32) sprächen zugunsten einer solchen Auffassung. Nun muss ich hier bemerken, dass zwischen den beiden Autoren die Uebereinstimmung in den experimentellen Resultaten nur eine scheinbare ist.

Aus den Forschungen Preisigs, der erwachsenen Kaninchen den Thalamus vorn vom roten Kern durchschnitt und seine Folgerungen auf den Befund von Zellechromatolysis gründet, ging hervor, dass ungefähr ein Drittel der vorwiegend in der proximalen Hälfte des roten Kerns gelegenen und von Elementen aller Grössen vertretenen Zellen den Achsenzylinder in kortikopetaler Richtung ausschickt ohne dass es möglich wäre, die Ankunftsstelle genau zu bestimmen. Nach Monakow jedoch, welcher Untersuchungen bei in jungem Alter operierten Tieren angestellt hat, weisen beim Kaninchen durch Läsion der subthalamischen Gegend (nicht durch kortikale Läsionen) nur einige kleine Elemente des proximalen Pols des roten Kerns degenerative und atrophische Läsionen auf, während beim Hund und bei der Katze die Veränderungen des roten Kernes grössere wären, sich auch durch kortikale Läsionen bestätigten, aber wiederum nur die kleinen Elemente des Nucleus gelatinosus treffen würden. Die Resultate Preisigs, die übrigens auch nur von Gefässveränderungen herrühren können, weil die Läsion ganz nahe den verletzten Zellen sich befindet, werden völlig von den unter strengen und sicheren Bedingungen zustandegebrachten Monakowschen widersprochen. Aber die Monakows könnten anders gedeutet werden, als er es tut, nämlich als herrührend von Reizmangel-Atrophie zweiter Ordnung.

Ich muss jedoch gleich bemerken, dass die Ergebnisse meiner Untersuchungen, wiewohl ich ihnen keinen entscheidenden Wert beilegen kann, nicht mit den Monakowschen übereinstimmen; ich konnte mich in der Tat nicht davon überzeugen, dass man beim Hund und bei der Katze, auch durch sehr ausgedehnte zerebrale Läsionen, im roten Kern eine wirkliche Verminderung von Nervenzellen erhält, während in Fällen tiefer Läsion des Tegmentums ich im distalen Teil des Mittelhirns ihr fast völliges Verschwinden bemerkte.

Die Existenz des zerebralen Anteils scheint mir deshalb eher zweifelhaft, und ich glaube, dass die Lösung der Frage neue experimentelle Untersuchungen an neugeborenen Tieren erheischt und dass namentlich die zerebro-spinale Achse mit sichereren Methoden studiert werden muss als es die von Monakow angewandten sind.

Die Resultate meiner Untersuchungen sind mithin mehr gegen als für die zerebello-rubro-zerebrale Bahn.

Bezüglich der zerebello-thalamo-kortikalen Bahn wissen wir bestimmt, dass ein Teil der Fasern des Brachium conjunctivum sich im Thalamus erschöpft, und dass die Zellen desselben keine Fasern nach der Brücke und dem verlängerten Mark senden. (Versuch 3 und 6, Serie 1.)

Die Folgerung ist daher eine logische, dass die zerebello-thalamischen Fasern sich mit den thalamo-kortikalen Zellen in Beziehung setzen, sodass die vom Kleinhirn ausgehenden Reize einer Seite zur Rinde der entgegengesetzten Seite gelangen. Aber über die Zusammensetzung und Verteilung einer solchen Bahn könnte ich nur Hypothesen aufstellen und auf diese gehe ich nicht weiter ein.

Die definitiven Schlüsse, die sich aus meinen Untersuchungen ziehen lassen, sind folgende:

1. Von der Grosshirnrinde steigen durch den Pedunculus cerebri Fasern herab, die sich in der ventralen Brückenetage mit Nervenzellen in Beziehung setzen, welche ihre Achsenzyylinder teils (der grössere Teil) zum Brachium pontis der entgegengesetzten und teils (ein sehr kleiner Teil) zur homolateralen Seite schicken; es wird so die kortiko-ponto-zerebellare Bahn gebildet, die zum Teil gekreuzt ist, zum Teil nicht.

2. Die gekreuzte Bahn kann in zwei Teile unterschieden werden: der eine, von den vom Lobus fronto-sigmoideus kommenden Fasern gebildet, welche sich in der ventralen Brückenetage mit den lateralen Zellen in Beziehung setzen, deren Achsenzyylinder, im ventralen Teil des Stratum complexum der entgegengesetzten Seite verlaufend, zum medialen Teil der Kleinhirnhemisphäre geht; der andere von den Fasern des Lobus temporalis und des Lobus parietalis gebildet, welche sich in der Ventralbrückenetage mit den medialen Zellen in Beziehung setzen, deren Achsenzyylinder, die Pars subpyramidalis des Stratum superficiale durchziehend, zum Wurme geht.

3. Die homolaterale Bahn wird von Fasern kortikalen nicht genau bestimmten Ursprungs des Pedunculus cerebri gebildet, die sich in vorwiegende Beziehung setzen mit den medialen Zellen der paralateralen Area, welche den Achsenzyylinder zum lateralen Teil der Hemisphäre schicken.

4. Die lateralen Zellen der paralateralen Area schicken den Achsen-

zylinder zum homolateralen Brachium pontis; die Fasern jedoch, mit denen sie in Beziehung treten, sind nicht genau bestimmt.

5. Im Brachium pontis besteht zweifellos ein beträchtlicher zerebello-fugaler Anteil, der zur Ventralbrückenetage und zum Tegmentum pontis der entgegengesetzten Seite geht; es ist jedoch unmöglich, zu bestimmen, ob er einer zerebello-ponto-kortikalen Bahn angehört.

6. Vom Kleinhirn gehen durch das Brachium coniunctivum Fasern zum roten Kern und zum Thalamus der entgegengesetzten Seite; es ist wahrscheinlich, dass eine zerebello-thalamo-kortikale Bahn besteht, während die zerebello-rubro-kortikale Bahn sehr zweifelhaft ist.

Epikritische Bemerkungen.

Das Problem, wie die zerebro-zerebellaren Verbindungen eingerichtet sind, ist gewiss nicht vollständig aus meinen Untersuchungen hervorgegangen; es bleibt noch eine Reihe sehr wichtiger Fragen klarzustellen, für welche neue und eingehendere Untersuchungen erforderlich sind.

So wissen wir noch nicht, ob die in der ventralen Brückenetage sich verzweigenden Nervenfasern des Pedunculus cerebri von der ganzen Grosshirnrinde kommen oder nur von gewissen Zonen. Bianchi (4) schliesst entschieden aus, dass der Lobus frontalis Fasern zur Brücke sende, während Mingazzini (27) ihre Existenz annimmt; Probst nimmt einen Hinterhauptsanteil an, der jedoch von anderen verneint wird. Und dieses Problem ist dadurch komplizierter, dass die Feststellung von Fasern im Pedunculus cerebri, die von einer bestimmten kortikalen Area kommen, für sich selbst nicht beweist, dass diese Fasern einer kortiko-ponto-zerebellaren Bahn angehören. Mingazzini (28) bezweifelt, dass die Fasern des Gyrus sigmoides sich in der Brücke mit zerebellopetalen Neuronen in Beziehung setzen.

Meine diesbezüglichen Untersuchungen erlaubten mir nur, in grossen Zügen die Art der Zusammensetzung des Pedunculus cerebri zu schildern und die Beziehungen, die er mit den Zellen der Ventralbrückenetage hat, festzustellen. Ich musste mich auf die Feststellung beschränken, dass ein lateraler Anteil besteht, der vom Lobus fronto-sigmoideus ausgeht und sich mit den lateralen Zellgruppen in Beziehung setzt und ein medialer vom Lobus temporo-parietalis herkommender Anteil, der mit den medialen Gruppen in Beziehung tritt. Andere Forschungen werden mir erlauben, in eingehenderer Weise die topographischen Beziehungen zwischen den kortikalen Areas und den Zellgruppen der ventralen Brückenetage zu präzisieren. Was ich bisher namentlich hinsichtlich des Lobus frontalis erreichte, erlaubt mir noch nicht, definitive Resultate auszusprechen.

So müssen auch ausser der schon oben erwähnten Frage nach der wirklichen Endigung der zerebellopetalen Fasern des Brachium pontis in vollständigerer und eingehenderer Weise die Beziehungen zwischen den Zellgruppen der Ventralbrückenetage und den verschiedenen Areae der Kleinhirnrinde genau bestimmt werden. Die Beziehung der medialsten Gruppen mit dem Wurme und der lateralen mit dem medialen Teil der Hemisphäre konnte ich in grossen Zügen bestimmen; aber diese Resultate können nur als die Voraussetzung für eingehendere Forschungen betrachtet werden, bei welchen wesentlich die Studien Bolks über die anatomische Zusammensetzung des Kleinhirns in Betracht gezogen werden. Ich selbst beschäftige mich zurzeit mit diesbezüglichen besonderen Untersuchungen.

Ebenfalls sehr wichtig und sehr schwierig zu lösen ist das schon oben angeführte Problem, das sich auf die Endbeziehungen der zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis und auf das Bestehen der zerebello-ponto-kortikalen Bahn bezieht, wie das auch schon angedeutete, das sich auf das Vorhandensein der zerebello-rubro- oder thalamo-kortikalen Bahn bezieht.

Der Gegenstand ist also nichts weniger als erschöpft und erfordert ausführliche und eingehende Untersuchungen; ich muss sogar gestehen, dass die Resultate meiner Forschungen vom Gesichtspunkte der zerebro-zerebellaren Bahnen aus betrachtet, relativ spärliche waren. Was wirklich Interessantes aus ihnen hervorging, besteht darin, dass, vielleicht zum ersten Mal, das Problem der zerebro-zerebellaren Verbindungen in seine genauen Grenzen gebracht wird. Der sorgfältige Vergleich zwischen den bei den verschiedenen Versuchsserien erlangten Befunden, die Kontrolle über die schon von anderen ausgeführten Versuche mit untereinander nicht übereinstimmenden Resultaten, die eingehende Analyse meiner und anderer Versuche erlaubten mir, die auf theoretischen Vorurteilen und auch auf Deutungsfehlern basierten Behauptungen und Hypothesen zu beseitigen, eine logische Erklärung vieler strittiger Fragen zu geben und die Gründe zu präzisieren, weshalb in anderen Fällen ein definitives Urteil unmöglich ist.

Kurz, es scheint mir, dass, wenn auch noch Untersuchungen (und ich selbst zeigte die Hauptpunkte an, auf welche die Aufmerksamkeit gelenkt werden muss) erforderlich sind, um zu vervollständigen, was die meinigen gezeigt haben, so sollte man nicht mehr, wenn ich mich nicht täusche, über die fundamentalen Tatsachen verhandeln, die sich auf die Art und Weise der Zusammensetzung der zerebralen, zerebellaren und Brückenprojektionsbahnen beziehen, aus deren gegenseitiger Verbindung die anatomischen Beziehungen zwischen Grosshirn und Kleinhirn fest-

gesetzt werden. Ich glaube, dass die Frage nach dem Bestehen von zerebropetalen Fasern im Pedunculus cerebri und nach dem zerebralen Anteil von Nervenzellen in der ventralen Brückenetage nicht mehr erörtert werden muss, da die Methode Marchis zeigt (und darin stimmen meine Resultate mit denen vieler anderer Autoren überein), dass durch Läsion des Pedunculus cerebri im Mittelhirn man keine kortikopetale Faserdegeneration erhält und da so klar hervorging, dass die Zerstörung der Zellgruppen der Ventraletage bei den mit Sektion des Pedunculus cerebri in jugendlichem Alter operierten Tieren enge topographische Beziehung hat mit der Zerstörung der myelinhaltigen und myelinlosen Geflechte, die die Nervenzellen umgeben; dass sie daher nicht nach dem Guddenschen Gesetze gedeutet werden kann, sondern als eine Atrophie zweiter Ordnung.

Auch glaube ich, dass das Bestehen von zerebellofugalen Fasern im Brachium pontis nicht mehr in Abrede gestellt werden kann, da es sowohl durch die mit der Methode Marchi 8 und 10 Tage nach der Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre erlangten Resultate, als auch und mehr noch durch das Fortbestehen der Fasern des Brachium pontis nach der Zerstörung einer Hälfte der Ventralbrückenetage dargetan ist.

So glaube ich auch, genügend positive Tatsachen zur Annahme des Bestehens von zerebellopetalen homolateralen Fasern im Brachium pontis geliefert zu haben, die teils mit dem Pedunculus cerebri, teils mit einer uns noch unbekannten Bahn in Beziehung sind. Niemand hatte bisher den positiven experimentellen Beweis vom Bestehen des homolateralen zerebellopetalen Anteils erbracht, der freilich von einigen Autoren [Edinger (9), Köl liker (15), Mingazzini (27) u. a.] angenommen war, aber ohne sichere Belege von Tatsachen, die sein Vorhandensein beweisen. Mingazzini und Polimanti (28), die zuerst auf das Verschwinden einer gewissen Anzahl von Nervenzellen in der paralateralen Area infolge der Zerstörung der homolateralen Kleinhirnhemisphäre hingewiesen haben, glaubten, dass diese Zellen der Ausgangspunkt von zum Tegmentum der entgegengesetzten Seite aufsteigenden Fasern seien, eine Annahme, die mir, wie oben erwähnt, nicht genügend sicher erscheint, während die von Pusateri (41) mit den Methoden Golgis beim Mensch erlangten Resultate von Cajal widersprochen wurden und sodann nicht ohne weiteres auf die Tiere anwendbar sind.

Endlich geht in mir definitiv erscheinender Weise als sichergestellt hervor, dass das Brachium conjunctivum nur zerebellofugale Fasern enthält und dass ein guter Teil von ihnen wirklich im roten Kern endigt, was sehr fraglich war auf Grund der nur von der Marchischen Methode gelieferten Befunde. Dagegen lassen meine Untersuchungen die Frage

der zerebello-rubro-kortikalen und der zerebello-thalamo-kortikalen Bahn offen, indem sie die Existenz der letzteren sehr in Zweifel ziehen.

Im Laufe der Untersuchungen sind Tatsachen aufgetaucht, die ich jedesmal hervorgehoben habe und die zeigen, dass die Gesetze, auf Grund derer man in experimentellen Forschungen dieser Art Folgerungen über die Zusammensetzung der Nervenwege zu ziehen pflegt, Ausnahmen aufweisen, die man notwendigerweise streng in Betracht ziehen muss, um nicht in schwere Deutungsirrtümer zu verfallen. Solche Erscheinungen ergaben sich namentlich bei den an neugeborenen Tieren angestellten Untersuchungen.

Als allgemeines Gesetz wird nach den klassischen Forschungen Guddens angenommen, dass dem Durchschneiden eines Nervenfaserbündels des zentralen Nervensystems die Nekrose und das Verschwinden sowohl des peripheren als des zentralen Zuges und der Ursprungszellen folgt. Der freilich einzige Versuch der V. Serie beweist, dass ein beträchtlicher Teil der zerebellofugalen Fasern des Brachium pontis intakt bleibt, indem sie sogar einen Anflug von Regeneration aufweisen, obwohl die ventrale Brückenetage zerstört und die Fasern so von den Zellen, bei welchen sie ankommen müssten, getrennt wurden. Ihr Fortbestehen bringt natürlich das der Ursprungszellen mit sich, und das bildet eine Ausnahme zum Guddenschen Gesetz; und auf diese Ausnahme muss Gewicht gelegt werden, weil der Gedanke naheliegt, dass sie sich auch in anderen Fällen bewahrheiten kann. Einige persönliche Daten lassen mich z. B. vermuten, dass dem Durchschneiden der Fasern des Pedunculus cerebri nicht das Verschwinden der kortikalen Ursprungszellen folgt.

Monakow (32), der auf dem Gebiete der experimentellen auf das Guddensche Gesetz gegründeten Untersuchungen eine sehr reiche Erfahrung hat, stellte auch als allgemeines Gesetz fest, dass man, wenn einem wenige Tage alten Tiere ein zentrales Nervenbündel durchschnitten wird, am Ursprungspunkte die Zerstörung der Nervenzellen mit nahezu völliger Unversehrtheit der molekulären Substanz erhält, während man an der Stelle, wo die Fasern endigen, das Verschwinden der molekulären Substanz mit relativem Intaktsein der Nervenzellen hat.

Wenn man bei einem wenige Tage alten Tiere den Pedunculus cerebri in toto oder teilweise durchschneidet, erhalten wir freilich das Verschwinden des peripheren Faserzuges und der Verzweigungen zur ventralen Brückenetage, aber zugleich hat man auch das Verschwinden der Nervenzellen, mit denen die Fasern sich in Beziehung setzen. Dieses Verschwinden ist nicht auf retrograde Nekrose im Sinne Guddens, sondern auf Atrophie zweiter Ordnung zurückzuführen.

Wenn man jedoch wiederum beim neugeborenen Tiere das Brachium pontis durchschneidet oder, was dasselbe ist, eine Kleinhirnhemisphäre zerstört, erhält man die Nekrose der Ursprungszellen der verletzten Fasern, eine Nekrose, die gerade als eine direkte Atrophie im Sinne Guddens gedeutet werden muss, aber man hat gleichzeitig, wahrscheinlich wegen Entwicklungshemmung, das Fehlen der dichten myelinhaltigen und myelinlosen Geflechte, welche vom Pedunculus cerebri sich zur Ventralbrückenetage ausbreiten. Die Zellenekrose erfolgt durch Zerstörung des Brachium pontis auch bei den erwachsenen Tieren; bei diesen erhält man jedoch keine merkliche Verminderung der Nerven-geflechte.

Die beiden angeführten Tatsachen bilden augenscheinlich Widersprüche zu dem von Monakow behaupteten Gesetze und beweisen, dass das Verschwinden einer Zellgruppe infolge des an einem neugeborenen Tiere ausgeführten Durchschneidens eines Nervenbündels nicht den Beweis ausmacht, dass es Ursprungspunkt der durchschnittenen Fasern sei und dass die Zerstörung der Nervengeflechte ihrerseits nicht beweist, dass sie deren Endigung sind.

Im besonderen Falle bildet die Fortdauer der Fasern des Pedunculus cerebri nach der Zerstörung des Brachium pontis ein Element für die Differentialdiagnose; aber unter anderen Bedingungen können sich die Dinge ganz anders verhalten. Beim Studium der Nervenbahnen ist es mithin notwendig, die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass den angeführten ähnliche Erscheinungen eintreten, die häufiger sein können, als es den Anschein hat. So ging aus meinen Untersuchungen hervor, dass die Zellen der Soemmeringschen Substanz durch sekundäre Atrophie im Falle von in jugendlichem Alter ausgeführter Zerstörung des Pedunculus cerebri verschwinden. Es könnte sein, wiewohl ich dessen nicht sicher sein kann, dass durch den gleichen Vorgang die Atrophie der ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti infolge der Zerstörung der entgegengesetzten Kleinhirnhemisphäre stattfindet. Es ist möglich, dass die von Monakow in vielen Zellen des roten Kerns infolge verschiedenartiger kortikaler und thalamischer Verletzungen konstatierte Atrophie von derselben Ursache herrührt. Die Bestimmung des Vorgangs, mit dem sich das Verschwinden der Zellgruppen bewerkstelligt, ist von grösster Wichtigkeit, da sie die Ansichten über die Zusammensetzung bestimmter Nervenwege und über die Beziehungen, die sie haben, völlig ändern kann. Ich will hier erwähnen, dass aus meinen Untersuchungen hervorgeht, dass der zerebrale Anteil der ventralen Brückenetage, wie er von Monakow aufgefasst wird, unzulässig ist.

Auf einer anderen Tatsache muss ich bestehen, weil die vorliegenden und andere im Gange befindliche Untersuchungen mir beständig davon den Beweis geben, nämlich auf der Notwendigkeit, Fixations- und Färbemethoden des Nervengewebes anzuwenden, die bessere Resultate ergeben als die für Untersuchungen dieser Art gewöhnlich gebrauchten.

Die Frage der technischen Methoden ist von fundamentaler Bedeutung und wurde bisher nicht in genügender Weise geschätzt, besonders in den Fragen, die das Verhalten und Auftreten der Zellgruppen betreffen.

Als Beispiel führe ich die Tatsache an, dass ich, nachdem ich in den Versuchen 9 und 10 der III. Serie das Nervensystem in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und dann die Abschnitte teils mit der Methode Weigerts, teils mit der van Giesons gefärbt hatte, die Frage nach der Bedeutung und der Funktion der ventralen und ventrolateralen Zellen des Nucleus reticularis tegmenti, obwohl äusserst wichtig, ungelöst lassen musste und das aus dem Grunde, weil, da es sich um eine relativ kleine Menge von Nervelementen handelte, die von der angewandten Methode gelieferten Resultate, wiewohl den durch die Karminfärbung und die an den Abschnitten mit schön gefärbten Myelinscheiden ausgeführten Tinktionen erlangten weit überlegen, nie erlaubten, definitive Schlüsse zu ziehen. Die von mir vorgeschlagene Methode ist weitaus besser, weil sie, die Nervenzellen nach Nissl färbend, die diagnostischen Irrtümer und die Verwechslungen zwischen Nerven- und Neuroglia-Elementen verhindert.

Ich spreche sodann nicht von den ganz speziellen Problemen, die besondere technische Untersuchungsmethoden erheischen, geeignet, nur bestimmte strukturelle Elemente klarzustellen. Weiter oben habe ich erwähnt, dass die Frage, festzustellen, mit welchen zerebellaren Elementen sich die zerebellopetalen Fasern des Brachium pontis in Beziehung setzen, nur gelöst werden kann, wenn Methoden gefunden sein werden, die in beständiger und vollständiger Weise die myelinlosen Geflechte des Kleinhirns augenscheinlich machen; ohne das werden nur mehr oder weniger wahrscheinliche Folgerungen gemacht werden können. Es geht sodann sehr deutlich hervor, dass es nicht möglich ist, sich auf Versuche einer einzigen Art zu beschränken, sondern dass es notwendig ist, die Resultate von unter verschiedenen Gesichtspunkten und mit verschiedenen Methoden geführten Untersuchungen ins richtige Verhältnis zu bringen. Die Einseitigkeit kann zu von einander abweichenden fundamentalen Deutungen führen; die sich aus den bei neugeborenen Tieren angestellten Versuchen ergebenden Resultate müssen durch gleiche bei erwachsenen Tieren vorgenommene Versuche ergänzt werden. Die von der Methode von Marchi gelieferten Befunde müssen mit den

von feineren Methoden (photographische Methoden für myelinlose Geflechte) erlangten, vervollständigt werden. Nur auf diese Weise werden nach und nach die Zweifel und Unsicherheiten über die Zusammensetzung der zentralen Nervenwege und über ihre wirklichen Beziehungen ausgeschieden werden können und anstelle von Annahmen wird man Tatsachen aussprechen können.

Natürlich muss man immer mit der grössten Vorsicht vorgehen und die Befunde für das schätzen, was sie bedeuten. Wenn wir Autoren finden, die auf Grund der von den Methoden Weigerts und Marchis gelieferten Resultate Beziehungen zwischen Fasern und Zellgruppen behaupten, oder welche aus mit Karmin gefärbten Präparaten mit Sicherheit Schlüsse ziehen über den Verlauf und über die Beschaffenheit der Nervenfasern (und an Arbeiten dieser Art ist die Literatur sehr reich) müssen wir mit grosser Zurückhaltung die Resultate beurteilen und mit Misstrauen die Folgerungen aufnehmen, da, wenn es auch sehr leicht ist, Annahmen aufzustellen, es sehr schwierig ist, sie zu beweisen, wenigstens auf Grund so wenig sicherer Tatsachen.

Endlich muss ich erklären, dass die Schlüsse, die ich aus meinen Untersuchungen gezogen, sich auf die Tiere beziehen, an denen ich die Forschungen anstellte, nämlich auf den Hund und auf die Katze und dass es nicht meine Absicht ist, daraus Folgerungen allgemeinen Charakters abzuleiten, namentlich hinsichtlich des Menschen. Was diesen betrifft, erreicht die Entwicklung der *Pedunculi cerebri* und *cerebelli*, der ventralen Brückenetage, der Bestandteile des Grosshirns und Kleinhirns einen derartigen Grad, dass es wohl möglich ist, dass Verbindungswege und Verbindungsmittel bestehen, die bei den niedriger stehenden *Mammalia* nicht vertreten sind. Scharf besteht Mingazzini (27) auf dieser Tatsache, indem er die übertriebenen Folgerungen einiger Autoren, wie van Gehuchters, tadelt, der aus den beim Kaninchen erlangten Befunden (auch diese, indem er nur die Methode Marchi anwandte) sich berechtigt glaubt, Schlüsse für die ganze Klasse der *Mammalia*, einschliesslich des Menschen zu ziehen. Gerade dasselbe kann gegen Cajal vorgebracht werden, der den bei wenige Tage alten Tieren erlangten Befunden eine übermässige Bedeutung beilegt, ein Alter, in dem ganze Fasersysteme noch nicht oder nicht vollkommen entwickelt sein können. Die gleiche Einwendung muss gegen die Schlüsse gemacht werden, zu denen Borowiecki hinsichtlich der Beziehungen der Zellgruppen der Ventralbrückenetage mit dem *Brachium pontis* gelangte. Abgesehen von der Tatsache, dass in seinen meisten Versuchen die angewandten Untersuchungsmethoden keine derartigen sind, dass sie sichere und definitive Urteile erlauben, und dass man mithin über viele seiner

Behauptungen Zweifel erheben kann, ist es sicher nicht korrekt, aus den beim Kaninchen erlangten Resultaten hinsichtlich höher stehender Tiere Schlüsse zu ziehen.

Meine Untersuchungen geben sowohl beim Hunde wie bei der Katze Resultate, die in einigen Punkten von denen Borowieckis wesentlich verschieden sind; der Teil, der für die zerebro-zerebellaren Bahnen von Wichtigkeit ist, wurde von mir schon hervorgehoben, auf die anderen, die Beziehungen der Ventralbrückenetage mit dem Tegmentum betreffenden Fragen, werde ich bei anderer Gelegenheit zurückkommen.

Im allgemeinen muss als Fundamentalgedanke angenommen werden, dass nur in paralleler Weise und mit Methodenstrenge geführte Versuche bestimmen können, was an Gleichem und was an Verschiedenem über die Zusammensetzung und Beschaffenheit der zerebro-zerebellaren Bahnen bei den verschiedenen Tiergattungen besteht.

Anmerkung. Einige der hier beschriebenen Untersuchungen sind für die von mir am 3. Kongress der Italienischen Neurologischen Gesellschaft (Rom, Oktober 1911) gemachte Mitteilung „Ueber zerebro-zerebellare Assoziationsbahnen“ verwertet worden, deren Schlussfolgerungen mit denen der vorliegenden Arbeit ungefähr identisch waren.

Literatur.

1. Bechterew, Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirns, insbesondere der Brückenarme. Neurol. Zentralbl. Bd. 3. 1885.
2. Bechterew, Die Leitungsbahnen. Leipzig 1899.
3. Besta, Nuovi dati sulla struttura della guaina mielinica delle fibre nervose. Bollettino dell'Accademia medica di Padova 1912.
4. Bianchi, Trattato di Psichiatria. p. 64—67. Napoli 1904.
5. Borowiecki, Vergleichend anatomische und experimentelle Untersuchungen über das Brückengrau und die wichtigsten Verbindungen der Brücke. Arbeiten a. d. hirnanat. Inst. in Zürich. H. 5. 1911.
6. Cajal, Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. Paris 1909.
7. Cramer, Einseitige Kleinhirnatrophie mit leichter Atrophie der gekreuzten Gehirnhemisphäre. Zieglers Beiträge. Bd. 11. 1891.
8. D'Abundo, Atrofia cerebrale sperimentale. Catania 1902.
9. Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere. 1904.
10. Economo und Karplus, Zur Physiologie und Anatomie des Mittelhirns. Archiv f. Psych. Bd. 46.
11. Ferrier and Turner, A record of experiments illustrative of the symptoms and degenerations following lesions of the cerebellum and its peduncles. Proceedings of R. Soc. 1894.

12. Grünbaum and Langley, Degenerations resulting from removal of the cerebral cortex in the dog. *Physiology*. 1890.
13. Kam, Beiträge zur Kenntnis der durch Grosshirnerde bedingten sekundären Veränderungen im Hirnstamme. *Archiv f. Psych.* Bd. 27. 1895.
14. Klimoff, Ueber die Leitungsbahnen des Kleinhirns. *Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt.* 1899.
15. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. 2. 1896.
16. Lewandowsky, Untersuchungen über die Leitungsbahnen des Truncus cerebri. Jena 1904.
17. Luna, Contributo sperimentale alla conoscenza delle vie di proiezione del cervelletto. Ricerche fatte nel Laboratorio di Anat. normale di Roma ecc. Vol. XIII. fasc. 3, 4. 1907.
18. Mahaim, Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge. *Mém. de l'acad. R. de méd. Belg.* Vol. XIII. 1894.
19. Marchi, Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi. *Riv. Sper. di Freniatria*. Vol. XVII. 1891.
20. Marie et Guillain, Sur les connexions des peduncules cerebelleux supérieurs chez l'homme. *Comptes rendus de la société de biologie de Paris*. Vol. LV. 1903.
21. Mendel, Ueber den Verlauf der Fasern des Bindearms. *Berl. klin. Wochenschrift*. 1878. S. 402.
22. Mendel, Sekundäre Degeneration im Bindearme. *Neurol. Zentralbl.* Bd. 1. 1882.
23. Mingazzini, Intorno al decorso delle fibre appartenenti al pedunculus medius cerebelli. *Arch. per le science med.* Vol. XIX. 1890.
24. Mingazzini, Sulle lesioni consecutive alle estirpazioni emicerebellari. *Ricerche del Laborat. di Anat. um. di Roma*. Vol. IV. 1894.
25. Mingazzini, Pathologisch-anatomische Untersuchungen über den Verlauf einiger Nervenbahnen etc. *Zieglers Beiträge*. Bd. 20. 1896.
26. Mingazzini, Experimentelle und pathologisch - anatomische Untersuchungen über den Verlauf einiger Bahnen etc. *Monatsschr. f. Psych. u. Neurol.* Bd. 15. 1904.
27. Mingazzini, Lezioni di Anatomia clinica dei centri nervosi. 1908.
28. Mingazzini und Polimanti, Anatomisch-physiologischer Beitrag zum Studium der Grosshirn- und Kleinhirnbahnen des Hundes. *Monatsschr. f. Psych. u. Neurol.* Bd. 25. 1909.
29. Mirto, Sulle degenerazioni secondarie cerebello-cerebrali attraverso i peduncoli medii e superiori. *Arch. per le scienze mediche*. Vol. XX. 1896.
30. Monakow, Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica. *Archiv f. Psych.* Bd. 27. 1895.
31. Monakow, *Gehirnpathologie*. Wien 1905.
32. Monakow, Der rote Kern, die Haube und die Regio subthalamica bei einigen Säugetieren und beim Menschen. *Arbeiten a. d. hirnanat. Inst. in Zürich*. H. 3 u. 4. 1909, 1910.

33. Münzer und Wiener, Beiträge zur Anatomie des Zentralnervensystems. Prager med. Wochenschr. 1895. Nr. 14.
34. Münzer und Wiener, Das Zwischen- und Mittelhirn des Kaninchens und die Beziehung dieser Teile zum übrigen Zentralnervensystem etc. Monatschrift f. Psych. u. Neurol. Bd. 12. 1902.
35. Orestano, Le vie cerebellari efferenti. Riv. di Patol. nerv. e ment. Vol. VI. 1901.
36. Pellizzi, Sulle degenerazioni secondarie a lesioni cerebellari. Riv. sperim. di Freniatria. Vol. XXI. 1895.
37. Preisig, Le noyau rouge et le pédoncule cérébelleux supérieur. Journ. f. Psych. u. Neurol. Bd. 3. 1904.
38. Probst, Zur Kenntnis des Bindearms, der Haubenstrahlung und der Regio subthalamica. Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. Bd. 10. 1901.
39. Probst, Zur Anatomie und Physiologie des Kleinhirns. Archiv f. Psych. Bd. 35. 1902.
40. Probst, Ueber die anatomischen und physiologischen Folgen der Halbdurchschneidung des Mittelhirns. Jahrb. f. Psych. Bd. 24. 1904.
41. Pusateri, Sulla fine anatomica del ponte di Varolio nell' uomo. Riv. di Patol. nerv. e ment. Vol. I. 1896.
42. Raymond et Cestan, Sur un cas de papillome épithéloïde du noyau rouge. Arch. de neurol. Vol. XIV. 1902.
43. Russel, Degenerations consequent on experimental lesions of the cerebellum. Philos. transactions. Vol. CLXXXVI. 1895.
44. Sand, Beitrag zur Kenntnis der cortico-bulbären und cortico-pontinen Pyramidenfasern beim Menschen. Arbeiten a. d. neurol. Inst. in Wien. H. 10. 1903.
45. Thomas, Le cervelet. Thèse de Paris. 1897.
46. Thomas, La fonction cérébelleuse. Paris 1911.
47. van Gehuchten, La dégénérescence dite rétrograde ou dégénérescence Wallerienne indirecte. Le Névraxe. Vol. V. 1903.
48. van Gehuchten, Les pédoncules cérébelleux supérieurs. Le Névraxe. Vol. VII. 1905.
49. van Gehuchten, Anatomie du système nerveux de l'homme. Louvain 1906.
50. Witkowski, Beitrag zur Pathologie des Gehirns. Archiv f. Psych. Bd. 14. 1883.

Erklärung der Abbildungen (Tafeln VI—IX).

Die Figuren 3, 6, 7, 16, 19, 31, 43, 52, 53 und 54 sind Photographien von Präparaten in natürlicher Grösse; alle anderen sind Photographien von Zeichnungen. Diese sind in ungefähr zwölffacher Vergrößerung ausgeführt und dann auf das vorliegende Mass verkleinert worden. Die Figuren, welche Zellgruppen darstellen, sind halbschematisch, weshalb ich mich darauf beschränken musste, die Nervenzellen des mikroskopischen Präparates mit einfachen Punkten wiederzugeben.

Die Abkürzungen haben die folgende Bedeutung:

b. c.	=	Brachium coniunctivum.
b. c. d.	=	" " degeneriert.
b. c. r.	=	" " reduziert.
b. p.	=	" pontis.
b. p. d.	=	" " degeneriert.
b. p. r.	=	" " reduziert.
f. b. p. t.	=	Fibrae brachii pontis ad tegmentum.
f. p. t. d.	=	" pedunculo-tegmentales degeneriert.
m. s. d.	=	mediale Schleife degeneriert.
pl.	=	paralaterale Area.
pl. d.	=	" " degeneriert.
pl. g.	=	" Geflechte.
pl. g. d.	=	" " degeneriert.
p. ip.	=	peri- und intrapedunkuläre Gruppe.
p. ip. d.	=	" " " " degeneriert.
l. p. ip. d.	=	laterale peri- und intrapedunkuläre Gruppe degeneriert.
m. p. ip. d.	=	mediale " " " " "
pm.	=	paramediale Area.
pm. d.	=	" " degeneriert.
pm. r.	=	" " reduziert.
d. pm. d.	=	dorsoparamediale Area degeneriert.
pm. g.	=	paramediale Geflechte.
pm. g. d.	=	" " degeneriert.
v. pm. g.	=	ventroparamediale Geflechte.
p. c.	=	Pedunculus cerebri.
p. c. d.	=	" " degeneriert.
l. p. c. d.	=	lateral Pedunculus cerebri degeneriert.
p. co.	=	Pars corticalis.
p. s.	=	" subpyramidalis.
p. s. d.	=	" " degeneriert.
p. s. r.	=	" " reduziert.
r.	=	Raphe.
s. c.	=	Stratum complexum.
s. c. r.	=	" " reduziert.
v. s. c. d.	=	ventrales Stratum complexum degeneriert.
v. s. c. r.	=	" " " reduziert.
s. p.	=	Stratum profundum.
s. p. r.	=	" " reduziert.
v.	=	ventrale Area.
v. d.	=	" " degeneriert.
v. r.	=	" " reduziert.
vm. d.	=	ventromediale Area degeneriert.
v. g.	=	ventrale Geflechte.
v. g. d.	=	" " degeneriert.

v. n. r. t. = ventraler Nucleus reticularis tegmenti.

v. n. r. t. d. = " " " " degeneriert.

Die Figuren stellen dar:

- Fig. 1. (Hund.) Abtragung des Lobus fronto-sigmoideus. Mittleres Drittel der Brücke (Marchi).
- " 2. (Hund.) Durchschneidung des Pedunculus cerebri im Zwischenhirn. Mittleres Drittel der Brücke (Marchi).
- " 3. (Neugeborener Hund.) Abtragung des Lobus fronto-sigmoideus. Mittleres Drittel des roten Kernes (Weigert). Phot.
- " 4. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 5. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 6. (Neugeborener Hund.) Durchschneidung des Pedunculus cerebri im Zwischenhirn. Mittleres Drittel des roten Kernes (Weigert). Phot.
- " 7. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel des Mittelhirns (Weigert). Phot.
- " 8. (Neugeborener Hund.) Proximales Viertel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 9. (Neugeborener Hund.) Proximales Viertel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 10. (Neugeborener Hund.) Zweites Viertel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 11. (Neugeborener Hund.) Zweites Viertel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 12. (Neugeborener Hund.) Drittes Viertel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 13. (Neugeborener Hund.) Drittes Viertel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 14. (Neugeborener Hund.) Distales Viertel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 15. (Neugeborener Hund.) Distales Viertel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 16. (Neugeborener Hund.) Durchschneidung des Pedunculus cerebri im proximalen Drittel des Mittelhirns. Mittleres Drittel des roten Kernes (Weigert). Phot.
- " 17. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- " 18. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- " 19. (Neugeborener Hund.) Durchschneidung des Pedunculus cerebri im vorderen Teil des mittleren Drittels des Mittelhirns. Mittleres Drittel des roten Kernes (Besta). Phot.
- " 20. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).

- Fig. 21. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 22. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 23. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 24. (Katze.) Abtragung der linken Kleinhirnhemisphäre. Distales Drittel der Brücke (Marchi).
- „ 25. (Katze.) Mittleres Drittel der Brücke (Marchi).
- „ 26. (Katze.) Proximales Drittel der Brücke (Marchi).
- „ 27. (Katze.) Distalster Teil des Mittelhirns (Marchi).
- „ 28. (Katze.) Wernicke'sche Kommissur (Marchi).
- „ 29. (Katze.) Mittleres Drittel des roten Kernes (Marchi).
- „ 30. (Katze.) Distales Drittel des Thalamus (Marchi).
- „ 31. (Hund.) Abtragung der linken Kleinhirnhemisphäre und Verletzung des linken Mittelhirns. Distaler Teil des Mittelhirns (Weigert). Phot.
- „ 32. (Hund.) Zellengruppe der Ventraletage im mittleren Drittel der Brücke.
- „ 33. (Neugeborene Katze.) Abtragung der rechten Kleinhirnhemisphäre. Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 34. (Neugeborene Katze.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 35. (Neugeborene Katze.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 36. (Neugeborene Katze.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 37. (Neugeborene Katze.) Proximales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 38. (Neugeborene Katze.) Proximales Drittel der Brücke. Zellgruppe der Ventraletage.
- „ 39. (Neugeborener Hund.) Abtragung der rechten Kleinhirnhemisphäre. Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 40. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 41. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 42. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 43. (Neugeborener Hund.) Schnitt zwischen Wurm und linker Kleinhirnhemisphäre. Mittleres Drittel der Brücke (Weigert). Phot.
- „ 44. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Weigert).
- „ 45. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 46. (Neugeborener Hund.) Abtragung des medialen Teils der linken Kleinhirnhemisphäre. Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).

- Fig. 47. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 48. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 49. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 50. (Neugeborener Hund.) Proximales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 51. (Neugeborener Hund.) Proximales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 52. (Neugeborener Hund.) Vertikaler Schnitt der rechten ventralen Brückenetage. Distaler Teil des Thalamus (Besta). Phot.
- „ 53. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel des roten Kernes (Besta). Phot.
- „ 54. (Neugeborener Hund.) Distaler Teil des Mittelhirns (Besta). Phot.
- „ 55. (Neugeborener Hund.) Proximales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 56. (Neugeborener Hund.) Proximales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 57. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 58. (Neugeborener Hund.) Mittleres Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
- „ 59. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Nervenfasern (Besta).
- „ 60. (Neugeborener Hund.) Distales Drittel der Brücke. Zellengruppe der Ventraletage.
-